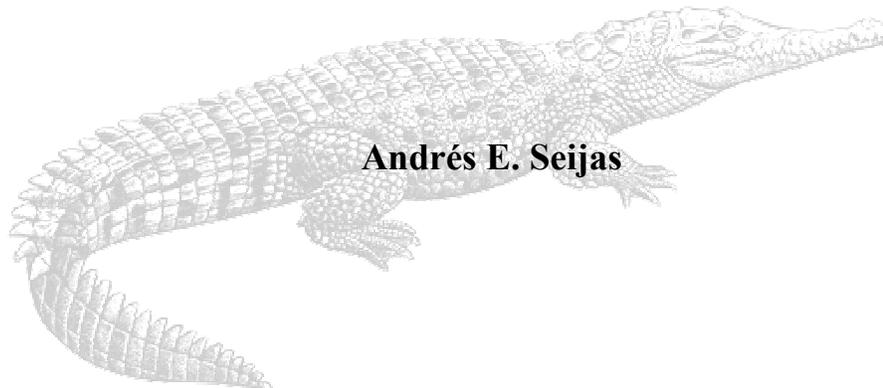


**EL CAIMÁN DEL ORINOCO (*Crocodylus intermedius*)
EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA:
ECOLOGÍA Y ESTADO POBLACIONAL**



Andrés E. Seijas

Trabajo de ascenso a la categoría de Profesor Asociado de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales 'Ezequiel Zamora' (UNELLEZ). Vice-rectorado de Producción Agrícola. Guanare, Portuguesa.

Guanare, marzo 2000

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer el extraordinario y constante apoyo que he recibido de mi familia durante un período prolongado dedicado a alcanzar sucesivos grados académicos. Mis gracias más especiales van para mi madre, Gladys, y mi esposa Lemnie.

Para completar este trabajo, que sirvió para cumplir con los requisitos finales para obtener el grado de *Philosophy Doctor* en la Universidad de Florida (Gainesville), recibí el apoyo económico de numerosas instituciones. La Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales ‘Ezequiel Zamora’ (UNELLEZ), me concedió el permiso remunerado para realizar los estudios. El *Latin American Scholarship Program of American Universities* (LASPAU) y la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho (FUNDAYACUCHO) costearon mis estudios durante los primeros tres años en la Universidad de Florida. Los últimos dos semestres en la UF también recibí el apoyo parcial del *Tropical Conservation and Development program* (TCD), del Departamento de Vida Silvestre y Conservación de la UF y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Venezuela. El trabajo de campo contó con el apoyo financiero de la *Wildlife Conservation Society* (WCS). Las imágenes de satélite del área de estudio fueron generosamente donadas por el *U. S. Geological Survey* (EROS Data Center). José Ayarzagüena me introdujo al área de estudio y me ayudó a comprender el intrincado laberinto en que el hombre ha convertido el mismo. Estoy también muy agradecido a Carlos Chávez, quien ha sido mi asistente y colaborador por más de 10 años. Muchas otras personas me han ayudado a coleccionar datos de campo, entre ellos John Thorbjarnarson, Gustavo Hernández, Manuel González, Aniello Barbarino, Leonidas Quiñones, y Myriam Lugo. Fue un placer compartir chistes y duro trabajo de campo con Numa Hurtado. Su experticia en la colecta e identificación de peces, fue fundamental para presente investigación. Donald Taphorn, Keyla Marchento y Luciano Martínez, del Museo de Ciencias Naturales de la UNELLEZ, participaron también en la identificación de los peces colectados. Gracias a Coromoto Ramírez y sus colaboradores por la hospitalidad y orientación prestada en el campo y por la comprensión y entusiasmo que ha mostrado por la causa de la conservación de los caimanes. Jevert González y Eddy Escalona sirvieron de guía en muchas ocasiones. Aprecio el espíritu de colaboración mostrado por los dueños de tierra en el área de estudio, señores Tulio Pacheco (Hato Merecure), Hermanos Assef (Hatos Guamita y La Batea), y el Sr. Lorenzo (Hato San Francisco). Doy las gracias por la hospitalidad ofrecida por Pedro Rojas, José Rodríguez y José Caicedo, de la estación del MARNR en Toma Cojedes, San Rafael de Onoto.

El profesor F. Wayne King, quien fue también mi tutor para la Maestría, aceleró el proceso de aceptación en la UF. Él estuvo siempre listo para ofrecerme su asesoría académica y para ayudarme a resolver los muchos problemas burocráticos y financieros que se presentaron durante mi estadía en Gainesville. Gracias a Peter Polshek por ayudarme a conseguir apoyo financiero cuando lo requerí. Mi investigación mejoró sustancialmente gracias a las sugerencias y críticas de James Perran Ross, John Thorbjarnarson y los miembros de mi comité de graduado, Profesores Richard Bodmer, Melvin Sunquist, George Tanner y Scot Smith. El prof. Martín Correa-Viana contribuyó de manera decisiva en mejorar la redacción final de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULOS	
1 INTRODUCCIÓN	1
El caimán del Orinoco	2
Distribución Histórica del caimán del Orinoco	2
La Explotación de Caimanes en Venezuela	3
¿Por Qué Quedan Caimanes en el Río CojeDES?	4
2 ÁREA DE ESTUDIO	7
3 CALIDAD DEL AGUA EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES	10
Introducción	10
Métodos	10
Resultados	11
Discusión	21
4 CAIMANES Y BABAS: ESTADO POBLACIONAL Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	24
Métodos	24
Resultados	27
Discusión	36
5 ESTADO Y ECOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CAIMÁN DEL ORINOCO	39
Métodos	39
Resultados	40
Discusión	47
6 CONDICIONES FÍSICAS DE LOS CAIMANES	49
Métodos	50
Resultados	52
Discusión	61
7 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS Y DIETA DE CAIMANES JUVENILES	63
Introducción	63
Descripción de los Sitios de Colección	63
Métodos	64
Resultados	66
Discusión	71
8 PRESIÓN HUMANA, DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE CAIMANES	72
Introducción	72
Métodos	72
Resultados	75
Discusión	78
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE MANEJO	80
APÉNDICES	
A: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOCALIDADES CLAVES	83
B: CONTEOS NOCTURNOS DE BABAS Y CAIMANES	84
LITERATURA CITADA	95

EL CAIMÁN DEL ORINOCO (*Crocodylus intermedius*) EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA: ECOLOGÍA Y ESTADO POBLACIONAL¹

Andrés E. Seijas

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales 'Ezequiel Zamora'
Vice-rectorado de Producción Agrícola. Guanare, Portuguesa. aeseijas@cantv.net

RESUMEN

El caimán del Orinoco es una de las especies de crocodylidos más amenazadas del mundo. La explotación comercial, entre 1929 y finales de los años 50, diezmo sus poblaciones en la mayor parte de su área de distribución. La población conocida más importante de la especie se encuentra hoy en el Sistema del Río Cojedes (SRC) de Venezuela. En los últimos 40 años, el SRC ha sido severamente impactado por canalizaciones, dragados, deforestación y contaminación. Comparados con segmentos del río aguas abajo (hacia el sur), la calidad de agua de secciones aguas arriba del río, cercanos a centros de desarrollo urbano y agro-industrial, mostraron bajos niveles de oxígeno disuelto (OD) y valores relativamente altos de dióxido de carbono, dureza total, nitratos, fosfatos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), pesticidas, y otros parámetros indicativos de eutrofización.

Con base en conteos nocturnos, se estimó una población mínima de 540 caimanes (no-crías) en el área de estudio. Las secciones medias del SRC, particularmente aquellas cercanas al extremo bajo de Caño de Agua, mostraron los índices poblacionales más altos (7,3 ind./km). En Caño de Agua Norte y Cojedes Norte, secciones de río relativamente cercanas a centros poblados y comparativamente altos niveles de contaminación y alteración de hábitat, se determinaron índices poblacionales intermedios (2,2 a 4,4 ind/km, respectivamente). Los índices poblacionales más bajos (< 1,0 ind/km) se determinaron para los segmentos de río más alejados de los centros poblados. Las poblaciones de caimanes localizadas en las secciones más al norte de SRC, estuvieron dominadas por individuos juveniles (<180 de longitud total), mientras que los sub-adultos y adultos representaron una fracción importante en las secciones del río con las más altas densidades de caimanes.

El análisis con un Sistema de Información Geográfica (SIG) mostró una débil relación entre la abundancia relativa de caimanes y la proximidad a los centros poblados. La navegabilidad de los ríos y la abundancia de caimanes estuvieron negativamente correlacionadas, lo cual sugiere que la muerte intencional o accidental de caimanes en manos de la gente que los navega es responsable de los bajos niveles poblacionales de caimanes en los segmentos del sur. La calidad del hábitat es otro factor que podría explicar la actual distribución de caimanes en el SRC. La mayor concentración de adultos fue observada en los segmentos de río con las mejores playas para la anidación. Dichos segmentos podrían ser fuentes de población, mientras que los segmentos del río al sur deben ser sumideros poblacionales. Para asegurar la supervivencia a largo plazo de los caimanes en el SRC, se sugiere la declaración de un área protegida, que abarque los 100 km de ríos con mayor abundancia de la especie.

¹ Este trabajo de ascenso es, fundamentalmente, la traducción de mi tesis doctoral: Seijas, A. E. 1998. The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela: population status and ecological characteristics. Ph. D dissertation. University of Florida. Gainesville. Existen, sin embargo, pequeñas correcciones y modificaciones respecto al original, sugeridas por los revisores del texto en español.

THE ORINOCO CROCODILE (*Crocodylus intermedius*) IN THE COJEDES RIVER SYSTEM, VENEZUELA: ECOLOGY AND POPULATION STATUS POBLACIONAL²

Andrés E. Seijas

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales 'Ezequiel Zamora'
Vice-rectorado de Producción Agrícola. Guanare, Portuguesa. aeseijas@cantv.net

ABSTRACT

The Orinoco crocodile is one of the most critically endangered crocodylian species of the world. Commercial overexploitation, from 1929 to the late 1950s, decimated its populations from most of its range. The most important Orinoco crocodile population known to date is found in the Cojedes River System (CRS), Venezuela. In the last 40 years the CRS has been heavily impacted by canalization, dredging, damming, deforestation, and contamination. River reaches in the upstream (north) part of the CRS are close to urban, agricultural, and industrial centers. Compared to river reaches located farther (downstream) from human activities, these northern river sections showed low levels of dissolved oxygen (DO) and relative high values of carbon dioxide, hardness, nitrates, phosphates, biochemical oxygen demand (BOD), pesticides, and other parameters indicative of pollution and eutrophication.

Based on spotlight surveys, a minimum population of 540 non-hatchling crocodiles was estimated for the study area. Middle sections of the CRS, particularly near the downstream-end of Caño de Agua, showed the highest population indices (7,3 ind/km). Intermediate PI were observed in Cojedes Norte and Caño de Agua Norte (2,2 and 4,4 ind/km, respectively), river sections relatively close to important human settlements and with comparatively higher levels of habitat alteration and contamination. The lowest PIs (<1,0 ind/km) were observed in river reaches the farthest from main urban centers. Crocodile populations in northern sections of the CRS were dominated by juveniles (<180 cm in total length), whereas sub-adults and adults composed an important fraction of the population in river reaches with relatively high crocodile densities.

Geographic Information System analyses did not show a strong relationship between relative crocodile abundance and proximity to urban centers. Navigability of river reaches and crocodile abundance are negatively correlated, suggesting that accidental or intentional killing by people may be responsible for the low population indices in southern river reaches. Habitat quality may be another factor explaining the current distribution of the species in the CRS. Most adults were observed in river reaches with the best quality beaches. These sections may be population sources whereas southern river reaches are population sinks. To ensure the long-term survival of the species some 100 km of river should be set aside from human development.

² Este trabajo de ascenso es, fundamentalmente, la traducción de mi tesis doctoral: Seijas, A. E. 1998. The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela: population status and ecological characteristics. Ph. D dissertation. University of Florida. Gainesville. Existen, sin embargo, pequeñas correcciones y modificaciones respecto al original, sugeridas por los revisores del texto en español.

CAPÍTULO I

Introducción

Probablemente no existe lugar en la tierra donde la presencia humana no pueda ser detectada. Las poderosas tecnologías desarrolladas por la sociedad moderna nos han permitido alterar el ambiente de una manera sin precedentes. Algunos de los cambios son consecuencia de actos deliberados de la actividad humana, tales como aquellos resultantes de la creación de represas o de la deforestación para desarrollar nuevos campos de cultivo. Otras modificaciones, tales como la contaminación o la introducción de especies exóticas, son productos secundarios de nuestras actividades. Alteraciones drásticas del paisaje, sobreexplotación de recursos, cambios climáticos globales, y pérdida de diversidad biológica son algunas de las formas como se manifiesta la acción del hombre. El aumento de la población humana, que viene asociada con una creciente demanda de bienes y servicios, continuará en el futuro predecible, y los programas para la conservación de la naturaleza deben tener en cuenta esa realidad.

El presente estudio trata de la ecología y la conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Sistema del Río Cojedes (SRC) en los estados Cojedes y Portuguesa de Venezuela. Las tierras bajas de estos estados presentan en la actualidad dos tipos principales de paisajes. En el norte, donde se concentra la mayoría de la población humana, el paisaje está constituido por una matriz de tierras dedicadas a la agricultura intensiva y la cría de ganado vacuno, entremezclado con ciudades de pequeño y mediano tamaño. Hacia el sur, las sabanas naturales y los pastizales dedicados a la ganadería extensiva se encuentran con relictos boscosos, tierras agrícolas aisladas y otros tipos de cubierta menos extensos. El razonamiento fundamental de esta investigación es que cualquier programa para la conservación del caimán del Orinoco en el río Cojedes debe estar basado en la comprensión de la ecología de esta especie en una escala espacial y temporal muy amplia en la cual el ser humano es un elemento clave.

La hipótesis central del estudio es que el patrón de actividades y ocupación del espacio por parte del hombre en el SRC es un factor que afecta la distribución, abundancia y bienestar general del caimán del Orinoco en dicha región. El efecto de los seres humanos sobre los caimanes puede ser directo, por medio de la cacería, saqueo de nidadas o destrucción de su hábitat, o indirecto, a través de la degradación del hábitat, descarga de contaminantes al río con efecto a largo plazo sobre su éxito reproductivo, o por medio de la introducción de competidores, depredadores o enfermedades.

En este capítulo introductorio, se describen las características generales del caimán del Orinoco, su distribución y abundancia pasada. El capítulo 2 delimita al área de estudio y describe las transformaciones mayores que esta ha experimentado desde los años 50. En el capítulo 3 se caracteriza la calidad del agua del SRC. En dicho capítulo se muestra como la contaminación afecta la integridad biológica del río y se discuten los efectos a largo plazo que los pesticidas podrían tener sobre el éxito reproductivo de *C. intermedius*.

El estado Poblacional de caimanes y babas (*Caiman crocodilus*) en el SRC y el patrón distintivo de distribución y abundancia de una especie con respecto a la otra, es el sujeto de estudio del Capítulo 4. La baba ha sido señalada como especie competidora-depredadora del caimán de la Costa (*Crocodylus acutus*) a lo largo de la región costera de Venezuela (Seijas 1986, 1996) y del propio caimán del Orinoco (Thorbjarnarson y Hernández 1992). Los resultados de este estudio son discutidos en relación con la hipótesis depredación-competencia así como a la luz de otras hipótesis alternativas.

El foco del Capítulo 5 es la ecología reproductiva del Caimán de Orinoco en el SRC. Allí se contestan preguntas básicas sobre la calidad del hábitat de anidación, éxito de eclosión, cronología reproductiva y distribución de la población adulta en la región. Se documenta la pérdida reciente de hábitat reproductivo y se discute el impacto de la canalización y el represamiento del río sobre la reproducción de la especie.

El Capítulo 6 explora la posibilidad de que el bienestar general de los caimanes se relacione con el patrón de ocupación del espacio por parte del ser humano. Se examina la condición física y el crecimiento de caimanes juveniles, tomados como indicadores de la calidad del hábitat en que ellos viven, y se comparan las condiciones corporales, frecuencia de heridas y tasas de infestación por parásitos de caimanes juveniles provenientes de distintas localidades.

El Capítulo 7 trata de la dieta de caimanes en áreas del SRC con distinto grado de afectación por parte de actividades humanas. Los resultados se discuten en relación con la disponibilidad de recursos alimentarios en dichas áreas.

En el Capítulo 8 se contrasta la hipótesis de que la distribución de los caimanes en el SRC está relacionada con el patrón de ocupación humano en el área. Se usó un Sistema de Información Geográfica (SIG) para modelar la presión humana sobre la totalidad del SRC, y se examinó como dicha presión afecta la probabilidad de encontrar caimanes en un área en particular.

Las conclusiones del estudio y las recomendaciones de manejo para la conservación del caimán del Orinoco en el SRC se muestran en el Capítulo 9. Una recomendación importante es que una porción del SRC debe ser decretada con área protegida para la conservación de esta especie. En dicho capítulo se detalla la ubicación y las características del área que se propone proteger.

El Caimán del Orinoco

El caimán del Orinoco es una de las especies de cocodrilos más seriamente amenazada del mundo (Thorbjarnarson 1992, Ross 1998). La explotación comercial desde los años 30 hasta los años 60 diezmo la población a lo largo de su área de distribución (Medem 1983). El caimán del Orinoco está listado como especie en Peligro Crítico en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez 1995) y como especie en Peligro de Extinción de acuerdo con Decreto Presidencial 1.486 (Venezuela 1996) junto a otros ‘gigantes de agua dulce’ como el Perro de Agua (*Pteronura brasiliensis*) y la Tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*). El caimán del Orinoco ha estado legalmente protegido, tanto en Venezuela como en Colombia, por casi 30 años, y su comercio está prohibido por la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas de fauna y Flora (CITES) desde mediados de los años 70 (King 1989). A pesar de estos esfuerzos legales, la recuperación de sus poblaciones ha sido poca.

El caimán del Orinoco es un cocodrilo de hocico alargado, para el que existen registros históricos de individuos cercanos a los 7 metros de longitud total (Humboldt 1975, Medem 1981) lo que lo convierte en una de las especies de cocodrilos más grandes del mundo. De acuerdo con información anecdótica (Medem 1981, 1983; Whitney 1912), sin embargo, los machos más grandes promediaban tallas de 4-5 m de longitud total (LT). Animales de esas tallas probablemente ya no existe (o son muy escasos) como consecuencia de la sobreexplotación en el pasado reciente. La información obtenida de individuos cautivos indica que la madurez sexual es alcanzada a una talla de 2,4-2,5 m de LT en las hembras y cerca de los 2,8 m para los machos (Thorbjarnarson y Hernández 1993a).

En el pasado, el caimán del Orinoco se encontraba en una amplia variedad de hábitat, incluyendo a ríos de bosques tropicales siempreverdes, ríos del piedemonte andino y lagunas temporales y permanentes de los llanos de Venezuela y Colombia. Hoy en día se conoce que la especie puede ocupar, aunque en densidades muy bajas, embalses (Thorbjarnarson y Hernández 1992, Seijas y Meza 1994).

Crocodylus Intermedius anida en huecos excavados en los bancos arenosos expuestos estacionalmente durante la estación seca (enero-febrero). El tamaño de la nidada se encuentra típicamente en el intervalo de 40 a 70 huevos y las crías nacen durante el crecimiento estacional de los ríos, al comienzo de la temporada de lluvias (Medem 1981, 1983; Thorbjarnarson 1992). Es sólo recientemente cuando se han realizado estudios detallados del comportamiento reproductivo de la especie (Thorbjarnarson y Hernández 1992, 1993a, 1993b).

Distribución Histórica del Caimán del Orinoco

El caimán del Orinoco es la única especie de cocodrilo del mundo cuya distribución está exclusivamente confinada a una cuenca hidrográfica: la del río Orinoco (Medem 1981, 1983; Thorbjarnarson y Franz 1987; Thorbjarnarson y Hernández 1992). Dicha cuenca, sin embargo, cubre un amplio territorio (1.123.000 km², Taphorn 1992), que representa casi tres cuartas del territorio de Venezuela y cerca del 35% del territorio de Colombia (Fig. 1-1.). Los registros históricos indican que el hábitat principal de la especie lo constituían los ríos mayores de esa cuenca en los llanos de estos países (Humboldt 1975, Codazzi 1940, Páez 1980, Medem 1981, 1983), en particular los ríos Arauca, Meta, y Guayabero-Vichada en Colombia, y el Apure, Portuguesa, Arauca y el propio Orinoco en Venezuela, por mencionar sólo aquellos más importantes. Registros más recientes indican

que la distribución de la especie se extendía aguas arriba en muchos ríos del piedemonte de los Andes (Ramo y Busto 1986, Thorbjarnarson y Hernández 1992) y en la mayoría de los ríos de la margen sur del Orinoco, incluyendo áreas de bosques cerrados (Hitchcock 1948, Franz *et al.* 1985, Arteaga *et al.* 1994).



Figura 1-1. La región marcada con líneas oblicuas, dentro de la cuenca el río Orinoco, representa el área de distribución histórica de *Crocodylus intermedius* en Colombia y Venezuela.

El caimán del Orinoco se encuentra en la actualidad en sólo una pequeña fracción de su antigua área de distribución. La explotación comercial en el pasado reciente eliminó a la especie de los sistemas de ríos antes mencionados. En los últimos 20 años se han reportado individuos aislados y pequeñas poblaciones de la especie en Venezuela (Godshalk 1978, Franz *et al.* 1985, Ramo y Busto 1986, Thorbjarnarson y Hernández 1992, Seijas 1992). Las poblaciones mayores, y quizás únicas viables (Arteaga *et al.* 1997), de *C. intermedius* se localizan en el río Capanaparo (Thorbjarnarson y Hernández 1992) y en el sistema Sarare-Cojedes (Ayarzagüena 1987, 1990; Seijas 1992).

La Explotación de Caimanes en Venezuela

El caimán del Orinoco, al igual que otras especies de crocodylidos, ha sido cazado de manera tradicional por pueblos aborígenes y rurales, por su valor como alimento o por las supuestas propiedades mágicas y medicinales de sus dientes y grasa (Gumilla 1963, Codazzi 1940, Petrucco 1939, Roze 1964, Tablante-Garrido 1961, Arcand 1976). Sin embargo, la explotación con fines comerciales de sus cueros sólo se inició a finales del siglo XIX.

Los primeros intentos de comercializar los cueros del caimán en Venezuela fueron realizados por una compañía norteamericana, que tenía su centro de operaciones en El Yagual, en los años 1894-1895 (Verstraeten 1939,

citado por Medem 1983; Calzadilla 1948). Los caimanes eran cazados con armas de fuego durante el día, un método ineficiente en el que muchos animales muertos o heridos no podían ser recuperados del río. André (1904) señaló que dos hermanos noruegos, de apellido Christianssen, se dedicaban a la cacería de caimanes hacia 1897. Ellos, o sus empleados, cazaban de noche con la ayuda de reflectores adaptados a linternas. Entre 60 y 70 animales eran cazados con armas de fuego en una sola noche. Los cueros salados, que eran luego procesados para la manufactura de ‘bolsos y maletas durables y refinados’ que eran vendidos a 1 dólar la pieza. Esos primeros intentos no prosperaron. Los gastos de preparación y transporte las pieles fueron muy altos y el trabajo tuvo que ser abandonado (Mozans 1910, Calzadilla 1948).

A pesar de estos intentos iniciales de explotación comercial, durante los primeros 25 años del siglo XX los caimanes eran probablemente tan abundantes como cuando Humboldt (1795) y otros naturalistas del siglo XIX (Appun 1961, Páez 1980) se sorprendieron por sus números. Whitney (1912) y Calzadilla (1948) se refirieron a la abundancia de caimanes en esos primeros años del siglo para ríos como el Apure y el Matiyure.

Una nueva fase de explotación comercial se inició a finales de los años 20 (Medem 1983). El empleo de nuevos métodos de cacería (arpones y linternas) y una demanda internacional por las pieles de los caimanes, se combinaron para llevar al borde de la extinción, en menos de tres décadas, a una especie que originalmente podía ser contada por millones.

Medem (1981, 1983) presentó el registro más detallado sobre la explotación de *C. intermedius* en Venezuela (y Colombia). Sólo las cifras más resaltantes serán repetidas aquí. El pico de la explotación ocurrió entre los años 1930 y 1931, cuando entre 3.000 y 4.000 cueros eran negociados diariamente en San Fernando de Apure. Entre 1933 y 1935, Venezuela exportó más de 900.000 pieles. La explotación a gran escala finalizó en 1947-1948, debido esencialmente a la escasez del recurso para ese momento. Cazadores independientes persistieron en esa actividad por varios años, pero la exportación de pieles de caimanes desde 1950 a 1963 fue mínima.

Es lógico suponer que cuando los caimanes se volvieron escasos en las áreas donde históricamente eran más abundantes, las poblaciones más distantes, en la periferia de su área de distribución, comenzaron a ser cazadas. Hitchcock (1948), por ejemplo, señaló que una partida de cazadores mató 58 caimanes durante la estación seca de 1947 en el río Ventuari, uno de los extremos sureños de la distribución de la especie. A comienzos de los años 60, la incorporación de una especie simpátrica al comercio de pieles (Medem 1981, 1983), la menos valiosa pero relativamente más abundante baba (*Caiman crocodilus*), seguramente contribuyó a la completa erradicación del caimán del Orinoco de muchas áreas. Como ha sido señalado por King (1978) la especie menos valiosa permitió a los cazadores y a los consumidores internacionales continuar con sus operaciones cuando las especies más codiciadas (en este caso el caimán del Orinoco) era muy escaso para sostener la industria. En la persecución de las babas, los cazadores seguramente mataban los pocos caimanes restantes que se le atravesaban en el camino.

Todas las actividades previamente mencionadas fueron ejecutadas legalmente. Hacia finales de los años 40, se empezó a manifestar preocupación por la escasez de caimanes producto de la explotación comercial (Blohm 1948, Mondolfi 1957, Medina 1960). El estado extremadamente deprimido de la especie fue materia de preocupación en publicaciones posteriores (Mondolfi 1965; Donoso-Barros 1966a, 1966b; Rivero-Blanco 1968, King 1973, Blohm 1973). Irónicamente, los primeros instrumentos legales para proteger la especie fueron emitidos entre 1968-1970 en Colombia (Donadio 1981) y entre 1970-1971 en Venezuela (Venezuela 1970), cuando ya quedaba poco que proteger.

¿Por Que Quedan Caimanes en el Río Cojedes?

La primera evaluación del estado poblacional del caimán del Orinoco en Venezuela fue realizada por Godshalk (1978, 1982) gracias a los auspicios de la Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA). Basado en entrevistas con pescadores y ribereños, y un extenso recorrido por ríos llaneros, Godshalk detectó la presencia de sólo 273 caimanes en el país. De acuerdo con el estudio de Godshalk (1978), dos áreas se destacaban por sus poblaciones de caimanes: el río Capanaparo, en el estado Apure, y el río Cojedes, en el estado Cojedes. La importancia de esas localidades ha sido luego confirmada por otros investigadores (Thorbjarnarson y Hernández 1992, 1993a, 1993b; Ayarzagüena 1987, 1990).

La existencia de una población relativamente grande de caimanes del Orinoco en el río Capanaparo no es motivo de mayor sorpresa. Este río posee un buen hábitat para la especie, con playas arenosas amplias y se encuentra

lejos de centros urbanos e industriales. El Capanaparo se encuentra, además, en el centro de la distribución histórica de la especie, donde esta alcanzaba las mayores densidades. La supervivencia de una importante población de caimanes en un río como el Cojedes es, sin embargo, intrigante. Como se verá en los próximos capítulos, el Cojedes es un río muy estrecho, cerca de la periferia de la distribución del caimán y muy cerca (o incluso, bajo la influencia) de algunos de los más importantes centros urbanos, agrícolas e industriales del país.

¿Por qué quedan, entonces, caimanes en el río Cojedes? Ayarzagüena (1987) discutió este asunto de la siguiente manera: (1) Durante los años de la explotación comercial, la comunicación y el comercio era llevado a cabo casi exclusivamente a través de los ríos, particularmente el Orinoco y el Apure. La comunicación y el comercio por el río Cojedes se extendían hasta las alturas de El Baúl. Aguas arriba de este pueblo, la comunicación y el comercio eran prácticamente imposibles. (2) Luego de cada estación de inundaciones, parte del río cambiaba su curso a través de un intrincado sistema de meandros, caños y madre viejas. (3) La abundancia de caimanes en otros ríos distrajo a los cazadores comerciales lejos de la población del río Cojedes. (4) Más tarde, el dictado de leyes que protegían a la especie y la construcción de carreteras (lo cual disminuyó el uso de los ríos como medio de transporte) contribuyó a mantener a la gente lejos de los caimanes del río Cojedes.

Otro factor importante no mencionado por Ayarzagüena (1987) es que el estado Cojedes fue, y todavía es, uno de los estados menos poblados de Venezuela. El área, y la densidad y población humana de Cojedes y sus estados vecinos se muestra en la Figura 1-2.

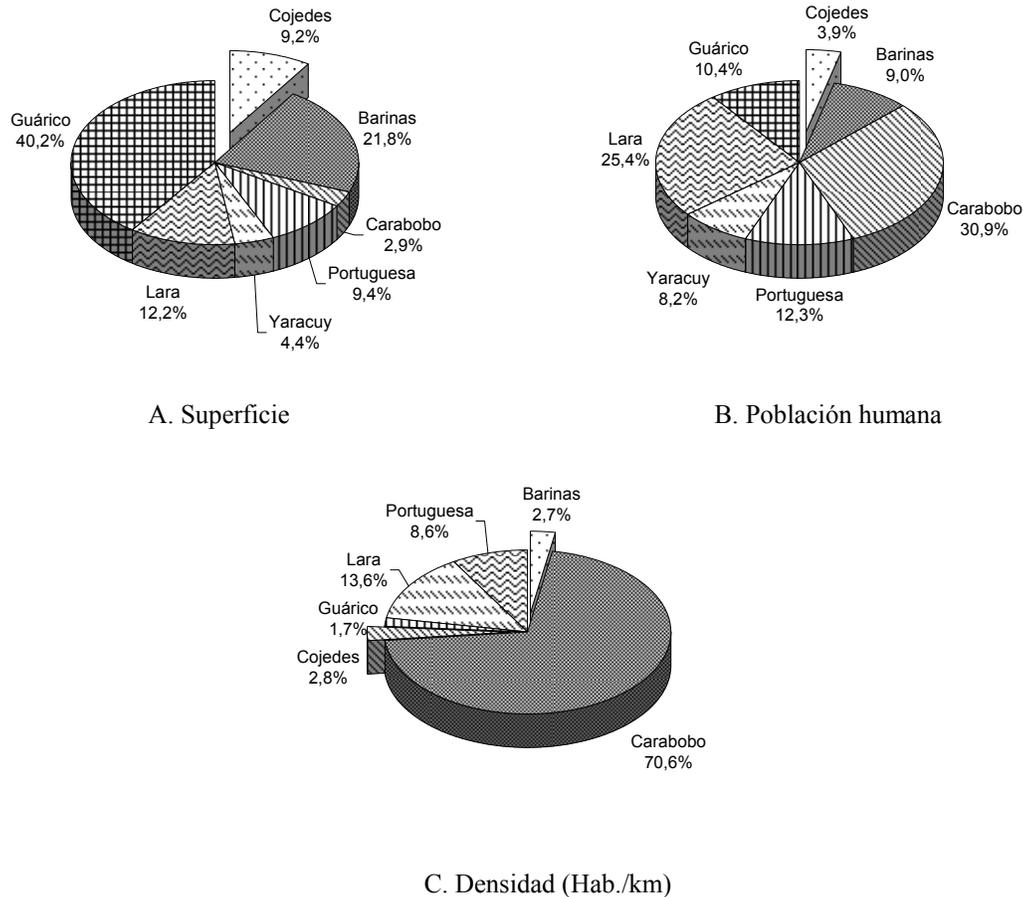


Figura 1-2. Comparación de la superficie (A), población humana (B) y densidad poblacional del estado Cojedes con sus estados vecinos.

Una baja densidad de población humana es una característica de los estados llaneros. Dicho factor, por si solo, no puede explicar porqué quedan caimanes en el río Cojedes, pero el patrón de crecimiento poblacional puede

contribuir a entender este hecho. Desde 1887, primer año para el cual existe información, el crecimiento de la población humana en el estado Cojedes ha sido relativamente lento en comparación con otros estados llaneros. Entre 1887 y 1926 la población del estado permaneció relativamente estable, ligeramente por encima de los 80.000 habitantes. Entre 1929 a 1950, se registró un declive en el tamaño poblacional (OCEI 1993; Fig. 1-3). Esta reducción fue probablemente consecuencia de la migración hacia los centros industriales, comerciales y productores de petróleo del país, y a la alta tasa de mortalidad que caracterizó dicho período (Vila 1956, MARNR 1995). Esta disminución en el tamaño de la población del estado Cojedes coincidió con el pico de la explotación comercial de caimanes (Medem 1983). Incluso bajo esas particulares circunstancias, el caimán del Orinoco fue cazado de manera intensiva en el estado Cojedes. De acuerdo con Vila (1956), para el comienzo de los años 50 la especie estaba restringida a aquellos segmentos del río más alejados de los pueblos.

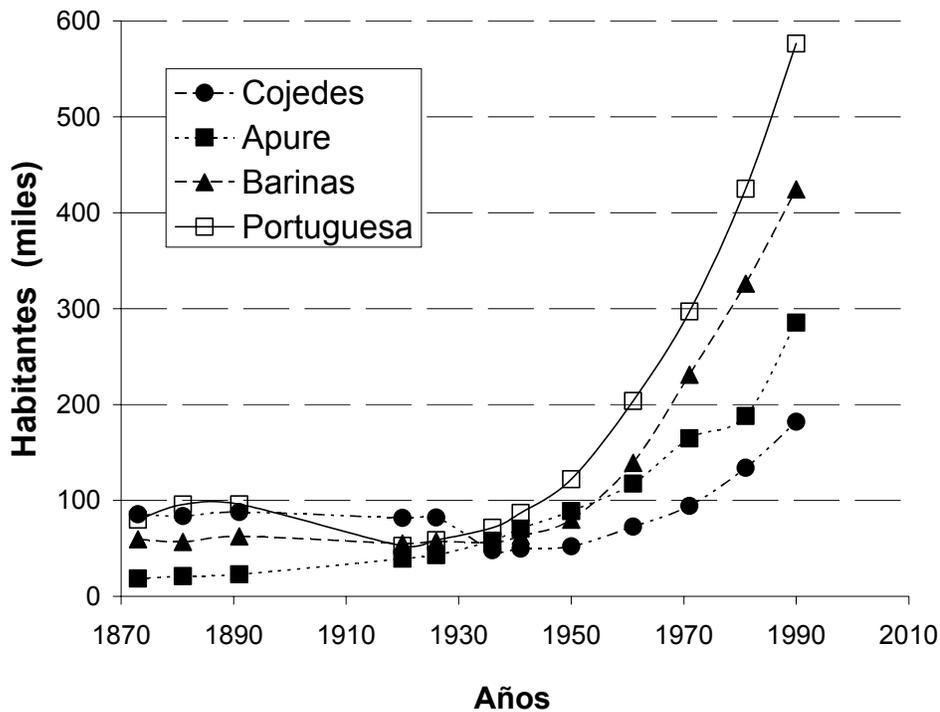


Figura 1-3. Crecimiento de la población humana en el estado Cojedes, Venezuela, comparado con la de sus estados vecinos en la región de los llanos.

El estado actual poblacional del caimán del Orinoco en el SRC es probablemente consecuencia de los factores históricos antes mencionados, y a las interacciones de la especie con nuevos factores directa o indirectamente relacionados con presencia humana y sus actividades. Este es el centro de la investigación del presente trabajo.

CAPÍTULO 2

Área de Estudio

La cuenca del río Turbio-Cojedes se extiende a lo largo de varias regiones que varían en relieve, macroclima, cobertura vegetal y tipos de actividades humanas. Aquí se define como Sistema del río Cojedes (SRC) a las tierras bajas de la cuenca del Turbio-Cojedes. Esta es la parte de dicha cuenca que históricamente ha sido ocupada por el caimán del Orinoco.

Las cabeceras del río Cojedes se encuentran en Cerro Rojo, en la Serranía de Sanare de Los Andes, a unos 1200 m snm y unos 50 km al sudeste de Barquisimeto (Vila 1956, Mogollón *et al.* 1987, Contreras 1989). A lo largo de sus primeros 98 km el río es llamado Turbio. El nombre es cambiado a Cojedes después de la confluencia con el Buría o Nirgua. Los tributarios mayores del Turbio y Cojedes superior, el Buría y el río Claro, provienen de las vertientes sureñas de la Cordillera de la Costa en el estado Yaracuy. Originalmente, antes de sufrir las modificaciones de los últimos 40 años, el Turbio-Cojedes poseía una longitud de 316 km (Contreras 1989) desde sus cabeceras hasta su confluencia con el río Portuguesa.

El área del presente estudio cubre una amplia franja a lo largo de los Ríos Cojedes y Sarare (uno de sus tributarios) y contiene a las ciudades de Acarigua (hacia el noroeste) y San Carlos (noreste) y se extiende hacia el sur hasta la confluencia del curso principal de propio Cojedes con uno de sus brazos (el Caño La Culebra) cerca de el pueblo de El Baúl (Fig. 2-1).

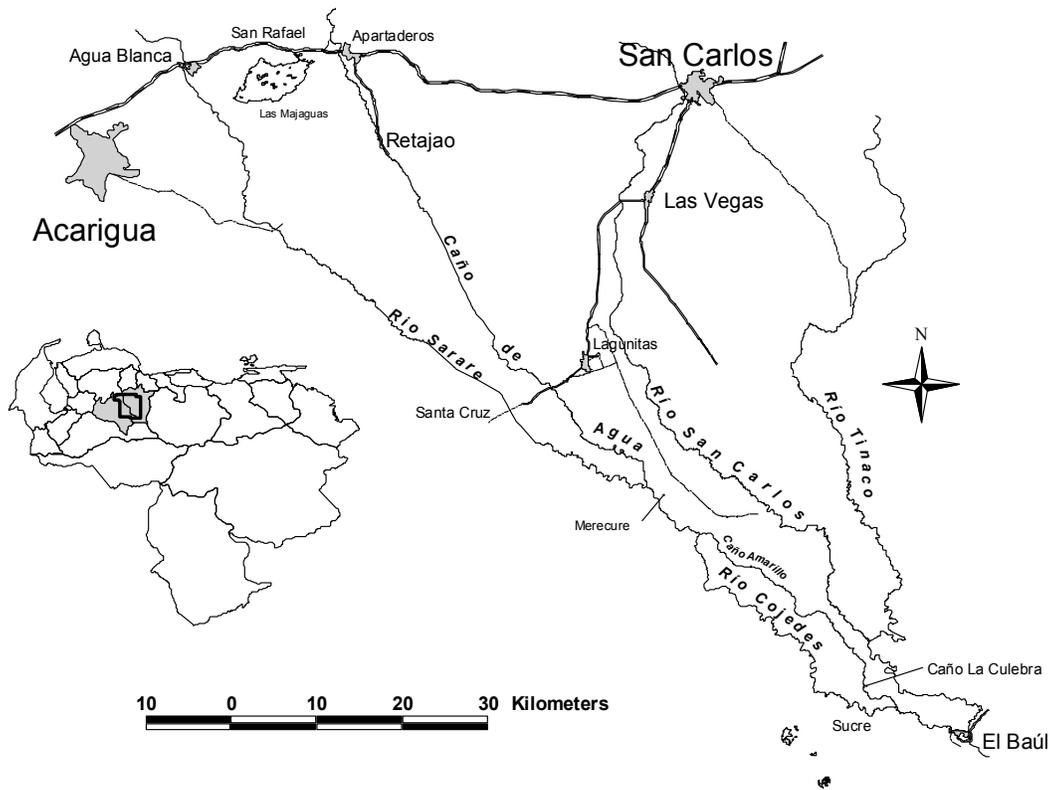


Figura 2-1. Ubicación relativa del área de estudio. Los estados Cojedes y Portuguesa son mostrados en gris en el mapa de Venezuela.

Para los propósitos de este estudio, el SRC es considerado como una región, es decir, un área con un macroclima, e intereses y actividades humanas comunes (Forman 1995). En el norte de esta región, donde se concentra la mayoría de su población humana, las tierras agrícolas dominan el paisaje, el cual se entremezcla con centros poblados de mediano y gran tamaño y con tierras dedicadas a la actividad ganadera. En la parte sur de la región (al sur de la carretera Lagunitas-Santa Cruz), existe una matriz de sabanas arboladas y pastizales, entrelazados con relictos boscosos, tierras agrícolas aisladas, humedales y otros tipos de cubierta menos extensos.

El área de estudio antes descrita cubre los requerimientos esenciales para esta investigación: Ella muestra zonas de relativamente altas densidades humanas en el norte, en las cuales los ríos han sido altamente degradados y modificados, y zonas de baja densidad humana donde los ríos están más cerca de su condición prístina. En el área existen más de 200 km de ríos con características diversas y contrastantes y, finalmente, de acuerdo con estudios previos (Godshalk 1978, 1982; Ayarzagüena 1987, 1990) la abundancia relativa y el estado reproductivo de *C. intermedius* varía entre los diferentes segmentos de río. La mayor parte del muestreo de este estudio fue realizado a lo largo del propio río Cojedes y uno de sus brazos principales: Caño de Agua. Secciones del río Sarare, el tributario más importante del Cojedes por su margen derecha, fueron también muestreadas.

Anteriormente, el río Cojedes formaba el límite entre los estados Portuguesa y Cojedes (Vila 1956). Más recientemente, debido a las desviaciones causadas a lo largo de su curso, este río corre principalmente dentro del estado Cojedes. En los últimos 40 años el río y sus alrededores han sido afectados drásticamente por las actividades humanas que incluyen dragados, canalizaciones, represamientos, deforestaciones y contaminación.

La mayor parte del río Cojedes fluye sobre un área definida como Bosque Seco Tropical, de acuerdo con la clasificación de Holdridge (Ewel y Madriz 1968). Como es típico en los llanos de Venezuela, existen dos estaciones claramente definidas en el área de estudio. La estación lluviosa, que se extiende desde mayo hasta octubre y la estación seca que abarca los meses de diciembre a marzo, con los meses de abril y noviembre como meses de transición entre estaciones. La precipitación media anual (años 1975 a 1996) en la parte central del área de estudio es de 1323 mm y un poco mayor (1514 mm) hacia su extremo sur (Fig. 2-2).

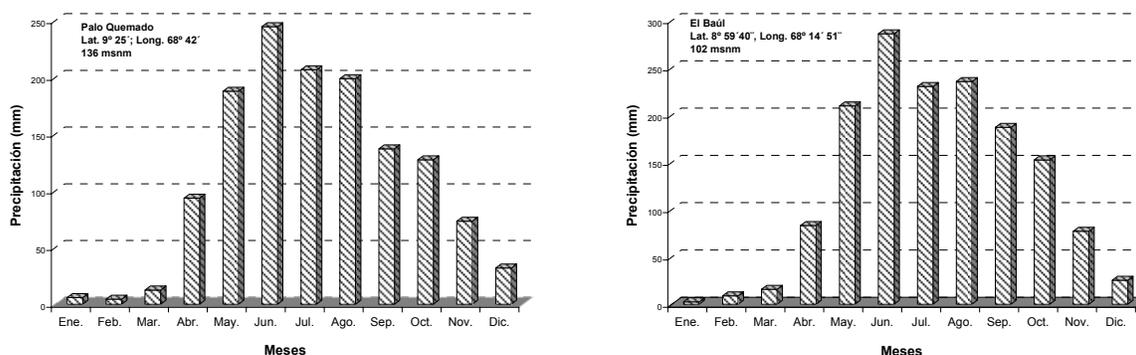


Figura 2-2. Precipitación media mensual en dos localidades del estado Cojedes, Venezuela. La estación Palo Quemado se encuentra en la parte central del área de estudio y la de El Baúl cerca de su extremo sur.

En El Baúl, cerca de la parte sur del área de estudio, se registra una diferencia de 2,9 °C entre el mes más frío y el más caluroso. El intervalo entre las temperaturas extremas máximas y mínimas es de 11,6 °C (21,7-33,3 °C). En Venezuela los meses más fríos son usualmente diciembre y enero, pero debido a las altas precipitaciones las temperaturas mínimas de los llanos pueden ser registradas en los meses de julio y septiembre (MARNR 1995).

No existen registros históricos confiables que permitan determinar cuanta extensión del la cuenca del río Cojedes estaba cubierta por bosques antes de la colonización europea. Los bosques deben haber sido, sin embargo, el tipo de vegetación dominante en el área de estudio. La mayor parte del bosque original ha desaparecido debido a la explotación forestal y al avance de la frontera agrícola (Ayarzagüena 1987). Para el año 1975, 33% del estado

Cojedes estaba cubierto de bosques. Ese porcentaje decreció hasta 16% en 1988. La tasa de deforestación anual en el estado Cojedes (3,81%) es la segunda más alta del país, después de la del estado Portuguesa, su vecino, con una tasa de deforestación del 4,08% anual (MARNR 1995). Ningún área protegida (Parque Nacional o Refugio de Fauna) existe en la cuenca del río Cojedes.

Desde un punto de vista socio-económico, el SRC puede ser definido como una región de baja densidad poblacional, altas tasas de migración, una alta proporción de gente que vive de las actividades agrícolas, un alto índice de analfabetismo, altos niveles de desempleo y pobreza y tierras concentradas en pocas manos (OCEI 1993). Los pueblos y ciudades más importantes están ubicados hacia el norte, cerca del piedemonte del la Cordillera de la Costa. San Rafael de Onoto (estado Portuguesa), Apartaderos y Cojeditos (estado Cojedes) se localizan muy cerca del río Cojedes (Fig. 2-1). Otros pueblos de importancia cercanos al río son Lagunitas, El Amparo (estado Cojedes) y Santa Cruz (estado Portuguesa). Los pequeños poblados de Retajao y Sucre son los únicos localizados directamente sobre los bancos del río. Las ciudades más grandes dentro del área de estudio son San Carlos (69.217 hab.) y Acarigua-Araure (171.850 hab.) a unos 23,5 y 42,5 km, respectivamente, en su punto más cercano al río Cojedes.

CAPÍTULO 3

Calidad del Agua en el Sistema del Río Cojedes

Introducción

Uno de los muchos factores que podrían afectar al caimán del Orinoco en Venezuela, es el deterioro de su hábitat. La identificación y evaluación cuantitativa de las pequeñas y grandes alteraciones de los atributos físicos, biológicos y ecológicos del SRC y el análisis del impacto que esos cambios pueden haber provocado sobre la fauna del río, y en particular sobre la supervivencia del caimán del Orinoco, son pasos esenciales para tratar de modificar el *status quo*.

La calidad de los recursos acuáticos alrededor del mundo, y Venezuela no es la excepción, ha sido alterada por el uso de una población humana que crece continuamente (Becker y Neitzel 1992, Petts y Calow 1996). Aunque todavía insuficientemente estudiadas, las aguas en el SRC representan un claro ejemplo de esta situación.

Las cabeceras del río Cojedes, donde él es llamado río Turbio, se encuentran en las cercanías de Barquisimeto, una de las ciudades más grandes de Venezuela (cerca de un millón de habitantes). Allí, efluentes de origen urbano, agrícola e industrial entran al río. A medida que el río fluye hacia la región de los Llanos, pasa a través o por las cercanías de ciudades y centros industriales menores. Más abajo, parte de las aguas del río es desviada hacia un embalse (Las Majaguas) y una multiplicidad de canales distribuye sus aguas hacia campos agrícolas, parte de las cuales fluyen de regreso al curso principal con, presumiblemente, una composición química diferente.

En su estudio sobre el estado poblacional del caimán del Orinoco en el río Cojedes, Ayarzagüena (1987) enumeró las distintas fuentes de contaminación que contribuyen con la alteración de la calidad del agua en el SRC y especuló sobre el impacto que dichos contaminantes podrían tener sobre la reproducción de esta especie. Una evaluación apropiada de este problema no ha sido, sin embargo, realizada. En este capítulo se resume y actualiza la información sobre la calidad de aguas en el SRC. Un caso observado de mortandad de peces es documentado y discutido. Este estudio debe considerarse, sin embargo, como un diagnóstico preliminar que podría facilitar la planificación e implantación de investigaciones más detalladas.

Métodos

Durante la estación seca y comienzos de la lluviosa de 1997, la calidad del agua en sectores del SRC fue analizada por medio de un equipo portátil para detectar contaminación del agua (Marca LaMOTTE, Modelo AM-22). Las muestras fueron tomadas a 10-15 cm debajo de la superficie del agua. Los parámetros medidos fueron temperatura, oxígeno disuelto (Método de Winkler, resolución 0,2 ppm), dióxido de carbono (Método de titulación con fenoltaleína), dureza, nitratos-nitrógeno (*diazotization slide method*, resolución 1-2 ppm), amonio-nitrógeno (Método del salicilato, resolución 0,5-2 ppm) y pH (Comparador colorimétrico, resolución 0,5) Se tomaron muestras de agua en diferentes partes del área de estudio (Fig. 3-1) a intervalos de tiempos irregulares y a diferentes horas aunque más frecuentemente temprano en la mañana y cerca del anochecer. Muestras de agua de otros ríos de los llanos (Portuguesa y Guanare) y del río Claro, uno de los afluentes del río Cojedes aguas arriba y cerca de los límites del área de estudio al norte, también fueron analizadas con fines comparativos.

Los datos del presente estudio fueron comparados con los reportados por Campo y Rodríguez (1997). Las correlaciones entre las diferentes variables, y el patrón de cambio en la calidad del agua a lo largo del río se realizaron uniendo los datos de este estudio con los datos reportados por Campo y Rodríguez (1997). Al agrupar dichos datos se incrementó el tamaño muestral, lo que permitió realizar un análisis más global. Los datos de localidades cercanas fueron agrupados y el promedio mayor de cada parámetro entre localidades fue tomado como 100%. El valor promedio de dichos parámetros en otros grupos de localidades fue expresado como un porcentaje del valor máximo.

En dos ocasiones, el muestreo coincidió con eventos de mortalidad masiva de peces. Lo secuencia de hechos ocurridos en esos casos es descrita detalladamente. Muestras de peces y otros organismos muertos, fueron colectadas y preservadas para su posterior identificación. No se realizaron análisis de pesticidas durante este estudio, pero los datos de Campo y Rodríguez (1997) son presentados y discutidos.

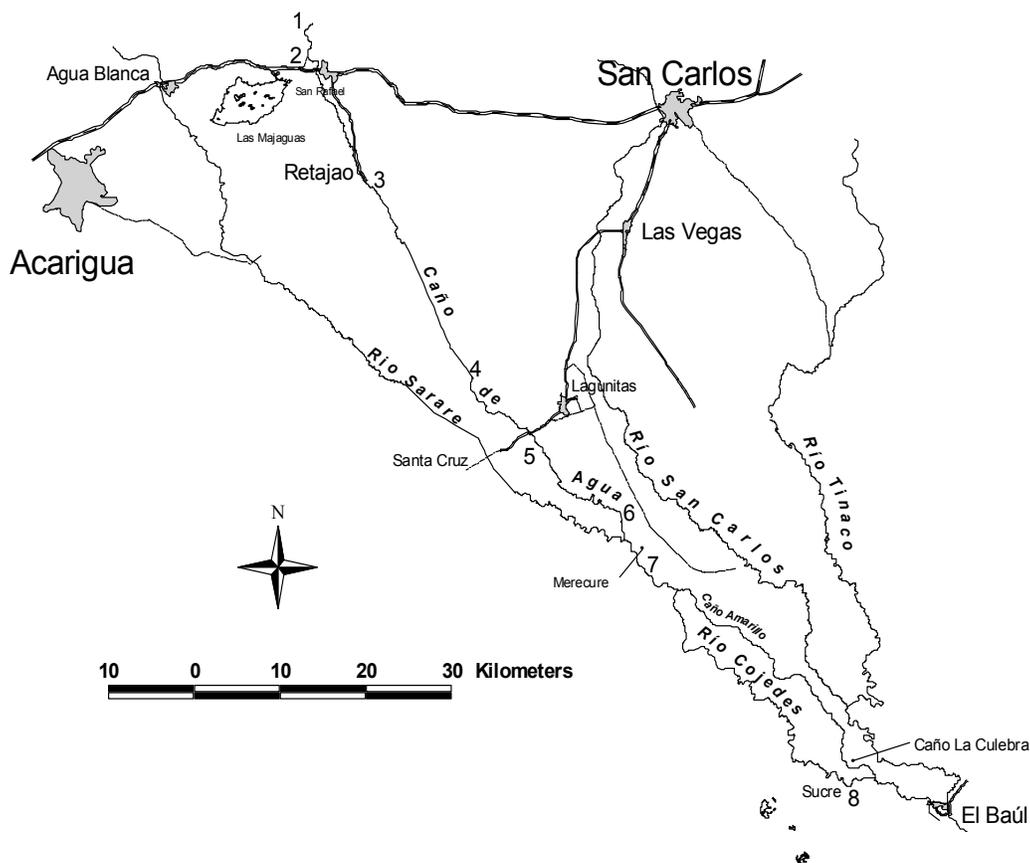


Figura 3-1. Localidades del sistema del río Cojedes donde se tomaron ls muestras de agua. 1.- Río Claro, 2.- Toma Cojedes, 3.- Retajao, 4.- La Doncella, 5.- Puente Nuevo, 6.- La Batea, 7.- Merecure y 8.- Sucre.

Resultados

Calidad del Agua

Se analizaron 34 muestras de agua, colectadas entre el 21 de enero y el 1 de mayo de 1997 (Tabla 3-1). La temperatura del agua de las muestras varió entre 23,8 y 30,8 °C. La temperatura en las estaciones de colecta situadas hacia el sur del área de estudio fue entre 2 y 4 °C mayor que las de las más al norte (Fig. 3-2). Solamente 7 muestras fueron analizadas para detectar fosfatos y estas resultaron con niveles por debajo de los 0,2 mg/l. Los análisis de fosfatos dependen fuertemente de la temperatura de la muestra y los mejores resultados se obtienen a 23 °C. La temperatura, sin embargo, no fue controlada en el campo. Campo y Rodríguez (1997) detectaron concentraciones de fosfatos ($PO_4\text{-P}$) mucho mayores, como se discutirá más adelante.

El pH estuvo siempre cercano a la neutralidad, entre 7 y 8. Las medidas más precisas de Campo y Rodríguez (1997) mostraron una fluctuación del pH entre 6,6 y 8,5.

El oxígeno disuelto (OD) fue el único parámetro medido en todas las muestras. Debido a que la solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, en la Tabla 3-1 se muestran además los valores de OD como porcentajes de los valores de saturación. Los valores de OD más altos se obtuvieron en ríos fuera del área de estudio, en el río Guanare (7,6 mg/l) y en el río Claro (8,8 mg/l). Incluso los valores de OD en un tercer río fuera del área de estudio, el río Portuguesa, con 5,8 mg/l, fue más alto que el de la mayoría de las muestras dentro SRC.

Tabla 3-1. Análisis de calidad de agua en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela en 1997. Los valores del pH siempre estuvieron entre 7 y 8. En todos los casos en que se determinó los niveles de fosfatos, éstos estuvieron por debajo de 2.0 mg/l. Los ríos Guanare, Portuguesa y Claro (Tucuragua) sirvieron como control.

Lugar	Fecha	Hora (h)	Temp. agua/aire (°C)	Amonio Nitrogeno mg/l	Dióxido de carbono mg/l	Oxígeno mg/l	%S	Dureza Total mg/l	Nitrato NO ₃ -N mg/l
Río Guanare	21 Ene.	0830	----	ND	1	7,6	---	128	<0,2
Río Portuguesa	24 Ene.	0800	----	ND	4	5,8	---	72	<0,2
Río Claro	3 Mar.	1700	27,7/----	ND	3	8,4	133,1	130	<0,2
Cojedes Norte	3 Mar.	1755	27,1/----	0,25	17	4,0	63,0	308	0,6
Toma Cojedes	23 Ene.	0900	----	0,5-1	10	4,0	---	268	0,6
Toma Cojedes	15 Feb.	2100	26,0/----	--	-	2,2	33,3	--	---
Toma Cojedes	16 Feb.	2100	24,6/----	0,25	17	3,0	42,9	268	---
Toma Cojedes	16 Feb.	2110	24,5/----	ND	16	3,4	48,4	284	---
Toma Cojedes	16 Feb.	2045	25,0/----	0-0,25	17	2,2	32,0	--	0,2
Toma Cojedes	21 Feb.	1205	26,0/----	0-0,25	-	4,2	63,2	276	---
Toma Cojedes	3 Mar.	2110	26,0/24,4	ND	16	3,8	57,3	300	0,6
Toma Cojedes	4 Mar.	0700	23,9/20,4	ND	14	4,2	58,4	284	0,6-1
Toma Cojedes	22 Mar	1155	27,3/31,4	0-0,25	12	4,0	63,5	292	0,6-1
Toma Cojedes	20 Abr.	1428	27,5/----	0,25	-	0,4	6,4	--	<0,2
Toma Cojedes	1 May	1330	30,0/34,1	ND	14	4,4	78,6	300	0,4-0,6
Retajao	17 Feb.	1924	25,4/----	0,25-0,5	16	5,0	73,3	332	---
Retajao	4 Mar.	0845	24,9/24,9	ND	11	5,8	83,2	304	>1
La Doncella	28 Abr.	1730	----	--	-	4,4	---	---	---
Puente Nuevo	5 Mar.	1733	31,7/35,8	ND	13	6,4	123,1	310	1,0
Puente Nuevo	6 Mar.	0840	23,8/25,8	ND	7	5,8	79,9	300	0,4-0,6
Puente Nuevo	12 Mar	0830	27,1/26,1	ND	7	5,8	90,8	308	1,0
Puente Nuevo	17 Apr	1316	30,5/38,0	ND	18	4,4	80,5	340	>1
Puente Nuevo	25 Abr.	1800	30,8/33,9	--	-	4,9	90,8	--	---
La Batea	13 Feb.	0700	27,3/----	ND	8	5,4	85,3	264	1,0
La Batea	15 Feb.	---	27,0/----	ND	10	6,0	93,4	248	0,2
La Batea	15 Feb.	---	27,0/----	ND	9	6,0	93,4	244	0,3
La Batea	16 Abr.	2207	29,3/23,2	ND	15	2,0	34,8	360	0,2-0,4
Merecure	10 Mar	---	28,5/28,1	--	--	5,4	89,8	268	0,2
Merecure	26 Abr.	1130	29,1/33,8	ND	9	5,6	95,6	260	0,2-0,4
Merecure	30 Abr.	---	30,3/36,1	ND	7	6,0	108,0	284	0,2-0,4
Sucre	18 Abr.	1050	29,5/----	ND	-	1,0	17,6	280	<0,2
Sucre	18 Abr.	1410	----	ND	-	0,6	---	---	---
Sucre	19 Abr.	1045	28,8/28,5	ND	10	5,2	87,6	292	0,2
Sucre	20 Abr.	0820	----	ND	-	6,8	---	---	---

ND: No detectable.

* Río Claro aparece también en la cartografía como río Tucuragua.

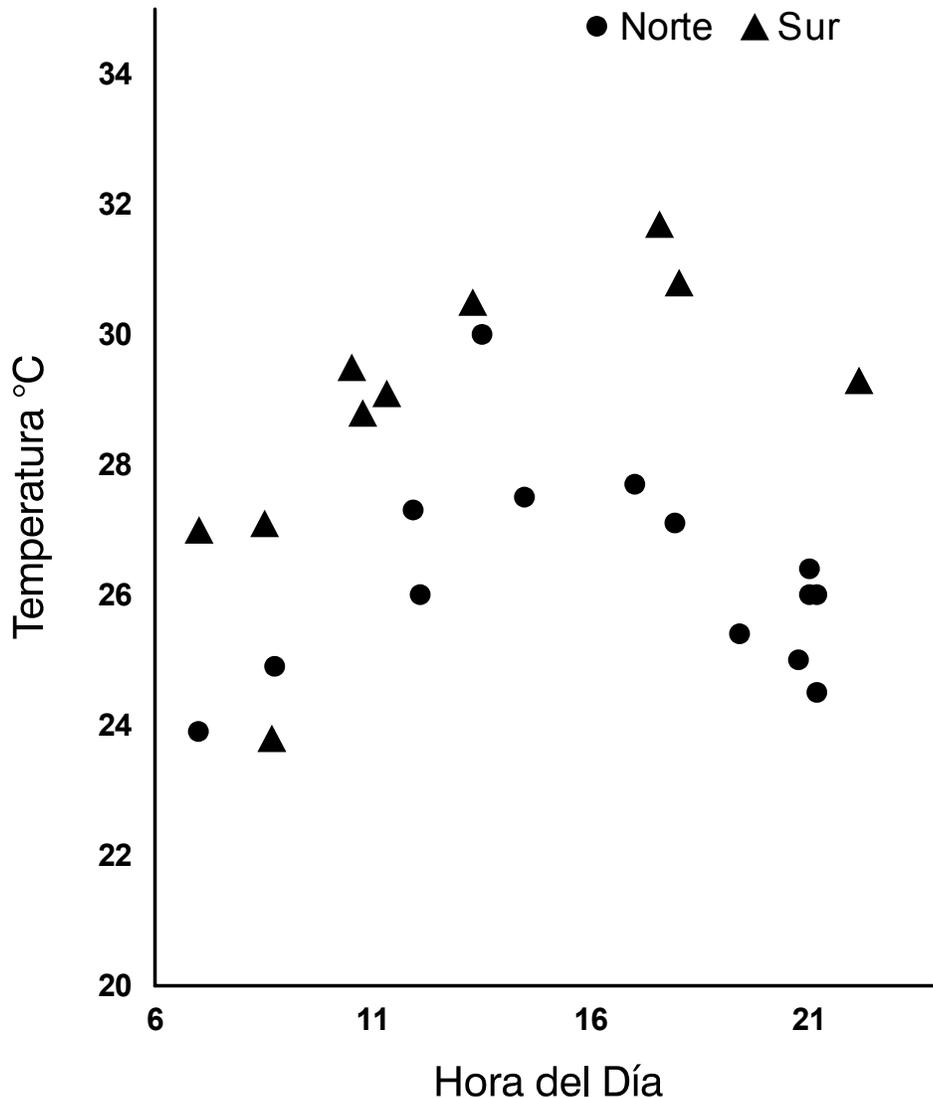


Figura 3-2. Fluctuaciones diarias de temperatura en el área de estudio (Sistema del Río Cojedes, Venezuela) durante el periodo de muestreo. Las localidades al norte incluyen a río Claro, Toma Cojedes y Retajao. Los otros lugares de muestreo se ubican al sur desde Puente Nuevo (Lagunitas-El Amparo) hasta Sucre (ver figura 3-1).

Los niveles de OD fueron bajos y muy fluctuantes en la parte norte del área de estudio en Cojedes Norte y Toma Cojedes. El OD de esos sectores nunca excedió 4,4 mg/l y generalmente estuvo muy por debajo de los valores de saturación (Tabla 3-1, Fig. 3-3). Los valores más bajos de OD en dichas áreas se obtuvieron entre varias horas y hasta dos o tres días después de lluvias caídas en las cabeceras. La disminución en la concentración de oxígeno en los ríos después de las lluvias es un fenómeno bien conocido (Horne y Golman 1994). En contraste con la situación en el norte, los niveles de OD al sur de Toma Cojedes estuvieron generalmente por encima de los 4,4 mg/l. Las únicas ocasiones en que se midieron niveles inferiores ocurrieron el 16 de abril en el sector La Batea (2,0 mg/l) y el 18 de abril en Sucre (1 y 0,6 mg/l). La caída en los niveles de OD en esas dos ocasiones fue la causa probable de la mortalidad masiva de peces, como se mostrará más adelante. Los análisis de OD obtenidos por Campo y Rodríguez (1997) se asemejan en términos generales a los obtenidos en este estudio.

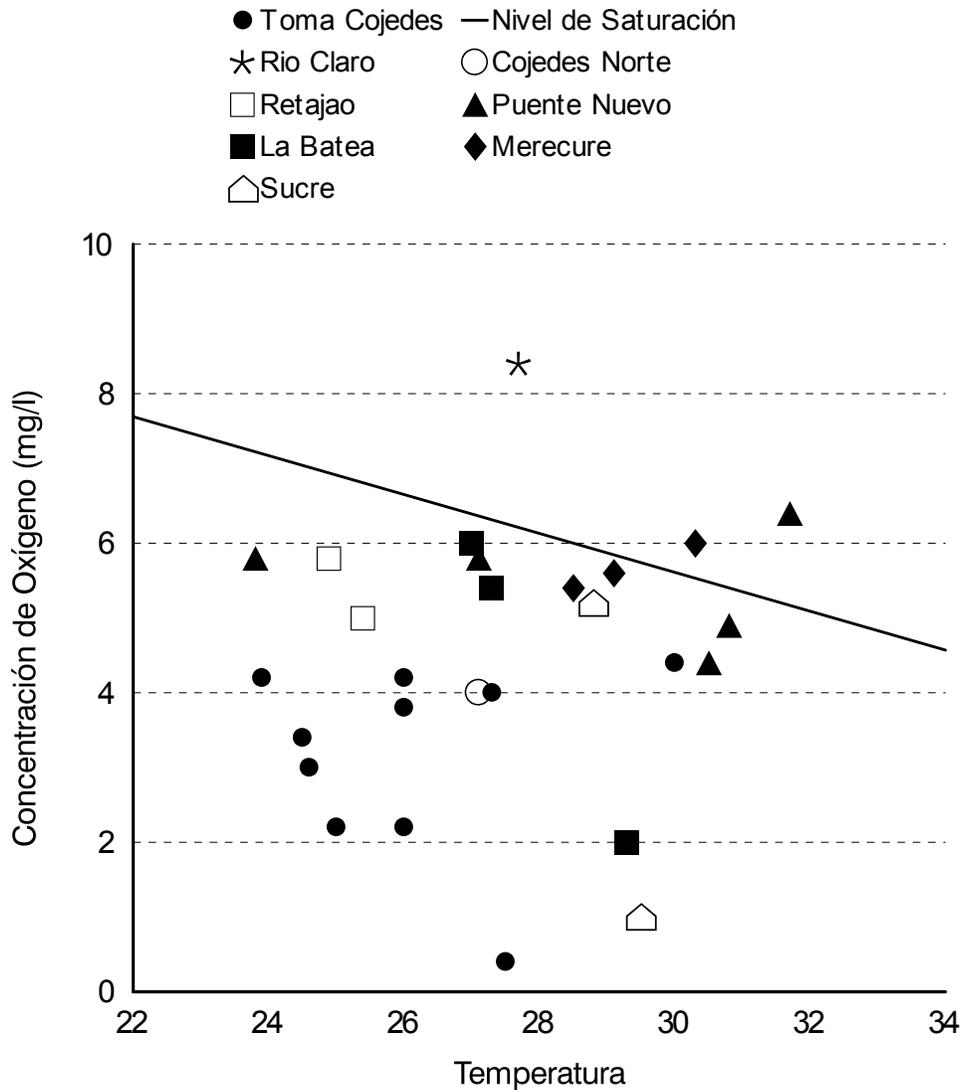


Figura 3-3. Concentraciones de oxígeno disuelto (OD) en muestras de agua del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. En la mayor parte de las muestras el OD estuvo por debajo del nivel de saturación para el agua a esa temperatura, representada por la línea sólida. Río Claro es un afluente del Cojedes con aguas muy limpias.

La dureza, la cual es una medida de la concentración de cationes en el agua, particularmente calcio y magnesio, alcanzó sus niveles más bajos en los ríos fuera del área de estudio. Una vez más estos resultados se asemejan a los señalados por Campo y Rodríguez (1997).

Niveles detectables de amonio-nitrógeno se obtuvieron solamente en las localidades al norte del área de estudio. El valor más alto (en el intervalo de 0,5 a 1 mg/l) fue obtenido el 23 de enero en Toma Cojedes. Otros niveles relativamente altos (0,25-0,5 mg/l) fueron medidos en Retajao el 17 de febrero. El dióxido de Carbono (CO₂) se midió en altas concentraciones en las localidades al norte del área de estudio (Cojedes Norte, Toma Cojedes y Retajao). Los niveles de CO₂ alcanzaron sus niveles más bajos en los Ríos Guanare, Portuguesa y Claro (menos de 4 mg/l). Amonio-nitrógeno y CO₂ no fueron medidos por Campo y Rodríguez (1997).

El análisis conjunto de los datos de este estudio con los reportados por Campo y Rodríguez (1997) muestra que hay correlaciones (tanto positivas como negativas) entre parámetros (Tabla 3-2). Algunas de ellas podrían no tener ningún significado de tipo ecológico. Sin embargo, una explicación físico-química detallada de estas correlaciones está fuera del alcance del presente estudio. Basta con decir, que ellas ayudan a comprender e interpretar el patrón de cambios entre localidades. Las aguas no contaminadas o no eutrofizadas tienden a tener altos niveles de OD (cerca de o por encima de sus niveles de saturación) y bajos valores de concentración de CO₂, nitritos, nitratos, fosfatos, dureza, coliformes, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO). Las correlaciones de OD con dureza, sólidos disueltos totales (SDT), nitritos, fosfatos y CO₂ (todas ellas estadísticamente significativas) se muestran en la Figura 3-4 (a, b y c). La correlación entre dióxido de carbono y dureza (Fig. 3-4d) fue altamente significativa ($r=0,743$; $P<0,001$). También hubo una significativa correlación positiva entre fosfatos y coliformes totales ($r=0,679$, $P=0,001$) y entre DBO y coliformes totales ($r=0,973$; $P<0,001$) (Fig. 3-4 e y f).

Tabla 3-2. Correlaciones entre parámetros de calidad de agua en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Para cada par de variables el valor superior es el coeficiente de correlación de Pearson. El valor inferior representa la probabilidad $\text{Prob.}>|R|$ bajo la Ho: $\text{Rho}=0$. El número de observaciones aparece entre paréntesis en la fila que identifica a las variables. Datos de Campo y Rodríguez (1997) y el presente estudio.

	T (71)	STD (43)	OD (74)	Dureza (64)	NO ₂ (43)	NO ₃ (43)	PO ₄ (41)	DBO (31)	DQO (32)	CT (34)	ST (37)	Deterg. (36)	CO ₂ (25)
pH	-0.356	-0.068	0.246	-0.049	0.022	-0.103	0.062	0.038	-0.295	0.103	0.041	0.098	
	0.031	0.693	0.161	0.792	0.899	0.545	0.726	0.858	0.144	0.609	0.834	0.612	
Temperatura (T)		0.587	-0.180	0.421	-0.103	0.040	0.325	0.363	0.143	0.120	0.065	-0.015	-0.128
		0.001	0.161	0.001	0.548	0.765	0.061	0.074	0.486	0.551	0.738	0.937	0.569
Sólidos Disuel. Tot. (SDT)			-0.531	0.786	0.375	0.605	0.735	0.602	-0.008	0.501	0.518	0.185	
			0.002	0.001	0.024	0.001	0.001	0.002	0.968	0.008	0.004	0.347	
Oxígeno Disuelto (OD)				-0.570	-0.344	-0.144	-0.555	-0.382	-0.232	-0.351	-0.170	-0.315	-0.806
				0.001	0.050	0.277	0.001	0.066	0.265	0.079	0.387	0.102	0.001
Dureza					0.312	0.316	0.481	0.362	-0.143	0.304	0.424	0.185	0.743
					0.082	0.018	0.005	0.090	0.506	0.140	0.028	0.357	0.001
Nitritos (NO ₂)						0.723	0.640	0.286	0.175	0.359	0.751	0.715	
						0.001	0.001	0.176	0.403	0.072	0.001	0.001	
Nitratos (NO ₃)									0.127	0.200	0.433	0.681	0.401
									0.536	0.318	0.019	0.001	0.064
Fosfatos (PO ₄)									0.219	0.679	0.660	0.728	
									0.281	0.001	0.001	0.001	
Dem. Bioqui. Oxig. (DBO)									0.389	0.973	0.540	0.433	
									0.055	0.000	0.005	0.035	
Dem. Química Oxig. (DQO)										0.256	0.059	0.147	
										0.217	0.790	0.483	
Coliformes Totales (CT)											0.780	0.522	
											0.001	0.006	
Sólidos Totales (ST)												0.642	
												0.001	

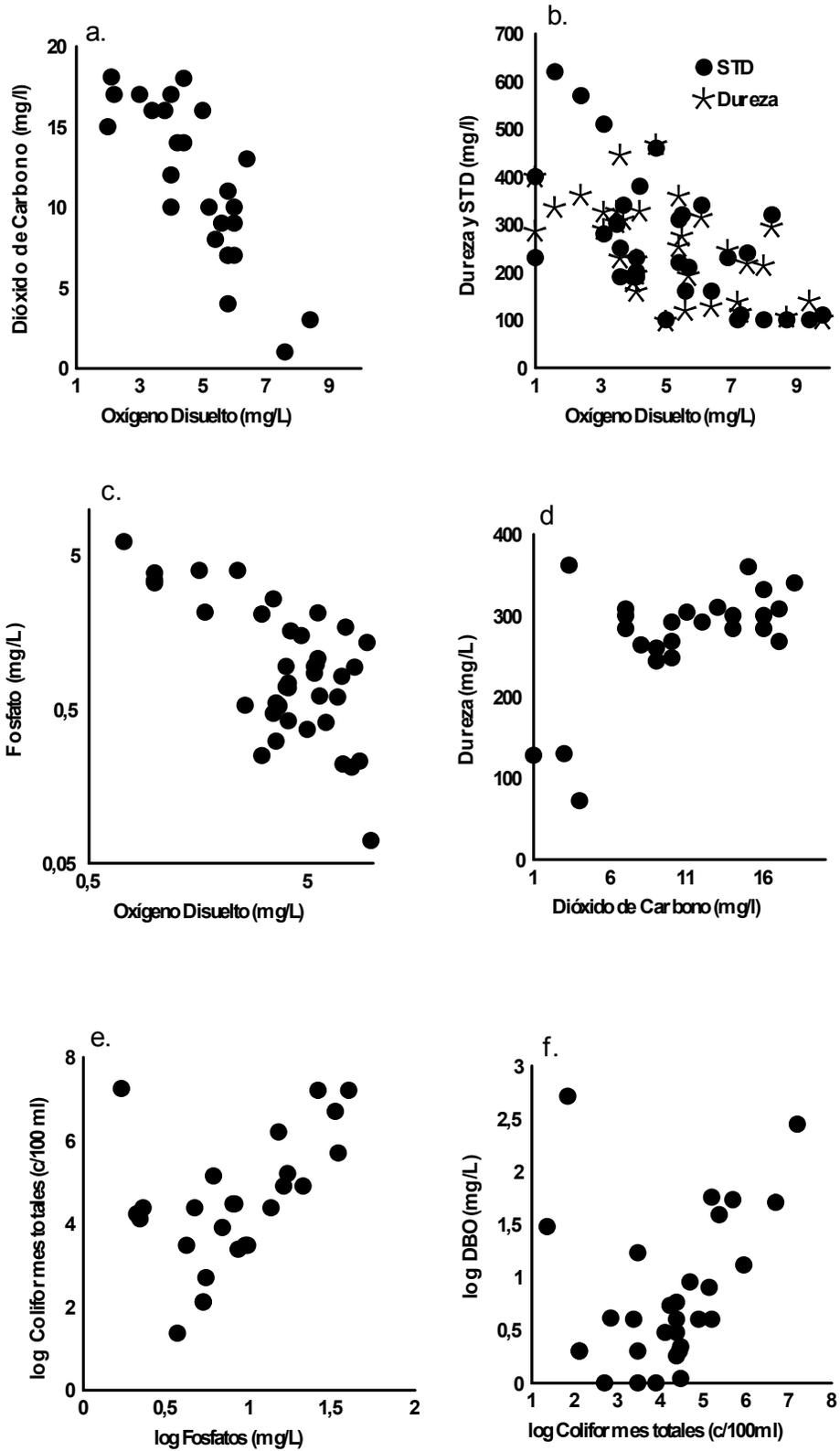


Figura 3-4. Relación entre parámetros de calidad de aguas en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Detalles en el texto.

Los parámetros de calidad de aguas cambiaron en dirección norte-sur (aguas abajo) (Fig. 3-5). Las columnas “Ríos Fuera” de dicha figura incluyen las muestras de los ríos Guanare, Portuguesa y Claro, los cuales son ríos relativamente limpios ubicados fuera del área de estudio. El río Turbio, que como se ha señalado es como el Cojedes es denominado en sus cabeceras, posee las aguas más contaminadas, con los niveles de OD más bajos y los valores relativos más altos de los otros parámetros. Las concentraciones de fosfatos determinadas por Campo y Rodríguez (1997) en el río Turbio se acercaron a las consideradas típicas de efluentes con tratamiento secundario (5 a 8 mg/l; Horne y Golman 1994). Similarmente la DBO del río Turbio medida por esos autores se aproximó, e incluso algunas veces estuvo por encima, de valores típicos de aguas cloacales (200 mg/l, Laws 1993). La calidad del agua mejoró un poco aguas abajo en Cojedes Norte, aunque esta fue principalmente muestreada después de la confluencia con el río Claro, uno de los ríos de aguas limpias mencionados anteriormente.

La calidad del agua se deterioró nuevamente en Retajao, aguas abajo de los poblados de Cojeditos y Apartaderos, para mostrar nuevamente algunos signos de recuperación en Caño-Amarillo (es decir, niveles de OD relativamente altos, y bajos niveles de nitrito, nitratos y fosfatos).

En las localidades más al sur se observaron nuevamente algunos signos de deterioro (altos valores de DQO y dureza), los cuales podrían ser consecuencia de las descargas cloacales de los poblados de Sucre y El Baúl. La mayor parte de las muestras (88,2%) tomadas por Campo y Rodríguez (1997) en el río Cojedes, excedieron los niveles de coliformes fecales y coliformes totales permitidos para el uso de las aguas con fines recreacionales, 200 y 1.000 c/100 ml, respectivamente (Parra-Pardi 1974, COPLANARH 1976, Venezuela 1995). Incluso los requerimientos para usos no tan restrictivos tales como irrigación y cultivo de peces (5.000 y 1.000 c/100 ml), fueron excedidos en 76,5% de las muestras.

La concentración de algunos parámetros decreció con el incremento de la descarga del río (Fig. 3-6). Este fenómeno es probablemente debido a un efecto de dilución, el cual es típico de muchos ríos (Parra-Pardi 1974, Depretis y Paolini 1991, Martins y Probst 1991, Trihadiningrum *et al.* 1996). La escasez de datos no permitió profundizar en este aspecto.

Mortandad de Peces

El martes 16 de abril de 1997, se observó una masiva mortandad de peces en el sector La Batea de Caño de Agua Sur. Todos los peces observados estaban en avanzado estado de putrefacción, lo que sugería que éstos habían muerto 24 a 48 horas antes. Los niveles de OD de las aguas resultaron ser muy bajos (2 mg/l), lo cual señalaba a la anoxia como la causa próxima de la muerte de los peces. El día siguiente (miércoles 17 de abril) para las muestras tomadas 20 km aguas arriba de La Batea, en el sector Puente Nuevo de Caño de Agua Norte, los niveles de OD fueron de sólo 4,4 mg/l, los más bajos obtenidos en ese lugar durante el estudio. En este último sitio, no se observaron indicios de haber ocurrido alguna mortandad de peces o, quizás, los peces muertos ya habían desaparecido por completo. El 18 de abril (jueves), mientras se trabajaba unos 40 km aguas abajo de La Batea, en el sector Sucre, se inició una mortandad masiva de peces. Se tomaron muestras de agua inmediatamente (1030 h), que mostraron niveles de oxígeno muy bajos (1 mg/l). Unas pocas horas más tarde (1410 h) los niveles de OD habían caído hasta 0,6 mg/l.

Con la excepción de unos pocos caribes (Serrasalminidae) todos los peces colectados, mientras morían, pertenecían a las familias Loricaridae, Pimelodidae, Potamotrigonidae y Rhamphichthyidae (Tabla 3-3). Se observaron y colectaron también camarones y cangrejos moribundos. Los pescadores del poblado de Sucre colectaron muchos de los peces agonizantes, en particular de los grandes bagres *Pseudoplatystoma*. Decenas (quizás centenares) de estos peces fueron salados para ser vendidos en el mercado.

Cuando se exploró aguas arriba al atardecer, muchos peces de la familia Characidae (*Mylossoma duriventris*, *Leporinus sp* y *Triportheus angulatus*) también fueron observados aunque en estado de putrefacción más avanzado

El 19 de abril (viernes) se viajó 3 km aguas abajo de Sucre para remontar unos 12 km por el Caño La Culebra, uno de los brazos del río Cojedes. Allí también se observaron peces muertos, pero el estado de putrefacción de ellos sugería que allí la mortandad había ocurrido antes que en el sector Sucre.

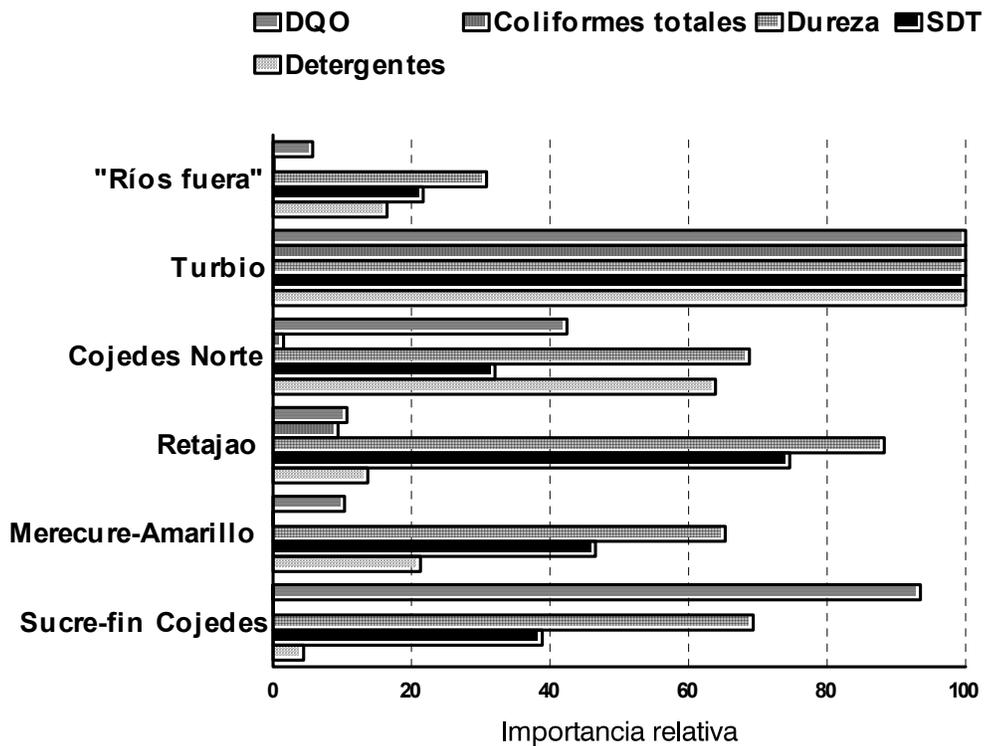
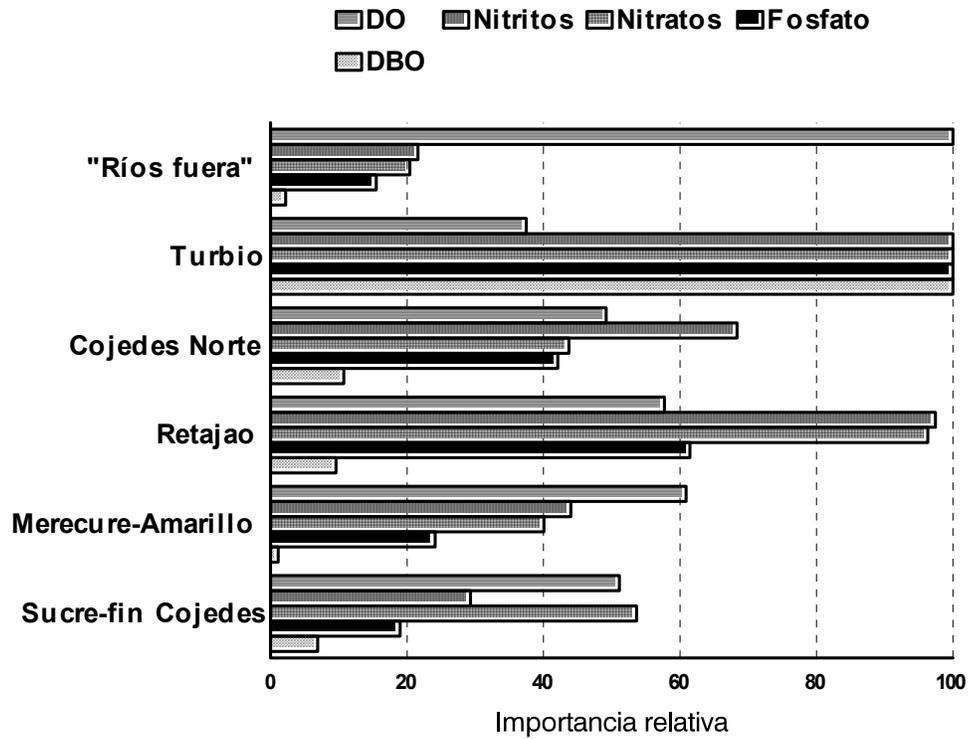


Figura 3-5. Variación en parámetros de calidad de agua en algunos ríos de los llanos de Venezuela. "Ros Fuera" se refiere a ríos fuera del área de estudio, entre los cuales se encuentran el Guanare, el Portuguesa y Río Claro. Las otras localidades están ordenadas de norte a sur (o aguas abajo). OD, oxígeno disuelto; DBO, demanda bioquímica de oxígeno; SDT, sólidos disueltos totales.

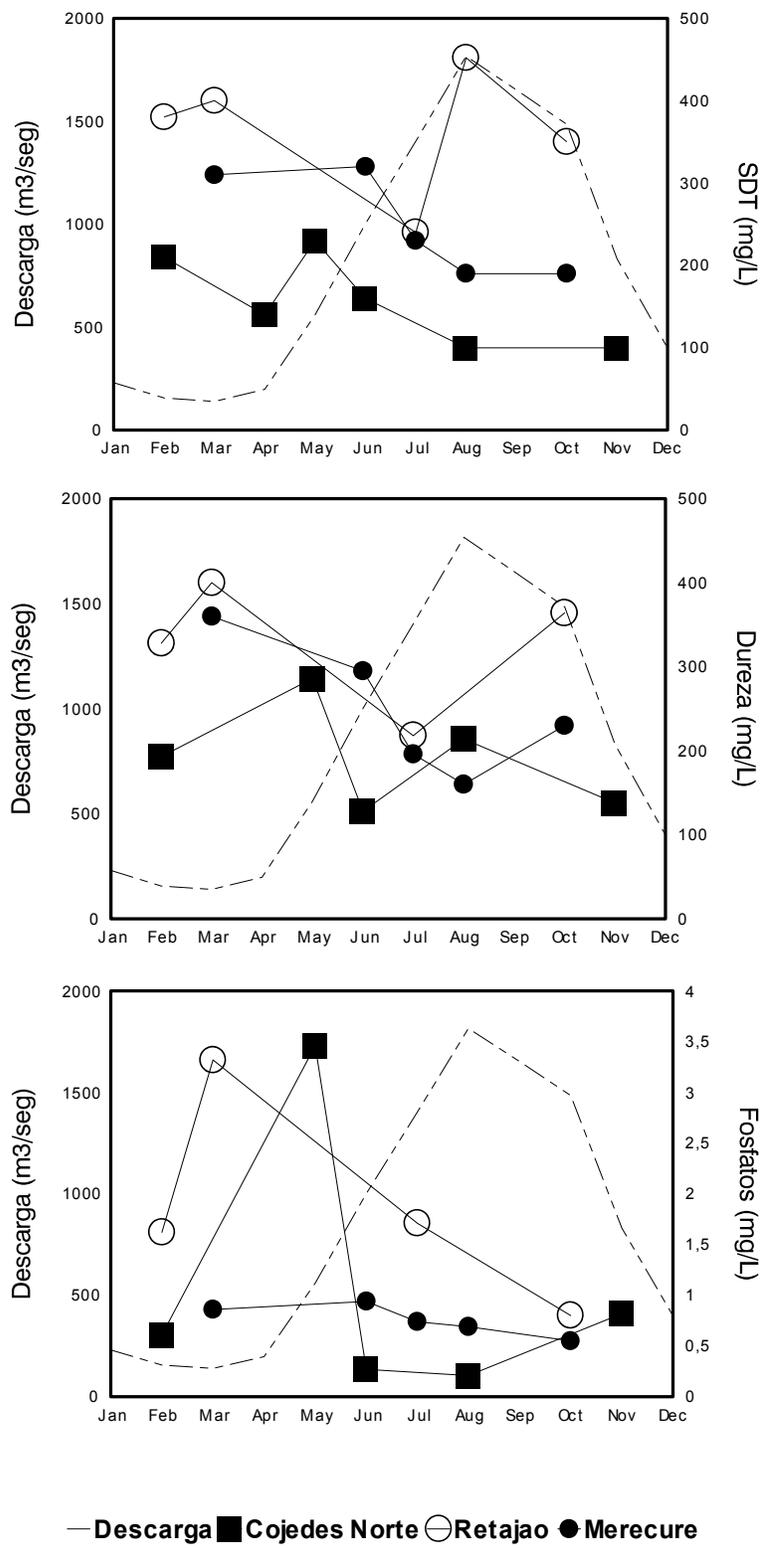


Figura 3-6. Variación en sólidos totales disueltos (STD), dureza total y fosfatos en relación con la descarga del río en algunos sectores del Sistema el Río Cojedes.

Tabla 3-3. Organismos muertos, debido a bajos niveles de oxígeno en el agua el 18 de abril de 1997 en el río Cojedes, cerca de Sucre, Venezuela. La clasificación de los peces se basa en Taphorn et al. 1997.

Grupo taxonómico	Orden	Familia	Especie	
Peces	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon orbignya</i>	
	Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus sp</i>	
		Characidae		<i>Pygocentrus cariba</i> <i>Triportheus angulatus</i> <i>Mylossoma duriventre</i> <i>Cynopotamus bipunctatus</i>
			Gymnotiformes	Rhamphichthyidae
	Siluriformes		Auchenipteridae	<i>Parauchenipterus galeatus</i>
		Doradidae		<i>Agamyxis albomaculatus</i> <i>Orinocodoras eigenmanni</i>
			Loricariidae	<i>Loricaria cataphracta</i> <i>Lasiancistrus sp</i> <i>Panaque maccus</i> <i>Hypostomus sp</i>
		Pimelodidae		<i>Pimelodella spp</i> <i>Pimelodus blochi</i> <i>Platysilurus barbatus</i> <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> <i>Zungaro zungaro</i>
			Crustáceos	

Al día siguiente (sábado 20 de abril) se tomaron muestras de agua en Toma Cojedes al norte del área de estudio. Los niveles de OD en el agua fueron de 0,4 mg/l, los menores jamás obtenidos en este estudio. De acuerdo con uno de los encargados de operar la presa en Toma Cojedes (señor Pedro Rojas), el agua del río había comenzado a cambiar su apariencia (color oscuro y mal olor) una semana antes. En ese momento él decidió cerrar la esclusa que desvía el agua hacia Las Majaguas y, consecuentemente, permitió a toda ella fluir hacia El Cojedes-Caño de Agua. Los cambios en la calidad del agua fueron disparados por fuertes lluvias caídas hacia las cabeceras de la cuenca.

La mortandad de peces es un fenómeno común en el río Cojedes que ocurre de manera irregular durante el año (Ayarzagüena 1987, Coromoto Ramírez y Pedro Rojas, com. pers.). Ello fue reportado por primera vez a finales de los años 70 (Godshalk 1978). Estos eventos parecen ocurrir con más frecuencia al comienzo de la estación lluviosa. Una de las personas que laboraba en el mantenimiento del río por encargo del Gobierno Nacional informó de cuatro de esos eventos entre el 26 de abril y el 12 de junio de 1990 (Coromoto Ramírez, com. pers.). González-Fernández (1995) fue también testigo de uno de estos eventos en La Batea, el 29 de mayo de 1994, justamente después de las primeras lluvias fuertes de ese año.

Pesticidas

Para este estudio, no se realizaron análisis de contaminación por agroquímicos. Campo y Rodríguez (1997), reportaron resultados al respecto, los cuales se resumen aquí. Desde 1991 hasta 1993, estos autores analizaron 36 muestras de agua. Veinticinco de ellas (69,4%) mostraron niveles detectables de al menos un pesticida. El

compuesto encontrado con más frecuencia resulto ser DDT o sus metabolitos (especialmente p, p'-DDE), pero epóxido de heptacloro, lindano, aldrin y dieldrin fueron también detectados. Los niveles de aldrin (tres veces), dieldrin y heptacloro (una vez cada uno) alcanzaron los valores críticos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA).

El compuesto p,p'-DDE fue el único que se detectó para cada una de las estaciones de muestro establecidas por Campo y Rodríguez (1997)(Fig. 3-7). Los niveles de pesticidas más altos se encontraron en el río Turbio, cerca de la ciudad de Barquisimeto, y en Retajao. Los valores más bajos se obtuvieron en río Claro, el cual es considerado un río limpio, sin ninguna ciudad o centro industrial de importancia en su cuenca. Las muestras del Cojedes Norte fueron tomadas unos 100 m aguas abajo de la confluencia del río Claro con el río Cojedes, lo cual podría explicar los niveles relativamente bajos de pesticidas en dicha localidad.

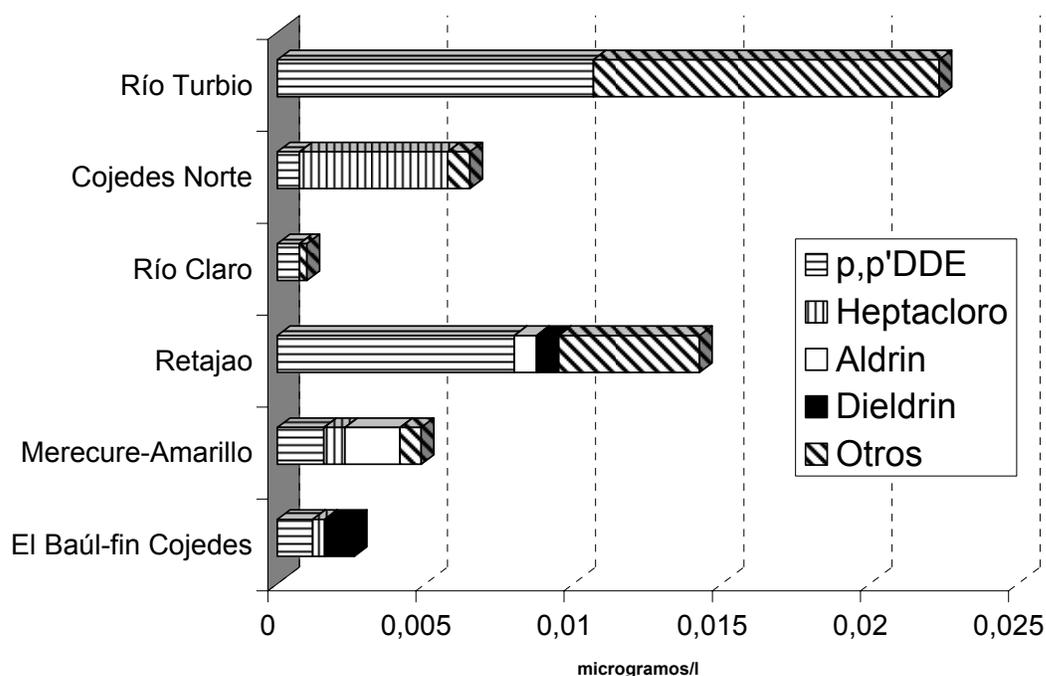


Figura 3-7. Niveles medios de agroquímicos en muestras de agua de distintas secciones del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Gráfico elaborado a partir de datos de Campo y Rodríguez (1995)

Discusión

Calidad de Agua

En términos de su calidad de agua, el SRC contrasta grandemente con algunos ríos de la región de origen y características similares. Esas diferencias son causadas por las descargas de efluentes y otros contaminantes en fuentes puntuales de pueblos y ciudades a lo largo de su curso, las cuales se combinan con descargas dispersas y difusas de aguas cargadas con agroquímicos provenientes de campos agrícolas alrededor del río.

Barquisimeto, una de las ciudades más grande de Venezuela, se encuentra en las cabeceras del río Cojedes, donde es llamado río Turbio. Todos los parámetros de calidad de agua medidos por Campo y Rodríguez (1997) en el río Turbio (ver también a Mogollón *et al.* 1987) mostraron un alto grado de contaminación, con bajos niveles de OD

y altos niveles de todos los parámetros indicadores de polución y eutrofización. Aguas abajo, el río muestra signos de recuperación, pero descargas difusas y puntuales frecuentes interrumpen esta recuperación.

El oxígeno es probablemente el parámetro más medido en estudios de calidad de agua. Esto se debe al importante papel que juega este elemento en el metabolismo de la mayoría de los organismos acuáticos (Wetzel 1975, Cole 1983). La concentración de oxígeno disuelto en el agua depende de muchos factores, incluyendo a la temperatura, presencia de sales disueltas y la actividad biológica. Aunque la temperatura pudiera explicar parcialmente las diferencias en OD medidas a lo largo del SRC, la mayor parte de la variación se debe ser atribuida a diferencias en la actividad biológica, que es afectada por el influjo de nutrientes (Kadlec y Knight 1996), particularmente de compuestos nitrogenados. De acuerdo con los datos de Campo y Rodríguez (1997), la DBO, una medida que determina la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias aeróbicas para estabilizar la materia orgánica descomponible en el agua, frecuentemente excedió los niveles de calidad del agua limpia (4 mg/l) o incluso los de las aguas usables para la pesca deportiva (6 mg/l) (Maitland 1990, Trihadiningrum *et al.* 1996). El agotamiento de oxígeno puede ocasionar mortandad de peces (como se observó en este estudio), permitiendo la acumulación de productos secundarios de la descomposición anaeróbica, y el incremento de la solubilidad de algunos iones metálicos como Fe^{+2} y Mn^{+2} (Laws 1993, Mitsch y Gosselink 1993)

Las concentraciones de O_2 y CO_2 en las aguas están usualmente inversamente relacionadas, debido a las actividades fotosintéticas y respiratorias de la biota (Hynes 1970). La actividad fotosintética en el SRC, sin embargo, debe estar bastante limitada debido a la falta de macrofitas acuáticas, la turbidez del agua y, en la parte sur del área de estudio, el sombreado del río por los árboles.

El fósforo es un nutrimento requerido por los organismos para crecer. La captura más rápida del fósforo la realiza la microbiota (bacteria, hongos, algas, microinvertebrados, entre otros (Kadlec y Knight 1996). El fósforo frecuentemente limita la productividad vegetativa (Mitsch y Gosselink 1993, Kadlec y Knight 1996), pero debido a la turbidez del agua y a la aparente falta de macrofitas sumergidas y, presumiblemente, otros organismos autótrofos en el SRC, la fotosíntesis debería tener un impacto muy limitado en la recuperación de los niveles de OD en sus aguas.

La correlación negativa de OD con STD y dureza, podría explicarse por menor solubilidad del oxígeno en agua en presencia de sales y por el hecho de que STD y dureza se encuentran en niveles altos en las aguas servidas, en conjunto con nutrientes que favorecen la proliferación de microorganismos consumidores de oxígeno. La dureza del agua en los ríos depende de las concentraciones de magnesio y calcio en rocas y suelos por donde esta fluye y también del contacto del agua con estas rocas, suelos y fuentes de contaminación (Kadlec y Knight 1996). En la mayor parte de los ríos, la dureza parece incrementarse aguas abajo (Hynes 1970, Becker y Neitzel 1992). Este patrón parece revertirse en el SRC debido a que la mayor parte de las actividades humanas en la cuenca se concentran principalmente en las cabeceras (Mogollón *et al.* 1987).

La relación entre la DBO y los coliformes era de esperarse, ya que la DBO es una medida del consumo de oxígeno por microorganismos durante la oxidación de materia orgánica. Algunas de las otras correlaciones (por ejemplo fosfatos y coliformes totales, Fig. 3-4e y f) podrían ser parcialmente explicadas por el hecho de que un proceso común, por ejemplo, escorrentía por lluvias, controla sus concentraciones.

Mortandad de Peces

El factor inmediato que parece explicar la mortandad masiva de peces en el SRC es el agotamiento de oxígeno en las aguas. Niveles de OD por debajo de los 3 mg/l son considerados generalmente como estresantes o incluso letales para la mayoría de los vertebrados acuáticos, en particular para peces de climas templados. Ese umbral podría ser menor para peces tropicales (Lind 1974, Val y Almeida-Val 1995). La causa fundamental de la muerte masiva de peces, es la descarga de efluentes provenientes de ciudades, industrias y áreas de actividad agrícola. Como ha sido señalado por Laws (1993), las mortandades de peces son probablemente los resultados más dramáticos del agotamiento del oxígeno en las aguas asociados con la eutrofización. Aquellos sectores del río más cercanos a fuentes puntuales de contaminación, deberían ser los sometidos a mayor estrés, como lo indican sus bajos niveles de OD. Los efectos de las descargas pueden ser sentidos muy lejos de las fuentes puntuales, como se evidencia con la mortandad de peces descrita en este estudio. Sucre, el sitio donde se detectó este fenómeno, se encuentra unos 60 km aguas abajo de Cojeditos, el sitio de descargas puntuales de desechos más

cercano conocido. En este caso, la descarga pudo haberse originado incluso muchos kilómetros más arriba de Toma Cojedes.

La mayor parte de los peces que se colectaron moribundos en Sucre el 18 de abril de 1997, son especies de nado lento, pertenecientes al grupo definido por Machado-Allison (1987) como habitantes del fondo. Esto podría indicar que el agotamiento del oxígeno es más severo cerca del fondo del río, que en la superficie, lugar donde las muestras fueron tomadas.

Es posible que los caimanes se alimenten de los peces moribundos o recién muertos. En este sentido la mortandad de peces puede significar una súbita fuente de alimento en superabundancia. Pero es poco probable que este tipo de eventos signifique algún tipo de ventaja para los caimanes a largo plazo. En las áreas del río que están sometidas a un estrés permanente, como ocurre en el Cojedes Norte, muchas especies de peces deben haber desaparecido debido a los crónicos bajos niveles de oxígeno. Esto será discutido con más detalle en el Capítulo 7.

Pesticidas

Todos los agroquímicos que fueron encontrados en las muestras del SRC por Campo y Rodríguez (1997) han sido señalados como causantes de efectos en el sistema reproductivo y endocrino tanto de humanos como en la fauna silvestre (Colborn *et al.* 1993). La exposición a pesticidas, en particular a los denominados contaminantes endocrino-perturbadores (CEP) han sido asociados con baja fertilidad, decrecimiento en tasas de eclosión, desmasculinización y feminización de machos y alteración del sistema inmunológico de una amplia variedad de organismos (Blus *et al.* 1974, Colborn *et al.* 1993, Mason 1995). El CEP más frecuentemente encontrado en las aguas del SRC fue p,p'-DDE, el cual ha sido ligado al desarrollo de anomalías y la baja tasa de reclutamiento en *Alligator mississippiensis* en un lago de la Florida (EE.UU.) (Heinz *et al.* 1991, Guillette 1995, Guillette *et al.* 1994, Guillette *et al.* 1996). Se desconoce hasta que punto las relativas altas concentraciones de CEP en el SRC afectan la supervivencia de los caimanes del Orinoco.

Aunque la concentración de agroquímicos en diferentes partes de SRC es variable (Fig. 3-7), la persistencia prolongada de muchos de ellos; el hecho de que se acumulen en los tejidos grasos de los organismos (Carrillo 1983) y, por último, a que se concentren (bioacumulación) a medida que se ascienda por la trama trófica (Laws 1993, Hendriks 1995) hace a los caimanes particularmente vulnerables a sus efectos. Por otra parte, las consecuencias a largo plazo de la exposición de los animales silvestres a los compuestos tóxicos son mucho más difíciles de distinguir que los impactos a corto plazo (Hendriks 1995), como por ejemplo al agotamiento del oxígeno.

La información disponible indica que la calidad del agua del SRC ha sido altamente impactada por las actividades humanas. Contrario a lo que sucede con muchos sistemas de ríos, el SRC está más afectado en las cercanías de sus cabeceras que cerca de su desembocadura. Algunas secciones del Río, particularmente aquellas cercanas a importantes centros poblados, están bajo un estrés permanente. Los efectos de fuertes descargas de aguas contaminadas pueden ser sentidos muchos kilómetros aguas abajo del punto de descarga. El impacto que la eutrofización y contaminación en general del SRC ha tenido sobre su fauna silvestre, y en especial sobre animales en el tope de la cadena trófica como los caimanes, no ha sido evaluado. Entre los efectos, directos e indirectos, que el deterioro de la calidad del agua en el SRC pudiera tener sobre los caimanes, se encuentran: (a) cambios en la cantidad y calidad del alimento disponible, (b) incremento en el riesgo de enfermedades contagiosas, (c) disminución del éxito reproductivo. Algunos de estos efectos serán discutidos en los capítulos siguientes. Irónicamente, probablemente la población más importante del caimán del Orinoco se encuentra en el río Cojedes, mientras que la especie está ausente en muchos ríos de los llanos más alejados de la influencia humana y con hábitat presumiblemente intactos.

CAPÍTULO 4

Caimanes y Babas: Estado Poblacional y Distribución Espacial

La hipótesis principal de este estudio, es que el patrón actual de distribución de las actividades humanas en el SRC, afecta la distribución, abundancia y bienestar general del caimán del Orinoco en dicha región. Un paso preliminar a cualquier investigación consecuente, consiste en obtener una estimación confiable de la abundancia y distribución de esta especie en el área de estudio. Dicha información es, además, crucial para la conservación y manejo del caimán del Orinoco.

La estimación de la abundancia poblacional de los crocodílidos se basa frecuentemente en conteos nocturnos. Esta metodología, sin embargo, esta sujeta a problemas de interpretación cuando se comparan resultados obtenidos en momentos, o en hábitats, con diferentes condiciones de visibilidad (Hutton y Woolhouse 1989, Da Silveira *et al.* 1997). El factor ambiental que más afecta los conteos nocturnos de crocodílidos es el nivel del agua (Woodward y Marion 1978, Montague 1983, Messel *et al.* 1981, Seijas 1988). El primer aspecto que se trata de dilucidar en este capítulo es como el nivel del agua afecta los conteos nocturnos de caimanes (y babas) en el SRC.

La información sobre la estructura poblacional de los caimanes es otro aspecto muy importante a la hora de diseñar e poner en práctica un programa para la conservación de la especie. En el contexto de este estudio, interesa explorar en que medida la estructura poblacional de los caimanes es el reflejo de variables ambientales y del efecto directo de las presiones humanas. Los caimanes adultos son grandes y conspicuos, y son considerados como una peste, y a veces son matados, por la gente que viven en las zonas rurales de la región. Si la muerte de caimanes en manos de la gente es un factor importante, esto se debería reflejar en la estructura poblacional de la especie en áreas con distinta presión humana. Esta hipótesis es examinada, aunque no contrastada adecuadamente, en este capítulo.

El SRC está también habitado por la baba (*Caiman crocodilus*), un crocodílido más pequeño que ha sido señalado como competidor-depredador del caimán del Orinoco. Las interacciones negativas con la baba podrían ser uno de los factores que inhiben la recuperación del caimán (Thorbjarnarson 1992, Thorbjarnarson y Hernández 1992). Una situación similar ocurre con el caimán de la Costa (*Crocodylus acutus*) y Seijas (1988, 1996) mostró que la baba depreda a crías de *C. acutus* en lugares donde estas especies coexisten.

En los últimos 50 años, las poblaciones de baba se han incrementado a lo largo de los llanos de Venezuela. La especie se ha beneficiado, aparentemente, de la eliminación o severa reducción poblacional del caimán del Orinoco, así como también de la expansión de hábitats adecuados como consecuencia de la creación de cuerpos de agua permanentes o temporales, subproductos de la construcción de carreteras y vías de comunicación, y además por la deliberada construcción de diques, tapas, y pozos para mantener agua para el ganado durante la estación seca (Gorzula y Seijas 1989, Seijas *et al.* 1989, Thorbjarnarson y Hernández 1992).

El impacto negativo de una numerosa población de babas sobre la recuperación del caimán, si fuera significativa, puede ser considerado como un efecto indirecto de las actividades humanas. Bajo la hipótesis depredación-competencia se esperaría que: (1) la abundancia relativa de babas y caimanes estuviera inversamente correlacionada, y (2) una tendencia a la separación espacial de babas y caimanes a lo largo del río. Estas posibilidades son analizadas en este capítulo.

Métodos

Entre 1991 y 1997 se realizaron conteos nocturnos de crocodílidos en el SRC, con la ayuda de un bote de aluminio de 3,7 m impulsado por motores fuera de borda de 10 y 15 hp. Los conteos se iniciaron entre las 1930 y las 2000 h y los recorridos se realizaron en el sentido de las agujas del reloj en el embalse de las Majaguas y en dirección aguas abajo en los ríos, con excepción del bajo Sarare y de un segmento del río Cojedes entre el nacimiento de Caño Amarillo y el sector Merecure, los cuales fueron muestreados siempre aguas arriba. La localización de los lugares claves y puntos de referencia se muestran en la Figura 4-1. Las coordenadas geográficas de dichos puntos aparecen en el Apéndice A.

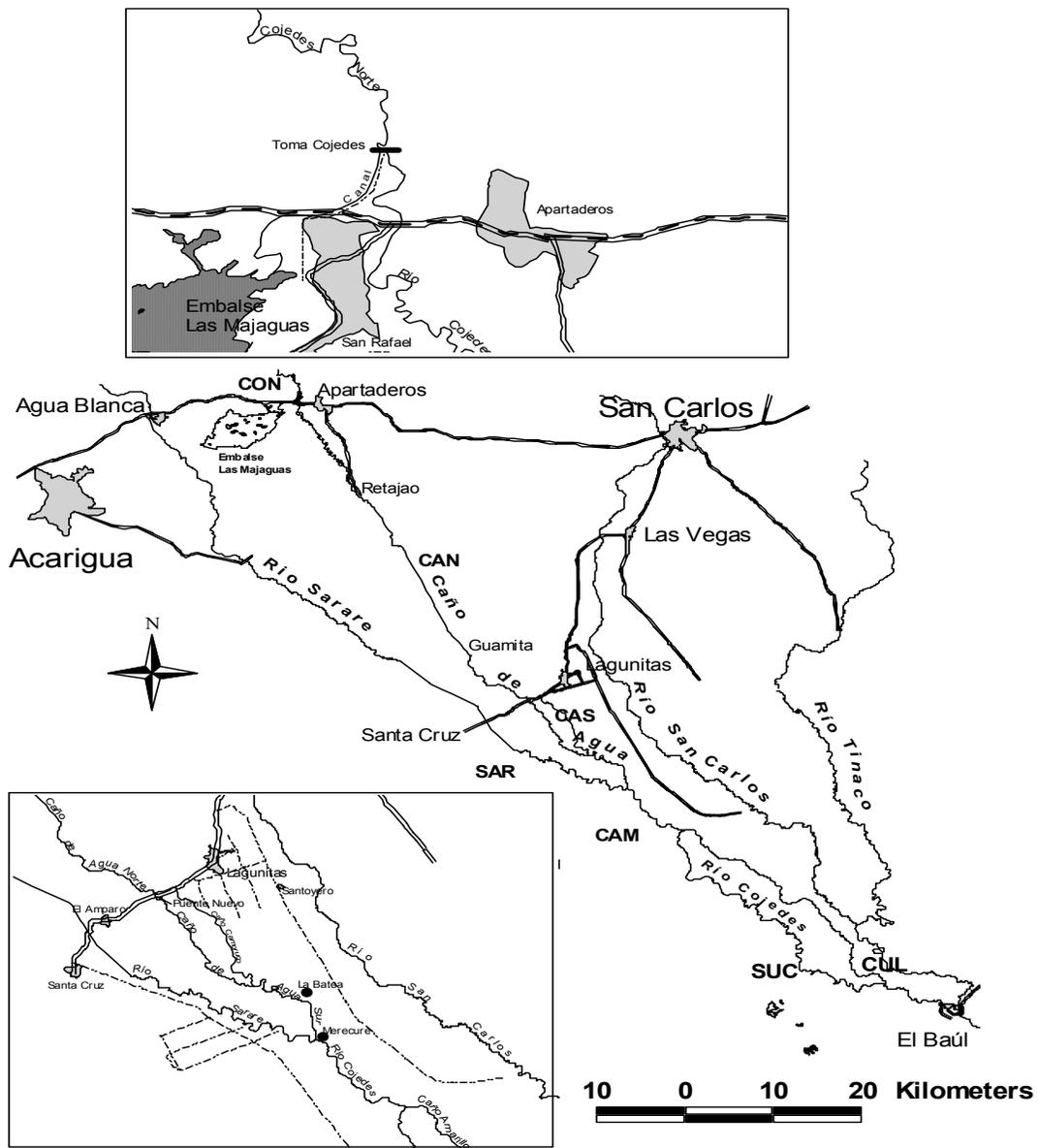


Figura 4-1. Mapa del área de estudio. Se muestran las localidades y principales puntos de referencia señalados en el texto. Los sectores muestreados se indican con siglas: CON, Cojedes Norte; CAN, Caño de Agua Norte; CAS, Caño de Agua Sur; SAR, río Sarare; CAM, Caño Amarillo-Mercuré; SUC, río Cojedes en las cercanías de Sucre; CUL, caño La Culebra. Los recuadros muestran detalles del área de estudio en el norte (a) e inmediatamente al sur de la carretera Lagunitas-Santa Cruz.

Para cada crocodilido observado durante los conteos nocturnos se intentó una aproximación tan cerca como fuera posible para determinar la especie (caimán o baba) y estimar su talla. Cuando un crocodilido no pudo ser identificado como baba o caimán, se registró dentro de una categoría denominada 'no identificado' (NI). Estos individuos no fueron usados en la mayoría de los análisis.

Los caimanes se agruparon en las siguientes categorías de tamaño (longitud total, LT):

Talla 1	LT < 0,6 m
Talla 2	LT ≥ 0,6 y <1,2 m
Talla 3	LT ≥ 1,2 y <1,8 m
Talla 4	LT ≥ 1,8 y <2,4 m
Talla 5	LT ≥ 2,4 m

Las crías (individuos menores a los 6 meses de edad) fueron contados pero no incorporados a estas categorías de tamaño. Los caimanes en las tallas 1, 2 y 3 fueron considerados como juveniles. Los individuos en la talla 4 (1,8m < LT < 2,4m) se consideraron como sub-adultos y aquellos mayores a los 2,4 m en LT como adultos.

La longitud muestreada de los ríos se determinó con el odómetro de un ‘Geoposicionador Satelitario’ (GPS, Magellan 4000 y Magellan 4000XL). La extensión muestreada en el embalse de Las Majaguas y en otras secciones de ríos visitadas antes de 1996 fueron estimadas usando un curvímetero sobre un mapa a escala 1:25.000. Los mapas del área de estudio, y en particular de las secciones más importantes del río, se basaron en una imagen de satélite Landsat TM de enero de 1990. El índice de abundancia relativa de los crocodílidos fue expresado en número de individuos por km (ind/km).

El tamaño de la población adulta de caimanes en el área de estudio fue estimada con base en número de nidadas observadas y a la información sobre la organización social de la especie (Capítulo 5). El número de machos dominantes se calculó usando la relación 1♂:3♀, la cual es una cifra conservadora comparada con el 1♂:2♀ señalada por Thorbjarnarson y Hernández (1992) para el río Capanaparo (estado Apure).

Para establecer si hubo cambios en la fracción de crocodílidos observados (babas o caimanes) a medida que avanzaba la estación seca, el Índice Poblacional (IP, ind/km) obtenido en cada muestreo, y para un segmento particular del río, fue expresado como un porcentaje del máximo IP obtenido para el mes de abril (tomado como 100%) en dicho segmento. Abril es usualmente el último mes de la estación seca, cuando los niveles de agua del río alcanzan sus valores más bajos. Abril es, asimismo, el único mes para el cual se realizaron muestreos en cada sección del río. Este método permitió la comparación de los muestreos entre sectores con muy diferentes IP. En el caso de los caimanes, se usaron análisis de correlación para determinar la relación entre los porcentajes antes mencionados y días después del 1 de enero, esta última cifra considerada como una medida indirecta del nivel del agua del río. A los muestreos realizados en los meses de noviembre y diciembre (inicios de la temporada de sequía) se les asignó el día cero. Un procedimiento similar se usó para determinar si la probabilidad de observar a los caimanes, a medida que avanzaba la temporada de sequía, estaba relacionada sus tallas.

Se registró la secuencia en la cual los crocodílidos fueron observados durante los muestreos. Esta información se usó para establecer si babas y caimanes estaban espacialmente separados a lo largo del río. El procedimiento consistió en determinar, para cada crocodílido observado (excluyendo a las crías) a lo largo de una ruta (individuo focal), a que especie pertenecía el individuo previamente observado (vecino más cercano). Los datos fueron agrupados y analizados en tablas de contingencia (Herron 1985, Seijas 1996).

Los IP de los caimanes y babas en distintas secciones de río fueron comparados por medio de análisis de covarianza (PROC GLM, SAS 1987), usando a los días después del 1 de enero como la covariable. Este enfoque remueve el sesgo introducido al comparar muestreos realizados en fechas con distinto grado de avance en la estación seca.

Para estimar el tamaño poblacional mínimo de caimanes en el área de estudio, se asignó como densidad de caimanes en segmentos no muestreados del río, un valor intermedio entre los IP de aquellos segmentos aguas arriba y aguas abajo para los cuales había información disponible.

La estructura poblacional de caimanes en aquellos sectores con más de un muestreo por año se ajustó tomando al máximo número de individuos en cada categoría de tamaño, independientemente

del muestreo en que ellos fueron observados, como el mejor estimado para esa clase de tamaño en particular para ese año. Este método es llamado por Messel *et al.* (1981) como el método de los máximos-mínimos (MM). Las estructuras poblacionales de caimanes entre distintos segmentos del río se compararon usando tablas de contingencia.

Resultados

Entre 1991 y 1997 se realizaron 56 conteos nocturnos de cocodrilos en el SRC. Algunos lugares fueron visitados en una sola oportunidad (Las Majaguas y Caño Masato-Sarare, por ejemplo), pero muchos otros fueron visitados entre 2 y hasta 12 veces. Los muestreos se realizaron durante diferentes períodos del año, pero la mayor parte de ellos se llevaron a cabo durante la sequía avanzada (febrero-abril). El área de estudio no fue muestreada entre agosto y octubre. Durante esos meses las planicies que rodean al río están anegadas y el acceso a muchos lugares se dificulta.

Un registro detallado de los muestreos se presenta en el Apéndice B. Para facilitar la interpretación de los datos, los resultados para babas y caimanes se presentan separadamente a continuación.

Caimanes

Para el análisis de los cambios en la fracción de caimanes observados a medida que avanza la estación seca, se usaron solamente los datos de Caño de Agua Norte (CAN), Caño de Agua Sur (CAS) y Caño Amarillo-Merecure. Estos fueron los segmentos del río con el mayor número de muestreos. Los muestreos para segmentos de río menores a 5 km también fueron excluidos.

La fracción observada de caimanes disminuyó a medida que avanzaba la estación seca, de noviembre hasta abril, y continuó declinando al comienzo de la estación lluviosa (mayo-julio)(Fig. 4-2). Esa correlación negativa es estadísticamente significativa ($r=-0,639$; $P < 0,001$). El patrón de declinación descrito se debe, fundamentalmente, a la disminución de la fracción de juveniles (caimanes $<1,80$ m) observados ($r=-0,58$, $P < 0,01$) (Fig. 4-3a).

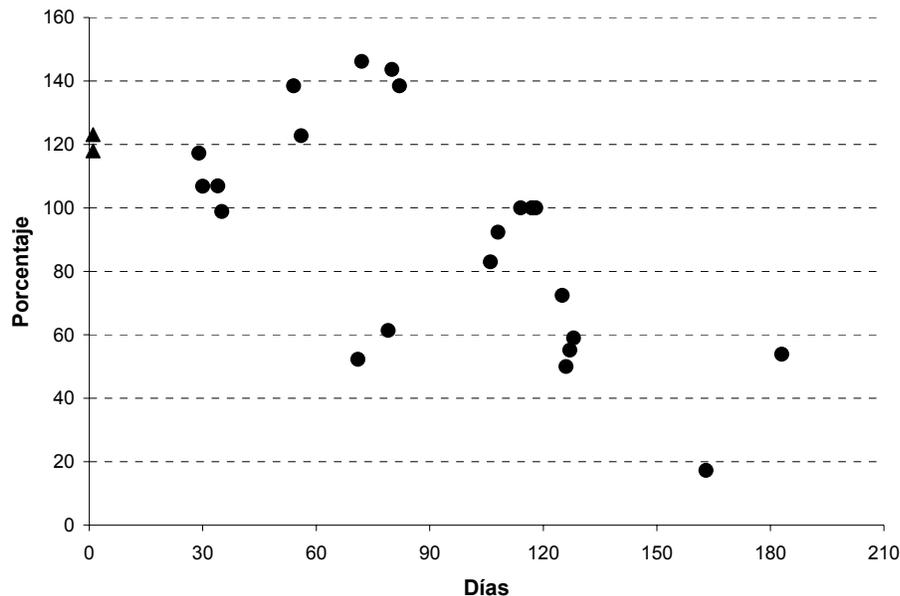


Figura 4-2. Decrecimiento en la fracción de la población de caimanes observados en el Sistema del Río Cojedes a medida que avanzaba la sequía. El primero de enero se tomó como día cero. A los muestreos de noviembre y diciembre (triángulos) se les asignó el día cero. Para cada sección el número de caimanes observados en un determinado muestreo fue expresado en relación la cifra observada en abril, que se tomó como 100%.

Los caimanes mayores de 1,80 m en LT (sub-adultos y adultos) mostraron un patrón mucho más complicado (Fig. 4-3a). Estos cocodrilos tendieron a ser vistos en número relativamente elevados entre noviembre y enero, al comienzo de la estación seca, cuando el nivel de los ríos está todavía relativamente alto. Fueron observados en cifras menores durante febrero y marzo (sequía avanzada) para reaparecer de nuevo al comienzo de la estación

lluviosa, a finales de abril y comienzos de mayo (Fig. 4-3b). Cuando se realizó un análisis de los datos agrupados por mes, se determinó que las diferencias en la proporción mensual de caimanes observados mayores a 1,80 m en LT fueron estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis test, $H=12,3$, $P=0,031$). Para este último análisis, noviembre, diciembre y enero (un muestreo cada uno) fueron agrupados como meses de sequía temprana. Junio y julio (temporada de lluvias) fueron también agrupados. La menor proporción de estos caimanes grandes fue observada en marzo, en el medio de la temporada de incubación de los huevos (ver Capítulo 5).

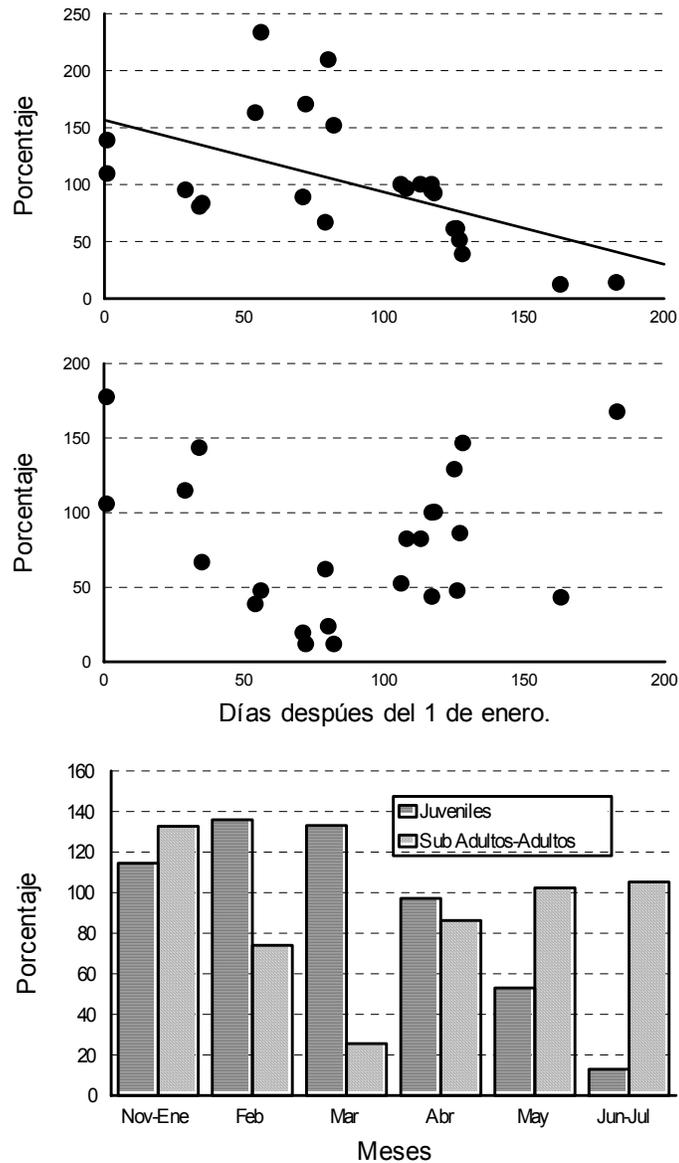


Figura 4-3. Declinación en la fracción observada caimanes juveniles (a) y subadultos-adultos en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela, en distintos momentos del año. El primero de enero fue tomado como día cero. Para cada sección de río muestreada, el número de caimanes vistos en una determinada oportunidad fue expresado en relación a la cifra vista en el mes de abril, que fue tomada como 100%. La diferencia en visibilidad entre estos dos grupos de caimanes es mostrada en c.

Una falla importante del análisis realizado con los porcentajes, es que éste presupone que la población de caimanes ha permanecido estable a través de los años (desde 1991 hasta 1997). Esta suposición puede no ser cierta, los datos, sin embargo, no permiten determinar tendencias en este sentido, debido a que algunos años, particularmente 1991 y 1992, están pobremente representados en los muestreos.

Los caimanes fueron observados en todos los sectores muestreados, con excepción del embalse de Las Majaguas. Ayarzagüena (1987) tampoco observó caimanes en dicho embalse, aun cuando información anecdótica indica que allí se encuentran algunos individuos de esta especie. Algunas localidades donde se observaron caimanes, no se incluyeron en la mayoría de los análisis. Estas fueron un pequeño segmento de 2 km del Caño Masato-Sarare cercano a Pimpinela (visitado una vez, IP = 4 ind/km) y un segmento del Sarare, aguas abajo del puente de El Amparo (visitado dos veces, IP de 4,9 y 3,3 ind/km)(Apéndice B).

Caño de Agua Sur fue el segmento con el mayor IP promedio (Tabla 4-1). El muestreo con el mayor IP fue también obtenido en ese segmento en febrero de 1997 (12,7 ind/km) aunque debido a lo corto del segmento muestreado (3 km) esos resultados no fueron utilizados en los análisis (Ver Apéndice B). Los menores valores de IP se obtuvieron en un segmento cercano a Sucre, con valores que no superaron 0,3 ind/km.

Tabla 4-1. Comparación de índices poblacionales (IP) de caimanes en diferentes segmentos de río del Sistema del río Cojedes. Medias Mínimas Cuadradas (*Least Square Means*, LSMEANS) son estimados de las medias marginales de las clases (en este caso, segmentos del río) que habrían de esperarse si la estructura de los datos hubiera estado balanceada (SAS 1987). LSMEANS identificadas con la misma letra no resultaron estadísticamente diferentes a un alfa de 0,05.

Sección del Río	Densidades (ind/km)			
	Nº de conteos	Intervalo	LSMEANS (±ES)	Grupos
Caño de Agua Sur (CAS)	8	4,4-10,8	7,3±0,46	A
Caño Amarillo-Merecure (CAM)	6	1,0-6,8	4,9±0,53	B
Caño de Agua Norte (CAN)	12	2,1-5,7	4,4±0,37	B
Cojedes Norte (CON)	4	2,5-3,8	2,0±0,70	C
Caño Culebra	3	0,8-0,9	1,4±0,76	C
Cojedes Sur (Sucre)	5	0,1-0,3	0,6±0,58	C

Un análisis de varianza simple, que sólo tome en consideración la localización (segmento de río) explica 71% de la variación entre los IP ($F_{5,32}=15,68$, $P<0,001$). Un análisis de covarianza, el cual considera a los días después del 1 de enero como la covariable, explica una proporción más grande la variación ($r^2=0,82$) ($F_{6,31}=22,8$, $P<0,0001$). Muchos otros factores que no fueron controlados podrían ser responsables de la variabilidad restante, como ha sido observado en otros estudios de poblaciones de crocodílicos (Woodward y Marion 1978, Wood *et al.* 1985, Hutton y Woolhouse 1989, Da Silveira *et al.* 1997). Las diferencias en visibilidad entre algunos sectores podrían haber introducido sesgos entre los resultados. En Caño de Agua Norte las orillas del río están cubiertas con hierbas y arbustos que permiten a muchos caimanes ocultarse y escapar a la detección durante los conteos nocturnos. En contraste, en Caño de Agua Sur y otras secciones del río aguas abajo, las orillas del río están prácticamente desprovistas de este tipo de vegetación.

El tamaño poblacional mínimo para los caimanes en el SRC se estimó en 540 individuos (Tabla 4-2). Esta es una estimación conservadora, que está basada en IP que estuvieron por debajo de los máximos estimados para cada localidad. Si los valores máximos fueran usados para estimar el tamaño poblacional, éste se ubicaría en 664 individuos, un incremento de 23%.

Por otra parte, los índices de abundancia relativa usualmente subestiman el verdadero tamaño poblacional (Hutton y Woolhouse 1989). Una fracción de la población generalmente permanece sin ser detectada y la relación entre el IP y la verdadera población es difícil de establecer. Estudios realizados con cocodrilos marcados en Zimbabwe, por ejemplo, indicaron que incluso en condiciones óptimas, más del 37% de la población conocida

permaneció sin ser detectada, y la proporción de la verdadera población que es observada durante los conteos nocturnos varió entre 0,1 y 0,63 (Hutton y Woolhouse 1989).

Tabla 4-2. Número estimado de caimanes (no crías) en secciones del Sistema del Río Cojedes, Venezuela.

Sección de río	Longitud (km)	Densidad (ind/km)	Número estimado
Cojedes Norte	7,0	1,96	14
Toma Cojedes-Retajao	14,5	0,59 ¹	9
Retajao-La Doncella	16,0	2,20 ²	35
La Doncella-Puente Nuevo	16,0	4,39	70
El Amparo-Camoruco ³	13,0	---	--
Camoruco-La Batea	6,7	6,40	43
La Batea-Merecure	5,2	7,26	38
Merecure-Caño Amarillo	8,4	4,88	41
Caño Amarillo-Sucre	39,5	2,74 ²	111
Sucre	11,6	0,59	7
Caño Amarillo	20,7	3,16 ²	65
Caño Culebra	12,8	1,43	18
Sarare	8,4	3,10	26
Lower Sarare	15,8	4,00 ²	63
Totales	195,6		540

¹ No fue muestreado. Se le asignó la menor densidad observada (la de Sucre, 0,59 ind/km)

² No fue muestreado. Se le asignó la densidad obtenida al promediar los valores de los sectores inmediatos continuos aguas arriba y aguas abajo.

³ Esta sección de río desapareció casi completamente en 1996, debido al desvío del río en pequeños brazos, después de las inundaciones de ese año.

La sección Toma Cojedes-Retajao, por ejemplo, no fue nunca muestreada, pero seis caimanes fueron observados en Toma Cojedes el 19 de enero de 1993 y, en 1996, una hembra anidó cerca de Retajao. Este segmento del río está cercano a los poblados de San Rafael de Onoto, Apartaderos, Cojeditos y Retajao y, por lo tanto, presumiblemente bajo una fuerte presión humana. Información anecdótica sobre muertes de caimanes en manos de lugareños (Aniello Barbarino y Freddy Rodríguez, com. pers.) apoyan esta presunción.

Estructura poblacional

La población en Cojedes Norte estuvo compuesta fundamentalmente de juveniles (Fig. 4-4a-b). Las diferencias entre las estructuras de tamaños para 1993 y 1997, no fueron estadísticamente significativas (test exacto de Fisher, $P=0,22$). Debido a lo pequeño de la muestra, sólo dos categorías de tamaño (juveniles vs subadultos+adultos) se usaron para estos análisis.

La estructura poblacional de caño de Agua Norte (Guamita-Puente Nuevo) se estimó para 1996 y 1997 (Fig. 4-4c,d). Las diferencias entre ellas no fueron estadísticamente significativas ($\chi^2=3,2$, $P=0,363$, 3 gl). Al igual que en

el Cojedes Norte, los juveniles resultaron el grupo dominante, pero los adultos representaron una fracción importante de la población.

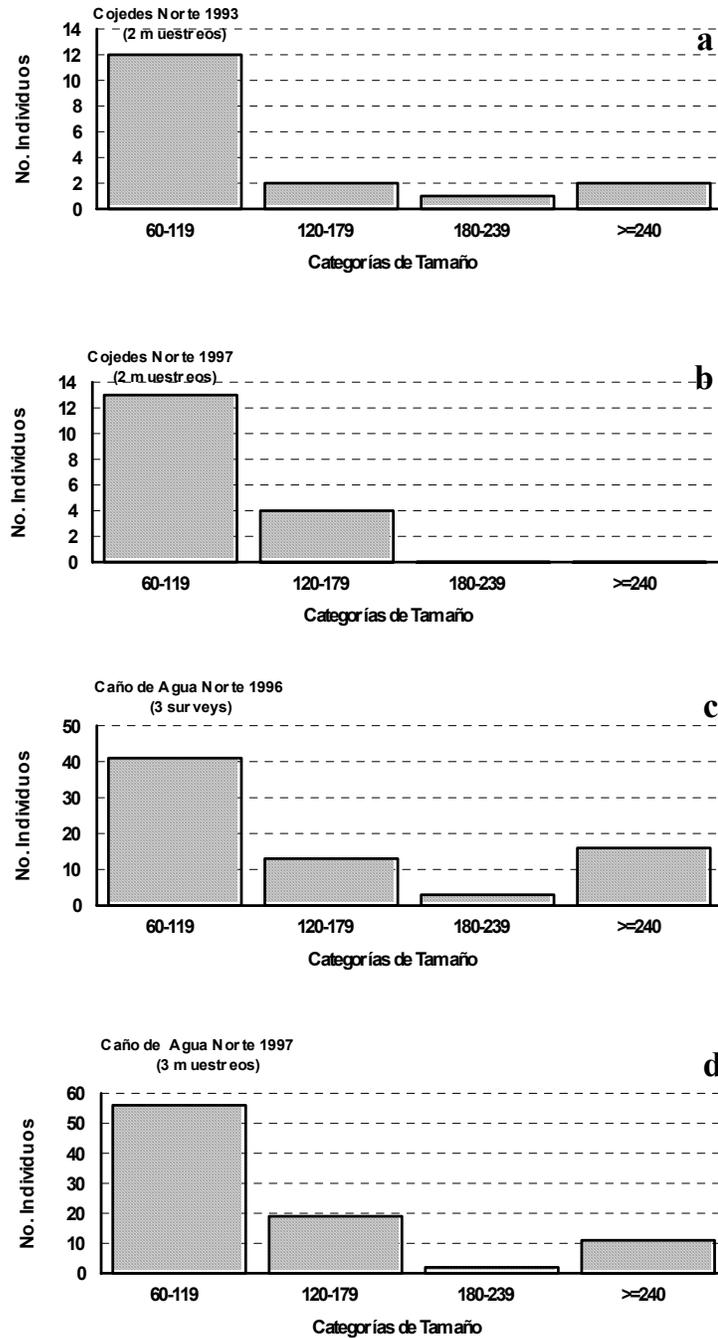


Figura 4-4. Estructura poblacional de caimanes del Orinoco en secciones del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Categorías de tamaño en cm de longitud total.

Las estructuras de tamaños en tres segmentos continuos de caño de Agua Sur (Camoruco-Batea y Batea-Merere) y del propio río Cojedes (Caño Amarillo-Merere) se muestran en la Figura 4-5. El segmento Camoruco-La Batea fue muestreado solamente en 1992 (Fig. 4-5a) y se presenta únicamente con fines comparativos. Los análisis estadísticos se realizaron solamente para las estructura de tamaños de diferentes años

en La Batea-Mercuré, y del mismo año para esta última sección con respecto al segmento Mercuré-Caño Amarillo.

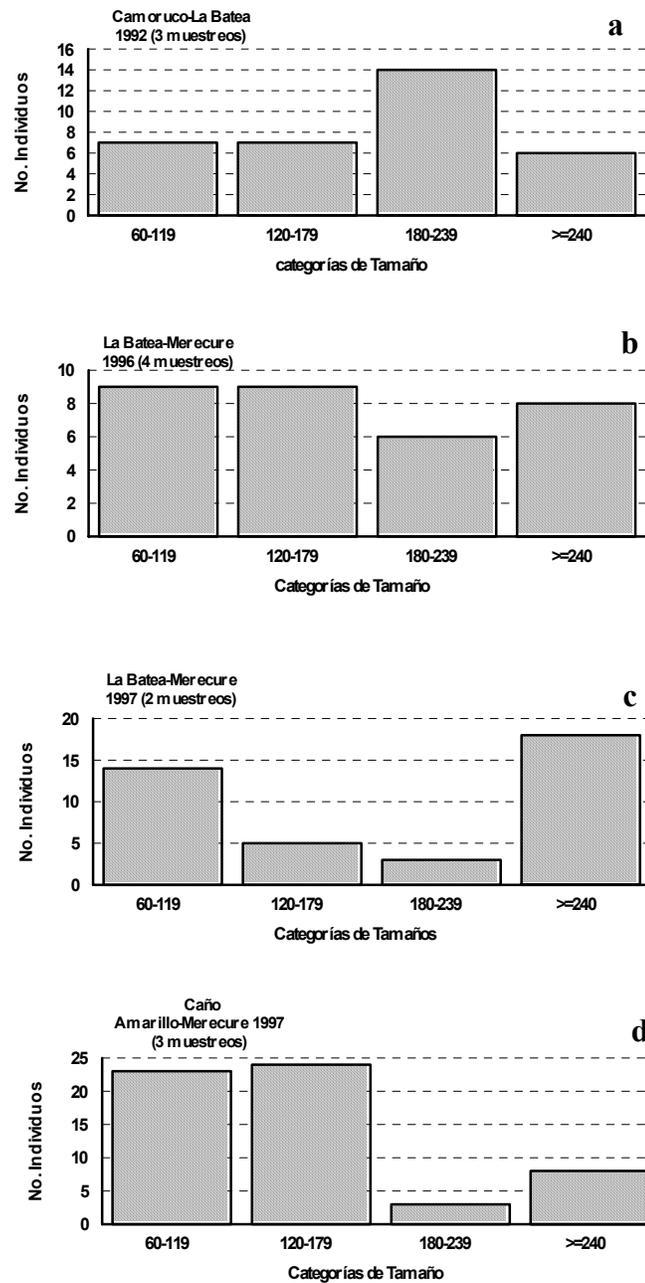


Figura 4-5. Estructura poblacional de caimanes del Orinoco en tres secciones continuas del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Camoruco-La Batea y La Batea-Mercuré están casi completamente dentro de Caño de Agua Sur. Categorías de tamaño en cm de longitud total.

La estructura de tamaños en Caño de Agua Sur, estuvo más equilibrada que las de Caño de Agua Norte y Cojedes Norte, especialmente si se comparan los datos de 1996. Las diferencias en La Batea-Merecure para 1996 y 1997, no fueron estadísticamente significativas ($\chi^2=6,264$; $P=0,099$, 3 gl.).

La población de caimanes en Caño Amarillo-Merecure para 1997 fue dominada por individuos menores de 1,8 m LT (Fig. 4-5d). La comparación entre dicha estructura de tamaños con la del segmento inmediato aguas arribas (La Batea-Merecure), indicó deferencias altamente significativas ($\chi^2= 15,7$; $P=0,001$ 3 gl).

Los tamaños poblacionales para la secciones de Sucre y Caño La Culebra fueron muy pequeños para intentar análisis estadísticos. No se observaron ni crías ni adultos en esos segmentos, lo que parece indicar que allí no ocurre la reproducción de la especie (ver Capítulo 5).

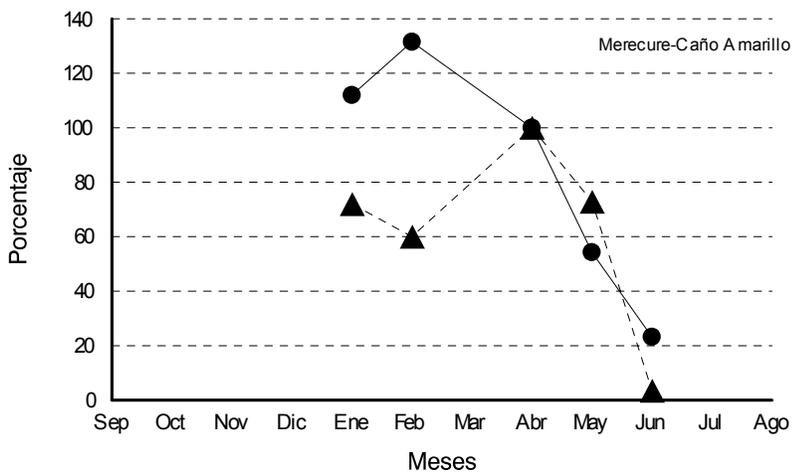
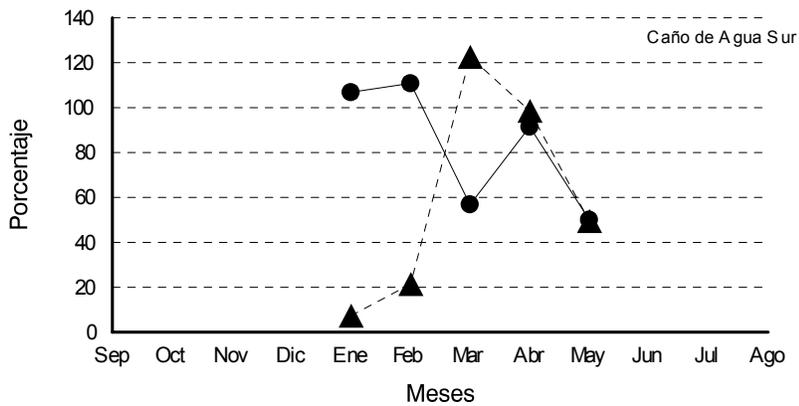
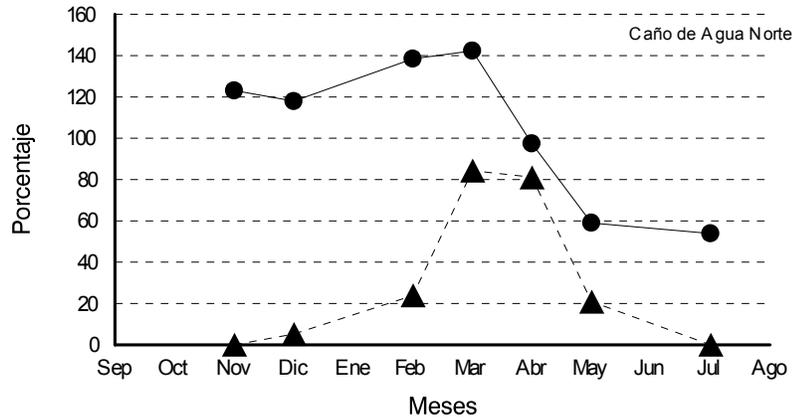
Babas

Contrario a lo que ocurrió con los caimanes, el número de babas vistas incrementó a medida que avanzaba la temporada seca y alcanzó su valor más alto en marzo. El número de babas declinó después de esa fecha, para casi desaparecer del río durante la estación lluviosa (Fig. 4-6). Debido a la presencia temporal de las babas en el río, sólo los datos de la estación seca (enero-abril) se usaron en los análisis.

Hubo diferencia en la abundancia de babas entre localidades. Un análisis que examina los efectos principales de la localidad explicó solamente 43% de la variación en los IP ($F_{5,24}=3,6$; $P=0,0142$). Un análisis de covarianza, que toma a los días después del 1 de enero como la covariable, no explicó una mayor proporción de esa variabilidad ($r^2=0,44$) ($F_{6,23}=3,07$; $P<0,024$). Hubo una tendencia al incremento de la abundancia de babas de norte a sur (Tabla 4-3). El mayor IP alguna vez registrado, en marzo de 1994, corresponde al sector Sucre en el Cojedes Sur, con 69,2 ind/km.

Tabla 4-3. Comparación de índices poblacionales (IP) de babas en diferentes segmentos de río del Sistema del río Cojedes. Medias Mínimas Cuadradas (*Least Square Means*, LSMEANS) son estimados de las medias marginales de las clases (en este caso, segmentos del río) que habrían de esperarse si la estructura de los datos hubiera estado balanceada (SAS 1987). LSMEANS identificadas con la misma letra no resultaron estadísticamente diferentes a un alfa de 0,05.

Sección del Río	N° de Conteos	Densidades (ind/km)		
		Intervalo	LSMEANS	Grupos
Cojedes Norte (CON)	4	5,5-6,9	9,6	A
Caño de Agua Norte (CAN)	8	2,9-14,2	7,5	A
Caño de Agua Sur (CAS)	7	1,5-26,7	15,2	A
Caño Amarillo-Merecure (CAM)	3	10,5-17,5	14,6	AB
Caño Culebra	3	16,9-21,8	16,4	AB
Cojedes Sur (Sucre)	5	17,2-69,2	29,8	B



● Caimanes ▲ Babas

Figura 4-6. Proporción relativa de babas y caimanes observados en distintos segmentos del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. El número promedio de individuos observados cada mes por especie de crocodilido, fue comparado con el promedio visto en abril (tomado como 100%). El mayor número de babas se observó en los meses de marzo y abril, mientras que las cifras de caimanes observados fueron mayores en enero y febrero.

Aguas abajo de Caño de Agua Sur, hubo una disminución en la abundancia de caimanes, mientras que la población de babas tendió a crecer (Fig. 4-7). Aguas arriba de Caño de Agua Sur, el IP de ambas especie declinó. En todas las localidades, la población de babas superó a la de los caimanes hacia el final de la estación seca.

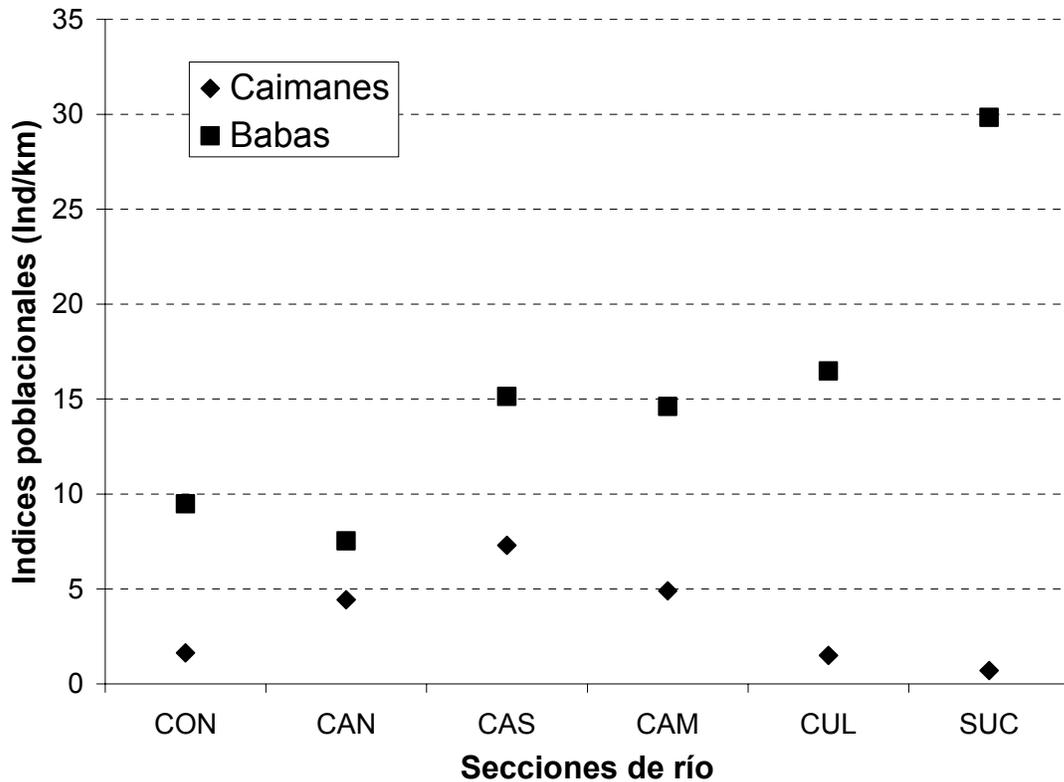


Figura 4-7. Cambios en la abundancia relativa de babas y caimanes en secciones del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Los segmentos se muestran en dirección aguas abajo (de izquierda a derecha). CON, Cojedes Norte; CAN, Caño de Agua Norte; CAS, Caño de Agua Sur; CAM, Caño Amarillo-Merecure; CUL, Caño La Culebra, y SUC, Sucre.

Si la depredación-competencia estuviera jugando un papel en la determinación del estado poblacional de babas y caimanes en el SRC, sería de esperar una correlación negativa entre las densidades de estas especies. Las observaciones anteriores y los análisis estadísticos muestran que esa correlación existe, pero que es débil (Kendall Tau b = -0,33; P=0,348).

La distribución de babas y caimanes a lo largo del río no fue al azar. La probabilidad de encontrar individuos de la misma especie en secuencia, fue mayor que la esperada por azar (Tabla 4-4). Esto significa que babas y caimanes tendieron a estar separados en el río. Este resultado apoya la hipótesis competencia-depredación. Sin embargo, hay explicaciones alternativas para este resultado: Esta aparente segregación puede deberse a que las babas se encuentran sólo temporalmente en el río, durante la estación seca, y tienden a permanecer en las secciones del río más cercanas a préstamos, lagunas, esteros y otros cuerpos de agua temporales o permanentes, donde se concentran a medida que la estación seca progresa (obs. pers.).

Tabla 4-4. Análisis e la distribución de caimanes y babas a lo largo de las secciones de río. "Vecino más cercano" hace referencia al crocodílido que fue observado inmediatamente antes del individuo focal.

Sección muestreada	Especie de individuo focal	Vecino más cercano		X ²	P
		baba	caimán		
Caño de Agua (Puente Nuevo-La Batea). 4-5 marzo de 1992	baba	269	29	40,01	< 0,001
	caimán	26	21		
Caño de Agua (La Batea-Merecure). 25 y 26 de febrero de 1993	baba	10	10	4,93	< 0,026
	caimán	12	40		
Cojedes-Sarare, aguas abajo del Puente Amparo-Santa Cruz. 4 de mayo de 1993	baba	14	5	15,09	< 0,001
	caimán	6	26		
Cojedes. Merecure-Caño Amarillo. 5 de mayo de 1994	baba	123	23	2,72	< 0,099
	caimán	23	9		

Discusión

En el estudio realizado por Godshalk (1978, 1982), el río Cojedes destacó como el lugar con la mejor población del caimán del Orinoco en Venezuela. Esto fue confirmado por Ayarzagüena (1987), quien concluyó que unos 350 caimanes de más de un metro en LT habitaban el SRC, la mayor parte de ellos en el sector denominado como Caño de Agua y en el río Sarare, el tributario más importante del río Cojedes.

El SRC ha sido ampliamente modificado en los últimos 40 años. Nuevos canales o secciones de río han sido creados para satisfacer necesidades humanas o han aparecido de manera "natural" durante las temporadas de inundaciones anuales. Muchos de estos nuevos elementos no aparecen en la cartografía disponible, lo cual fue advertido por el propio Ayarzagüena (1987).

En el presente estudio se muestran datos de secciones de río no estudiadas previamente y, gracias al uso de imágenes de satélite y de GPS, se obtuvieron localizaciones y distancias de muestreo más precisas.

El tamaño verdadero de la población de caimanes en el SRC es difícil de precisar. La metodología usada en este estudio se basa en la suposición de que este se ha mantenido estable desde 1991. Esta presunción no pudo ser contrastada con los datos disponibles. Al menos 540 caimanes (excluyendo crías) se encontraban en el SRC. Esta cifra incluye animales observados en secciones nunca muestreadas por Ayarzagüena (1987). Sin embargo, parte del SRC, particularmente el río Sarare, fue insuficientemente muestreado. Ayarzagüena estimó una población de 150 caimanes mayores de 1,5 m de LT en dicho río. Las diferencias en metodologías empleadas dificultan las comparaciones. Sin embargo, la población parece encontrarse mucho más dispersa que lo sugerido por este autor, quien señaló que la población se concentraba en un segmento de unos 10 km de largo, de Caño de Agua (Ayarzagüena 1987).

Otra importante consideración de tipo metodológico que debe ser tomada en cuenta, es que existen muchos factores que afectan la visibilidad de los caimanes durante los conteos nocturnos. El nivel del agua es el más importante de ellos. La declinación en los IP de juveniles observados a medida que la temporada de sequía avanzaba podría indicar que muchos de estos animales se esconden en huecos localizados a lo largo de los bancos del río, donde no pueden ser detectados. También algunos juveniles, particularmente los más pequeños, podrían morir durante esa etapa, cuando los riesgos de depredación y canibalismo deberían aumentar.

Al igual que se indicó para los juveniles, muchos adultos deben ocultarse en huecos o 'solapas' durante la estación seca. Ellos deberían estar fuera de nuevo, particularmente las hembras, al comienzo del período de eclosión, a mediados de abril como lo indica la figura 4-3. Cuando los niveles del agua son altos, como ocurre durante la estación lluviosa y comienzos de la estación seca, las solapas deberían estar llenas de agua y los caimanes fuera de ellas.

Las diferencias en visibilidad de los caimanes en relación con los niveles del agua del río, tiene implicaciones importantes para el monitoreo del estado poblacional. El mejor período para conducir los conteos va de noviembre a enero. Durante ese lapso no solamente se observa una mayor fracción de caimanes, sino que, además, el número de babas es bajo, lo cual reduce el tiempo de muestreo y evita la fatiga de los investigadores (Thorbjarnarson y Hernández 1992). Durante esos meses es posible el acceso a diferentes segmentos del río ya que los altos niveles del río facilitan su navegación.

La población de caimanes en el SRC no estuvo uniformemente distribuida. Hubo diferencias entre sectores tanto en abundancia como en estructura de tamaños. Las densidades más altas se detectaron en Caño de Agua Sur, segmento del río que mantiene sus meandros y que está todavía rodeado de bosques. Los resultados en Caño de Agua Sur se ajustan en general a los reportados por Ayarzagüena (1987). La densidad de caimanes decreció aguas arriba en Caño de Agua Norte y Cojedes Norte, lugares que han sido altamente impactadas por la deforestación, la canalización y la contaminación (ver Capítulo 3).

Los resultados para los segmentos de Sucre y Caño La Culebra representan los primeros reportados para la especie. En esos segmentos del río el tamaño poblacional *C. intermedius* es extremadamente pequeño, particularmente en los alrededores de Sucre.

Si las localidades de Sucre y caño La Culebra no son tomadas en consideración, las densidades de caimanes en el SRC son altas (de 2,1 a 7,4 ind/km) comparadas con las reportadas para la misma especie por Thorbjarnarson y Hernández (1992) en el río Tucupido (antes de ser represado) y el río Capanaparo (1,94 y 1,64 ind/km, respectivamente). Estas cifras contrastantes son paradójicas, ya que comparado con el río Cojedes, el río Capanaparo es un río limpio, alejado de importantes centros poblados y catalogado como buen hábitat para la especie por estos autores. Sin embargo, la depredación de huevos y la captura de neonatos por parte de la gente es un factor negativo de primordial importancia en el Capanaparo (Thorbjarnarson y Hernández 1992), mientras que ese parece ser un factor de importancia marginal en el río Cojedes (Capítulo 5).

En relación con las estructuras de tamaños, hay importantes diferencias entre sectores. En Cojedes Norte y Caño de Agua Norte estuvieron dominadas principalmente por caimanes pequeños (menores de 1,2 m LT), los cuales representaron no menos de 56,2% de los individuos vistos. En contraste, la población de Caño de Agua Sur estuvo fundamentalmente compuesta por sub-adultos y adultos (>1,8 m LT). El segmento Merecure-Caño Amarillo mostró una estructura poblacional intermedia. Estos contrastes podrían ser parcialmente explicados por diferencias en la calidad del hábitat entre las secciones. Las principales playas de anidación, por ejemplo, se encontraron en el Caño de Agua Sur (ver Capítulo 5). Diferencias en tasas de mortalidad entre individuos de distintas tallas en distintas secciones (ver Capítulo 6) podrían también jugar un papel en este aspecto.

Existe otra alternativa para explicar las diferencias en estructura de tamaños de los caimanes en distintas secciones. Las poblaciones compuestas principalmente de juveniles (Cojedes Norte y Caño de Agua Norte) podrían estar recuperándose de la sobreexplotación, tal como ha sido sugerido para otros crocodílidos (Webb y Messel 1978, Rebêlo y Magnusson 1983). En el caso de CAN, es más factible pensar que los caimanes están simplemente colonizando dicho segmento. La mayor parte de CAN es un canal artificial, que ha estado recibiendo las aguas del río Cojedes desde los años 60 (Pedrañez 1980, Campo y Rodríguez 1997).

Quizás la explicación más plausible es que tanto la abundancia como la estructura poblacional de los caimanes reflejen los impactos de origen humano. Los caimanes grandes son fácilmente detectados y frecuentemente matados por la gente en Cojedes Norte y Caño de Agua Norte. Esas áreas han sido altamente modificadas por las

actividades humanas y los encuentros gente-caimán deben ser relativamente frecuentes. En esas circunstancias, son pocos los caimanes grandes que pueden permanecer en esos sectores y los juveniles, menos conspicuos, tienen más oportunidad de pasar desapercibidos y sobrevivir, aunque en menores densidades que los juveniles en Caño de Agua Sur. En secciones del río más alejadas de las actividades humanas, como en Caño de Agua Sur, los caimanes grandes tienen una mayor probabilidad de sobrevivir y establecerse, constituyendo, de esta manera una fracción mayor de la población.

La hipótesis competencia-depredación no es completamente satisfactoria para explicar el patrón de abundancia relativa de babas y caimanes en el SRC. La correlación negativa (aunque débil) entre los IP de estas especies y su aparente segregación podría ser el resultado de la combinación de dos efectos: (1) a través de la depredación y la competencia, los caimanes mantienen controlada a la población de babas en los lugares donde los caimanes son relativamente abundantes, como por ejemplo en Caño de Agua Sur y (2) debido a que las babas usan el río sólo de manera temporal en la estación seca, moviéndose fuera de éste durante la estación lluviosa, la abundancia de babas en un segmento particular del río dependerá de la calidad y cantidad de hábitat para esta especie que rodea el mencionado segmento. Este tipo de hábitat podría ser relativamente escaso en los segmentos superiores del SRC, donde la topografía no permite inundaciones prolongadas y también porque estas áreas están dedicadas a actividades agrícolas y urbanas, poco beneficiosas para las babas. Hacia el sur, el río está principalmente rodeado de hatos ganaderos, presumiblemente con mayor superficie de cuerpos de aguas temporales y permanentes, lo que podría explicar las altas densidades relativas de babas en esos segmentos del río. Por otra parte, hacia el sur, donde el río es navegable, las muertes intencionales y accidentales de caimanes deben ser más frecuentes, lo que explicaría sus bajas densidades. Esto será analizado en los próximos capítulos.

La presunta relación negativa entre babas y caimanes debería ser analizada por medio de un experimento de remoción. Las babas pueden ser legalmente explotadas en Venezuela. Una remoción controlada de babas podría ser realizada en algunos segmentos de río con alta densidad de caimanes, de manera que existieran lugares con altas densidades y lugares con bajas densidades de babas. El efecto de esta remoción sobre la sobrevivencia y crecimiento de crías y juveniles de caimanes podría ser luego medido. Un proyecto de esta naturaleza sólo podría ser llevado a cabo con el esfuerzo conjunto de los dueños de hatos y el MARN.

A pesar de las imprecisiones antes discutidas, los procedimientos descritos aquí y los índices poblacionales derivados de ellos, representan los primeros intentos de estandarizar una metodología para el estudio de la población de caimanes en el SRC, la más importante conocida para la especie. Este trabajo puede servir de base comparativa para estudios futuros en el área.

CAPÍTULO 5

ESTADO Y ECOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CAIMÁN DEL ORINOCO

Hasta muy recientemente se conocía muy poco sobre la ecología reproductiva del caimán del Orinoco, una de las especies de cocodrilos del mundo menos estudiada. Ayarzagüena (1987) y González-Fernández (1995) reportaron importante información sobre este aspecto para la población de caimanes en el Sistema del río Cojedes (SRC), pero dicha información era muy general o estaba restringida a un pequeño segmento del río Cojedes. Un estudio más completo fue realizado por Thorbjarnarson y Hernández (1993a,b) en el río Capanaparo, en el estado Apure. Dichos estudios aportaron importante información sobre diversos aspectos de la ecología reproductiva de la especie. Las características de ese río, sin embargo, hacen que la extrapolación a otros ríos, particularmente de uno muy modificado por las actividades humanas, como es el caso del río Cojedes, sea inconveniente.

En los últimos 40 años, las actividades humanas han cambiado las características del hábitat para el caimán del Orinoco en el SRC (Capítulo 3). Algunas actividades humanas han modificado la calidad del agua de los ríos, mientras que otras han cambiado incluso sus características físicas, por medio de canalizaciones, desviaciones, dragados y represamiento (Capítulo 2).

¿En que medida han estas modificaciones afectado la reproducción del caimán del Orinoco? Ayarzagüena (1987) sugirió que las canalizaciones y dragados, por ejemplo, causan un impacto negativo sobre los caimanes porque destruyen las playas de anidación. Esto se traduciría en una densidad de nidos menor en secciones canalizadas o dragadas, en comparación con secciones del río no afectadas y donde el río conserva sus meandros. Los objetivos básicos de este capítulo son (1) contestar preguntas básicas sobre la ecología reproductiva de *C. intermedius* en el SRC en referencia a la cronología reproductiva, hábitat de anidación, éxito reproductivo, estado reproductivo, cuidado parental, y (2) discutir la ecología reproductiva de la especie en el contexto de las modificaciones antrópicas del ambiente.

Métodos

Durante la realización de conteos nocturnos y por medio de reconocimientos diurnos, se colectaron datos sobre la ecología reproductiva del caimán del Orinoco en el SRC. La información colectada consistió en: localización de los nidos, textura del sustrato de anidación, cronología de anidación y eclosión y tamaño de la nidada. Un determinado banco del río fue, de manera subjetiva, considerado como área potencial de anidación para *C. intermedius* si poseía las siguientes características: (1) Éste consistía de material ligeramente compactado y, generalmente, con excavaciones realizadas por otros reptiles tales como iguanas (*Iguana iguana*) o tortugas (*Podocnemis unifilis*) especies con requerimientos de anidación similares en términos de textura del sustrato; (2) Los bancos estaban desnudos o sólo parcialmente cubiertos con vegetación; (3) el sitio estaba a más de 1,5 m sobre el nivel del agua, y (4) existían registros previos sobre la utilización de dicho lugar para la anidación de las caimanas. El número de lugares adecuados para la anidación (de acuerdo con los criterios mencionados) en Caño de Agua Norte, Caño de Agua Sur y en las secciones entre Merecure y Caño Amarillo se determinó con fines comparativos.

Se analizó la textura de muestras del sustrato en playas o bancos con nidos, o de bancos considerados como lugares potenciales de anidación. La proporción de limo, arcilla y arena de dichas muestras se determinó siguiendo el método de Bouyoucos (Foth 1978) en los laboratorios de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales 'Ezequiel Zamora' (UNELLEZ), en Guanare, Venezuela.

Los crocodílidos al nacer tienden a permanecer en grupos compactos y bien definidos, o nidadas, durante sus primeras semanas de vida. Durante los recorridos nocturnos, se registró la localización y el número de crías por nidada. Cuando una nidada en particular fue observada en más de una ocasión, el número máximo de crías observadas se tomó su tamaño. La localización y el número de nidadas se usó para estimar el número de hembras adultas en cada una de las secciones muestreadas. Una medida preliminar del éxito reproductivo se obtuvo al comparar el tamaño de las nidadas con el número promedio de huevos por nido. Este último número se calculó combinando los datos de la literatura (Ayarzagüena 1987, González-Fernández 1995) con las observaciones de campo del presente estudio. Debido a la depredación y a la dispersión, el tamaño de las nidadas disminuye con el tiempo. Por esta razón sólo las nidadas localizadas antes del 10 de mayo fueron incluidas en los análisis.

La presencia o ausencia de un caimán adulto en las cercanías de cada nidada fue tomado como una indicación de cuan activo era el cuidado parental. Por medio de tablas de contingencia se analizó si había diferencias en el cuidado parental en secciones de río bajo distintos grados de presión humana.

La cronología reproductiva se basó en los datos de Ayarzagüena (1987), González-Fernández (1995) y las observaciones realizadas durante este estudio sobre fechas de construcción de nidos, estado de desarrollo de los huevos, períodos de eclosión y tamaño y características de las crías.

En 1996 y 1997, la posición de cada nido o nidada se registró con un GPS (Magellan 4000 y 4000xl). Se asumió que cada hembra anida en el mismo sitio año tras año, un comportamiento que está muy bien documentado para muchas especies de crocodílidos (Garrick y Lang 1977, Ogden 1978, Thorbjarnarson y Hernández 1993a). El número mínimo de hembras en un determinado segmento del río fue determinado comparando la posición relativa de nidos y nidadas de 1996 y 1997. El tamaño de la población reproductiva en la totalidad del SRC se estimó con base en el número de hembras antes determinado. En secciones del río no muestreadas, el número de hembras se basó, de manera subjetiva, en las características de dicho segmento (grado de intervención humana en el propio río y sus riberas) y en las densidades de nidos en los segmentos continuos aguas arriba y aguas abajo. El número de machos dominantes se calculó como uno por cada hembra nidificante aislada y hasta un macho por cada cuatro hembras en aquellos segmentos con varias hembras, dependiendo de la proximidad relativa entre ellas. Este último estimado es conservador, si tomamos en cuenta que la proporción de adultos estimada por Thorbjarnarson y Hernández (1993b) es de 1♂:2,2♀.

Resultados

Hábitat de anidación

Tres segmentos de río fueron recorridos para evaluar la presencia de hábitat de anidación potencial (Tabla 5-1). Solamente una sección de Caño de Agua Norte, aguas abajo de Puente Nuevo, se analizó para determinar el número de posibles lugares de anidación (sección Puente-Carama). Allí el río es muy estrecho (8-12 m) y tiene numerosos meandros, a pesar de que ha sido dragado y canalizado varias veces en el pasado. Ambos márgenes del río han sido deforestados y gramíneas y arbustos cubren los bancos hasta la orilla del agua. La mayor parte de este segmento del río (60%) se perdió durante las inundaciones de 1996, cuando su curso cambió y se desvió a través de brazos menores hacia el Caño Camoruco. Aguas arriba de Puente Nuevo, Caño de Agua Norte ha sido dragado y canalizado varias veces en los últimos 20 años, pero en algunos sectores este ha recuperado sus meandros. En estos las características del río son similares a las descritas para el sector Puente-Carama, pero en los segmentos que permanecen canalizados los bancos son muy abruptos y los lugares adecuados para la anidación son escasos.

Tabla 5-1. Número de playas o bancos del río considerados como lugares potenciales para la anidación de *Crocodylus intermedius* en tres segmentos del Sistema del Río Cojedes, Venezuela.

Lugar	Longitud (km)	Número de Playas	Playas por km
Caño de Agua Norte (Puente-Carama)	4,7	16	3,40
Caño de Agua Sur	5,2	20	3,85
Merecure-Caño Amarillo	8,4	9	1,07

Caño de Agua Sur es también un segmento de río muy estrecho (en general menos de 12 m) y con numerosos meandros. Muchos de los bancos del río están cubiertos por bosques y las hierbas son menos frecuentes y, generalmente, no llegan hasta el borde del agua como en Caño de Agua Norte. Grupos dispersos de caramas y ramas de árboles caídos se encuentran a lo largo del río. Las orillas del río están frecuentemente cubiertas por masas densas de mangle (*Alchornea castaneifolia*).

En la parte del río denominada Merecure-Caño Amarillo, el río Cojedes es relativamente ancho (15-20 m) con meandros amplios y orillas cubiertas por relictos boscosos. El mangle (*A. castaneifolia*) es muy común en esta parte del río. La mayor parte de los lugares juzgados como aptos para la anidación se encuentran en los primeros 4 km aguas abajo desde Merecure. En la parte restante de este segmento, aguas abajo, las playas son prácticamente inexistentes, y hierbas y *Heliconia* son abundantes y alcanzan el borde mismo del agua.

En las secciones del río que han sido canalizadas, las orillas que reunían los criterios de buen hábitat de anidación fueron escasas o ausentes. En la parte sur del área de estudio (Sucre y Caño La Culebra), los cuales no han sido modificados directamente por dragados y canalizaciones, los lugares de anidación también son escasos.

A comienzos de febrero de 1997, quince (15) playas de caño de Agua Sur y Merecure-Caño Amarillo fueron examinadas con más detalle para determinar sus usos por iguanas y tortugas. Tres de estas playas poseían nidos de tortuga. La mayor parte de las playas (11) poseían también excavaciones realizadas por iguanas. El número de nidos de tortugas, sin embargo, es seguramente una sub-estimación, si consideramos que es mucho más difícil localizar un nido de tortuga que una excavación hecha por una iguana, las cuales incluso pueden ser localizadas a distancia, sin bajarse del bote. Por otra parte, era todavía muy temprano en la estación reproductiva de *Podocnemis* y muchas tortugas podrían no haber anidado todavía. González-Fernández (1995) encontró nidos de tortugas en 38% de las playas con nidos de *C. intermedius*

En muestreos nocturnos conducidos en la Batea-Merecure, en abril de 1997, se observaron restos de 8 nidos de tortuga. Las tortugas y sus nidos no han sido observadas en los segmentos al norte del área de estudio (Cojedes Norte y Caño de Agua Norte).

En Cojedes Sur, las tortugas fueron vistas asoleándose frecuentemente sobre troncos y ramas de árboles caídos. Ellas deben anidar en el área, aunque una búsqueda activa de nidadas no fue nunca emprendida. Las iguanas son muy raras en esa parte del Río, el cual tiene sus orillas cubiertas por árboles. Esto parece sugerir que las iguanas en el Cojedes Sur están limitadas por escasez de substrato adecuado para la anidación. Dicha escasez también sería una limitante para *C. intermedius*. El hábitat adecuado para la anidación, de iguanas y caimanes, también parece ser escaso en el Caño La Culebra. Aunque las pocas iguanas en dicho sector no pueden ser tomadas como indicadoras de esta escasez, ya que este caño está casi totalmente desprovisto de vegetación arbórea, lo cual sería una limitación mayor para esta especie.

Un método más objetivo para evaluar la calidad de un determinado sector del río como hábitat para la anidación de *C. intermedius* es por medio del análisis de la textura del substrato. Las muestras de suelo de secciones del río al norte (Cojedes Norte y Caño de Agua Norte), mostraron una preponderancia de arena en su composición (65,5-89,5%; Fig. 5-1). En dos muestras de Caño de Agua Sur, cerca de Merecure, la arena representó un promedio de 58,5%. El porcentaje de arena fue algo menor en La Culebra (54,8%) y en las muestras de Sucre, la arena representó el porcentaje más bajo (entre 11,5 y 23,5%).

Aunque la calidad de hábitat para la anidación de *C. intermedius* de gran parte del área de estudio no se evaluó, se evidenció un patrón de decrecimiento en dicha calidad de norte a sur (aguas abajo).

Densidad de nidos

Basado en las comparaciones de la posición de nidos y nidadas de 1996 y 1997, se estimó que había al menos 48 hembras adultas en los sectores muestreados del SRC. Dichas secciones cubren una extensión de 45,7 km de río, con una densidad de 1,03 nidos (o hembras nidificates) por km (Tabla 5-2). Aunque el Cojedes Norte nunca fue recorrido durante el período en que el nacimiento de las crías ocurre (mediados de abril, comienzos de mayo), el tamaño de muchos de los juveniles observados allí, indica que había ocurrido algún éxito reproductivo en años previos. El Cojedes Norte está aislado del resto del área de estudio por una represa que bloquea efectivamente el paso de individuos provenientes de sectores aguas abajo.

Las hembras adultas no estuvieron uniformemente distribuidas a lo largo del área de estudio. En la sección del río entre La Doncella-Guamita sólo se localizaron cuatro nidos (0,73 nidos/km). Este segmento de río está completamente canalizado y sus bancos son muy abruptos. Aguas abajo, entre Guamita y Puente Nuevo, el río ha recuperado parte de sus meandros, la densidad de nidos allí aumento hasta 1,14 nidos/km.

La densidad de nidos más alta (1,7 nidos/km) se encontró en 1996 en un segmento de 4,7 km de Caño de Agua, Aguas abajo de Puente Nuevo. Aproximadamente 60% de esa sección del río se perdió durante las inundaciones de 1996, cuando el curso se desvió por varios brazos pequeños. El destino de las 8 hembras nidificantes en esa sección se desconoce. Dos nidos localizados aguas arriba de Puente Nuevo en 1997, podrían pertenecer a dos de esas hembras.

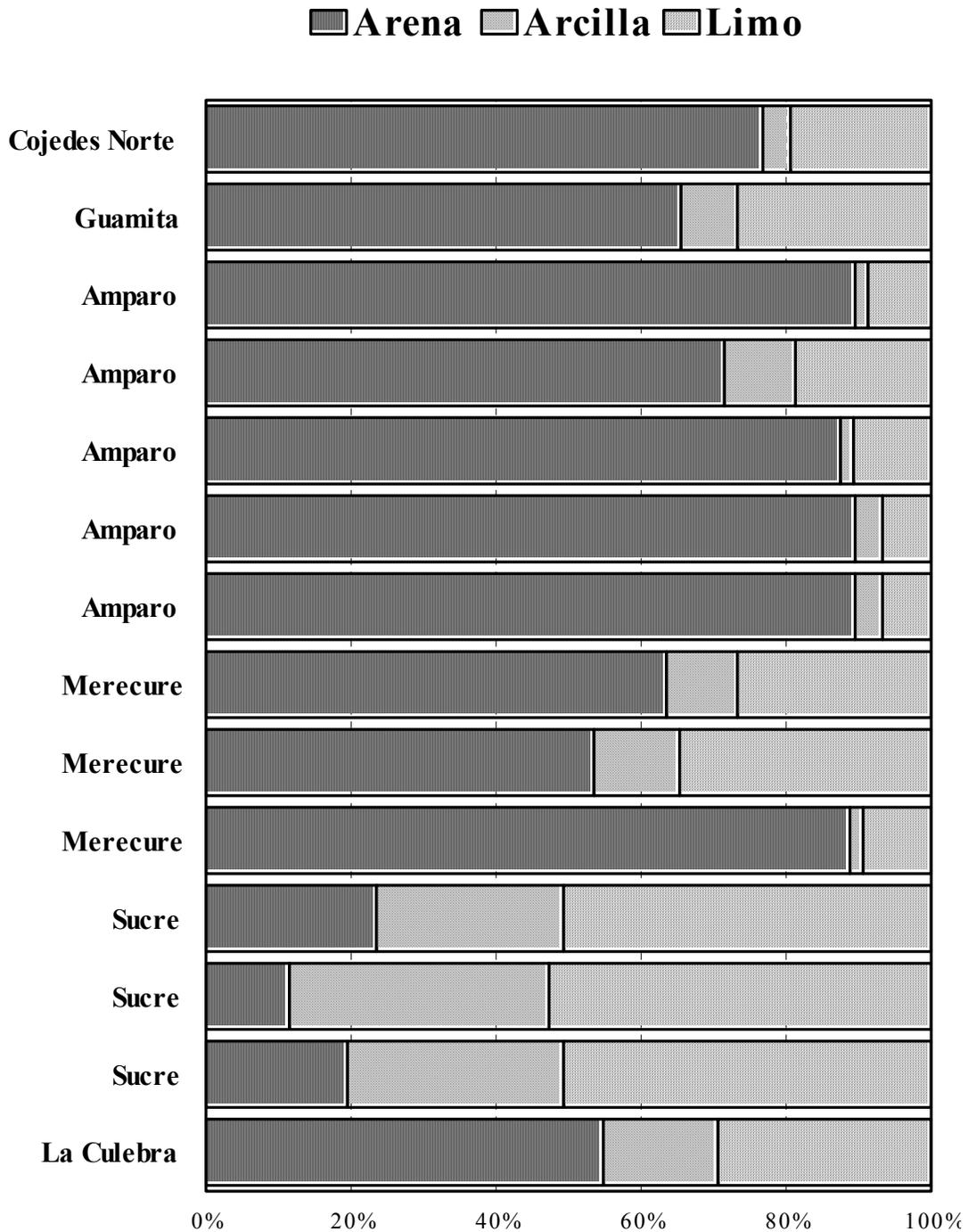


Figura 5-1. Textura de muestras de sustrato colectado en bancos de distintos sectores del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Las localidades están ordenadas de norte a sur (en la dirección de la corriente).

Tabla 5-2. Número de hembras de *Crocodylus intermedius* que anidaron en distintos segmentos del Sistema del Río Cojedes en 1996 y 1997.

Sección del río	Longitud (km)	Hembras nidificantes	Densidad (hembras/km)
Caño de Agua Norte (CAN)			
Retajao ¹	--	1	--
Doncella-Guamita	5,5	4	0,73
Guamita-Puente Nuevo	10,5	12	1,14
Caño de Agua Sur (CAS)			
Puente Nuevo-Carama ²	4,7	8	1,70
Pte Lorenzo-Confluencia	7,6	12	1,58
Merecure-Caño Amarillo (CAM)	9,0	4	0,44
Sarare (SAR)	8,4	7	0,83
Totales	45,7	48	1,03

¹ El nido en Retajao representa una observación casual en un segmento no muestreado. No se usó para el cálculo de densidad.

² La mayor parte de esta sección el río desapareció durante las inundaciones de 1996.

Cuatro km de Caño de Agua Sur, entre la boca del Camoruco y San Lorenzo, no fueron examinados en busca de nidos o crías durante 1996 ó 1997. Tomando en cuenta que las características del río en ese segmento son muy similares a las encontradas aguas abajo, seis hembras adultas adicionales, no listadas en la Tabla 5-2, podrían esperarse en Caño de Agua Sur.

En el muestreo de un segmento del río Sarare (8,4 km de largo) en 1997, se obtuvo una densidad 0,83 nidos/km. El segmento del río aguas abajo de este punto y hasta la confluencia con Caño de Agua no ha sido nunca muestreado.

No se observaron nidos ni nidadas en Sucre o Caño La Culebra. El tamaño de los juveniles observados allí indica que eran mayores de un año, por lo cual podrían provenir de otros sectores del río, probablemente de aguas arriba.

Un análisis detallado de la distribución de los nidos y nidadas revela un patrón de apiñamiento (fig. 5-2), lo que sugiere la presencia de un macho dominante con un grupo de hembras, tal como ha sido reportado para esta especie por Thorbjarnarson y Hernández (1993a).

La depredación de nidos por parte de humanos no parece ser un factor importante que afecte la viabilidad del caimán del Orinoco en el SRC. Un nido podría haber sido saqueado por la gente en el sector Merecure-Caño Amarillo en 1997, pero la evidencia es imprecisa. La gente de Retajao capturó al menos 11 crías de caimanes de una nidada en 1996.

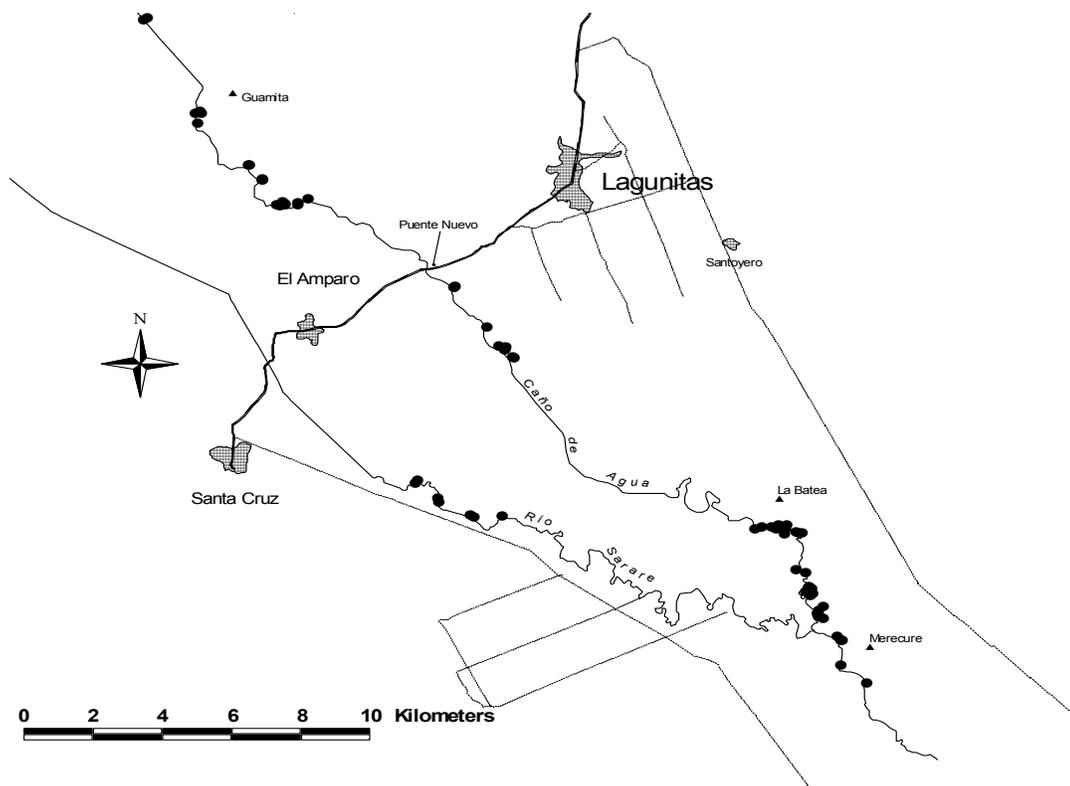


Figura 5-2. Localizaciones con GPS de nidos de *Crocodylus intermedius* observados durante 1996 y 1997 en el Sistema el Río Cojedes, Venezuela. Los nidos se encontraron generalmente en grupos, indicando la presencia de un macho dominante y dos o más hembras.

Población adulta

Se estimó una población de 91 caimanes reproductivamente activos en el SRC, la mayor parte de ellos (63,2%) en Caño de Agua (Tabla 5-3). Esta cifra representa un valor mínimo ya que (1) algunas partes del río fueron pobremente muestreadas, y (2) no todas las hembras adultas anidan cada año.

Cronología de anidación

La localización más temprana de nidada alguna ocurrió el 12 de abril de 1996. Las características morfológicas de las crías (tamaño, abertura del *umbilicus*, presencia del diente de huevo) de 72 nidadas observadas entre 1991 a 1997, indicaron que la mayoría de las eclosiones ocurrieron entre mediados de abril y comienzos de mayo. En cautividad, y sujeto condiciones ideales, el período de incubación dura entre 80-85 días (Ramo *et al.* 1992, Thorbjarnarson y Hernández 1993a, Seijas y González 1994, Lugo 1995), la construcción de los nidos, por lo tanto, puede empezar tan temprano como comienzos de enero. La mayor parte de la anidación, sin embargo, debe ocurrir hacia finales de enero y comienzos de febrero. El nido más tempranero examinado durante el presente estudio, el 5 de febrero de 1997, y aquellos encontrados por Ayarzagüena (1987), apoyan esta conclusión.

Tabla 5-3. Población reproductiva de caimán del Orinoco en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Se consideró que existe un macho dominante por cada hembra anidando relativamente aislada de otras hembras, o por cada grupo de hembras anidando en cercana proximidad.

Localidad	Longitud (km)	Número de hembras	Número de machos dominantes	Total
Cojedes Norte (CON)	7	2 ^a	1	3
Caño de Agua Norte (CAN)				
Toma Cojedes-La Doncella	25,5	1	1	2
Doncella-Guamita	5,5	4	1	5
Guamita-Puente Nuevo	10,5	12	4	16
Caño de Agua Sur (CAS)				
Puente Nuevo-Carama ^b	4,7	8	3	11
Camoruco-Puente. Lorenzo	3,7	6 ^a	2	8
Puente Lorenzo-Confluencia	7,6	12	4	16
Confluencia-Caño Amarillo	9	4	1	5
Caño Amarillo-Sucre	51	1 ^a	1	2
Caño Amarillo-La Culebra	33,5	1 ^a	1	2
Sarare				
Aguas abajo del puente de El Amparo	8,4	7	2	9
Bajo Sarare	12	8 ^a	3	11
Totales	153	66	25	91

^a No muestreado. Cifra estimada basada en similitud de apariencia con sectores muestreados.

^b La mayor parte de esta sección desapareció por desvío del río durante inundaciones de 1996.

Nidadas y cuidado parental

Con base en 44 nidadas observadas durante el primer mes de la estación de nacimientos (Fig. 5-3), el número promedio de crías por nidada fue de $26,0 \pm 13,9$; menor que el 31 ± 10 reportado por González-Fernández (1995). Al comparar el tamaño de las nidadas entre segmentos de río (Caño de Agua Norte, Caño de Agua Sur+Cojedes, y Sarare), los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis Test; $X=6,2$; $P=0,045$). Esta diferencia es el resultado del mayor número de crías por nidada (35,5) del río Sarare. El tamaño promedio de las nidadas en Caño de Agua Norte y Caño de Agua Sur+Cojedes fue muy similar (24,0 y 22,1).

De acuerdo con datos de este estudio y a la información recopilada por Ayarzagüena (1987) y González-Fernández (1995) el número de huevos por nido en el SRC es de $38,2 \pm 11,0$ (n=12), el cual está por debajo del intervalo típico (40-70) señalado por esta especie por Thorbjarnarson (1992). El tamaño promedio de las nidadas

de crías (26,0 individuos) representa el 68% del número promedio de huevos por nido. Esta cifra podría ser tomada como una medida preliminar del éxito de eclosión. Un sesgo en este método es que aquellos nidos que no producen ninguna cría (y por lo tanto no son detectados) no son incluidos en los cálculos. En todo caso, no hay datos para la especie en este aspecto que permitan comparar estos resultados.

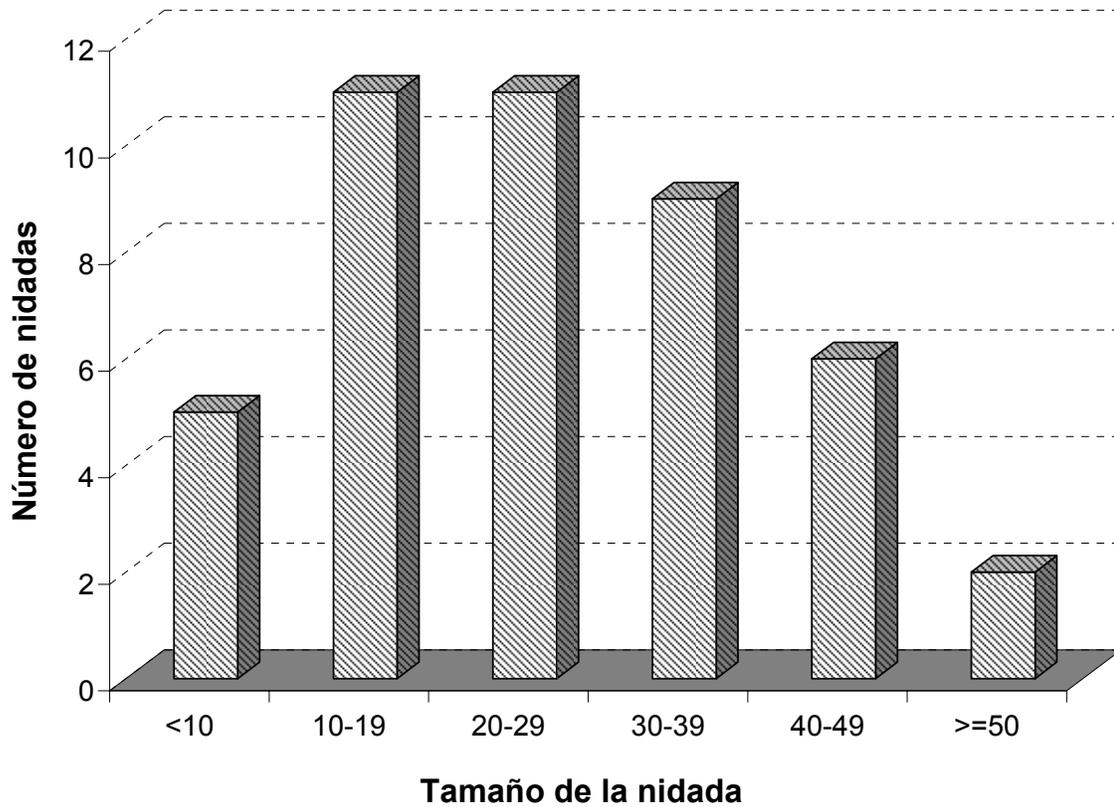


Figura 5-3. Distribución de frecuencia de nidadas de *Crocodylus intermedius* en el Sistema del Río Cojedes de acuerdo al número de individuos presentes en cada nidada. Las nidadas muy grandes pudieran ser el resultado de la unión de las crías de dos o más hembras.

Hubo una correlación negativa ($r=-0,29$; $P<0,05$) entre el tamaño de la nidada y los días después del inicio de la temporada de eclosión (Fig. 5-4). La explicación más parsimoniosa de este fenómeno es que las nidadas empiezan a disminuir de tamaño debido a la depredación y la dispersión. Otro factor que podría contribuir a esta relación es que en crocodílidos las hembras más grandes, que usualmente ponen más huevos, tienden a poner temprano durante la estación de anidación y son, por lo tanto las primeras en que los huevos eclosionan (Joanen y McNease 1992, Cott 1961, Greer 1975, Thorbjarnarson y Hernández 1993a, Thorbjarnarson 1996).

Para 47,7% de las nidadas localizadas, un caimán adulto, presumiblemente la madre, fue observado en las proximidades. Esta figura es seguramente una subestimación, ya que la perturbación creada por un acercamiento ruidoso con un bote, debe haber provocado que muchas hembras se ocultaran. Comparado con Caño de Agua Norte, Caño de Agua Sur-Merecure-Caño Amarillo, está menos afectado por actividades humanas (Capítulo 4). Una menor atención de los nidos en las áreas bajo presión humana era de esperar. Dicha hipótesis fue soportada por los análisis ($\chi^2=4,48$; $P=0,034$).

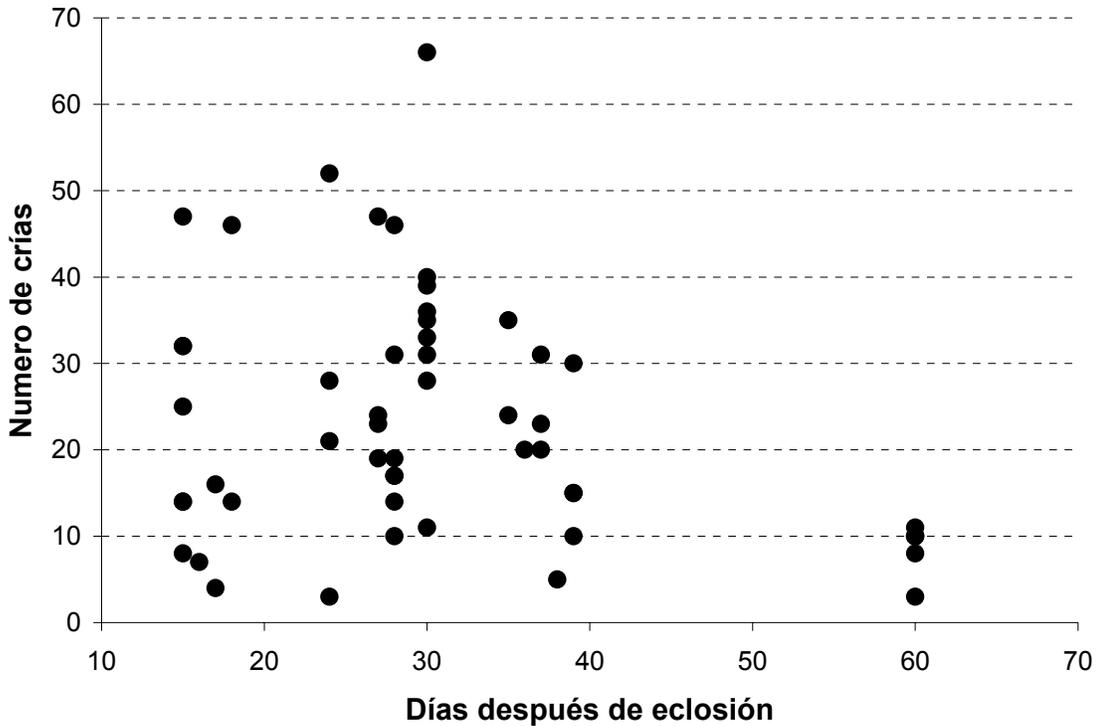


Figura 5-4. Tamaño de la nidada de *Crocodylus intermedius* en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela, en relación con los días transcurridos después de la eclosión. El 12 de abril se tomó como el comienzo de la temporada de eclosiones.

Discusión

Aunque el Caimán del Orinoco es escaso o está extinto en la mayor parte de área de distribución histórica, se encontró en una relativa alta densidad en el SRC. Había al menos 48 hembras adultas en los segmentos muestreados del río, cifra que seguramente representa una subestimación, en vista de que sólo una pequeña parte del SRC fue muestreada adecuadamente.

Muestras tomadas de nidos activos indican que los lugares de anidación están compuestos principalmente de arena (generalmente más de 70%). La escasez o ausencia de lugares de anidación parece ser un factor importante para la determinación de la distribución y abundancia actual de la especie en el SRC. La población reproductiva se concentra en Caño de Agua y en el bajo Sarare, los lugares con, aparentemente, el mejor hábitat de anidación. No hay evidencias de que la especie se reproduzca en el Cojedes Sur (Sucre) y en el Caño La Culebra, áreas con baja calidad de hábitat de anidación. La abundancia de caimanes y la calidad de hábitat de muchos sectores no han sido investigadas, por lo cual estas conclusiones son preliminares.

Globalmente, la densidad de nidos fue la misma que la obtenida por González-Fernández (1995) en parte del área de estudio (1,04 nidos/km). Ayarzagüena (1987), por otra parte, estimó que había 25 hembras anidando en Caño de Agua Sur, el cual es similar al número estimado en este estudio para la misma sección del SRC. La densidad de nidos determinada por Thorbjarnarson y Hernández (1993a) para el río Capanaparo varió entre 0,24 a 0,36 nidos/km.

La densidad de nidos en el sector Merecure-Caño Amarillo (0,44 nidos/km) fue relativamente baja comparada con la de 1,4 nidos/km obtenida para 1994 por González-Fernández (1995). El resultado obtenido por González-Fernández puede haber sido excepcional, ya que el inicio de las lluvias ese año se retardó, produciéndose los menores valores de precipitación para abril-mayo (129,7 mm) para el período 1975-1996 (MARNR 1997).

Comparado con otros años, un pequeño número de nidos (si hubo alguno) debe haberse perdido ese año debido a las inundaciones.

Algunas secciones de río que han sido dragadas de manera repetida en los últimos 20 años, tenían una densidad de nidos relativamente alta. El dragado puede tener un efecto negativo inmediato sobre la anidación del caimán porque destruye las playas (González-Fernández 1995), pero el río parece recuperarse después de algunos años. Una de las densidades de nidos más bajas se obtuvo en La Doncella-Guamita, un segmento que ha sido canalizado. La canalización podría tener un impacto negativo más grande que el dragado, ya que reduce la cantidad de hábitat disponible para la especie y aumenta la velocidad de la corriente, lo cual podría provocar una dispersión inconvenientemente temprana para las crías.

La distribución de los nidos y hembras adultas a lo largo del río, mostró que el caimán del Orinoco en el SRC posee la misma estructura social descrita para esta especie por Thorbjarnarson y Hernández (1993a) en el río Capanaparo, en la cual un macho dominante forma grupos polígamos con dos o más hembras.

La comparación de los datos sobre reproducción del caimán del Orinoco en este estudio, con los disponibles en la literatura (Ayarzagüena 1987, González-Fernández 1995), sugiere que la población reproductiva ha permanecido estable en los últimos 10 años.

Si la contaminación y otros aspectos relacionados a la actividad humana tienen un efecto negativo sobre la viabilidad de los huevos, eso debería reflejarse sobre el tamaño de las nidadas. La modificación de hábitat y la contaminación (ver Capítulo 4), es mayor en Caño de Agua Norte que en Caño de Agua Sur. La alteración de hábitat en el sector muestreado del río Sarare es similar a la encontrada en caño de Agua Norte, pero falta información sobre contaminación. Hubo diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de las nidadas entre localidades, debido al mayor promedio del tamaño de éstas en el río Sarare. Sin embargo, el río Sarare fue insuficientemente muestreado. En vista de que existen numerosos factores que pueden influenciar el tamaño de la nidada, el significado de las diferencias encontradas es difícil de interpretar. Estudios más detallados en este aspecto son necesarios, particularmente sobre los efectos de los contaminantes en la reproducción del caimán.

Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre Caño de Agua Norte y Caño de Agua Sur en lo que fue interpretado como cuidado parental. Dichas diferencias podrían ser consecuencia de la mayor presión humana sobre el primero de estos segmentos de río, similar a como ha sido reportado para *Caiman yacare* por Crawshaw (1987). Otra posible explicación es que las hembras que anidan en Caño de Agua Norte sean nuevas colonizadoras y, probablemente, jóvenes e inexpertas, comparadas con las hembras de Caño de Agua Sur.

La colección o depredación humana sobre huevos y crías no parece ser un factor de importancia que afecte la sobrevivencia de *C. intermedius* en el SRC, al menos en los lugares donde se produce la mayoría de las anidaciones, aun cuando información anecdótica indica que este tipo de intervención humana ocurre de manera esporádica (Obs. pers., González-Fernández 1995). Los asentamientos humanos están generalmente ubicados a varios kilómetros del río, y en el SRC no hay gente explotando los recursos biológicos del río, como ocurre en el río Capanaparo (Thorbjarnarson y Hernández 1992). González-Fernández (1995) reportó que 2 de los 27 (7,4%) nidos analizados por él habían sido destruidos por una draga, pero no reportó pérdida por depredación humana.

La cronología de anidación reportada aquí está de acuerdo con el patrón general descrito para la especie (Medem 1981, 1983; Ramo *et al.* 1992, Thorbjarnarson y Hernández 1993a): La postura de los huevos comienza en los meses de menor precipitación (enero-febrero) y la eclosión tiene lugar al inicio de la temporada de lluvias (finales de abril-comienzos de mayo). La anidación, y consecuentemente la eclosión, ocurre más temprano en las instalaciones de cría de La UNELLEZ, en Guanare, y más tarde en las del Hato Masaguaral, en el estado Guárico, en respuesta a pequeñas diferencias en el régimen de precipitación entre esas localidades (Ramo *et al.* 1992, Thorbjarnarson y Hernández 1993a). Los huevos depositados tarde durante la época de postura corren un mayor riesgo de perderse debido a las inundaciones. El alto éxito reproductivo reportado por González-Fernández (1995) para el segmento Merecure-Caño Amarillo en 1994 puede ser el resultado de un tardío inicio de lluvias ese año.

El impacto que el represamiento, la canalización y la desviación de cursos de agua haya tenido sobre la reproducción del caimán del Orinoco en el SRC, no ha sido todavía evaluado adecuadamente. Varios kilómetros de buen hábitat han sido perdidos por inundaciones y desviación del río en los últimos 10 años. El manejo juicioso del embalse de Las Majaguas y del embalse Las Palmas actualmente en construcción, para evitar crecidas súbitas y pérdida de nidadas, será crucial para la supervivencia de la especie.

CAPÍTULO 6

CONDICIONES FÍSICAS DE LOS CAIMANES

La degradación y modificación de hábitats debido a la intervención humana, puede tener efectos a corto, mediano y largo plazo sobre los organismos vivos. La destrucción incidental de nidos o playas de anidación (González-Fernández 1995) podría tener un efecto menor, pero inmediato, sobre la reproducción del caimán del Orinoco en el Sistema del río Cojedes (SRC). Por otra parte, en una especie de larga longevidad y lento crecimiento como *C. intermedius*, la constante y amplia descarga de contaminantes perturbadores del sistema endocrino, aun en cantidades sub-letales, pueden tomar años para expresar sus efectos negativos sobre la reproducción en términos de tamaño de la nidada, éxito reproductivo, y supervivencia de las crías (Guillette 1995).

El efecto combinado y sinérgico de impactos múltiples de origen antrópico, puede ocasionar profundos cambios en las características ecológicas y en la integridad biológica de los ríos (Karr 1981, Petts y Calow 1996, Winemiller *et al.* 1996) que incluye la modificación en la composición de especies, alteración de los procesos ecológicos (depredación, competencia, flujo de energía, ciclo de nutrientes) y otras (Angermeier y Karr 1996). Algunos de estos cambios pueden tener efectos a mediano plazo en los ecosistemas como un todo o en sus especies en particular. En el caso del SRC, ¿podrían las condiciones físicas de los caimanes ser usadas como indicadores de la degradación del hábitat?. Esta pregunta se analiza en este capítulo, al comparar las características físicas de caimanes de secciones de río con diferentes grados de alteración por actividades humanas.

La respuesta de un organismo a las características de su entorno puede ser medida en diversas formas. La acumulación de grasa, por ejemplo, ha sido considerada como una medida de que tan bien los organismos responden a su ambiente (Taylor 1979, Johnson *et al.* 1985, Beintema 1994, Gerhart *et al.* 1996). La acumulación de grasa se usa generalmente como un indicador de la condición fisiológica, la supervivencia y el estado nutricional general en diferentes grupos de invertebrados. Medidas directas de la cantidad de grasa, sin embargo, son difíciles de obtener en el campo y podrían requerir el sacrificio de los animales. Las medidas indirectas de la gordura de los animales pueden ser obtenidas a través de los índices de condición (Virgl y Messier 1993, Setzler-Hamilton y Cowan 1993, Gerhart *et al.* 1996, Spengler *et al.* 1997). Los índices de condición se pueden derivar a partir de medidas de una variable que responda a la disponibilidad de alimentos para el organismo (generalmente el peso), la cual puede luego ser ajustada por una variable independiente de la escasez de los recursos alimentarios (por ejemplo, la longitud corporal)(Suthers *et al.* 1992). Aunque los índices de condición han sido usados ampliamente en una gran variedad de organismos, rara vez se han sido trabajados en crocodílidos (Taylor 1979, Hutton 1987, Brandt 1991, Ramo *et al.* 1992).

Otra manera de medir la respuesta de un organismo a su ambiente, es a través de su tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento de los crocodílidos es altamente variable, y depende de las condiciones ambientales (Gorzula 1978, Webb *et al.* 1978, 1983, Chabreck y Joanen 1979, Hutton 1987, Jacobsen y Kushlan 1989, Rootes *et al.* 1991, Brandt 1991). En vista de que la abundancia de recursos y algunos otros condicionantes ambientales varían de lugar en lugar, es de esperar diferentes tasas de crecimiento en lugares con distintas características físicas (Jacobsen y Kushlan 1989).

Es bien conocido, por ejemplo, que crocodílidos cautivos, alimentados con una dieta bien balanceada, tienden a crecer más rápido y a acumular más grasa, en comparación con animales silvestres Coulson *et al.* 1973; Joanen y McNease 1979, Montague 1984).

Finalmente, la prevalencia y seriedad de las heridas e infecciones parasíticas podría ser una carga que afecte la supervivencia, el crecimiento y el estado físico general de los individuos. Los animales de áreas con una relativamente alta presión de depredación deberían tener una mayor incidencia de heridas (Webb y Messel 1977) y, presumiblemente, peores condiciones físicas en términos de acumulación de grasas (Taylor 1979) que los animales de áreas sin esa presión. En este capítulo, la tasa de crecimiento y las condiciones físicas de caimanes capturados en lugares del área de estudio con distintas características de hábitat, son analizadas y discutidas.

Métodos

Los caimanes fueron capturados de noche con la mano o con la ayuda de lazos corredizos. Se les tomó las siguientes medidas: Longitud total (LT), desde la punta del hocico a la punta de la cola; longitud cabeza-cuerpo (LCC), desde la punta del hocico hasta el extremo posterior de la cloaca; longitud de la cabeza (LCAB), desde la punta del hocico hasta el borde medio posterior de la plataforma craneal; longitud del hocico (LH), desde la punta del hocico hasta el borde anterior de la órbita ocular; grueso de la cola, (GC), el máximo grosor de la cola inmediatamente después de la cloaca. El GC se tomó en sólo un fracción de los animales capturados en 1997. LT, LCC y GC fueron medidos con una precisión de un mm. LCAB y LH se midieron con una precisión de 0,1 mm. El peso se midió con una precisión de 5 g para individuos menores de 1 kg, con precisión de 50 g para individuos entre 1 y 5 kg, con precisión de 100 g para individuos de 5 kg o más.

Los animales menores a los 600 mm de LCC se sexaron por observación directa del clítoris o el pene, después de doblar a los animales ventralmente y ejerciendo presión lateral en la cloaca con los dedos. Los animales más grandes se sexaron metiendo el dedo meñique dentro de la cloaca, para determinar la presencia o no del pene.

Heridas y Parásitos

Cada caimán capturado se revisó cuidadosamente para detectar la presencia de cicatrices y mutilaciones mayores, lo cual podría indicar la existencia de heridas presentes o pasadas. A cada individuo se le contó el número de filas en la cresta caudal sencilla (CCS) lo cual fue tomado como una medida indirecta del grado de mutilación de la cola. Aunque *C. intermedius* puede llegar a tener hasta 20 filas en la CCS, para los análisis estadísticos, aquellos individuos con 15 o más filas en la CCS se consideraron como animales con la cola completa. La presencia de marcas de *Paratrichosoma*, un parásito que perfora la piel (King y Brazaitis 1971, Ashford y Muller 1978) y la de ectoparásitos (garrapatas y sanguijuelas) fue, asimismo, registrada.

Índices de Condición

Se desarrollaron dos índices de condición (IC) para establecer la gordura relativa de los caimanes. El primero de ellos se basó en la relación entre el peso (P, en gramos) y las medidas lineales de los individuos (LT, LCC, LCAB, LH; todas en mm). El segundo IC se basó en los mismos atributos lineales y el grosor de la cola (GC)

En el primer caso, la relación entre P (variable dependiente) y cualquiera de las medidas lineales (ML), tiene la forma general:

$$(6.1) \quad P = a \cdot ML^b$$

Donde a es una constante cuyo valor depende de las unidades de medida, b es un exponente, generalmente cercano a 3, y ML representa la medida lineal en consideración. Estas ecuaciones son casos particulares de la ecuación general de alometría $Y = a \cdot X^b$ (Le Cren 1951, Jolicoeur 1963, Gould 1966, Dodson 1975), donde X y Y representan las unidades corporales involucradas. Los valores de los parámetros a y b fueron estimados por medio de ajustes a modelos no lineales (PROC NLIN; SAS 1987). La ventaja de usar modelos no lineales para estimar los parámetros, en lugar de modelos de regresión lineal con datos transformados a logaritmos, es discutida por Wilkinson *et al.* (1997). Las fórmulas para el primer tipo de índices de condición (IC₁) tienen la forma:

$$(6.2) \quad IC_1 = a^{-1} \cdot P \cdot ML^{-b}$$

Solamente individuos con cola completa y sin mutilaciones o heridas serias se usaron en los cálculos de a y b. Índices de condición similares han sido usados en crocodílidos (Taylor 1979, Hutton 1987) como indicadores de éxito individual en las condiciones ambientales prevalecientes. El índice de condición usado aquí tiene la ventaja de estar centrado en 1 (Le Cren 1951). Individuos con $IC < 1$ son considerados relativamente flacos, y aquellos con $IC > 1$ son considerados relativamente gordos.

El IC₁ de cada individuo fue calculado y los IC₁ entre localidades fueron comparados estadísticamente. Varios estudios con crocodílidos han mostrado que la tasa de crecimiento o la condición físicas de los individuos se

deteriora durante la estación seca u otras condiciones de estrés (Chabreck y Joanen 1979, Webb *et al.* 1983, Hutton 1987). Esta posibilidad fue estudiada en el presente estudio.

El segundo IC (IC2), que involucra el grosor de la cola (GC) con las medidas lineales de los caimanes, se obtuvo a partir de la relación:

$$(6.3) \quad GC = a \cdot LM^b$$

Los parámetros a y b fueron calculados siguiendo procedimientos idénticos a los ya explicados para IC1. El uso del peso para calcular la gordura relativa de los individuos con mutilaciones severas (falta de alguna extremidad y de gran parte de la cola), puede no ser apropiado. Las ecuaciones para el IC2 tienen la siguiente forma:

$$(6.4) \quad IC2 = a^{-1} \cdot GC \cdot LM^{-b}$$

Esto permite determinar la gordura relativa de los caimanes sin tomar en cuenta su peso. El IC2 se uso para determinar si la presencia de heridas tenía algún efecto en la gordura relativa de los caimanes.

Tasa de Crecimiento

Se determinó la tasa de crecimiento de caimanes juveniles recapturados. Debido a que a muchos individuos les faltaba parte de la cola, la tasa de crecimiento se calculó para la LCC. Se usaron para los cálculos de crecimiento aquellos datos para intervalos de tiempo mayores a los 60 días. Los datos de captura-recaptura fueron ajustados al modelo de crecimiento de von Bertalanffy:

$$(6.5) \quad x = a(1 - be^{-kt})$$

donde x representa la talla predicha al tiempo t. El parámetro a representa el crecimiento asintótico, es decir, el tamaño máximo que alcanza la especie. El parámetro k es una indicación del crecimiento proporcional de los animales (Fabens 1965). La modificación de Fabens del modelo de Von Bertalanffy (Fabens 1965, Chabreck y Joanen 1979, Rootes *et al.* 1991) tiene la forma:

$$(6.6) \quad y = x + (a - x)(1 - e^{-kd})$$

donde y = LCC al momento de la recaptura, x = LCC para el momento de la primera captura, y d = tiempo transcurrido entre las dos capturas. Esta forma del modelo no requiere conocer la edad de los animales capturados, información que generalmente no está disponible. La nueva ecuación fue usada para estimar los parámetros a y k por el método de los mínimos cuadrados con PROC NLIN (SAS 1987). Una vez conocidos a y k, el parámetro b se calculó al resolver la ecuación 6.5 a t=0, es decir, para el momento del nacimiento ($x_{t=0}$). De acuerdo con mis datos, la talla al nacimiento de los caimanes del SRC es de 140 mm en LCC y 280 mm de LT.

Para permitir la comparación de los resultados de este estudio con datos publicados (Ramo *et al.* 1992, Seijas 1993) y no publicados, se calculó además la tasa de crecimiento en términos de la LT. La longitud total de los individuos con parte de la cola mutilada, se calculó a partir de un modelo de regresión obtenido con animales de cola completa.

Resultados

Entre 1992 y 1997, 191 caimanes, mayores de 250 mm de LCC, fueron capturados al menos una vez en el SRC (Tabla 6-1). La mayor parte de la muestra (83,8%) provino de los sectores Caño de Agua Norte (40,3%) y Caño de Agua Sur (43,5%), Fig. 6-1).

Tabla 6-1. Número de caimanes (*Crocodylus intermedius*) capturados en distintos segmentos del Sistema del río Cojedes, Venezuela.

Lugar	1992-93	1996	1997	Total
Cojedes Norte	11	--	12	23
Caño de Agua Norte	1	35	41	77
Caño de Agua Sur-Cojedes	18	21	44	83
Sarare	3	--	--	3
Cojedes (Sucre)	--	2	1	3
Caño Culebra	--	2	--	2
Totales	33	60	98	191

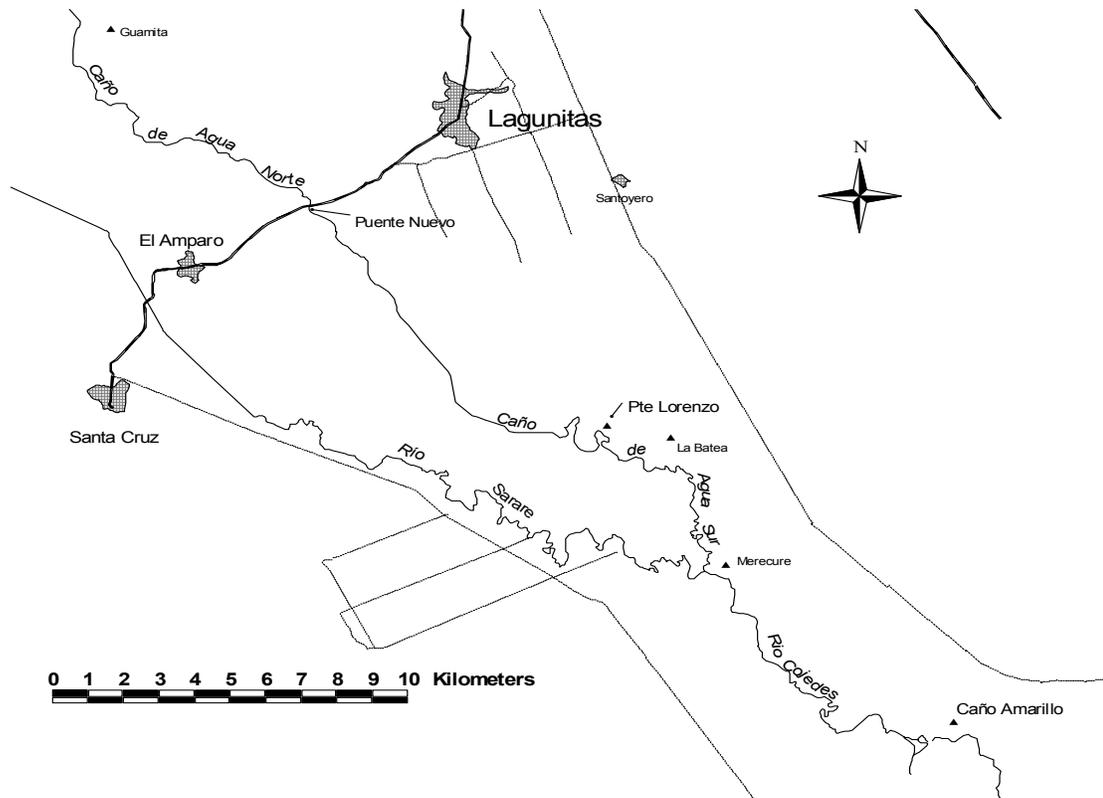


Figura 6-1. Detalle del área de estudio que muestra los puntos de referencia que delimitan las secciones donde la mayor parte de los caimanes fueron capturados.

La mayoría de los individuos capturados estuvieron en talas comprendidas entre 300 y 600 mm de LCC (Fig. 6-2). Para los individuos mayores de 400 mm en LCC, la muestra estuvo sesgada hacia las hembras, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($X^2=1,944$; $P=0,105$).

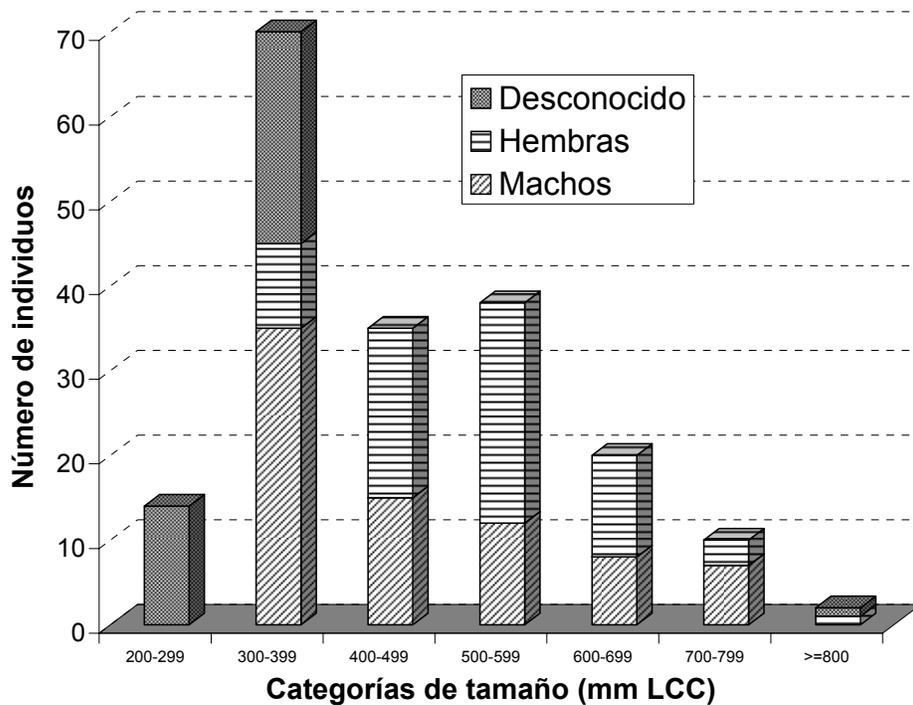


Figura 6-2. Tamaño y sexo de los caimanes del Orinoco capturados en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela.

Índices de condición

Los ajustes a modelos no lineales de diferentes pares de variables morfométricas de los caimanes, indicaron que algunos valores del coeficiente de alometría (b) se alejó del valor que representa crecimiento isométrico, el cual es 1 cuando se relacionan variables lineales, y 3 cuando la variable dependiente es el peso (Tabla 6-2).

Tabla 6-2. Resultados de los análisis de ajuste a modelos no lineales. Se muestran los intervalos de confianza de los parámetros a y b, al 95%. Las cifras marcadas con un asterisco (*) se alejaron del valor esperado si la relación entre las variables involucradas fuera isométrica. X representa la variable independiente y Y la variable dependiente.

Variables		N	a	b	Intervalo de confianza (95%)	
X	Y				Inferior	Superior
P	LCC	114	$1,53 \cdot 10^{-5}$	3,037	2,954	3,119
P	LCAB	114	$1,56 \cdot 10^{-4}$	3,266*	3,152	3,379
P	LH	113	$2,27 \cdot 10^{-3}$	2,982	2,865	3,098
GC	LCC	60	$1,71 \cdot 10^{-1}$	1,141*	1,078	1,202
GC	LCAB	60	$4,51 \cdot 10^{-1}$	1,205*	1,125	1,285
GC	LH	59	1,527	1,048	0,974	1,123

Los coeficientes a y b que aparecen en dicha tabla se usaron para general las ecuaciones de Indices de Condición siguientes:

$$(6.7) \quad IC1_{LCC} = 65175,9 \cdot P \cdot LCC^{-3,037}$$

$$(6.8) \quad IC1_{LCAB} = 6412,8 \cdot P \cdot LCAB^{-3,266}$$

$$(6.9) \quad IC1_{LH} = 441,3 \cdot P \cdot LH^{-2,982}$$

Como era de esperar, estos índices están correlacionados, con la más alta correlación obtenida entre $IC1_{LCAB}$ y $IC1_{LH}$ ($r = 0,88$), y la menor entre $IC1_{LCC}$ y $IC1_{LH}$ ($r = 0,75$). Los gráficos de los IC1 de los caimanes capturados usando las ecuaciones anteriores vs sus longitudes corporales (LCC) se muestra en la Fig. 6-3.

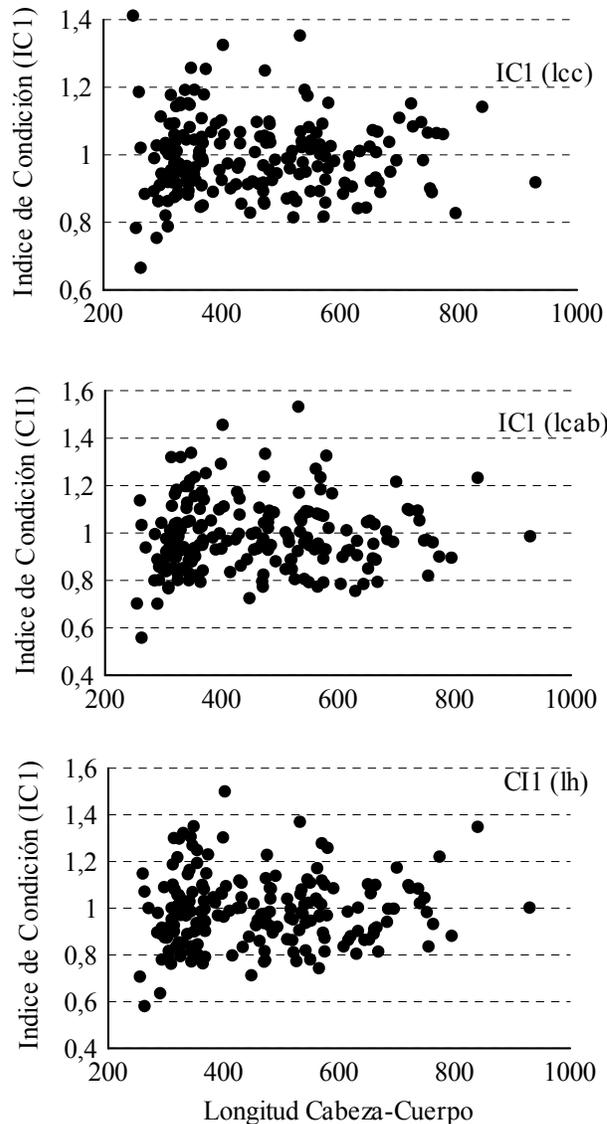


Figura 6-3. Relacion entre los índices de condición y la longitud del hocico (en mm) de caimanes del Orinoco capturados en el Sistema el Rio Cojedes.

Aunque cualquiera de las ecuaciones anteriores puede servir para calcular los IC1, solamente la última de ellas (6.9) se usó para los análisis estadísticos. Se prefirió esa ecuación en vista de que al relacionar todas las variables morfométricas, la relación P y LH resultó la más cercana a la perfecta isometría, como lo indica su coeficiente muy cercano a 3. El significado de un exponente igual a 3, es que la proporción relativa entre el peso (P) y la longitud del hocico (LH) no cambia con el crecimiento de los animales. Bajo esas condiciones, el índice de condición es realmente independiente del tamaño (Le Cren 1951).

Para el primer grupo de análisis, sólo consideraron individuos sin heridas severas. Los IC1 de los caimanes tendieron a declinar a medida que avanzaba la sequía ($r=-0,411$; $P<0,0001$)(Fig. 6-4) . Como el impacto de las actividades humanas es más evidente hacia el norte, la contaminación debido a efluentes de aguas servidas provenientes de centros urbanos, industriales y agrícolas decrece de norte a sur (aguas abajo) (Capítulo 3). Por esta razón, se esperaba que el IC1 de los individuos de localidades más contaminadas al norte, tuvieran índices de condición menores, es decir fueran más flacos que los caimanes de secciones del río aguas abajo. Esta hipótesis se contrastó por medio de un análisis de covarianza, tomando a los días dentro de la estación seca como la covariable. El resultado de este análisis, para los animales capturados en 1997, indica que, en efecto, había diferencias en el IC1 de caimanes provenientes de distintos sectores del SRC. Inesperadamente, sin embargo, los caimanes de Cojedes Norte, la sección más contaminada y eutroficada de toda el área de estudio (Capítulo 3) mostraron el IC1 más alto (Tabla 6-3).

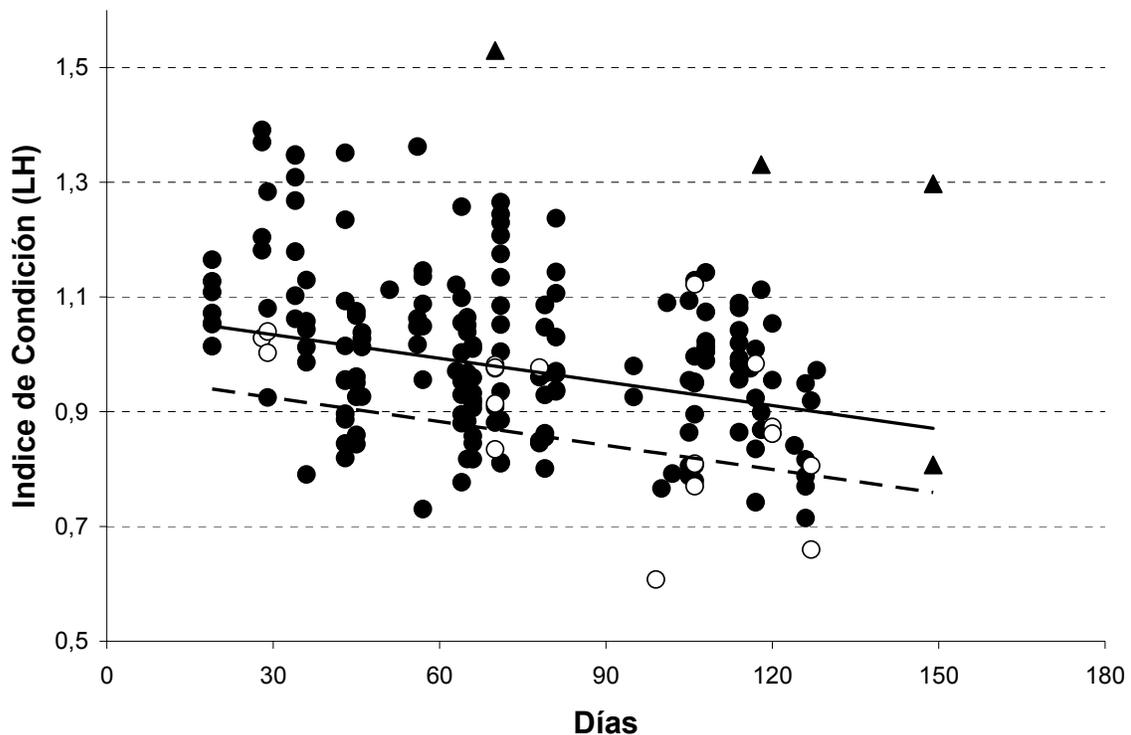


Figura 6-4. Variación en el tiempo del índice de condición de caimanes juveniles capturados en el Sistema del Río Cojedes. El primero de enero fue tomado como día cero, cuando la temporada seca comienza a acentuarse. Los triángulos representan valores extremos que fueron excluidos de los análisis. Los círculos representan individuos con heridas. La línea de tendencia interrumpida es de los individuos con heridas.

Tabla 6-3. Comparación de los índices de condición (IC1) de caimanes provenientes de tres secciones de río en el Sistema del río Cojedes, Venezuela. Las Medias Mínimas Cuadradas (Lsmeans) son estimadores de las medias marginales (en este caso, secciones de río) que habría de esperar si el diseño hubiera estado balanceado (SAS 1987). LS Means señaladas con la misma letra, no fueron estadísticamente diferentes al $\alpha=0,05$.

Sección del Río	N	Mínimos cuadrados		Grupos
		Medias	EE	
Cojedes Norte	11	1,2506	0,0447	A
Caño de Agua Norte	37	0,9893	0,0217	B
Caño de Agua Sur	26	0,9808	0,0253	B

Una separación menos acentuada, pero aún estadísticamente significativa, se obtuvo al realizar el análisis con toda la muestra, que incluyó adicionalmente datos para los años de 1992, 1993 y 1996 ($F=11,128$; $P<0,0001$). No hubo diferencias en el IC1 de los caimanes en relación con el sexo (t-test, $P=0,64$; $n=121$).

Heridas y Parásitos

Sesenta y cuatro de los caimanes capturados mostraron heridas (33,5%). Los individuos con heridas no estuvieron distribuidos uniformemente entre las muestras de las distintas localidades. La mayor parte de los caimanes heridos (89,1%) provino de Caño de Agua Sur o secciones del río aguas abajo del mismo. Los caimanes capturados en las secciones al norte de área de estudio (Cojedes Norte y Caño de Agua Norte) mostraron una baja incidencia de heridas (3%), comparado con los caimanes de Caño de Agua Sur y las secciones del río continuas con éste (Merecure-Caño Amarillo) donde el 62,6% de los caimanes capturados presentaron heridas. Las diferencias fueron altamente significativas ($X^2= 89,8$; $P<0,0001$).

Las diferencias en la tasa de heridas entre las localidades, pudieran ser consecuencia de la ausencia o escasez de grandes peces depredadores en las secciones norteñas del área de estudio. En apoyo de esta hipótesis está el hecho de que en una muestra de peces de Caño de Agua Norte (Capítulo 7), sólo el 0,3% de ellos pertenecían a una especie de caribe (*Serrasalmus irritans*). En una muestra similar tomada en Caño de Agua Sur, tres especies de caribe (*Pygocentrus caribe*, *S. irritans* y *S. rhombeus*) representaron 4% de la muestra ($X^2 = 23,5$; $P < 0,0001$). Otro pez depredador, la guabina (*Hoplias malabaricus*) resultó un poco más abundante en Caño de Agua Sur (2,1%) que en Caño de Agua Norte (1,9%), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Al combinar todos estos peces depredadores relativamente grandes, se obtiene que su abundancia relativa fue mayor en Caño de Agua Sur que en Caño de Agua Norte ($X^2=11,43$; $P<0,001$). Este asunto será tratado con más detalle en el Capítulo 7.

Entre los caimanes heridos, a 14 (21,9%) les faltaba alguna extremidad; tres (4,7%) tenían la mandíbula rota o desalineada, 20 (31,3%) poseían cicatrices en el cuerpo, y 14 (21,9%) habían perdido dedos. Algunos individuos presentaron más de un tipo de herida. La herida más frecuente, sin embargo, estuvo representada por pérdida de una porción de la cola (70,5%). Este hecho se aprecia mejor al contar el número de filas en la cresta caudal sencilla (CCS), como se muestra en la Figura 6-5.

Tres de los siete individuos capturados con heridas aún sangrantes, fueron inicialmente observados, justo antes del intento de captura, fuera del agua. Esta proporción de individuos fuera del agua es mayor que la esperada por azar (Prueba exacta de Fisher Test; $P<0,0001$), si tomamos en consideración que los datos para 23 conteos nocturnos, que comprenden la observación de 687 caimanes, sólo uno fue observado fuera del agua. El IC1 medio de los caimanes con heridas recientes fue $0,8801 \pm 0,1594$ y varios de ellos lucían flacos, de acuerdo con las notas de campo. Debido a que algunos de ellos presentaban mutilaciones que podían afectar sus pesos, no se efectuaron comparaciones estadísticas del IC1.

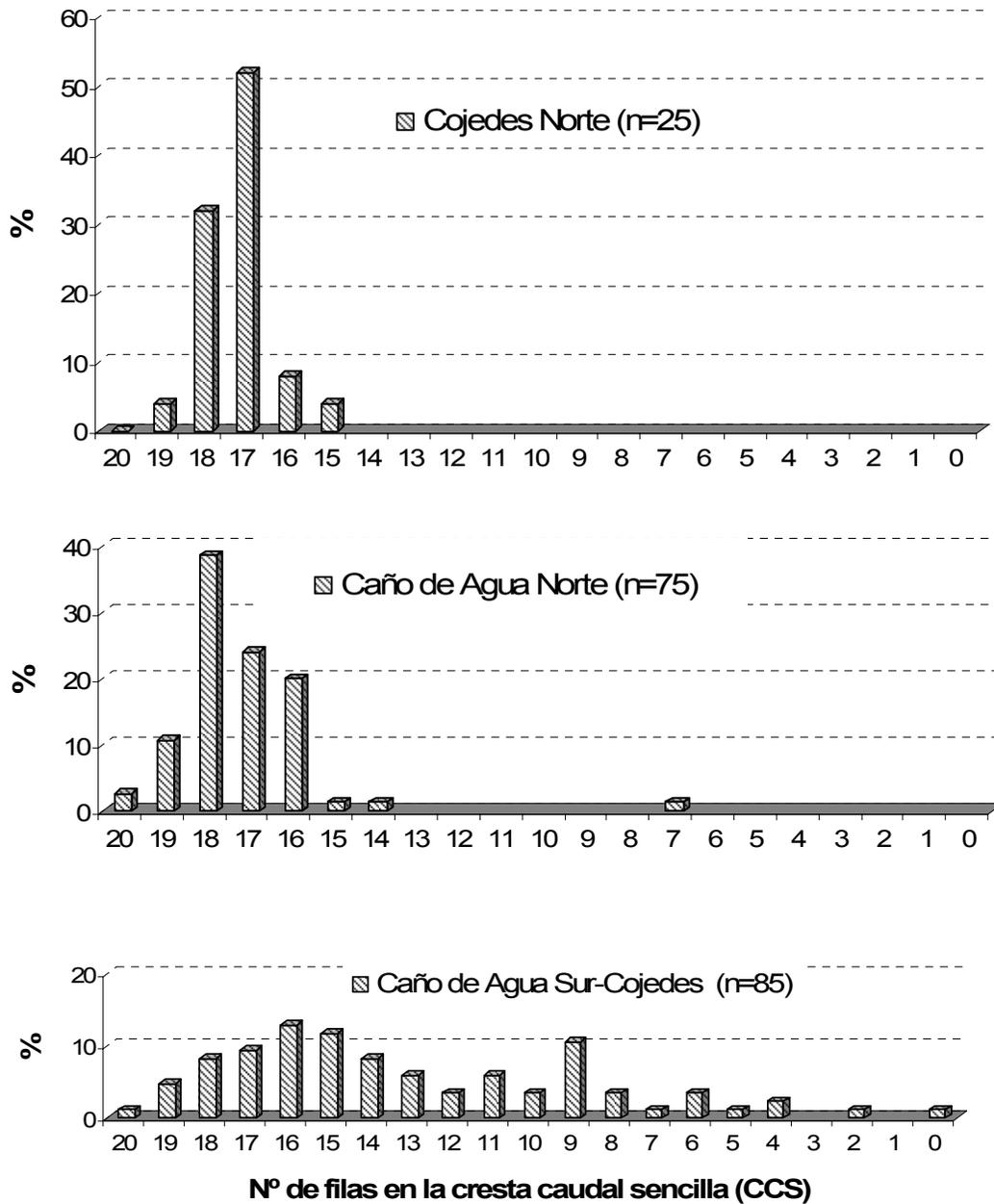


Figura 6-5. Porcentaje de caimanes capturados en el Sistema del Río Cojedes, de acuerdo con el número de filas en la cresta caudal sencilla.

El porcentaje de caimanes con heridas fue 28,0% (7 de 25) entre los individuos de más de 600 mm en LT (Fig. 6-6). Entre individuos inferiores a esa talla, el porcentaje fue 57,1% (40 de 75); diferencias estadísticamente significativas ($X^2=4,98$; $P=0,026$).

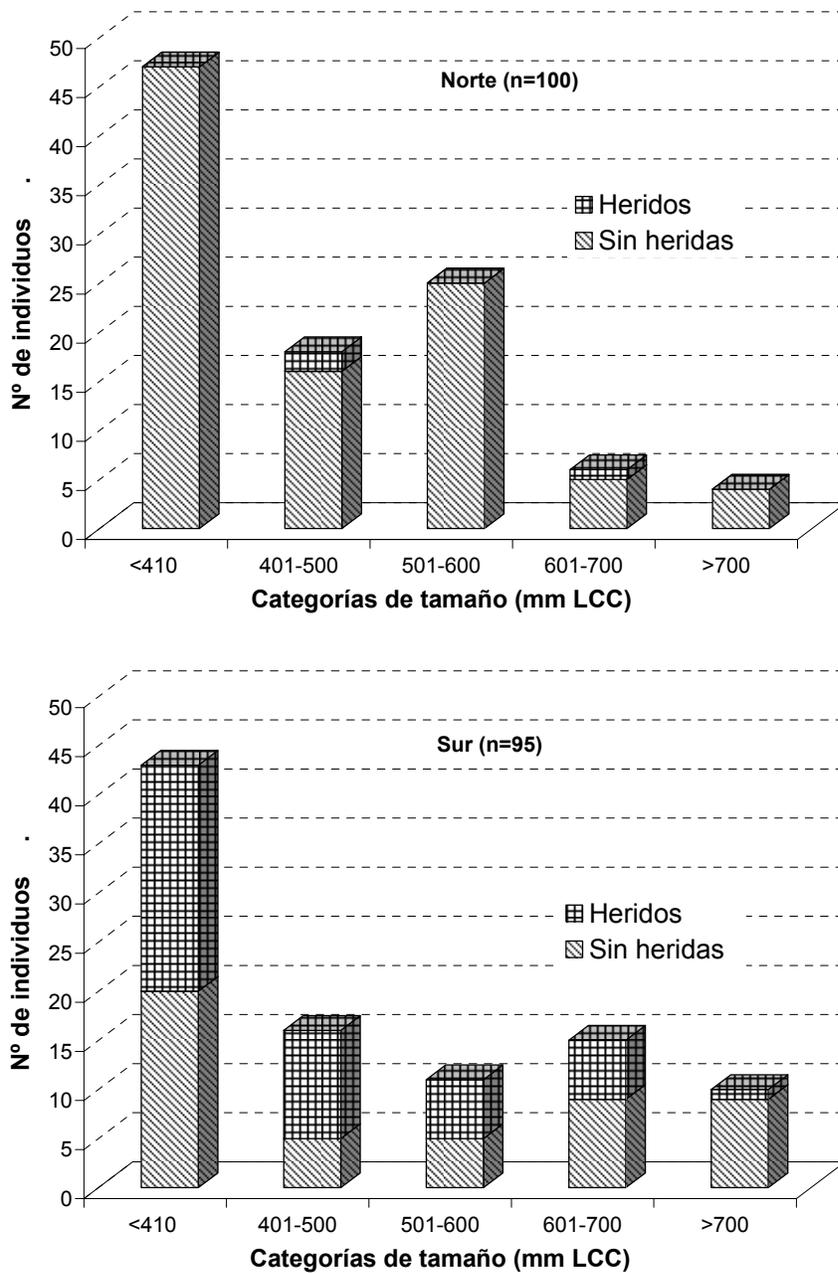


Figura 6-6. Frecuencia de caimanes con o sin heridas en muestra capturada en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Las localidades del norte a Cjoedes Norte y Caño de Agua Norte. Las del sur agrupan a Caño de Agua Sur, Caño Amarillo-Merecure, Sucre y Caño La Culebra.

El grosor de la cola se midió para 79 caimanes. Estos datos se usaron para generar un segundo índice de condición:

$$(6.10) \quad CI_{2_{LT}} = 6,0437217 \cdot GC \cdot LT^{-1,144819}$$

$$(6.11) \quad CI_{2_{LCAb}} = 2,4246205 \cdot GC \cdot LCAB^{-1,221890}$$

$$(6.12) \quad CI_{2_{LH}} = 0,7239825 \cdot GC \cdot LH^{-1,069892}$$

Una vez más, la ecuación que utiliza a la longitud del hocico, fue la del coeficiente más cercano al de perfecta isometría cuando se relacionan dimensiones lineales (en este caso 1).

Usando el IC2, se contrastó la hipótesis (Ho) de que la presencia de heridas no afectaba la gordura relativa de los caimanes. Esta hipótesis no fue rechazada ($t=0,023$; $P=0,982$). No hubo tampoco diferencias significativas cuando se comparó solamente a los animales con heridas severas ($n=12$) con individuos sin heridas ($n=51$) ($t=0,012$; $P=0,99$). De hecho, el animal con el IC2_{SL} más alto tenía la cola severamente mutilada, con sólo 4 CCS. Lamentablemente, siete animales con heridas muy graves fueron capturados antes de que se decidiera tomar la medida GC. Dos de esos animales resultaron ser los más flacos de toda la muestra.

Sólo en cuatro caimanes se observaron marcas en la piel de *Paratrichosoma*. Todos esos animales estuvieron por encima de los 500 mm de LCC. El porcentaje de infección para animales de esa talla ($n=74$) fue de 5,4%. Para animales >600 mm LCC el porcentaje fue algo mayor (3 de 34; 8,8%). Estas cifras están, sin embargo, por debajo del 13,9% reportado para *Crocodylus porosus* de tallas similares (Webb y Messel 1977), y muy bajos comparados con los 82-100% de *C. johnsoni* medianos y grandes (Webb y Manolis 1983). El índice de condición medio para los caimanes con *Paratrichosoma* fue de 1,1292 ($\pm 0,0509$), y aunque la muestra es muy pequeña para sacar conclusiones definitivas, este nemátodo no parece tener un efecto sobre la gordura relativa de los caimanes.

En nueve de los caimanes capturados se observaron sanguijuelas (4,5%), una tasa de infección pequeña comparada con la de 9,7% encontrada en *C. porosus* (Webb y Manolis 1983) o con la de hasta de 100% de algunas poblaciones de crocodílidos de la cuenca amazónica (Magnusson 1985). Ningún caimán fue observado con más de 2 sanguijuelas. Las sanguijuelas estaban pegadas a la lengua (tres casos) o en la región inguinal de las patas. Todos los caimanes infectados con sanguijuelas fueron capturados en Caño de Agua Sur o aguas abajo de esta sección. Al comparar esta tasa de infección con la presentada por caimanes capturados en secciones de río aguas arriba (Cojedes Norte y Caño de Agua Norte) las diferencias resultaron altamente significativas (Prueba Exacta de Fisher, $P=0,0015$). Otros ectoparásitos observados en los caimanes fueron garrapatas, en sólo tres individuos.

Tasa de Crecimiento

Sólo 10 caimanes previamente capturados, fueron recapturados con un intervalo de tiempo entre capturas de más de 60 días. Nueve de ellos eran hembras. Todos ellos provinieron de Caño de Agua Sur o Merecure-Caño Amarillo. El tiempo transcurrido entre capturas varió entre 62 y 1.475 días (algo más de cuatro años)(Tabla 6-4).

Tabla 6-4. Tasa de crecimiento para caimanes recapturados en los segmentos Caño de Agua Sur y Merecure-Caño Amarillo del Sistema del río Cojedes, Venezuela. La tasa de crecimiento se calculó usando la longitud corporal (LCC). Con la excepción del individuo SNFS337, todos los individuos capturados eran hembras. La tasa de crecimiento de los tres primeros individuos listados, corresponde exclusivamente a la estación seca.

Individuo	Talla (LCC en mm)		Tiempo transcurrido (días)	Tasa de crecimiento (mm LCC/mes)
	Inicial	Final		
E668/E669	565	572	62	3,45
E967/E968	335	344	74	3,72
E941/E949	720	723	87	1,05
234114/234115	471	579	280	11,74
234186/234187	470	542	287	7,75
SNFS304	675	737	314	6,00
SNFS381/IIB	366	532	355	14,2
SNFS337	353	390	403	2,79
C	343	652	1447	6,49
D	293	683	1475	8,04

A pesar de lo pequeño de la muestra, los datos fueron ajustados al modelo de crecimiento de von Bertalanffy. La fórmula resultante para predecir el tamaño de los caimanes fue:

$$(6.13) \quad X_{LCC} = 1,1360 (1 - 0,8768e^{-0,1407t})$$

donde x (el tamaño) se expresa en metros y el tiempo en años. Este modelo explica 91% de la variación en la muestra. La curva de crecimiento predicha por el modelo desde crías (0,14 m de LCC) hasta los cinco años, se muestra en la Figura 6-7.

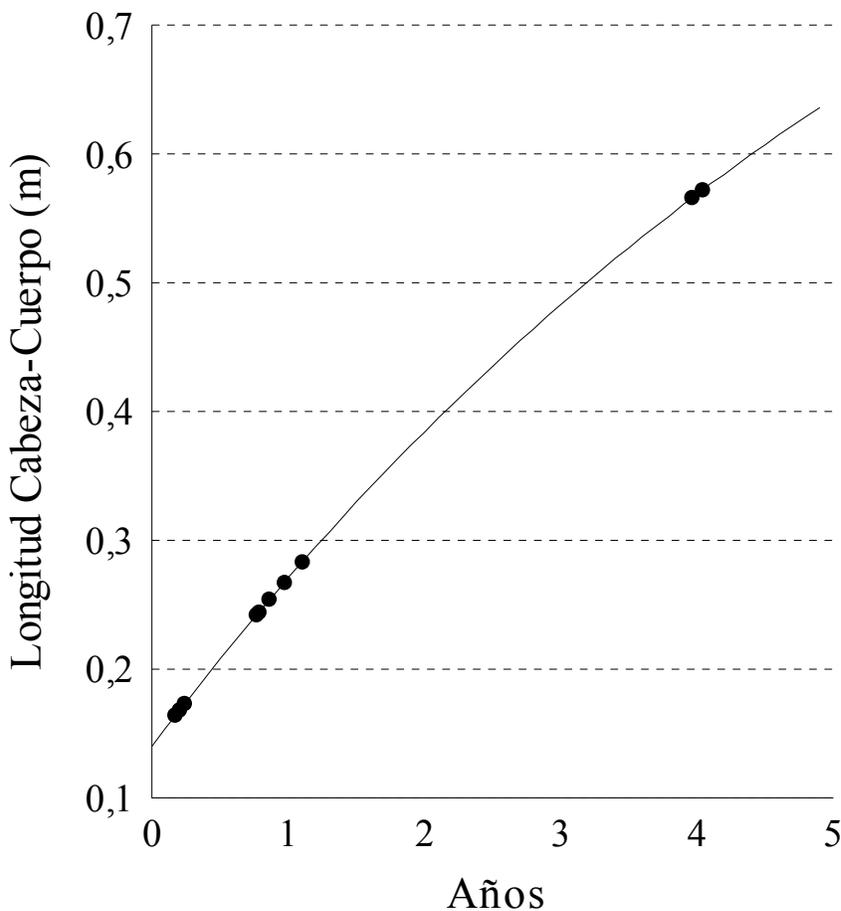


Figura 6-7. Curva de crecimiento de caimanes del Sistema del Río Cojedes, Venezuela, basada en datos de captura-recaptura. Los puntos representan la edad estimada de los individuos usados para generar la curva.

Para determinar la tasa de crecimiento predicha por el modelo usando la LT en vez de la LCC, se calculó la LT de los animales capturados y recapturados usando la ecuación de regresión:

$$(6.14) \quad LT = 44,844 + 1,81909 LCC$$

Sólo hembras con cola completa se usaron en los análisis de regresión para obtener la ecuación 6.14 (n=36, $r^2=0,997$). En modelo de crecimiento resultante, para la LT, fue:

$$(6.15) \quad X_{TL} = 2,1093 (1 - 0,8673e^{-0,1406t})$$

De acuerdo con este modelo, las tallas de caimanes del Orinoco del SRC de 1, 2 y 3 años de edad, estuvieron por debajo de las tallas de caimanes de la misma edad levantados en cautividad. Ellos, además mostraron tasas de crecimiento inferiores a los de caimanes de la costa silvestres (*Crocodylus acutus*), especie muy similar en tamaño, tanto al nacer como máximo alcanzado (Brazaitis 1973) (Tabla 6-5).

Tabla 6-5. Talla esperada de caimanes del Orinoco del Sistema de río Cojedes, comparada con la talla de caimanes cautivos del criadero de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales ‘Ezequiel Zamora’ (UNELLEZ) y con tallas esperadas de caimanes de la costa.

Edad	Río Cojedes		UNELLEZ ¹		<i>C. acutus</i> ²	
	LT (mm)	Tasa crec. (mm/mes)	LT (mm)	Tasa crec. (mm/mes)	LT (mm)	Tasa crec. (mm/mes)
1	520	20,0	620	28,3	604	27,0
2	728	17,5	1111	40,9	846	20,2
3	910	15,0	1461	27,8	1028	15,2

¹ Ramo *et al.* 1992

² Datos del autor sin publicar.

Discusión

No existen datos de crecimiento de caimanes del Orinoco silvestres para comparar con los obtenidos en este estudio. Un caimán levantado en cautividad hasta los dos años (84,5 mm LT), creció a una tasa de 39,7 mm/mes en los primeros 16 meses después de su liberación en el hato El Frío, estado Apure (Ayarzagüena 1984). Los datos de Lugo (1998) de 11 caimanes (680-1295 mm LT) levantados en cautividad y liberados en el Refugio de Fauna del Caño Guaritico, muestran que estos crecieron, entre los 0,41 y 2,0 años después de la liberación, entre 23,2 y 53,7 mm/mes. Tres caimanas liberadas en el Caño Matiyure del hato El Cedral cuando poseían una talla de entre 1.144 a 1.190 mm de LT (Lugo 1998) crecieron a una tasa de entre 38,2 a 38,9 mm/mes en los 3,7 años posteriores a su liberación, aunque estos últimos animales eran alimentados esporádicamente por turistas (Lugo 1998, John Thorbjarnarson com. pers.). En cualquier caso, comparados con datos de crecimiento de los caimanes mencionados, el crecimiento de los caimanes del SRC parece ser muy lento, y claramente muy por debajo del potencial mostrado por la especie. La escasez de datos obliga a tomar estas conclusiones con precaución.

En el SRC ocurren frecuentemente mortandades de peces hacia finales de la estación seca-comienzos de la estación de lluvias (Capítulo 3). Este fenómeno pudiera aportar una efímera superabundancia de alimento para los caimanes, pero, a largo plazo, podría significar una reducción en su disponibilidad. Las consecuencias que estos cambios en la oferta de alimento puedan tener sobre el crecimiento de los caimanes, no puede ser dilucidada con los datos disponibles.

Los caimanes del SRC no dejan de crecer durante la estación seca, pero los escasos datos disponibles indican que el crecimiento es particularmente lento durante ese período (Tabla 6-4). Una disminución en la tasa de crecimiento durante el período de sequía ha sido reportada para otras especies de crocodilidos (Gorzula 1978, Webb *et al.* 1983), lo que indica que es un fenómeno general, en el cual otros factores (comportamiento, genética), además de la escasez temporal de recursos, pudieran jugar un papel.

Lamentablemente, se obtuvieron muy pocos datos sobre crecimiento, y todos ellos del mismo sector del río, por lo cual no fue posible comparar el crecimiento de los animales de segmentos de río sometidos a diferentes grados de intervención humana.

Se podrían mencionar varios factores para explicar los cambios estacionales en el IC (o en la tasa de crecimiento) de los caimanes en condiciones naturales. Debido a que el crecimiento es balance entre ingreso de energía, menos el gasto y costo metabólico, cualquier disminución en la disponibilidad del alimento podría retardar el crecimiento (Jacobsen y Kushlan 1989), impedir la acumulación de grasa e, incluso, provocar una reducción del

peso del animal. Diversos estudios han mostrado que en áreas con una amplia fluctuación de temperaturas entre las estaciones, los crocodílidos dejan de crecer, o crecen a una tasa muy baja, durante la estación fría y pierden peso (Coulson *et al.* 1973, Chabreck y Joanen 1979, Hutton 1987).

La variación de temperatura promedio entre estaciones es muy pequeña en los llanos de Venezuela (generalmente menos de 5°C). La temperatura media del mes más frío en el área de estudio es de 25,7°C. Aunque en la mayor parte de Venezuela los meses más fríos son diciembre y enero, en los llanos los meses más fríos son generalmente julio y septiembre, debido a las altas precipitaciones (MARNR 1995). Los meses más calurosos, por otra parte, son marzo y abril. Consecuentemente, las variaciones en temperatura no parecen ser un factor que permita explicar el decrecimiento del IC (pérdida de peso) de los caimanes en el SRC, particularmente cuando los IC más bajos se obtienen en los meses más calientes.

Reducción de la disponibilidad de comida, es otro factor que podría explicar la declinación del IC de los caimanes durante la estación seca. Sin embargo, la pesca con redes de abertura fina (Capítulo 7) indica que al menos en algunas partes del río existe una diversa y, aparentemente, abundante población de presas potenciales para los caimanes durante la estación seca. Los análisis de contenido estomacal (Capítulo 7) también indican que los caimanes juveniles no dejan de comer durante la estación seca. No existen datos sobre abundancia relativa de peces y consumo de alimento de los caimanes durante la estación de lluvias, lo que dificulta el sacar conclusiones en este aspecto.

Contrario con lo esperado, los caimanes con el más alto IC (los más gordos) se localizaron en el sector más al norte del área de estudio (Cojedes Norte). Este es el sector más contaminado y eutroficado de todos los sectores estudiados (Capítulo 3). En Cojedes Norte, la concentración de oxígeno disuelto en el agua fue baja, y raramente excedió 4,2 mg/l. En esas condiciones, una baja diversidad y abundancia de peces era de esperar. Los caimanes en esa parte del río deben depender fundamentalmente de presas terrestres. Iguanas, ranas y, particularmente, aves playeras (Scolopacidae) son abundantes en esta parte del río (Obserb. pers.). Las aguas relativamente más frías de Cojedes Norte (2-4 °C menos, comparadas con las de secciones aguas abajo del río) podrían también contribuir a explicar las diferencias en el IC de los caimanes entre sectores. Las menores temperaturas harían que el costo metabólico de mantenimiento de los caimanes del Cojedes Norte fuera menor, lo que les permitiría dirigir más energía hacia la acumulación de tejidos, tal como ha sido sugerido en una situación similar para *Alligator mississippiensis* (Brandt 1991). Es necesario realizar nuevos estudios para determinar si las diferencias en IC entre sectores es un fenómeno permanente.

La incidencia de heridas no parece perjudicar la habilidad para capturar alimento de muchos de los caimanes. Sin embargo, es poco probable que caimanes severamente heridos aparezcan en la muestra, ya que ellos deben morir con frecuencia y desaparecer rápidamente de la población. Los caimanes juveniles con heridas abiertas tienden a permanecer fuera del agua o en aguas muy someras durante el proceso de cicatrización, presumiblemente para escapar de los ataques de peces depredadores. El consumo de alimento se debe reducir durante ese tiempo y los caimanes deberían estar más expuestos a depredadores terrestres.

La relativa alta proporción de caimanes heridos en las secciones al sur del área de estudio podría explicarse por la aparente mayor abundancia de peces depredadores, particularmente de grandes caribes (*Pygocentrus caribe*) (Capítulo 7). Una explicación alternativa pudiera ser que las heridas son consecuencia de interacciones con otros caimanes y con babas (*Caiman crocodilus*). Varios estudios han mostrado que la incidencia de heridas en crocodílidos es mayor en aquellas especies que se concentran en grandes densidades (Stanton y Dixon 1975, Webb y Manolis 1983). La densidad de caimanes, y particularmente de babas, fue mayor en las localidades del Sur, las de mayor incidencia de caimanes heridos, que en las localidades del norte (Capítulo 4). Pero las babas ocupan sólo esporádicamente el río, permanecen gran parte del tiempo fuera del agua (al contrario de los caimanes) y tienden a permanecer agrupadas en secciones del río cercanas a lagunas y préstamos (obs. pers.) y parcialmente separadas de los caimanes (Capítulo 4).

Aunque interacciones negativas entre co-específicos han sido reportadas para crocodílidos (Webb *et al.* 1983, Magnusson 1985, Seijas 1996) eso debe ser un evento relativamente raro en un río donde cada caimán observado generalmente se encuentra a 100 o más metros de su vecino más cercano (baba o caimán). La naturaleza de las heridas en muchos de los caimanes (pérdidas de dedos, mutilación de la punta de la cola, heridas redondeadas en el cuerpo) sugiere que estas son provocadas por depredadores relativamente pequeños (comparados con los caimanes). Por lo demás, la alta proporción de animales pequeños con heridas indica que estas son obtenidas a una temprana edad, presumiblemente en su primer año, cuando son más vulnerables a los depredadores.

La tasa de infección de los caimanes con parásitos no parece ser alta comparada con la de crocodilidos en otras partes del mundo (Cott 1961, Smith *et al.* 1976, Webb y Messel 1977, Webb y Manolis 1983, Magnusson 1985). Nemátodos son frecuentemente observados en los estómagos de los caimanes (Capítulo 7) pero el efecto de estos parásitos sobre la salud general de ellos se desconoce.

En resumen, comparados con animales cautivos que han sido liberados al medio silvestre, los caimanes juveniles parecen crecer a tasas relativamente bajas en el SRC. Los caimanes localizados en aguas entre moderada y altamente contaminada y eutroficada, mostraron una mayor gordura relativa que los caimanes de agua relativamente más limpias. La medida en que estos hechos hayan contribuido a producir el patrón actual de distribución y abundancia de caimanes en el SRC, necesita ser investigado en mayor profundidad.

CAPÍTULO 7

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS Y DIETA DE CAIMANES JUVENILES

Introducción

Tal como ha ocurrido en muchos lugares alrededor del mundo, los cambios en el uso de la tierra, en las prácticas de irrigación, y el uso por una cada vez creciente población humana, ha cambiado la cantidad y calidad de las aguas en muchos lugares de Venezuela (Winemiller *et al.* 1996). El Sistema del río Cojedes (SRC) es un claro ejemplo de esta situación. Las cabeceras del SRC están altamente contaminadas debido a las descargas de aguas servidas provenientes de centros urbanos e industriales (Mogollón *et al.* 1987, Campo y Rodríguez 1997). Aunque el río continúa recibiendo descargas de aguas servidas de centros poblados de menor tamaño y de tierras agrícolas, a medida que fluye hacia su desembocadura en el río Portuguesa, se observa un patrón general de recuperación en algunos parámetros de calidad ambiental a lo largo de su curso (ver Capítulo 3).

Numerosos estudios han mostrado que los crocodílidos son depredadores oportunistas con un cambio ontogenético de sus dietas (Cott 1961, Seijas y Ramos 1980, Ayarzagüena 1983, Taylor 1979, Webb *et al.* 1982, Seijas 1996). Consecuentemente, las diferencias en la dieta de crocodílidos que habitan distintas localidades, deben reflejar, fundamentalmente, diferencias en la disponibilidad del alimento. El impacto directo o indirecto que el deterioro del hábitat ha tenido sobre los caimanes o sus recursos alimentarios no ha sido evaluado. En este capítulo, la dieta de caimanes juveniles provenientes de secciones de río con características contrastantes, en términos de impactos de origen antrópico, es analizada y comparada. Se realizó además, una evaluación parcial de la disponibilidad de alimentos y de la integridad biológica del río (*sensu* Karr 1981) usando datos de muestreos de peces. Se discute también, la influencia que los cambios en la disponibilidad de los recursos alimentarios puedan tener sobre el bienestar general de los caimanes.

Descripción de los Sitios de Colecta

Este estudio fue realizado fundamentalmente en los segmentos del río denominados Caño de Agua Norte (CAN) y Caño de Agua Sur (CAS)(Fig. 7-1), aún cuando unos pocos contenidos estomacales del Cojedes Norte también fueron analizados. CAN es un segmento estrecho (8-12 m) del SRC que ha sido canalizado y dragado y sus márgenes han sido deforestados en los últimos 20-30 años. Las gramíneas y los arbustos cubren las orillas del río hasta el borde del agua. Parte de CAN ha recuperado sus meandros. Durante la estación de lluvias de 1996, el extremo inferior de este segmento se ramificó en pequeños brazos en dirección al Caño Camoruco.

CAS es también muy estrecho (en general menos de 12 metros) y es el segmento con más meandros de la totalidad del área de estudio. Sus bancos están, en general, cubiertos de bosques. Grupos de troncos y ramas de árboles caídos (caramas) se encuentran con frecuencia por toda su longitud. Densos matorrales de mangle (*Alchornea castaneifolia*) son, asimismo, frecuentes a lo largo del río.

Debido a que CAN se encuentra más cerca de las contaminadas cabeceras del río y de los poblados de San Rafael de Onoto, Apartaderos, Cojeditos y Retajao, es de esperar que sus aguas estén más contaminadas y eutrofizadas que las de CAS, solamente unos 20 km aguas abajo. Por otra parte, CAN ha sido afectado por otros factores, tales como canalización, dragado y deforestación.

Métodos

Caimanes juveniles (menos de 800 mm en LCC) fueron capturados de noche (entre las 1930 y las 2400) o antes del amanecer (entre las 0300 y las 0600 h). Ellos fueron llevados al campamento para proceder con el lavado estomacal. Los contenidos estomacales se obtuvieron siguiendo el método de bombeo descrito por Fitzgerald (1988). La mayor parte de las muestras se obtuvieron entre 1 a 3 horas después de las capturas, pero algunas fueron colectadas hasta 12 horas después. Luego de extraerle el contenido estomacal, los caimanes fueron liberados en el mismo lugar de captura. Contenidos estomacales de babas (*Caiman crocodilus*) fueron también colectados para realizar análisis comparativos.

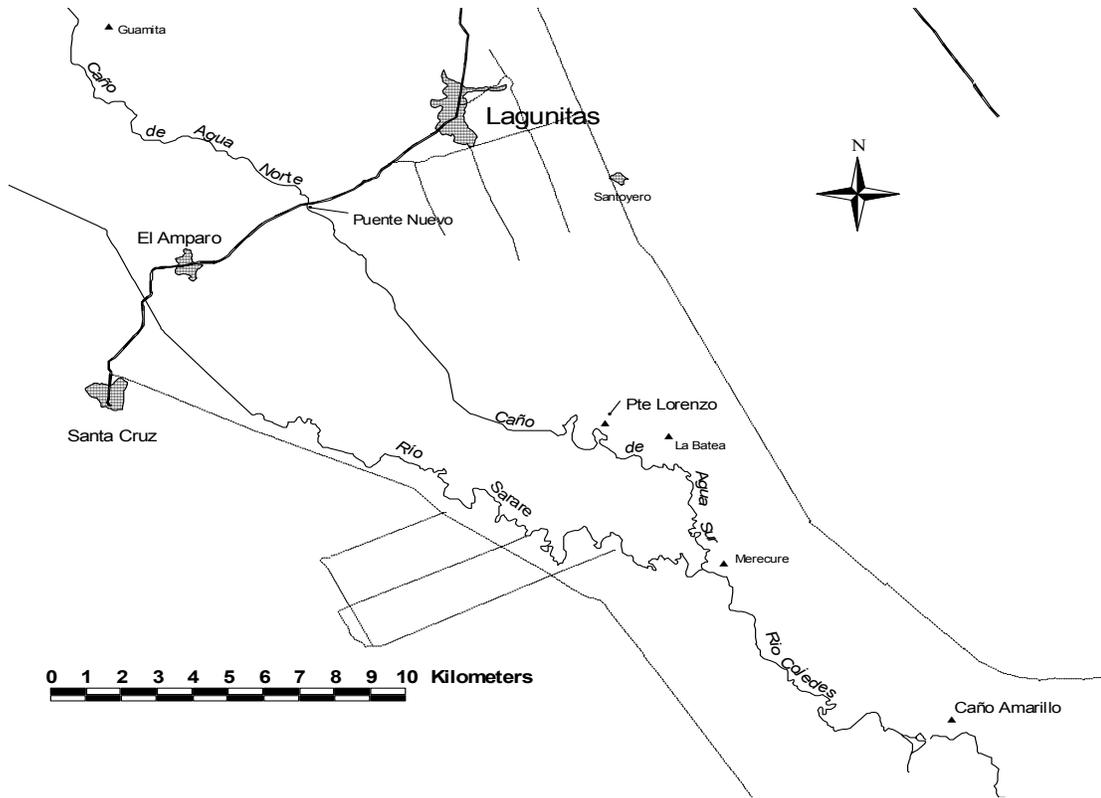


Figura 7-1. Detalle de la parte central del área de estudio, donde se muestra la localización de Caño de Agua (norte y sur), donde se capturaron la mayor parte de los individuos a los que se les colectó el contenido estomacal.

El contenido estomacal fue preservado en el campo en alcohol etílico para su posterior análisis. En el laboratorio, las muestras fueron separadas e identificadas hasta la menor categoría taxonómica posible. Se les exprimió ligeramente y se les quitó el exceso de agua con papel absorbente antes de determinarles su volumen, en cc, por desplazamiento de agua.

El número de presas consumidas por cada caimán se estimó con base en los fragmentos encontrados en sus estómagos. Para los análisis se agrupó a las presas en las siguientes categorías: insectos acuáticos, insectos terrestres, arañas, cangrejos, peces, y vertebrados terrestres. La presencia y número de nemátodos y gastrolitos fue también registrado.

Para evaluar parcialmente la disponibilidad de alimentos y la integridad biótica relativa del río, se realizaron ocho muestreos (cinco diurnos y tres nocturnos), tanto en CAN, como en CAS. Para estos fines se usaron dos redes con malla de 5 mm de abertura, una de 10 m y otra de 30 m de largo. Estas redes fueron usadas dependiendo de las características de los sectores muestreados. Los sitios de muestreos se seleccionaron para abarcar la mayor diversidad de hábitats posible. Las redes fueron arrastradas a ras de fondo y aguas abajo hasta cerrarlas en alguna playa adecuada para la manipulación y colecta las muestras. Los organismos colectados en cada esfuerzo de captura fueron preservados en formol (al 10%) y llevados al laboratorio para la identificación y procesamiento. Se asumió que los esfuerzos de pesca en estos dos segmentos del río eran similares y, o lo tanto, comparables.

Para determinar si había diferencias en la frecuencia relativa de la ocurrencia de especies entre los dos segmentos de río, se usó una prueba de correlación por rangos de Spearman. El número total de especies, la importancia relativa de las especies por nivel trófico y la abundancia relativa de los peces depredadores se usó como criterio para evaluar la integridad biológica relativa (Karr 1981, Rivera y Marrero 1995, Rodríguez-Olarte y Taphorn 1995) de los segmentos de río.

Resultados

Dieta

Sesenta y siete contenidos estomacales de *C. intermedius* fueron analizados. Siete de ellos fueron colectados a intervalos irregulares entre 1992 y 1993 y los 60 restantes en febrero y marzo de 1997. Esta última muestra estuvo dividida en partes iguales entre CAN y CAS (Tabla 7-1). Debido a su mayor representatividad, la mayor parte de los análisis se refieren a comparaciones entre esas dos localidades.

Tabla 7-1. Número de contenidos estomacales de caimanes del Orinoco del Sistema del río Cojedes, Venezuela, colectados y analizados. El intervalo de tallas de los caimanes se indica en la tabla.

Lugar	Año	Nº de Estómagos	Intervalo de tamaños (mm LCC)
Cojedes Norte	1993	4	520-1080
Caño de Agua Norte	1997	30	540-1356
Caño de Agua Sur	1992	3	605-707
	1997	30	543-1224

Globalmente, en términos de biomasa, los vertebrados (tanto acuáticos como terrestres) representan una alta proporción de la dieta de los caimanes juveniles, con 78,1% en CAN y 76,9% en CAS. Los vertebrados terrestres estuvieron representados principalmente por roedores cricétidos (restos conseguidos en 24 contenidos estomacales), pero ranas de la familia Leptodactylidae, un ave y una serpiente (*Leptodeira annulata*) fueron también observadas.

Los vertebrados terrestres se encontraron con más frecuencia en los contenidos estomacales de CAN. Estas diferencias pueden ser consideradas estadísticamente significativas ($\chi^2=3,3$; $P=0,069$). Los vertebrados terrestres representaron 76% del volumen de la muestra de CAN, pero sólo 26,6% de la muestra de CAS.

Por volumen, los peces fueron el renglón más importante en los contenidos estomacales de los caimanes de CAS (50,3%), pero ellos representaron sólo 2,1% del volumen en CAN. La diferencia en frecuencia de aparición de peces entre estas dos localidades, sin embargo, no fue estadísticamente significativa ($\chi^2=0,417$; $P=0,519$).

Los insectos acuáticos, grupo que incluyó a los Belostomatidae y los coleópteros de la familia Hydrophilidae y Dytiscidae, fueron más importante como presas de caimanes en CAN que en CAS, tanto en términos de frecuencia de aparición ($\chi^2=17,78$; $P<0,001$) como en volumen (Tabla 7-2).

En la categoría 'insectos terrestres' se incluyó a los coleópteros de la familia Carabidae y Scarabaeidae, así como a saltamontes, polillas y una avispa. Por frecuencia, los insectos terrestres fueron más importantes en CAN que en CAS, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Otra presa importante que se encontró en número y frecuencia similar en ambas localidades fue el cangrejo *Poppiana dentata*. Los camarones (*Macrobrachium sp*) no fueron encontrados en ninguno de los contenidos estomacales analizados en 1997. Este renglón fue el más importante (16 individuos) en los tres estómagos de CAS que se analizaron en 1992.

Los cuatro contenidos estomacales colectados en Cojedes Norte en 1993, mostraron una escasez de presas, las cuales consistieron en restos de insectos y de un pez Doradidae. Cinco contenidos estomacales de baba (*Caiman crocodilus*) de la misma localidad resultaron casi completamente vacíos con escamas de peces y restos de insectos como los únicos renglones reconocibles.

Por su frecuencia de aparición y por su volumen, la importancia de los gastrolitos varió significativamente entre localidades. Veinte y tres estómagos (80,7%) en CAN y sólo ocho (13,9%) en CAS tenían gastrolitos ($\chi^2=15,02$; $P<0,001$). Un pequeño número de conchas del caracol *Thiara*, probablemente ingeridas junto a los gastrolitos, también fue observado.

Un pequeño pedazo de tela se observó en un contenido estomacal de CAS y restos de material plástico en otro de CAN. Los restos de un guante de goma fueron localizados en un estomago de Cojedes Norte.

Otro renglón que es importante mencionar es el de los nemátodos. Estos fueron mucho más abundantes y frecuentes ($\chi^2=8,3$; $P<0,01$) en los contenidos estomacales de CAS, en comparación con aquellos de CAN.

Tabla 7-2. Importancia relativa de grupos principales de presas en contenidos estomacales de caimanes en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. El material no identificable no fue usado en los análisis.

Renglones	Intervalo de Tamaños de los caimanes (mm LT)	Frecuencia aparición de la presa		Presas presentes		Volumen (ml)	
		Nº	%	Nº	%	Total	%
CAÑO DE AGUA NORTE							
<i>Poppiana dentata</i> (cangrejo)	651-898	4	13,3	5	5,3	14,3	6,5
Peces	540-1049	5	16,7	6	6,3	4,7	2,1
Insectos acuáticos**	574-1356	26	86,7	33	34,7	21,5	9,8
Insectos Terrest.	565-1062	20	66,7	24	25,3	8,5	3,9
Arañas	624-1083	4	13,3	5	5,3	3,6	1,6
<i>Thiara sp</i> (caracol)	700-920	2	6,7	4	4,2	0,1	<0,1
Vertebrados Terrestres*	565-1356	17	56,7	18	18,9	167,0	76,0
No identificable						22,4	
Total				95		242,1	
CAÑO DE AGUA SUR							
<i>Poppiana dentata</i>	570-1224	8	26,7	8	8,6	15,0	11,8
Peces	543-1207	7	23,3	8	8,6	63,7	50,3
Insectos acuáticos	544-1001	10	33,3	12	12,9	6,0	4,7
Insectos terrest.	543-1001	15	50,0	44	47,3	7,4	5,8
Arañas	684-1224	2	6,7	2	2,2	0,1	<0,1
<i>Thiara sp</i>	830-1165	2	6,7	9	9,7	0,9	0,7
Vertebrados Terrestres	543-1195	10	33,3	10	10,8	33,6	26,6
No identificable						21,8	
Total				93		148,5	

* Diferencia con Caño de Agua Sur cercana a valores significativos (alfa 0,05, $X^2=3,3$, $P=0,069$)

** Diferencias con Caño de Agua Sur altamente significativas ($X^2=178$; $P<0,001$)

Integridad biótica y disponibilidad de alimentos

Veinticinco especies de peces fueron colectadas en los muestreos de CAN (Tabla 7-3). En término de números, las especies más importantes fueron *Ctenobrycon spilurus*, *Steinchnacderina argentea* y *Bryconamericus spp.*, las cuales, en conjunto, representaron 52,9% de la muestra. Las dos primeras especies fueron consideradas por Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995) como altamente tolerantes a modificaciones del hábitat. La mayor de estas tres especies es *S. argentea*, que raramente excede los 90 mm de LT (Taphorn 1992) y promedia menos de 7 g de peso. Catorce de las especies de CAN representaron, cada una, menos del 1% de los individuos de la muestra.

En relación con la biomasa, el bocachico (*Prochilodus mariae*) fue, con el 43,0%, la especie más importante en CAN. Esta especie fue considerada como tolerante a las modificaciones de hábitat por Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995). Otras especies importantes por su biomasa fueron *Markiana geayi* (13,2%), *Hoplias malabaricus* (12,4%) y *Steinchnacderina argentea* (11,2%). Mientras que la guabina (*Hoplias*) es un pez carnívoro, las otras especies dependen de pequeños organismos tales como protozoarios y bacterias del fango y detritos (*Prochilodus* y *Steindachnerina*), o son omnívoros (semillas, pequeños insectos, vegetación acuática) como es el caso de *Markiana* (Taphorn 1992).

Tabla 7-3. Importancia relativa (por número y peso) de peces y otros organismos colectados en 1997 en dos secciones de Caño de Agua, Sistema del Río Cojedes, Venezuela.

Especies	Caño de Agua Norte				Caño de agua Sur			
	Nº individuos	%	Peso (gr)	%	Nº individuos	%	Peso (gr)	%
<u>Peces</u>								
SILURIFORMES								
Auchenipteridae								
<i>Auchenipterus galeatus</i>	-	-	-	-	1	0,3	58	1,6
Aspredinidae								
<i>Bunocephalus amaurus</i>	6	0,7	21	0,3	1	0,3	2	<0,1
Pimelodidae								
<i>Pimelodella sp1</i>	8	0,9	13	0,2	62	19	335	9,1
<i>Pimelodella sp2</i>	1	0,1	7	0,1	-	-	-	-
<i>Pimelodus blochii</i>	-	-	-	-	1	0,3	14	0,4
<i>Rhamdia sp</i>	-	-	-	-	4	1,2	257	7
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	-	-	-	-	2	0,6	665	18
Ageneiosidae								
<i>Ageneiosus vittatus</i>	1	0,1	110	1,4	1	0,3	89	2,4
Callichthyidae								
<i>Corydoras aeneus</i>	1	0,1	2	<0,1	-	-	-	-
Loricariidae								
<i>Loricaria sp</i>	1	0,1	2	<0,1	4	1,2	60	1,6
<i>Rineloricaria sp</i>	-	-	-	-	5	1,5	38	1
<i>Otocinclus sp</i>	-	-	-	-	2	0,6	9	0,2
<i>Hypostomus sp</i>	1	0,1	23	0,3	-	-	-	-
<i>Sturisoma sp</i>	1	0,1	3	<0,1	-	-	-	-
CHARACIFORMES								
Characidae								
<i>Aphyocharax alburnus</i>	50	5,8	46	0,6	23	7,1	15	0,4
<i>Astyanax bimaculatus</i>	77	0	365	4,7	1	0,3	5	0,1
<i>Astyanax integer</i>	1	0,1	1	<0,1	-	-	-	-
<i>Bryconamericus spp</i>	105	12,2	74	1	16	4,9	6	0,2
<i>Charax gibbosus</i>	-	-	-	-	1	0,3	1	<0,1
<i>Cheirodon sp</i>	46	5,4	12	0,2	4	1,2	2	0,1
<i>Ctenobrycon spilurus</i>	218	25,4	387	5	1	0,3	1	0,1

Tabla 7-3 (continuación).

Especies	Caño de Agua Norte				Caño de agua Sur			
	Nº individuos	%	Peso (gr)	%	Nº individuos	%	Peso (gr)	%
Characidae (continuación)								
<i>Markiana geayi</i>	47	5,5	1023	13,2	11	3,4	220	6,0
<i>Moenkhausia lepidura</i>	-	-	-	-	8	2,5	7	0,2
<i>Paragoniates alburnus</i>	-	-	-	-	3	0,9	14	0,4
<i>Pygocentrus caribe</i>	-	-	-	-	5	1,5	237	6,4
<i>Roeboides dayi</i>	69	8	89	1,1	21	6,4	109	2,9
<i>Serrasalmus irritans</i>	3	0,3	56	0,7	5	1,5	67	1,8
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	-	-	-	-	3	0,9	189	5,1
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	-	-	-	-	4	1,2	48	1,3
<i>Triporthes sp "coli roja"</i>	-	-	-	-	36	11	807	21,9
<i>Xenagoniates bondi</i>	3	0,3	4	0,1	14	4,3	16	0,4
Erythrinidae								
<i>Hoplias malabaricus</i>	16	1,9	961	12,4	7	2,1	196	5,3
Gasteropelecidae								
<i>Thoracocharax stellatus</i>	24	2,8	37	0,5	72	22,1	60	1,6
Prochilodontidae								
<i>Prochilodus mariae</i>	40	4,7	3341	43,0	1	0,3	32	0,9
Curimatidae								
<i>Steindachnerina argentea</i>	131	15,3	869	11,2	5	1,5	27	0,7
<i>Curimata cerasina</i>	2	0,2	96	1,2	2	0,6	110	3,0
PERCIFORMES								
Cichlidae								
<i>Aequidens pulcher</i>	4	0,5	34	0,4	-	-	-	-
<i>Caquetaia kraussii</i>	3	0,3	188	2,4	-	-	-	-
Totales	859		7.764		326		3.692	
<u>Crustáceos</u>								
<i>Machrobrachium sp. (camarón)</i>	45		52		8		9	
<i>Poppiana dentata (cangrejo)</i>	7		153		-		-	

Treinta y una especies fueron colectadas en la muestra de CAS (Tabla 7-3). Las más abundantes de ellas fueron *Thoracocharax stellatus* (22,1%) y *Pimelodella sp1* (19%). En términos relativos, estas especies son consideradas menos tolerantes a la modificación de hábitats (Rodríguez-Olarte y Taphorn 1995) que las especies que dominaron la muestra en CAN. La tercera especie en importancia en CAS fue *Triporthes sp.* (11,0%), un pez relativamente grande que puede alcanzar hasta 200 mm de LT (Taphorn 1992). Esta especie es la menos tolerante a las modificaciones de hábitat mencionadas por Rodríguez-Olarte y Taphorn 1995.

Triporthes fue también la especie más importante, de acuerdo con su biomasa, en CAS (21,9%), seguida por los bagres *Pseudoplatystoma tigrinum* (18,0%), *Pimelodella sp.* (9,1%), y *Rhamdia sp.* (7,0%). Los bagres, como un todo, representaron 34,5% de la biomasa de la muestra en CAS. *Triporthes* es un pez omnívoro que se alimenta de semillas y de insectos acuáticos y terrestres (Taphorn 1992). Los relativamente grandes peces carnívoros, tales como la guabina (*H. Malabaricus*) y los caribes (*Serrasalmus* y *Pygocentrus*), en conjunto, representaron 18,6% de la biomasa de la muestra.

Una prueba de correlación por rangos de Spearman mostró que no hay relación en el orden relativo de importancia de los peces entre las dos localidades ($r_s = 0,1827$; $P=0,272$). Para esta prueba se usaron sólo aquellas especies que representaban más del 1% de la muestra en cualquiera de las localidades. La diversidad de

peces en CAS ($S=31$, Índice de Shannon-Weaver = 2,62) fue mayor que la de CAN ($S=25$, Índice de Shannon-Weaver = 2,34). El coeficiente de similaridad de Jaccard ($0 < S_j \leq 1$) (Hendricks *et al.* 1980) entre las dos localidades fue de $S_j=0,47$, lo cual indica que las dos comunidades de peces eran distintas.

Los esfuerzos de captura de cada localidad fueron agrupados sucesivamente desde aquel con menor número de individuos hasta el de mayor número de individuos. La relación entre el número acumulado de especies, contra el número acumulado de individuos obtenido por este método se muestra en la figura 7-2. En CAN la curva se aproxima a una asíntota, mientras que en CAS la curva es más inclinada, sin señales de estar acercándose a un tope. En efecto, al menos hubo dos especies conocidas para CAS que no aparecieron en los muestreos. Ellas fueron los Characidae *Leporinus sp.* y *Mylossoma duriventris*.

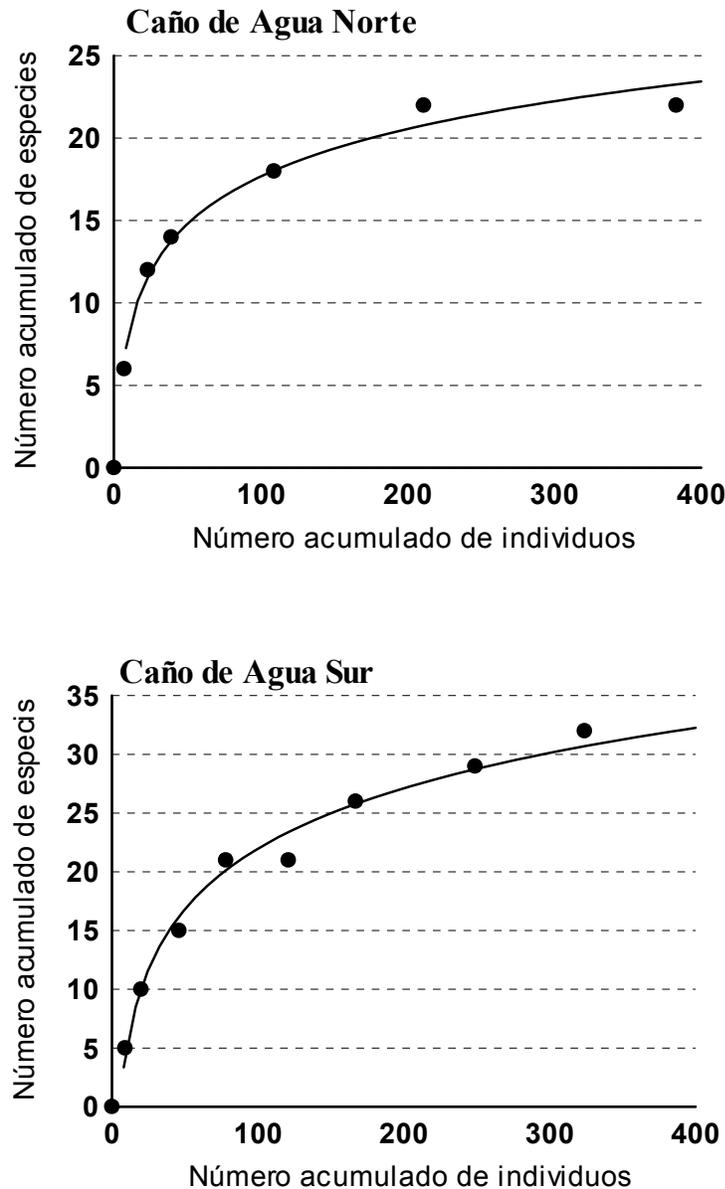


Figura 7-2. Incremento en el número de especies a medida que aumenta el tamaño de la muestra en Caño de Agua Norte y Caño de Agua Sur, Sistema del Río Cojedes, Venezuela.

Otros organismos que aparecieron en las redes de pesca fueron los camarones (*Macrobrachium*) y los cangrejos (*Poppiana*). Los cangrejos, sin embargo, sólo aparecieron en el muestreo de CAN (7 individuos), aún cuando ellos han sido observados en CAS y fueron relativamente abundantes en los contenidos estomacales de caimanes de esa localidad. Los camarones, por su parte, fueron más abundantes en la muestra de CAN (45 ind.) que en la de CAS (8 ind.).

Discusión

La dieta de los caimanes juveniles en el SRC consistió fundamentalmente de vertebrados, los cuales representaron más del 75% de la biomasa tanto en CAN como en CAS. La importancia relativa de las presas de origen terrestre varió entre localidades, un reflejo de las características distintas de estos segmentos de río y de sus alrededores.

La mayor importancia relativa de presas de origen terrestres (particularmente vertebrados) en CAS, se podría explicar por el hecho de que en este sector del SRC los bordes del río están profusamente cubiertos de vegetación gramínea y pequeños arbustos, lo cual probablemente representa un mejor hábitat para pequeños vertebrados, insectos y, consecuentemente, ranas, que las orillas casi siempre desnudas a lo largo de CAS.

Con la excepción de peces y cangrejos, todos los otros renglones alimentarios se encontraron con mayor frecuencia y abundancia en los contenidos estomacales de los caimanes de CAN que en los de CAS-Mercuré. En el caso de los insectos y vertebrados terrestres, esas diferencias fueron estadísticamente significativas. Estos resultados son inesperados, si se tiene en cuenta que con los muestreos con redes mostraron una menor biomasa de peces y un menor número de cangrejos en CAS.

De acuerdo con el número total de especies, diversidad y abundancia relativa de especies, proporción relativa de especies carnívoras y omnívoras, la comunidad de peces de CAN podría ser considerada más estresada por actividades humanas que la comunidad de peces en CAS. Esto era de esperarse, en vista de que CAN ha sido dragado, canalizado, sus bancos han sido deforestados y está más cerca de centros poblados en comparación con CAS. Este hecho no necesariamente se traduce en una menor abundancia de recursos alimentarios para los caimanes en CAN. De hecho, una mayor biomasa de peces y, supuestamente mayor abundancia de alimento para los caimanes, se observó en CAN, aunque esa supuesta mayor abundancia no se reflejó en los análisis de los contenidos estomacales de los caimanes de esa localidad.

Es posible que los muestreos de peces y los índices de integridad biológica no sean buenos indicadores de la disponibilidad de alimento para los caimanes. Se podría pensar que las especies de peces más abundantes en los muestreos no son necesariamente las más accesibles para los caimanes. El comportamiento tanto de los caimanes como de sus presas, y las características del río en cada lugar, deben jugar un papel de importancia, determinando que es accesible y que no lo es.

La diferencia observada en la abundancia relativa de grandes peces depredadores entre CAN y CAS, podría explicar las diferencias en la frecuencia de heridas de caimanes de esas dos localidades (Capítulo 6). Se ha sugerido, que la presión de depredación podría explicar las discrepancias en las condiciones físicas (gordura) de caimanes de distintas localidades en Australia (Webb y Messel 1977, Taylor 1979).

Se observó un menor número de especies y una mayor biomasa de peces en CAN, que en CAS. La calidad del agua del río, sin embargo, se deteriora mucho más arriba de CAN, lugares donde el río está más cercano de centros urbanos e industriales. En el Cojedes Norte, por ejemplo, el río permanece constantemente sometido a estrés, con bajos niveles de oxígeno disuelto y otras evidencias de contaminación (Capítulo 3). Los contenidos estomacales de 9 babas y caimanes de esa localidad parecían indicar una escasez de presas, pero esa conclusión debe ser tomada con cautela, ya que análisis de la condición física de caimanes de este sector (Capítulo 6) mostró que eran más gordos que los caimanes de sectores menos contaminados aguas abajo. La situación de los caimanes en otros sectores del río con mayor contraste de impactos humanos debería ser incluida en futuros estudios.

CAPÍTULO 8

PRESIÓN HUMANA, DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE CAIMANES

Introducción

Aun cuando el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) fue exterminado en la mayor parte de su área de distribución histórica (Medem 1981, 1983; Godshalk 1978, Thorbjarnarson 1992), una población relativamente densa de esta especie habita en algunos sectores del Sistema del Río Cojedes (SRC), Venezuela. Una de las razones que podría explicar la supervivencia del caimán del Orinoco en el SRC, es el aislamiento en el cual esa región permaneció durante los años pico de la explotación comercial de la especie (1929-1945). El SRC no se encuentra hoy tan aislado como lo estuvo en el pasado reciente. Algunos sectores, sin embargo, están más cerca, y supuestamente sometidos a mayor presión humana, que otros. La población humana en el estado Cojedes, y en su vecino estado, Portuguesa, está concentrada principalmente en el norte, cerca del piedemonte de la Cordillera de la Costa. La parte sur del estado está escasamente poblada, con El Baúl (5.236 hab.) como el pueblo más importante. ¿Es este característico patrón de ocupación de espacio por parte de la gente un factor que permita explicar, a su vez, la abundancia y distribución del caimán del Orinoco? En este capítulo trato de contestar esa pregunta. La hipótesis planteada es que la proximidad humana es un factor negativo para los caimanes y estos deberían localizarse en los segmentos del río más alejados de los asentamientos humanos.

Métodos

Usé imágenes de satélite Landsat TM, del 10 de enero y 27 de febrero de 1990 (período de sequía), para la digitalización y rasterización de mapas de los ríos y carreteras principales, y de otras categorías básicas de cobertura de la tierra como áreas urbanas, tierras agrícolas, pastizales o sabanas, cuerpos de agua y bosques. Con base en el análisis de esas imágenes y de los datos de más de 1500 localizaciones con geo-posicionador satelitario (GPS) actualicé la vieja cartografía del SRC.

Para los análisis usé el programa para sistemas de información geográfica (SIG) IDRISI (Eastman 1997). La imagen digitalizada inicialmente tenía una resolución de 32x32 m. Debido a la extensión del área modelada (9.600 km²) y la necesidad de acelerar los análisis con el SIG, la imagen *raster* que utilicé finalmente tenía una resolución de 64x64 m.

Generé un mapa o superficie de resistencia a la movilización de la población humana, al asignar un costo-fricción a cada uno de los tipos de cobertura mencionados (Tabla 8-1). A las carreteras principales se les asignó una fricción de 1. Esto significa, en la práctica, que no existe costo para el traslado con carro sobre esa superficie y que el costo-distancia de viaje sobre ellas es equivalente a las distancias euclidianas.

Tabla 8-1. Costo relativo de movilización a través de distintos tipos de cobertura en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. El costo relativo se calculó asignándole una fricción de 1 (sin fricción) al movimiento sobre carreteras principales. La velocidad promedio de viaje en dichas carreteras se tomó como 80 km/h. La fricción relativa sobre otras superficies se calculó considerando la velocidad promedio que se puede alcanzar sobre ellas, usando el medio de transporte más adecuado. El traslado sobre las aguas con bote no fue tomado en cuenta.

Tipo de cobertura terrestre	Velocidad promedio(km/hora)	Fricción relativa
Carreteras principales	80	1,00
Carreteras secundarias	60	1,33
Carreteras mejoradas	40	2,00
Carreteras de tierra	20	4,00
Áreas urbanas	35	2,29
Ríos principales	–	80,00
Ríos secundarios	–	60,00
Caños	–	40,00
Tierras agrícolas	4	20,00
Sabanas	4	20,00
Bosques	2	40,00
Lagos	–	100

Asumí que es posible viajar a un promedio de 80 km/h sobre las carreteras principales, los valores de fricción asignados a las otras superficies los determiné considerando cuanto tiempo extra tomaría viajar por estas una distancia igual (usando el medio de transporte terrestre más adecuado a esa superficie), en relación con el tiempo que tomaría hacerlo por las carreteras principales. Los valores de fricción asignados a los ríos fueron, en cierto modo, arbitrarios, pero muy mayores a los asignados a cualquier superficie terrestre, para indicar que ellos son obstáculos importantes para el desplazamiento humano (cuando no se dispone de botes). La mayor fricción se la asigné a los lagos, los cuales, para los fines de este estudio, fueron considerados barreras para el movimiento humano. A través de la superficie de fricción, generé una superficie de costo-distancia (CD) para la movilización desde cada asentamiento humano del área de estudio.

Los centros urbanos considerados en el modelo aparecen en la Tabla 8-2. También usé para generar mapas CD a pequeños pueblos y caseríos (Retajao, El Estero, La Palmita, y otros), así como hatos ganaderos (La Batea, Merecure, Las Guardias y algunos otros) cercanos al río. Debido a la falta de información censal precisa sobre el tamaño de esos asentamientos, se le asignó una población de 500 habitantes a los pueblos y 100 a los hatos.

Tabla 8-2. Ciudades y otros asentamientos humanos en el Sistema del río Cojedes, Venezuela, que se usaron para modelar la presión humana en el área de estudio. El número de habitantes se basa en datos de la OCEI (1993).

Centro Poblado	Población Humana
Estado Portuguesa	
Acarigua-Araure	171.850
Agua Blanca	9.393
San Rafael de Onoto	7.206
Pimpinela	4.563
Santa Cruz	4.090
Estado Cojedes	
San Carlos-Tinaco	68.325
Las Vegas	6.897
El Baúl	5.236
Apartaderos	4.260
Cojeditos	4.911
Lagunitas	3.353
Sucre	1.886
El Amparo	1.105

La superficie costo-distancia (CD) obtenida para cada pueblo o ciudad, se usó para modelar la presunta presión humana ejercida sobre cada segmento de río en el SRC (en realidad sobre cada punto del área de estudio). El índice de Presión Humana (PH) es un valor que indica la fuerza del impacto esperado de cada centro poblado sobre cada punto del paisaje que lo rodea. La PH sobre cada punto (es decir, cada celda en la imagen raster) es una función de su proximidad a las comunidades urbanas y del tamaño de la población humana en esos lugares. De esta manera, un determinado punto del río cercano a un pueblo o ciudad estaría sometido a un mayor presión humana que los lugares del río distantes de dichos centros poblados. Por otra parte, ciudades grandes ejercerían una presión mayor sobre el río (y sus caimanes) que poblados pequeños. La formula para calcular la presión humana (PH) ejercida por cada centro poblado en un punto determinado del área de estudio es:

$$PH_i = P_i \cdot CD_i^2$$

Donde PH_i representa la presión humana en un punto en particular; P_i es el tamaño de la población humana del centro poblado, y CD_i es el costo-distancia entre el punto y el centro poblado en consideración. Esta formula es un caso particular del modelo gravital (Forman 1995), el cual establece que el grado de interacción entre dos nodos incrementa con el tamaño de los nodos, pero decrece con el cuadrado de la distancia que los separa. En

este estudio, a uno de los nodos (cada punto en el área de estudio) le asigné un valor de 1, sin unidades. El valor de la PH, tal como se expresa en la ecuación anterior, tiene las mismas unidades de la densidad (hab/km²), pero de aquí en adelante se presentará siempre sin unidades.

Debido a que cada punto del área de estudio está simultáneamente bajo la influencia o presión de múltiples centros poblados, el mapa final de la Presión Humana Total (PHT) sobre cada punto del área de estudio, y por lo tanto de cada segmento de río, lo obtuve sumando los mapas de PH de cada asentamiento humano (Fig. 8-1).

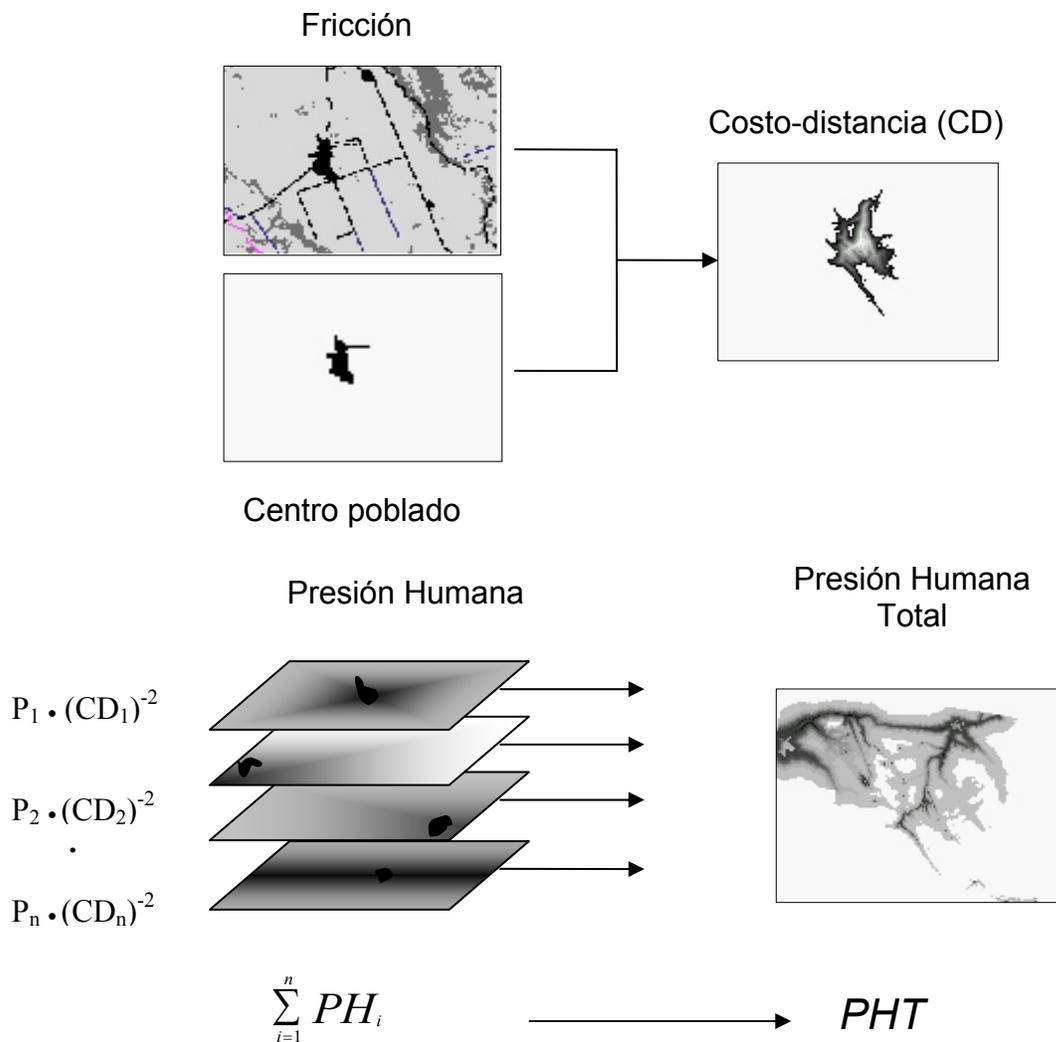


Figura 8-1. Representación esquemática del procedimiento seguido para obtener la Presión Humana Total (PHT) sobre cada sector del área de estudio. A partir de la superficie de fricción y del mapa de un centro poblado en particular se generó, con un sistema de información geográfico, una superficie de costo-distancia (CD). La población del centro poblado, dividida entre el cuadrado del CD permitió calcular la PH generada por dicho centro poblado sobre la totalidad del área de estudio. La PHT se calculó al sumar las PH de todos los centros poblados considerados, como señala la ecuación.

Durante 1996 y 1997, registré con un GPS la posición de la mayoría de los caimanes observados en el río durante los conteos nocturnos (Capítulo 4). Estas localizaciones las usé para generar una nueva imagen raster. La PHT del lugar específico donde observé cada caimán, la obtuve superponiendo el mapa de la localización de éstos con el mapa de la PHT. Realicé un análisis de tablas de contingencia para comparar la distribución de los caimanes en relación con la PHT de las secciones de río muestreadas.

Para evaluar la importancia de otros factores antrópicos sobre la distribución y abundancia de los caimanes en el SRC, realicé un análisis de correlación no-paramétrico entre la densidad de caimanes y las siguientes variables: aislamiento del segmento de río de los asentamientos humanos, navegabilidad y contaminación. Jerarquicé a cada segmento del río de acuerdo con esas variables. La información sobre su grado de aislamiento la obtuve del análisis con SIG previamente descrito. La jerarquización de acuerdo con la contaminación la realicé con base en la información aportada en estudios previos (Campo y Rodríguez 1997, Capítulo 3).

Los únicos segmentos del SRC que son navegados de una manera regular, son aquellos cercanos al pueblo de Sucre y, en una menor medida, el caño La Culebra. La gente que vive en Sucre y en El Baúl usa estos cursos de agua como vía de transporte y comunicación entre esos centros poblados y con las casas de los hatos de la región. La pesca comercial y de subsistencia y, presumiblemente, cacería ilegal de baba (*Caiman crocodilus*) es común en el área. Aguas arriba de Sucre, en el segmento Caño Amarillo-Merecure, el río puede ser navegado la mayor parte del año, pero ello sólo de manera esporádica, con la excepción de una familia que posee una pequeña canoa. Caño de Agua Sur es difícil de navegar debido a las obstrucciones provocadas por árboles caídos y acumulación de basura y ramas de trecho en trecho. Esa sección es ocasionalmente visitada y navegada por cazadores y vacacionistas. Caño de Agua Norte y Cojedes Norte no es navegado, con excepción de casos como el mío propio y otros investigadores.

Resultados

La posición relativa de los centros urbanos principales en el área de estudio y de las secciones muestreadas del río aparece en la Figura 8-2. Algunas de esas secciones de río están en áreas de alta presión humana debido a su cercanía a pueblos y ciudades. La PHT es particularmente alta en el Cojedes Norte y en el río Sarare. En el otro extremo, la PHT es relativamente baja en las cercanías de Sucre y, especialmente, en La Culebra (Tabla 8-3).

Para los análisis, usé la localización con GPS de 226 caimanes (mayores de un año). De acuerdo con la hipótesis de trabajo, la observación de los caimanes debería ser más frecuente en secciones de río con PHT relativamente bajas. Un análisis comparativo de las localizaciones de los caimanes con relación al PHT (Fig. 8-3a), indicó que, contrario a lo esperado, los caimanes estuvieron sub-representados en secciones de río con baja presión humana ($PHT < 2$). Esto es consecuencia de los bajos niveles poblacionales de caimanes en los alrededores de Sucre y en La Culebra, las secciones de río con los menores valores de PHT. Las mayores densidades de caimanes las localicé en lugares con PHT moderada, tales como Caño de Agua Sur. Un análisis de chi-cuadrado mostró que la frecuencia de la PHT de los lugares de ubicación de los caimanes observados difiere de la frecuencia de la PHT en lugares disponibles ($\chi^2=19,30$; $P=0,007$).

En contraste con las otras secciones de río muestreadas, La Culebra y el sector Sucre del río Cojedes, son navegables, y navegados, durante todo el año. Cuando los datos de esos segmentos son descartados para los análisis, la frecuencia de distribución de la PHT de los caimanes observados y los PHT de los ríos, difieren en la dirección predicha por la hipótesis de trabajo (Fig. 8-3b), aunque las diferencias no fueron significativas ($\chi^2=12,3$; $P=0,091$). En las secciones de río no navegables, la abundancia de caimanes correlacionó negativamente con la PHT (Fig. 8-4).

Yo observé caimanes en algunas áreas con alta PHT que no fueron adecuadamente muestreadas de noche. Observé siete caimanes, por ejemplo, el 14 de enero de 1993 en Toma Cojedes, un área con un PHT de 46-48. En Retajao, un caserío en la margen derecha de Caño de Agua, observé una hembra nidificante y un subadulto en 1996 y 1997. El último de los animales mencionados lo observé desde una calle aledaña al río, frente de una escuela primaria, lugar con un PHT de 50.

Con base en mis propios datos y observaciones, se pueden jerarquizar los segmentos de río de acuerdo con su densidad de caimanes, aislamiento de áreas urbanas y navegabilidad (Tabla 8-4). Los análisis indicaron que la abundancia relativa de caimanes correlaciona negativamente con la navegabilidad, pero dicha correlación no es estadísticamente significativa (Spearman Rho $-0,52$; $P=0,29$). También ocurre una débil correlación negativa

entre abundancia relativa de caimanes y grado de aislamiento del sector del río (Spearman Rho = -0,2; P=0,7) de acuerdo, como podría esperarse, de los análisis previos en relación con el IAC.

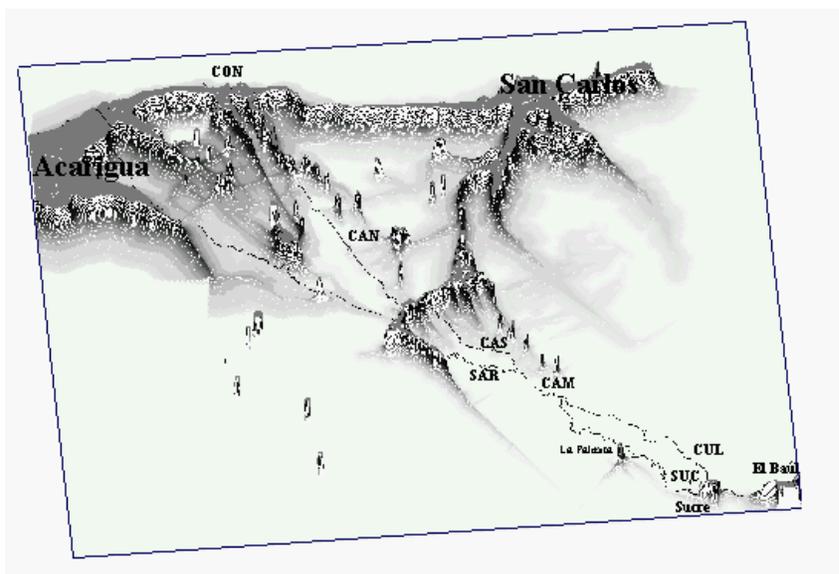


Figura 8-2. Representación tridimensional de la Presión Humana Total (PHT) en el Sistema del Río Cojedes (estados Cojedes y Portuguesa, Venezuela). Las áreas en gris claro o blanco (valles) poseen PHT baja (<2). Diferentes tonalidades de gris representan la magnitud de la PHT, con los valores más altos en los pueblos y ciudades (PHT>100) las cuales quedan representadas como mesetas. Las siglas indican la ubicación de los segmentos del río muestreados: CON, Cojedes Norte; CAN, Caño de Agua Norte; CAS, Caño de Agua Sur; CAM, Caño Amarillo-Mercuré; SAR, Río Sarare; SUC, Sector Sucre; CUL, Caño La Culebra.

Tabla 8-3. Presión Humana Total (PHT) e Índice de abundancia de caimanes (IAC) en secciones muestreadas del Sistema del Río Cojedes (SRC) en Venezuela. Las secciones de río se listan de norte a sur (aguas abajo).

Sección del río	PHT		IAC media (Ind./km)
	Media	Intervalo	
Cojedes Norte	15,6	7-56	2,0
Caño de Agua Norte	7,2	1-100	4,4
Sarare	11,7	1-78	3,1
Caño de Agua Sur	2,0	1-6	7,3
Sucre	1,7	1-19	0,6
La Culebra	1,0	1	1,4

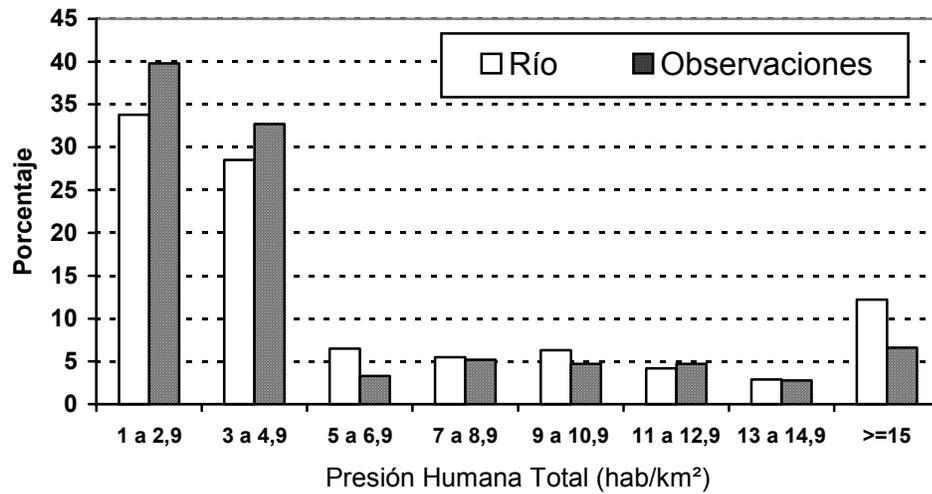
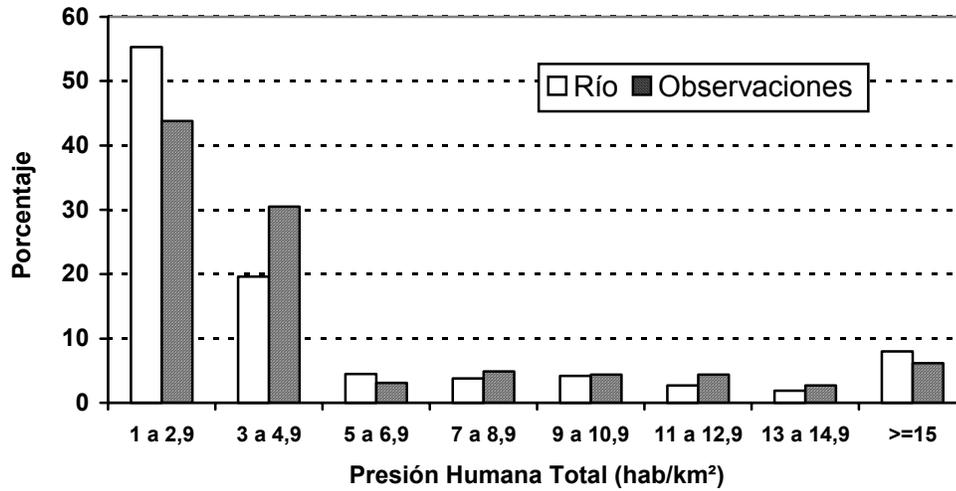


Figura 8-3. Frecuencia de observación de caimanes de acuerdo con la distribución de la Presión Humana Total (PHT), en diferentes sectores del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Las barras etiquetadas como 'Río' representan la disponibilidad de segmentos (64 m cada uno) dentro de cada intervalo de PHT. Las barras etiquetadas 'Observaciones' indican la frecuencia en que los caimanes fueron observados en los distintos intervalos de PHT. En el gráfico superior se incluyen todas las localidades estudiadas. En el inferior se excluyen los sectores navegables (Sucre y La Culebra).

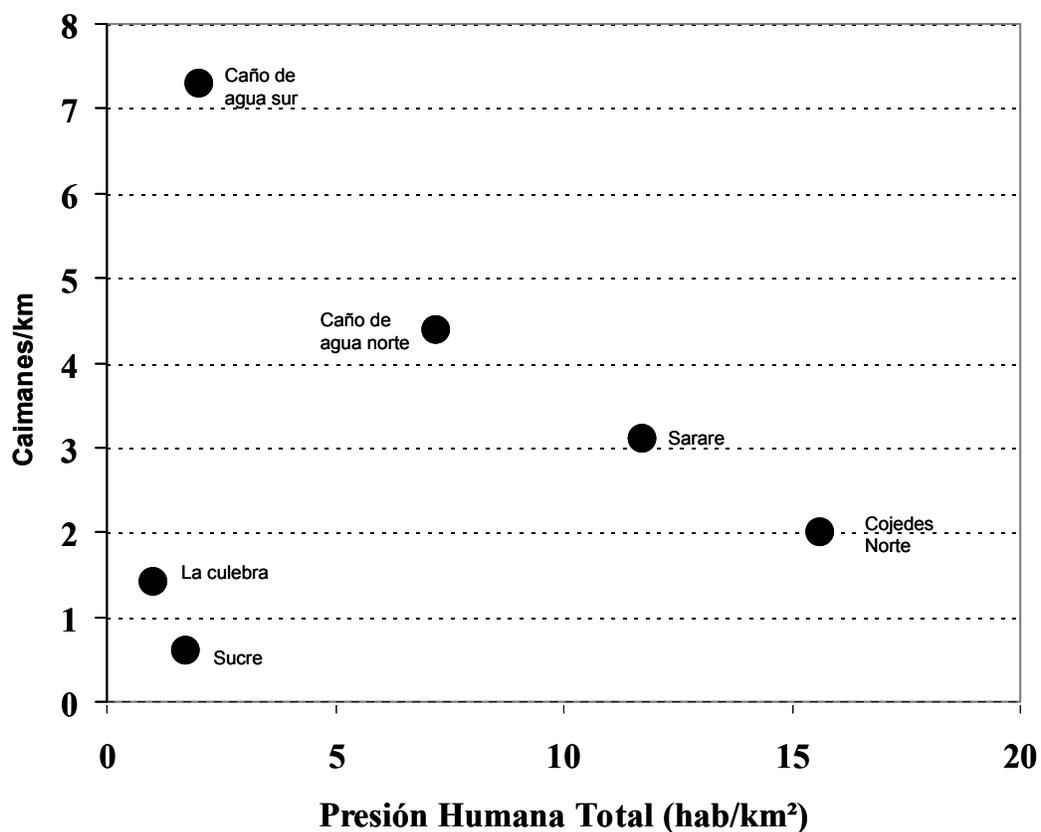


Figura 8-4. Relaciones entre Presión Humana Total (PHT) y el Índice Poblacional medio de caimanes en diferentes sectores del Sistema del Río Cojedes, Venezuela. La Culebra y Sucre son los únicos segmentos que son navegables.

Tabla 8-4. Jerarquización de las densidades de caimanes, aislamiento de áreas urbanas y navegabilidad de diferentes secciones de río en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Las jerarquías de navegabilidad se basan en observaciones personales.

Sección del río	Densidad de caimanes	Aislamiento de áreas urbanas	Navegabilidad
Cojedes Norte	4	6	5
Caño de Agua Norte	3	5	5
Caño de Agua Sur	1	4	4
Merecure-Caño Amarillo	2	2	3
Sucre	6	3	1
La Culebra	5	1	2

Discusión

Aunque el aislamiento pasado del SRC puede haber jugado un papel importante en la conservación de una pequeña población del caimán del Orinoco (Ayarzagüena 1987), hoy en día las secciones de río con las mayores densidades de caimanes están moderadamente alejadas de los asentamientos humanos, mientras que las áreas más aisladas y menos densamente pobladas de este sistema poseen las densidades más bajas de esta especie.

Las bajas densidades de caimanes en secciones como las cercanas a Sucre y el caño La Culebra, sugieren que la navegabilidad y las dificultades de acceso son los factores más importantes para explicar el patrón actual de distribución y abundancia de caimanes en ríos y caños de SRC. Una combinación de aislamiento de asentamientos humanos e imposibilidad de navegación ha sido invocada para explicar la baja densidad de caimanes en el río Tucupido (Ramo y Busto 1986, Thorbjarnarson y Hernández 1992). De acuerdo con Thorbjarnarson y Hernández (1992), los caimanes del río Capanaparo, en el estado Apure, quedan protegidos durante la estación seca, debido a que sus bajos niveles impiden la navegación.

No pude demostrar desde el punto de vista estadístico, que la proximidad a pueblos y ciudades *per se* explique la abundancia y distribución de los caimanes en el SRC en la actualidad, aunque los resultados obtenidos apuntan hacia esa dirección. En trabajos futuros hay necesidad de incorporar nuevos segmentos de río con alta presión humana, tal como el sector de Caño de Agua cerca de Cojeditos, y segmentos del río Sarare cerca de Pimpinela y al Sur de Agua Blanca.

De acuerdo con otros estudios (capítulo 5) el grueso de la reproducción de *C. intermedius* en el SRC, tiene lugar en los tramos intermedios de Caño de Agua y en el bajo Sarare. Estos ríos son fuentes de individuos. Los datos también indican que la reproducción está ausente o es escasa en los alrededores de Sucre o en La Culebra, pero, a largo plazo, los individuos inmigrantes de aguas arriba deberían ser suficientes para mantener una población no reproductora en esos sectores. En las actuales circunstancias, debido a la baja tasa reproductora y presumiblemente alto riesgo de mortalidad en mano de la gente, dichos sectores constituyen sumideros poblacionales.

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE MANEJO

Este estudio confirma las observaciones de Godshalk (1978, 1982) y Ayarzagüena (1987, 1990) sobre la importancia de la población del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Sistema del Río de Cojedes (SRC). Desgraciadamente diferencias en el enfoque y metodologías usadas por estos autores no permiten determinar si la especie ha experimentado un aumento o descenso en su tamaño y distribución en la región en los últimos 20 años. La población de caimanes, sin embargo, no está tan concentrada, en un corto segmento en el Caño de Agua, tal como fue señalado por Ayarzagüena (1987, 1990).

Varios factores pueden explicar el patrón actual de distribución y abundancia del caimán del Orinoco en el SRC. Aunque hoy casi no existe ningún tipo de explotación comercial, las secciones del río más aisladas de los centros urbanos y industriales más importantes del norte de Venezuela, son las que tienen las menores densidades de poblacional de la especie. Estas son las secciones de los ríos que son navegables durante todo el año. Ello sugiere fuertemente que la muerte accidental o intencional de cocodrilos por parte de la gente es responsable por los bajos niveles poblacionales.

Comparado con las secciones navegables del SRC en el sur, cerca de Sucre y El Baúl, la probabilidad de encuentros gente-caimanes en áreas más pobladas al norte debería ser bajo, debido a las limitaciones para la navegación y sus altos niveles de contaminación, lo que hace a estas secciones de río no utilizable para algunos usos humanos, tales como recreación y pesca. Sin embargo, información anecdótica obtenida de habitantes de las poblaciones de San Rafael de Onoto, Lagunitas y Retajao, indica que ocasionalmente ocurren muertes de caimanes en mano de la gente en las cercanías de esos poblados. Mientras más lejos se encuentre una sección de río de un centro poblado, menor es la probabilidad de que ocurran interacciones negativas caimanes-gente. En efecto, cuando sólo secciones del río no navegables son tomadas en consideración, hay una clara relación negativa entre la abundancia de caimanes y la proximidad a centros poblados.

La calidad del hábitat es otro factor importante que afecta las características de las poblaciones de caimanes del Orinoco en el SRC. Los bancos del río con substrato compuesto en una alta proporción de arena son característicos de las secciones del río en el norte del área de estudio, particularmente de aquellas con meandros. La mayor parte de la población reproductiva del caimán del Orinoco se concentra en dichos sectores, particularmente en Caño de Agua Sur. La naturaleza oportunista de los hábitos alimentarios del caimán del Orinoco, como ocurre con muchas especies de crocódilidos estudiados hasta ahora, puede haber ayudado a esta especie a sobrevivir en secciones del río modificadas por las actividades humanas. Presas de origen terrestre constituyen una parte importante de la dieta de caimanes juveniles de secciones de río que han sido deforestadas, lo que podría compensar, al menos a corto plazo, por la pérdida o reducción de recursos acuáticos. Por otra parte, en algunas secciones de río con moderados a altos impactos antropogénicos, tales como Caño de Agua Norte y Cojedes Norte, podría haber ocurrido una reducción de la diversidad y abundancia de grandes peces depredadores, lo que podría contribuir con la supervivencia de los caimanes pequeños, como lo sugiere la baja incidencia de heridas en individuos de esos sectores.

Es importante tener en cuenta que los segmentos del río altamente degradados cercanos a San Rafael de Onoto, Apartaderos y Cojeditos no fueron estudiados. Considerando solamente la situación de los caimanes en esas secciones del SRC se podrá tener una comprensión completa del efecto de la eutroficación y otros impactos de origen humano sobre la especie.

Es necesario establecer claramente que, a largo plazo, la degradación del hábitat en el SRC va en detrimento de la supervivencia del caimán del Orinoco. La tasa de crecimiento individual calculada en este estudio, muy por debajo de la tasa de crecimiento de caimanes en ríos no contaminados del estado Apure, es una evidencia de esta afirmación. Los efectos de la contaminación en factores claves para la supervivencia como por ejemplo la reproducción, no fueron analizados en este estudio. Investigaciones con otras especies de la fauna silvestre, y en particular con *Alligator mississippiensis* en algunos lagos de La Florida (EE.UU), ha sugerido fuertemente el impacto negativo sobre las especies sometidas a altos niveles de contaminación (Guillette 1995, Guillette *et al.* 1994, Guillette *et al.* 1996).

La degradación del hábitat, lo cual incluye no solamente la contaminación, sino otros impactos producidos por el hombre, tales como la canalización, podría también afectar, directa o indirectamente, la supervivencia del caimán del Orinoco. La canalización trae como consecuencia una reducción de la longitud total del río, la reducción o eliminación de las playas de anidación y el incremento en la velocidad del agua. Este último factor pudiera incrementar la probabilidad de depredación de las crías, las cuales son desprendidas de sus nidadas y llevadas lejos de la protección de la madre.

El caimán del Orinoco ha colonizado, o persistido, en sectores del río que han sido canalizados, como es el caso de la mayor parte de Caño de Agua Norte. La especie es capaz de ocupar rápidamente canales recién creados. En abril de 1997, por ejemplo, al menos 4 caimanes juveniles fueron observados en un canal de 350 m de largo recién habilitado (menos de una semana) en la sección Caño Amarillo-Merecure. Ninguna baba (*Caiman crocodilus*) fue observada en dicho canal, aún cuando en los sectores cercanos las babas superaban a los caimanes en una proporción 2,6:1.

La baba supera en número a los caimanes, al menos durante la época seca, en todas las secciones del SRC muestreadas. Las actividades humanas han favorecido la expansión y el incremento poblacional de las babas en los llanos de Venezuela. En vista de que la baba ha sido señalada como un depredador-competidor importante del caimán del Orinoco, la presión negativa que densas poblaciones de babas pudieran ejercer sobre el caimán del Orinoco, pudieran considerarse como un impacto humano indirecto. Investigaciones más detalladas, que incluyan remoción experimental de babas, son necesarias para dilucidar de manera más clara la importancia de las inter-relaciones ecológicas baba-caimán.

Por poseer la población más grande de una especie altamente amenazada de extinción en el mundo, la importancia del SRC trasciende los estrechos límites del estado Cojedes. El SRC constituye una localidad clave para la supervivencia de esta especie y necesita ser el foco de atención de un programa de conservación a escala nacional. El alto potencial reproductivo del caimán del Orinoco en el SRC pudiera y debería ser usado para apoyar los esfuerzos de recuperación de la especie en otros lugares (Ayarzagüena 1990). Esto ha sido puesto en práctica en una pequeña medida y unos pocos individuos provenientes del SRC han sido liberados en el Refugio de Fauna del Caño Guaritico, en el estado Apure (Lugo 1998). El esfuerzo de conservación de mayor importancia, sin embargo, debería ser dirigido hacia la protección de la especie *in situ*, en el propio SRC.

Varias medidas de manejo para la protección del caimán del Orinoco o para mejorar la calidad de su hábitat en el SRC han sido propuestas en el pasado (Godshalk 1978, Ayarzagüena 1987, González-Fernández 1995, Campo y Rodríguez 1997), pero ninguna de ellas ha sido puesta en práctica. Esas acciones están dictadas por el sentido común y van desde la aplicación de las leyes y regulaciones referentes al uso de agroquímicos, hasta la creación de una categoría de área protegida en la región. Esta última propuesta será discutida con más detalle.

No obstante la importancia para el futuro del caimán del Orinoco, ninguna porción del SRC está legalmente protegida. El énfasis de los esfuerzos de conservación de la especie en Venezuela ha estado centrado en la reintroducción de la especie o en el refuerzo de algunas de sus poblaciones en áreas protegidas de los estados Apure y Guárico (FUDENA 1993, PROFAUNA 1994, Lugo 1998). Cualquier estrategia para la supervivencia a largo plazo de la especie en la región del río Cojedes debe considerar la creación de un área protegida. De acuerdo con la Ley Forestal de Suelos y Agua (LFSA) los ríos son considerados recursos de interés nacional. Los árboles dentro de una franja de 50 m a lo largo de su recorrido no deben ser cortados y hay severas restricciones para el desarrollo de actividades humanas a lo largo de sus orillas. Desgraciadamente, dicha Ley es raramente cumplida. Pero aun cuando la LFSA fuese estrictamente observada, los caimanes del SRC no quedarían suficientemente protegidos: Una franja de bosque de sólo 50 m sería insuficiente para mantener a la gente alejada del río. Hay varias categorías de áreas protegidas consideradas en el sistema legal venezolano: Ley Orgánica de Ordenación del Territorio (LOOT), Ley Forestal de Suelos y Aguas (LFSA), y Ley para la Protección de la Fauna Silvestre (LPFS). Las categorías que pudieran ser adecuadas para el sistema del río Cojedes son Parque Nacional, Refugio de Fauna, Santuario de Fauna y Reserva de Fauna Silvestre. Las tres primeras categorías son bastantes restrictivas. Ellas no permiten el aprovechamiento consuntivo de los recursos dentro del área protegida. Esas categorías no parecen ser buenas alternativas si uno espera reducir las fricciones con los dueños de tierra y residentes locales, quienes usan el río con fines de riego. La Reserva de Fauna Silvestre es una categoría de protección que podría permitir la implementación de programas de uso sustentable

de sus recursos. Esta figura legal podría ser la más adecuada para la protección del caimán del Orinoco en el sistema del río Cojedes. Yo considero que al menos 100 km de ríos actualmente ocupados por la especie deberían ser declaradas como Reserva de fauna Silvestre. Los segmentos de río seleccionados deberían ser aquellos donde la especie se encuentra con las densidades más altas. El área protegida debería incluir una franja de tierra, con o sin bosque remanente, de al menos 1.500 m de ancho a cada lado del río. Esto garantizaría la inclusión dentro de sus límites de los relictos de bosques ribereños y una pequeña porción de la planicie de inundación. Ello ofrecería además un paraguas de protección a muchas otras especies del bosque que han sido afectadas por la deforestación que ha sufrido la región en los últimos 50 años. No parece haber una relación directa entre el tipo de vegetación de las orillas del río y la distribución de los caimanes, como fue señalado por Godshalk (1978), aunque esto no ha sido estudiado con propiedad. En cualquier caso, el bosque ribereño amortiguaría el efecto de las actividades humanas (Ayarzagüena 1987) y, probablemente, incrementaría la variedad de presas disponibles para los caimanes.

La localización y límites del área propuesta se muestra en la figura 9-1. Esta reserva tendría una superficie total de aproximadamente 27.000 ha, 26,8% de ella estaría representada por bosques. Esta área protegida quedaría casi de manera exclusiva dentro del estado Cojedes, y representaría solamente 1,8% de su superficie. Yo estimo que el 85% de los caimanes el SRC quedarían protegidos por la reserva.

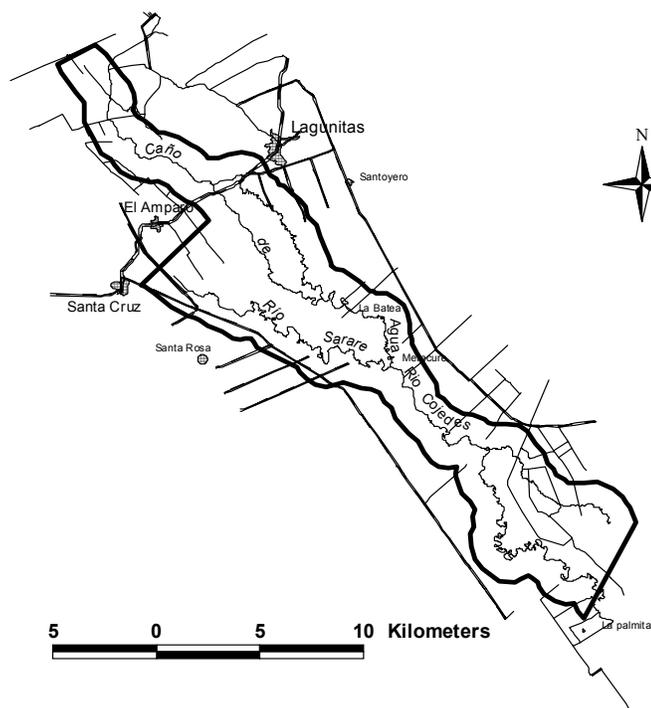


Figura 9-1. Demarcación de los límites del área protegida propuesta para la conservación del caimán del Orinoco en el Sistema el Río Cojedes, Venezuela. El área propuesta cubre una extensión aproximada de 27000 ha.

Programas de educación y vigilancia contra la cacería furtiva deberían ser implementados para proteger a los caimanes que queden fuera del área protegida, particularmente en secciones medias del río Sarare, el cual no ha sido muestreado en los últimos 10 años. Los animales que representen una amenaza potencial para los humanos deberían ser removidos y relocalizados por funcionarios del MARNR, para así reducir al mínimo las interacciones negativas gente-caimanes. Con el acuerdo de propietarios de tierras de la región, algunas

poblaciones fuera del área protegida podrían ser incrementadas por medio de la relocalización de animales problemáticos o caimanes levantados en cautividad.

Bajo la figura de Reserva de Fauna Silvestre podría ser posible, en circunstancias especiales en el futuro, implementar un programa de rancheo, una vez que las poblaciones de caimanes hayan alcanzado unos niveles poblacionales adecuados para ese fin. El rancheo consiste en el levante en cautividad de caimanes provenientes de huevos y crías colectados en el medio natural (Hutton y Webb 1992, Thorbjarnarson 1992). Debido a que los huevos y crías sufren una mortalidad muy alta en el medio natural, la remoción de parte de ellos tiene un poco de impacto, comparado con el impacto causado por la remoción de individuos reproductores. Los efectos sobre la población de caimanes de un programa de este tipo, podrían ser compensados con el retorno de animales ya levantados de vuelta a su lugar de origen. Estrategias de este tipo han sido llevadas a cabo en varios países con resultados satisfactorios (Blake 1974, Blake y Loveridge 1975, Singh *et al.* 1986). La cría de caimanes del Orinoco para su futura liberación en el medio natural ha sido también practicada con éxito en Venezuela (Thorbjarnarson y Arteaga 1995, Seijas 1993, 1995, Lugo 1998).

Un problema con la alternativa de aprovechamiento esbozada anteriormente es que los caimanes levantados en un programa de rancheo no pueden ser comercializados en el mercado internacional, al menos que la población de caimanes de Venezuela sea transferida del Apéndice I al Apéndice II de CITES. Esa no es una tarea fácil, y con seguridad no es una que pueda ser lograda a corto plazo. La transferencia de especies del Apéndice I al Apéndice II debe estar justificada con evidencias científicas de que la población puede sostener un programa de aprovechamiento comercial, incluyendo muestreos que demuestren que la población se ha recuperado. Los beneficios de un programa de manejo como el delineado serían muy limitados al comienzo, y podrían ser obtenidos exclusivamente de la comercialización interna de los caimanes y sus productos (piel, carne, grasa, dientes) o a través del turismo.

Pero un área protegida como la propuesta anteriormente no será suficiente para asegurar la supervivencia a largo plazo del caimán del Orinoco en la región. La conservación del caimán del Orinoco debe ser una de las muchas metas de un programa global a escala regional que se plantee como meta la recuperación de la cuenca. Si el deterioro del SRC continúa, un programa enfocado en una sola especie, en este caso *C. intermedius*, estaría condenado al fracaso. Definir las características de un programa de escala regional está fuera del alcance de este estudio.

Un programa de monitoreo del estado de las poblaciones de caimanes en el río Cojedes debería ser implementado por el MARNR. Los conteos nocturnos deberían realizarse temprano en la época seca (noviembre-enero) periodo cuando el mayor número de caimanes, de todas las clases de tamaño, pueden ser observados y, consecuentemente, una evaluación más precisa del tamaño poblacional y de la estructura de tamaño puede ser realizada. El programa de monitoreo debería también evaluar el tamaño y la distribución de la población reproductora, con base en la localización de nidos y nidadas exitosas todos los años. Aunque este último tipo de monitoreo es más difícil de implementar debido a los bajos niveles de los ríos para el momento en que ocurre la eclosión de los huevos (finales de abril- comienzos de mayo) lo que restringe la navegación, pero provee información confiable para evaluar las tendencias poblacionales.

Este estudio no considera en detalle el posible impacto que la creación de un nuevo embalse aguas arriba, en Las Palmas, podría ocasionar sobre el caimán del Orinoco. Este es un asunto que se debe atender con urgencia. Por otra parte, en el área se han estado realizando en los últimos años exploraciones en busca de yacimientos petrolíferos. Existe una gran expectativa entre políticos, dueños de tierras y pobladores en general sobre las perspectivas de la explotación de ese recurso. Aún cuando el caimán del Orinoco ha mostrado una capacidad de sobrevivencia ante las muchas alteraciones que ha experimentado el SRC en los últimos 50 años, no sabemos si un nuevo cambio en su ya alterada hidrología y una nueva fuente de contaminación pudiera convertirse en un desastre para la especie y para las esperanzas de su recuperación.

APÉNDICE A
COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LOCALIDADES CLAVES

Coordenadas geográficas de localidades claves y puntos de referencia del Sistema del Río Cojedes (Venezuela) citadas en el texto. Coordenadas en Sistema Mercator Universal (Universal Transverse Mercator, UTM, Zona 19).

Localidad	Norte	Este
Río Claro (toma de muestra de agua)	504503	1081506
Cojedes Norte. Comienzo de muestreo 1997 (Aguas arriba)	501470	1075699
Toma Cojedes	503910	1072132
Puente Retajao	510984	1057955
Puente La Doncella	519586	1042651
Bomba de Agua Hato Guamita.	523383	1036880
Puente Caño Camoruco (Lagunitas-El Amparo)	531499	1031744
Puente Nuevo Caño de Agua (Lagunitas-El Amparo)	529780	1030918
Localización de "Carama" en abril 1996.	532580	1026815
Puente Sarare-Canal piloto (Amparo-Santa Cruz)	525233	1027707
Puente Lorenzo (hato Santa Cruz)	538144	1023293
Sarare. Comienzo de muestreo 1997 (Aguas abajo)	532259	1022786
Sarare. Fin de muestreo 1997 (aguas arriba)	525860	1026620
La Batea (final muestreos Merecure-La Batea)	540276	1022458
Confluencia Caño de Agua (Cojedes)-Sarare.	540929	1019149
Bomba de agua Merecure.	541619	1018777
Comienzo de Caño Amarillo	546904	1013754
Cojedes, segmento "Sucre". (comienzo muestreos, aguas arriba)	560614	996518
Sucre (pueblo). Fin de muestreos	566489	992361
La Culebra. Comienzos de muestreos	564058	1000739
Confluencia La Culebra-Cojedes	569883	993496

APÉNDICE B
 CONTEOS NOCTURNOS DE CAIMANES (*Crocodylus intermedius*) Y BABAS (*Caiman crocodilus*) EN EL
 SISTEMA DEL RIO COJEDES, VENEZUELA.

B-1. Secciones Toma Cojedes (San Rafael de Onoto) y Cojedes Norte, aguas arriba de Toma Cojedes. SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodilido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240				
Toma Cojedes (Sao Pin) desde el puente (14 Ene 93)	<i>Crocodylus</i>	-	-	-	3	2	1	-	6	---	
Aguas arriba de Toma Cojedes (7 km) 19 Enero 1993	<i>Crocodylus</i>	-	2	12	2	1	0	2	19	2,7	
	<i>Caiman</i>	12	6	16	13	1	-	3	39	5,6	
	N.I.								12	(10,0)	
Aguas arriba de Toma Cojedes (4 km) 11 Marzo 1993	<i>Crocodylus</i>	-	3	2	1	0	2	2	10	2,5	
	<i>Caiman</i>	0	7	8	7	0	-	0	22	5,5	
	N.I.								2	(8,5)	
Aguas arriba de Toma Cojedes (5,6 km) 28 Enero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	2	10	4	0	0	1	17	3,3	
	<i>Caiman</i>	1	6	21	3	0	-	5	35	6,3	
	N.I.								12	(11,4)	
Aguas arriba de Toma Cojedes (5,6 km) 3 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	-	-	13	3	0	-	5	21	3,8	
	<i>Caiman</i>	0	3	12	9	0	-	14	38	6,8	
	N.I.								1	(10,7)	

B-2. Secciones Caño de Agua Norte, desde La Doncella hasta Puente Nuevo (puente entre Lagunitas y El Amparo). SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodílido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60-120	120-180	180-240	>240				
Desde La Doncella a Puente Nuevo (14 km) 3 Julio 1993	<i>Crocodylus</i>	24	-	3	2	11	8	6	30	2,1	
	<i>Caiman</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	N.I.								4	(2,4)	
Desde La Doncella a Puente Nuevo (16 km) 1 Diciembre 1993 ¹	<i>Crocodylus</i>	-	37	8	-	-	23	6	74	4,6	
	<i>Caiman</i>	1	0	4	4	2	-	1	11	0,7	
	N.I.								4	(4,4)	
Desde La Doncella a Puente Nuevo (16 km) 8 Mayo 1996	<i>Crocodylus</i>	85	-	11	5	3	16	1	36	2,3	
	<i>Caiman</i>	3	6	10	9	3	-	16	44	2,8	
	N.I.								8	(5,5)	
Desde La Doncella a Puente Nuevo (16 km) 24 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	48	19	2	3	14	86	5,4	
	<i>Caiman</i>	1	0	18	9	3	-	21	51	3,2	
	N.I.								11	(9,3)	
Desde La Doncella a Puente Nuevo (16 km) 28 abril 1997	<i>Crocodylus</i>	198	0	32	6	2	11	12	63	3,9	
	<i>Caiman</i>	8	15	23	11	7	-	51	107	6,7	
	N.I.								16	(11,6)	
Guamita a Puente Nuevo (10,5 km) 22 Marzo 1996	<i>Crocodylus</i>	-	6	32	9	0	1	9	57	5,4	
	<i>Caiman</i>	35	7	25	18	1	-	37	88	8,4	
	N.I.								7	(14,5)	
Guamita a Puente Nuevo (10,5 km) 18 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	137	-	21	5	0	7	5	38	3,6	
	<i>Caiman</i>	41	8	24	30	9	-	70	141	13,4	
	N.I.								19	(18,9)	

B-2. (continuación)

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240				
Desde Guamita a Puente Nuevo (10,5 km) 24 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	160	-	22	5	2	5	7	41	3,9	
	<i>Caiman</i>	47	11	3	4	1	-	112	131	12,5	
	N.I.								9	(17,2)	
Desde Guamita a Puente Nuevo (10,5 km) 12 Marzo 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	42	4	0	1	13	60	5,7	
	<i>Caiman</i>	5	7	30	15	3	-	94	149	14,2	
	N.I.								8	(20,7)	
Desde Guamita a Puente Nuevo (10,5 km) 28 Abril 1997	<i>Crocodylus</i>	105	0	18	5	0	7	10	40	3,8	
	<i>Caiman</i>	8	13	14	7	4	-	38	76	7,2	
	N.I.								10	(12,0)	
Aguas arriba de Puente Nuevo (7 km aprox.) 12 Noviembre 1993 ²	<i>Crocodylus</i>	-	11	10	4	4	2	3	34	4,8	
	<i>Caiman</i>	0	0	0	0	-	-	0	0	0,0	
	N.I.								0	(4,8)	
Aguas arriba de Puente Nuevo (5,2 km) 20 Marzo 1996	<i>Crocodylus</i>	-	10	16	2	0	1	0	29	5,6	
	<i>Caiman</i>	35	3	5	5	2	-	0	15	2,9	
	N.I.								7	(9,8)	
Aguas arriba de Puente Nuevo (5,2 km) 22 Marzo 1996	<i>Crocodylus</i>	-	6	13	2	0	1	5	27	5,2	
	<i>Caiman</i>	33	1	7	6	0	-	7	21	4,0	
	N.I.								2	(9,6)	

1 Muestreo realizado por John Thorbjarnarson, Miriam Lugo y Carlos Chávez.

2 Muestreo realizado por Carlos Chávez, Miriam Lugo y Manuel González

B-3. Secciones Caño de Agua entre Puente Nuevo y La Batea. SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodilido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240				
Desde Puente Nuevo a Hato La Batea (20 km approx.) 4-5 Marzo 1992 ¹	<i>Crocodylus</i>	0	0	8	12	21	8	17	66	3,3	
	<i>Caiman</i>	82	4	17	37	7	-	249	314	15,7	
	N.I.								11	(19,6)	
Desde c. Camoruco a Hato La Batea (6,7 km) 13 Febrero 1992	<i>Crocodylus</i>	0	0	2	7	4	6	4	23	3,4	
	<i>Caiman</i>	-	-	5	4	1	-	-	10	1,5	
	N.I.								9	(6,3)	
Desde c. Camoruco a Hato La Batea (6,7 km) 4 Marzo 1992	<i>Crocodylus</i>	0	-	5	6	14	5	13	43	6,4	
	<i>Caiman</i>	40	-	8	9	2	-	22	41	6,1	
	N.I.								4	(13,1)	
Desde c. Camoruco a Hato La Batea (6,7 km) 5 Marzo 1992	<i>Crocodylus</i>	-	0	7	4	5	2	13	31	4,6	
	<i>Caiman</i>	40	4	4	16	2	-	12	38	5,7	
	N.I.								6	(11,2)	
Aguas abajo desde Puente Nuevo (2 km). 2 Dic. 1993 ²	<i>Crocodylus</i>	-	8	-	-	-	10	5	23	11,5	
	<i>Caiman</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0,0	
Aguas abajo desde Puente Nuevo (4,3 km) 12 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	120	-	8	3	1	6	4	22	5,1	
	<i>Caiman</i>	-	5	3	1	3	-	1	13	3,0	
	N.I.								4	(9,1)	
Aguas abajo desde Puente Nuevo (4,7 km) 15 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	140	-	5	1	0	8	2	16	3,4	
	<i>Caiman</i>	-	3	3	2	1	-	7	16	3,4	
	N.I.								6	(8,1)	

B-3. (Continuación)

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240				
Aguas abajo desde Puente Nuevo (a la carama) (1,9 km) 7 Marzo 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	15	1	0	13	2	31	16,3	
	<i>Caiman</i>	0	0	1	1	0	-	-	2	1,1	
	N.I.								-	(17,4)	
Aguas arriba desde Hato La Batea (2 km) 17 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	20	-	1	1	0	2	2	6	3,0	
	<i>Caiman</i>	-	1	10	6	2	-	13	32	16,0	
	N.I.								3	(20,5)	
Aguas arriba desde Hato La Batea (2 km) 6 Mayo 1996	<i>Crocodylus</i>	51	-	1	1	0	2	1	5	2,5	
	<i>Caiman</i>	1	1	6	8	1	-	4	20	10,0	
	N.I.								2	(13,5)	
Aguas arriba desde La Batea (Lorenzo) (3 km) 12 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	6	6	0	2	8	22	7,3	
	<i>Caiman</i>	0	0	5	8	1	-	4	18	6,0	
	N.I.								2	(14,0)	
Aguas arriba desde La Batea (Lorenzo) (2,9 km) 15 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	7	3	0	2	3	15	5,2	
	<i>Caiman</i>	1	1	6	10	4	-	1	22	7,6	
	N.I.								1	(13,1)	
Aguas arriba desde La Batea (Lorenzo) (2,9 km) 16 Abril 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	6	3	0	2	6	17	5,7	
	<i>Caiman</i>	12	4	15	10	0	-	10	39	13,4	
	N.I.								3	(20,3)	

1 Combinación de muestreos realizados en noches consecutivas.

2 Muestreo realizado por John Thorbjarnarson, Miriam Lugo y Carlos Chávez.

B-4. Secciones Hato La Batea hasta Hato Merecure. SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodilido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Especie	Categorías de Tamaño (cm de LT)						SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240			
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 25-26 Febr. 1993 ¹	<i>Crocodylus</i>	-	3	35	4	2	8	4	56	10,8
	<i>Caiman</i>	2	0	5	8	0	-	20	33	6,3
	N.I.								4	(17,9)
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 11 Marzo 1996	<i>Crocodylus</i>	-	3	9	4	3	1	4	24	4,6
	<i>Caiman</i>	10	6	33	16	1	-	73	129	24,8
	N.I.								12	(31,7)
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 19 Marzo 1996	<i>Crocodylus</i>	-	1	5	6	5	8	3	28	5,4
	<i>Caiman</i>	2	2	20	15	1	-	101	139	26,7
	N.I.								7	(33,5)
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 16 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	7	-	9	9	3	8	9	38	7,3
	<i>Caiman</i>	1	5	10	13	3	-	75	106	20,4
	N.I.								8	(29,2)
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 6 Mayo 1996	<i>Crocodylus</i>	47	-	6	5	6	4	2	23	4,4
	<i>Caiman</i>	0	1	14	14	2	-	23	54	10,4
	N.I.								12	(17,1)
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 30 Enero 1997	<i>Crocodylus</i>	-	-	-	-	-	-	49	49	9,4
	<i>Caiman</i>	-	-	-	-	-	-	8	8	1,5
	N.I.								5	(11,9)
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 5 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	14	1	1	13	16	45	8,7
	<i>Caiman</i>	0	0	2	3	1	-	8	14	2,7
	N.I.								7	(12,7)

¹ Combinación de muestreos realizados en noches consecutivas.

B-4. (continuación)

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							SD	Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240				
Desde La Batea a Hato Merecure (5,2 km) 27 Abril 1997	<i>Crocodylus</i>	120	0	12	5	3	18	8	46	8,8	
	<i>Caiman</i>	-	4	14	25	3	-	63	109	21,0	
	N.I.								6	(31,0)	
Aguas abajo desde Hato La Batea (2,5 km approx.) 14 Junio 1991	<i>Crocodylus</i>	60	-	2	0	2	0	3	7	2,8	
	<i>Caiman</i>	0	1	7	10	2	-	32	52	20,8	
	N.I.								4	(25,2)	
Aguas abajo desde Hato La Batea 3 km 14 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	8	5	2	14	9	38	12,7	
	<i>Caiman</i>	0	0	1	1	1	-	1	4	1,3	
	N.I.								2	(14,7)	
Aguas abajo desde Hato La Batea 2 km 26 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	2	1	0	5	3	11	5,5	
	<i>Caiman</i>	0	0	1	1	0	-	1	3	1,5	
	N.I.								0	(7,0)	

B-5. Secciones Caño Amarillo-Merecure. SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodilido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240	SD		
Caño Amarillo a Hato Merecure (8,4 km) 13 Junio 1991	<i>Crocodylus</i>	-	-	2	3	3	0	0	8	1,0
	<i>Caiman</i>	0	0	1	2	2	-	0	5	0,6
	N.I.								4	(2,0)
Caño Amarillo a Hato Merecure 8,4 km 5 Mayo 1994	<i>Crocodylus</i>	169	-	21	4	4	5	1	35	4,2
	<i>Caiman</i>	5	-	17	36	8	-	100	161	19,2
	N.I.								22	(26,0)
Caño Amarillo a Hato Merecure 8,4 km 7 Mayo 1996	<i>Crocodylus</i>	5	-	12	9	1	5	0	27	3,2
	<i>Caiman</i>	-	7	11	15	3	-	17	53	6,3
	N.I.								9	(10,6)
Caño Amarillo a Hato Merecure (8,4 km) 29 Enero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	23	16	3	5	10	57	6,8
	<i>Caiman</i>	5	12	31	27	6	-	30	106	12,6
	N.I.								12	(20,8)
Caño Amarillo a Hato Merecure 8,4 km 4 Febrero 1997	<i>Crocodylus</i>	0	0	15	18	2	8	9	52	6,2
	<i>Caiman</i>	-	3	23	24	8	-	30	88	10,5
	N.I.								14	(18,3)
Caño Amarillo a Hato Merecure (8,4 km) 30 Abril 1997	<i>Crocodylus</i>	63	0	17	24	0	7	1	49	5,8
	<i>Caiman</i>	7	13	32	40	15	-	47	147	17,5
	N.I.								8	(24,3)

B-6. Secciones de la parte sur del área de estudio. SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodílido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Género	Categorías de Tamaño (cm de LT)							Total	Densidad Ind./km
		C	<60	60- 120	120- 180	180- 240	>240	SD		
Aguas arriba desde Sucre (10 km) 16 Marzo 1994	<i>Crocodylus</i>	0	0	0	1	-	-	-	1	0,1
	<i>Caiman</i>	67	-	80	186	21	-	405	692	69,2 (69,3)
Aguas arriba desde Sucre (11,6 km) 9 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	-	3	0	1	0	0	0	4	0,3
	<i>Caiman</i>	19	13	37	99	6	-	85	240	20,7
	N.I.								8	(21,7)
Aguas arriba desde Sucre (11,6 km) 10 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	0	-	3	0	1	0	0	4	0,3
	<i>Caiman</i>	18	13	50	82	7	-	75	227	19,6
	N.I.								8	(20,6)
Aguas arriba desde Sucre (11,6 km) 25 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	0	-	3	0	0	0	1	4	0,3
	<i>Caiman</i>	34	25	27	70	5	-	72	199	17,2
	N.I.								22	(19,4)
Aguas arriba desde Sucre (12,5 km) 18 Abril 1997	<i>Crocodylus</i>	0	-	2	0	0	0	2	2	0,2
	<i>Caiman</i>	71	46	87	66	7	-	177	383	30,6
	N.I.								8	(31,4)
Caño La Culebra 12,8 km Aguas arr. desde el Cojedes 11 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	-	0	4	3	1	0	4	12	0,9
	<i>Caiman</i>	18	7	22	47	8	-	139	223	17,4
	N.I.								25	(20,3)
Caño La Culebra 12,8 km Aguas arr. desde el Cojedes. 26 Abril 1996	<i>Crocodylus</i>	0	-	5	2	1	0	3	11	0,9
	<i>Caiman</i>	0	14	30	46	3	-	123	216	16,9
	N.I.								35	(20,5)
Caño La Culebra 12,8 km Aguas arr. Desde el Cojedes. 19 Abril 1997	<i>Crocodylus</i>	-	0	5	4	0	0	1	10	0,8
	<i>Caiman</i>	57	12	53	44	0	-	170	279	21,8
	N.I.								25	(24,5)

B-7. Otras secciones del área de estudio. SD, Sin Datos, individuos para los que se identificó la especie pero no el tamaño. NI, No Identificado, crocodilido no identificado. El Total no incluye a las crías. Para cada localidad, los muestreos están listados cronológicamente, y de acuerdo con la longitud muestreada, comenzando por los más extensos.

Lugar y Fecha	Género	C	Categorías de Tamaño (cm de LT)					SD	Total	Densidad Ind./km
			<60	60-120	120-180	180-240	>240			
<u>RIO SARARE</u>										
Caño Masato	<i>Crocodylus</i>	-	4	3	-	1	-	-	8	4,0
(Pimpinela) 2 km.	<i>Caiman</i>	-	-	-	1	1	-	4	6	3,0
5 Abril 1993	N.I.								-	(6,5)
<u>RIO COJEDES-SARARE</u>										
Aguas abajo desde	<i>Crocodylus</i>	64	-	8	8	9	6	8	39	4,9
Puente Amparo	<i>Caiman</i>	-	7	8	9	-	-	2	26	3,3
Santa Cruz bridge	N.I.								12	(9,6)
(8 km) 4 Mayo 1993										
Aguas abajo desde	<i>Crocodylus</i>	256	0	16	4	0	6	0	26	3,1
Puente Amparo	<i>Caiman</i>	0	7	5	17	6	-	16	51	6,1
Santa Cruz	N.I.								4	(9,6)
(8,4 km) 29 Abril 1997										
<u>LAS MAJAGUAS</u>										
9 km de orillas	<i>Caiman</i>	-	1	8	3	5	-	1	18	2,0
18 Feb 1993	N.I.								7	(2,8)

LITRERATURA CITADA

- André, E. 1904. A naturalist in the Guianas. Thomas Nelson & Sons, London.
- Angermeier, P. L., y J. R. Karr. 1996. Biological Integrity versus biological diversity as policy directives: Protecting biotic resources. Pp. 264-275 in: Samson, F. B., y F. L. Knopf (eds). Ecosystem Management. Selected readings. Springer, New York.
- Appun, K. F. 1961 [1871]. En los trópicos. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas.
- Arcand, B. 1976. Cuiva food production. Canadian Review Sociol. Anthropol. 13:387-396.
- Ashford, R. W., y R. Muller. 1978. *Paratrichosoma crocodilus* n. gen n. sp. (Nematoda: Trichosomoididae) from the skin of a New Guinea crocodile. J. Helminthol. 52:215-220.
- Arteaga, A., A. E. Seijas, C. Chávez, y J. Thorbjarnarson. 1994. Status and conservation of the Orinoco crocodile. An update. Pp. 143-150 In: Crocodiles. Proceedings of the 12th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland. Volume 1.
- Arteaga, A., I. Cañizales, G. Hernández, M. C. Lamas, A. De Luca, M. Muñoz, A. Ochoa, A. E. Seijas, J. B. Thorbjarnarson, A. Velasco, S. Ellis y U. Seal. 1997. Taller de análisis de la viabilidad poblacional y del hábitat del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) UICN/SSC Conservation Breeding Specialist Group. Apple Valley, MN.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L) en los llanos de Apure, Venezuela. Doñana Acta Vertebrata 10(3):1-134.
- Ayarzagüena, J. 1984. Primeros datos de crecimiento de *Crocodylus intermedius* en semilibertad. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle 44(122):149-150.
- Ayarzagüena, J. 1987. Conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela. Parte I. Río Cojedes. FUDENA, WWF-US, Proyecto 6078.
- Ayarzagüena, J. 1990. An update on the recovery program for the Orinoco crocodile. Crocodile Specialist Group Newsletter 9:16-18.
- Becker, C. D., y D. A. Neitzel (eds.). 1992. Water quality in North American rivers systems. Battelle Press, Columbus, OH.
- Beintema, A. J. 1994. Condition indices for wader chicks derived from body-weight and bill-length. Bird Study 41:68-75.
- Blake, D. K. 1974. The rearing of crocodiles for commercial and conservation purposes. Rhodesia Science News 8(10):315-324.
- Blake, D. K., y J. P. Loveridge. 1975. The role of commercial crocodile farming in crocodile conservation. Biol. Conserv. 8:261-271.
- Blohm, T. 1948. Observaciones sobre los caimanes traídos del río Orinoco en abril de 1946. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle 8(22):129-132.
- Blohm, T. 1973. Conveniencia de criar cocodrilos en Venezuela con fines económicos y para prevenir su extinción. Primer Simposio Internacional sobre la Fauna Silvestre y Lacustre Amazónica. Manaus, Brazil. November 26-December 1.
- Blus, L. J., B. S. Neely, Jr., A. A. Belisle, y R. M. Prouty. 1974. Organochlorine residues in brown pellican eggs: relation to reproductive success. Environ. Pollut. 7:81-91.
- Brandt, L. 1991. Growth of juveniles alligators in Par Pond, Savannah River site, South Carolina. Copeia 1991(4):1123-1129.
- Brazaitis, P. 1973. The identification of living crocodilians. Zoologica 58:59-101.
- Calzadilla V., F. 1948. Por los llanos de Apure. Ediciones del Ministerio de Educación Nacional, Dirección de Cultura. Caracas, Venezuela.
- Campo, M., y E. Rodríguez. 1997. Evaluación de la calidad del ambiente acuático del río Cojedes. (PT) Serie Informes Técnicos PROFAUNA/IT/15. ISBN-980-04-1132-6.
- Carrillo, R. J. 1983. Evaluación de la polución de origen agrícola en las cuencas de los ríos Apure, Guanare y Portuguesa en 1981 (Estudio preliminar). Proyecto MARNR-PAIRHZON/INOS/USB-INTECMAR.
- Chabreck, R. H., y T. Joanen. 1979. Growth rates of the American alligator in Louisiana. Herpetologica 35(1):51-57.
- Codazzi, A. 1940 [1841]. Resumen de la Geografía de Venezuela. Venezuela en 1841. Tomo I. Geografía Física. Biblioteca Venezolana de Cultura. Taller de Artes Gráficas Escuela Técnica Industrial, Caracas.

- Colborn, T., F. S. vom Saal, y A. M. Soto. 1993. Developmental effects of endocrine-disturbing chemicals in wildlife and Humans. *Environmental Health Perspectives* 101(5): 378-384.
- Cole, G. A. 1983. *Textbook of limnology*. The C. V. Mosby Company. St. Louis.
- Contreras, M. A. 1989. *Hidroquímica de los ríos Guanare, Portuguesa, Morador, Acarigua y Cojedes, Venezuela*. M.Sc. Thesis. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro de Estudios Avanzados.
- COPLANARH. 1976. Criterios para la clasificación legal y control de calidad de las aguas. Pub. No. 46. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Caracas, Venezuela.
- Cott, H. B. 1961. Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. *Transactions of the Zoological Society of London* 29(4):211- 358.
- Coulson, T. D., R. A. Coulson, y T. Hernandez. 1973. Some observation on the growth of captive alligators. *Zoologica* 58:47-52.
- Crawshaw, P. G. 1987. Nesting ecology of the Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Master's thesis, University of Florida, Gainesville.
- Da Silveira, R. Da, W. E. Magnusson, y Z. Campos. 1997. Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *J. Herpetol.* 31:514-520.
- Depretis, P. J., y J. E. Paolini. 1991. Biochemical aspects of South American rivers: The Paraná and the Orinoco. Pp. 105- 125. In: E. T. Degends, S. Kempe, y J. E. Richey (eds.) *Biogeochemistry of major world rivers*. John Wiley & Sons, Chichester. UK.
- Dodson, P. 1975. Functional and ecological significance of relative growth in Alligator. *J. Zool. Lond.* 175:315-355.
- Donadio, R. 1981. Legislación para la fauna silvestre en Colombia. Pp. 193-198 in: Medem, F. 1981. *Los Crocodylia de Sur América, Vol. I. Los Crocodylia de Colombia*. Editorial Carrera 7a. Ltda, Bogotá.
- Donoso-Barros, R. 1966a. Contribución al conocimiento de los cocodrilos de Venezuela. Parte 2. *Physis* 26:15-32.
- Donoso-Barros, R. 1966b. Contribución al conocimiento de los cocodrilos de Venezuela. Conclusion. *Physis* 26:263-274.
- Eastman, J. R. 1997. *IDRISI for Windows. User's guide Version 2.0*. Clark University. Worcester, MA, USA.
- Ewel, J. J., y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Investigación. Editorial Sucre, Caracas
- Fabens, A. J. 1965. Properties and fitting of the Von Bertalanffy growth curve. *Growth* 29:265-289.
- Fitzgerald, L. 1988. An evaluation of stomach flushing techniques for crocodylians. *J. Herpetology* 23(2):170-172.
- Forman, R. T. T. 1995. *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, New York.
- Foth, H. D. *Fundamentals of soil science*. John Wiley & Sons, New York.
- Franz, R., S. Reid, y C. Puckett. 1985. Discovery of a population of Orinoco crocodile *Crocodylus intermedius* in Southern Venezuela. *Biological Conservation* 32:137-147.
- FUDENA. 1993. Plan de Acción: Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela 1994-1999. Grupo de Especialistas en Cocodrilos de Venezuela. Caracas.
- Garrick, L. D., y J. W. Lang. 1977. Social signals and behaviors of adult alligators and crocodiles. *Amer. Zool.* 17:225-239.
- Gerhart, K. L., R. G. White, R. D. Cameron, y D. E. Russell. 1996. Estimating fat content of caribou from body condition scores. *J. Wildl. Management.* 60(4):713-718.
- Godshalk, R. 1978. El caimán del Orinoco, *Crocodylus intermedius*, en los Llanos Occidentales de Venezuela con observaciones sobre su distribución en Venezuela y recomendaciones para su conservación. FUDENA, Caracas, 58 pp.
- Godshalk, R. 1982. Status and conservation of *Crocodylus intermedius* in Venezuela. Pp. 39-53 In: *Crocodiles: Proceedings of the 5th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group*, Gainesville, FL. IUCN Publ. N.S., Gland, Switzerland.

- González-Fernández, M. 1995. Reproducción del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes: Propuesta para su conservación. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales 'Ezequiel Zamora' (UNELLEZ). Guanare.
- Gorzula, S. 1978. An ecological study of *Caiman crocodilus crocodilus* inhabiting Savanna lagoons in the Venezuelan Guayana. *Oecologia* (Berl.) 35:21-34.
- Gorzula, S., y A. E. Seijas. 1989. The common caiman. Pp 44-61 in: *Crocodyles, Their Ecology Management and Conservation* (IUCN Publications New Series. ISBN 2-88032-987-6).
- Gould, S. J. 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biol. Rev.* 41:587-640.
- Greer, A. E. 1975. Clutch size in crocodylians. *J. Herpetol.* 9:319-322.
- Guillette, L. J., Jr. 1995. Endocrine disrupting environmental contaminants and developmental abnormalities in embryos. *Human and Ecological Risk Assessment* 1(2):25-36.
- Guillette, L. J., Jr. T. S. Gross, G. R. Masson, J. M. Matter, H. F. Percival, y A. Woodward. 1994. Developmental abnormalities of the gonad and abnormal sex hormone concentrations in juvenile Alligators from contaminated and control lakes in Florida. *Environmental Health Perspectives* 102(8):679-688.
- Guillette, L. J., Jr., D. B. Pickford, D. A. Crain, A. A. Rooney, y H. F. Percival. 1996. Reduction of penis size and plasma testosterone concentration in juvenile alligators living in a contaminated environment. *General and Comparative Endocrinology* 101:32-42.
- Gumilla, J. 1963 [1745]. *El Orinoco Ilustrado y Defendido*. Biblioteca Nacional de la Historia. No. 68. Caracas.
- Heinz, G. H., H. F. Percival, y M. L. Jennings. 1991. Contaminants in the American alligator eggs from Lake Apopka, Lake Griffin, and Lake Okeechobee, Florida. *Environmental Monitoring and Assessment* 16:277-285.
- Hendriks, A. J. 1995. Bioaccumulation of pollutants and its consequences. Pp. 175-180. In D. M Harper y A. J. D. Ferguson (eds.), *The ecological basis for river management*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester. UK.
- Hendricks, M. L., C. H. Hocutt, y J. R. Stauffer. 1980. Monitoring of fish in lotic habitats. Pp. 205-231 In: Hocutt, C. H. y J. R. Stauffer, Jr. (eds). *Biological monitoring of fish*. Lexington Books, Lexington, MA.
- Herron, J. C. 1985. Population status, spatial relations, growth, and injuries in black and spectacled caiman in Cocha Cachu. Unpublished AB thesis, Princeton University.
- Hitchcock, C. B. 1948. La región Orinoco-Ventuari, Venezuela. Relato de la expedición Phelps al Cerro Yavi. Ministerio de Educación Nacional, Dirección de Cultura. Imprenta El Compás, Caracas.
- Horne, A. J., y C. R. Goldman. 1994. *Limnology*. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Humboldt, A. 1975 [1859-1869]. *Del Orinoco al Amazonas. Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente*. Edt.Labor, Barcelona. 429 p.
- Hutton, J. M. 1987. Growth and feeding ecology of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* at Ngezi, Zimbabwe. *J. Anim. Ecol.* 56:25-38.
- Hutton, J. and G. Webb. 1992. An introduction to the farming of crocodylians. Pp. 1-39 in R. Luxmoore (ed.). *Directory of Crocodile Farms*. Cambridge, IUCN Publications.
- Hutton, J. M., y M. E. J. Woolhouse. 1989. Mark-recapture to assess factors affecting the proportion of a Nile crocodile population seen during spotlight counts at Ngezi, Zimbabwe, and the use of spotlight counts to monitor crocodile abundance. *J. Applied Ecology* 26:381-395.
- Hynes, H. B. N. 1970. *The ecology of running waters*. University of Toronto Press, Toronto.
- Jacobsen, T., y J. A. Kushlan. 1989. Growth dynamics in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *J. Zool. Lond.* 219:309-328.
- Joanen, T. and L. McNease. 1979. Culture of the American alligator. *International Zoo Yearbook* 19: 61-66.
- Joanen, T., y L. McNease. 1992. Sequence of nesting, clutch size, and hatch rate for alligators in Southwest Louisiana. Pp. 207-221. In: *Proceeding of the 11th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the Species Survival Commission of the IUCN- The World Conservation Union*, Gland, Switzerland. Volume I. ISBN 2-8317-0132-5.
- Johnson, D. H., G. L. Krapu, K. J. Reinecke, y D. G. Jorde. 1985. An evaluation of condition indices for birds. *J. Wildl. Manage.* 46(3):569-575.
- Jolicoeur, P. 1963. The multivariate Generalization of the allometry equation. *Biometrics* 19:497-499.
- Kadlec, R. H., y R. L. Knight. 1996. *Treatment wetlands*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton.
- Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6):21-27.

- King, F. W. 1973. Summary of the surveys of the status of crocodilian species in South America undertaken by Professor F. Medem. In: Crocodiles. IUCN Publ. N.S. Supl. Paper 41:33-36.
- King, F. W. 1978. The wildlife trade. Pp. 253-271. In: H. P. Brokaw (ed.). Wildlife and America. U. S. Govt. Printing Office, Washington, DC.
- King, F. W. 1989. Conservation and Management. Pp. 216-229. In: Ch. Ross, (edt.), Crocodiles and Alligators. Golden Press Pty Ltd, Silverwater, NSW, Australia.
- King, F. W., y P. Brazaitis. 1971. Species identification of commercial crocodilian skins. *Zoologica* 56(2):15-69.
- Laws, E. A. 1993. Aquatic pollution. An introductory text. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* 20:201-219.
- Lind, O. T. 1974. Handbook of common methods in limnology. The C. V. Mosby Company, Saint Louis.
- Lugo, M. 1995. Cría del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación de Biología Tropical "Roberto Franco", Villavicencio, Meta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* 19(74): 601-606.
- Lugo, M. 1998. Evaluación del programa de liberación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Refugio de Fauna Silvestre "Caño Guaritico" y alrededores. Estado Apure. M.Sc. Thesis. UNELLEZ, Guanare, Venezuela.
- Machado-Allison, A. 1987. Los peces de los llanos de Venezuela. Un ensayo sobre su historia natural. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas.
- Magnusson, W. E. 1985. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodilians. *Amazoniana* 9(2): 193-204.
- MARNR, 1995. Balance ambiental de Venezuela 1994-1995. Centro de Información y Estadísticas Ambientales. DGSIA, MARNR, Caracas.
- Maitland, P. S. 1990. Biology of fresh waters. Chapman and Hall. New York.
- MARNR. 1997. Datos mensuales y anuales de precipitación (mm). Estación Palo Quemado. DGSICASV, Dirección de Hidrología y Meteorología. SINAIHME. (Datos no publicados).
- Martins, O., y J. Probst. 1991. Biogeochemistry of major African rivers: Carbon and mineral transport. Pp. 127-155. In: E. T Degens, S. Kempe, y J. E. Richey (eds.), Biogeochemistry of major world rivers. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Mason, C. F. 1995. River management and mammal populations. Pp. 289-305. In: D. M Harper y A. J. D. Ferguson (eds.), The ecological basis for river management. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK.
- Medem, F. 1981. Los Crocodylia de Sur América, Vol. I. Los Crocodylia de Colombia. Editorial Carrera 7a. Ltda, Bogotá. 354 pp.
- Medem, F. 1983. Los Crocodylia de Sur América, Vol. II. Editorial Carrera 7a. Ltda, Bogotá. 270 pp.
- Medina, G. 1960. Caza y conservación de fauna en Venezuela. *El Agricultor Venezolano* 22(216):22-28.
- Medina, G. 1960. Caza y conservación de fauna en Venezuela. *El Agricultor Venezolano* 22(216):22-28
- Messel, H., G. C. Vorlicek, A. G. Wells, y W. J. Green. 1981. Surveys of tidal rivers system study in the Northern Territory of Australia and their crocodile populations. Monograph 1. The Blyth-Cadell rivers systems study and the status of *Crocodylus porosus* in tidal waterways of Northern Australia. Oxford and Sydney.
- Mitsch, W. J., y J. G. Gosselink. 1993. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Mogollón, J., J. B. Colina, y C. Bifano. 1987. Geoquímica de la contaminación de dos cuencas hidrográficas de Venezuela. *Interciencia* 12(2):70-78.
- Mondolfi, E. 1957. La conservación de nuestra fauna autóctona. *Conservación* 3:3-18.
- Mondolfi, E. 1965. Nuestra fauna. *Revista El Farol* 214:2-13.
- Montague, J. J. 1983. Influence of water level, hunting pressure and habitat type on crocodile abundance in the Fly River drainage, Papua New Guinea. *Biol. Conserv.* 26:309-339.
- Montague, J. J. 1984. Morphometric analysis of *Crocodylus novaeguineae* from the Fly River Drainage, Papua New Guinea. *Aust. Wildl. Res.* 11: 395-414.
- Montague, J. J. 1984. Abnormalities and injuries in New Guinea freshwater crocodile (*Crocodylus novaeguineae*). *J. Herpetology* 18(2):201-204.
- Mozans, H. J. 1910. Up the Orinoco and down the Magdalena. D. Appleton and Company, New York and London.

- OCEI, 1993. El censo 90 en Cojedes. República de Venezuela. Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI).
- Ogden, J. C. 1978. Status and nesting biology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, (Reptilia, Crocodylidae) in Florida. *J. Herpetol.* 12:183-196.
- Páez, R. 1980 [1868]. Escenas rústicas en Sur América o Vida en los Llanos de Venezuela. Ediciones Centauro. Caracas.
- Parra-Pardi, G. 1974. Estudio sanitario integral del Río Yaracuy. Pub. No. 74-01, Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental, MSAS, Caracas, Venezuela.
- Pedrañez, H. 1980. Historia del estado Cojedes. Ediciones de la Presidencia de la República. Caracas, Venezuela.
- Petrullo, V. 1939. The Yaruros of the Capanaparo river, Venezuela. *Smithsonian Institution Bulletin (Bureau of American Ethnology)* 123:167-289.
- Petts, G., y P. Calows. 1996. River restoration. Blackwell Science. Oxford.
- PROFAUNA. 1994. Plan Estratégico: Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela. MARNR, Servicio Autónomo de Fauna, PROFAUNA, Caracas.
- Ramo, C., y B. Busto. 1986. Censo aéreo de caimanes (*Crocodylus intermedius*) en el río Tucupido (Portuguesa, Venezuela) con observaciones sobre su actividad de soleamiento. *Crocodyles, IUCN Publ. (New Series)*:109-119.
- Ramo, C., B. Busto, y J. Utrera. 1992. Breeding and Rearing the Orinoco crocodile *Crocodylus intermedius* in Venezuela. *Biological Conservation* 60:101-108.
- Rebêlo, G. H., y W. E. Magnusson. 1983. An analysis of the effect of hunting of *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger* based on the sizes of confiscated skins. *Biological Conservation* 26:95-104.
- Rivera, M., y C. Marrero. 1995. Determinación de la calidad de las aguas en las cuencas hidrográficas, mediante la utilización del Índice de Integridad Biótica (IIB). *Biollania* 11:127-148.
- Rivero-Blanco, C. 1968. El caimán y su valiosa piel. *Lineas* 136:11-13.
- Rodríguez, J. P., y F. Rojas-Suárez. 1995. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. PROVITA, Fundación Polar, Caracas.
- Rodríguez-Olarte, D., y D. C. Taphorn. 1995. Los peces como indicadores biológicos: Aplicación del Índice de Integridad Biótica en ambientes acuáticos de los Llanos Occidentales de Venezuela. *Biollania* 11:27-56.
- Ross, J. P. 1998. Crocodiles: Status survey and conservation action plan. Gland, Switzerland, IUCN/SSC Crocodile Specialist Group.
- Rootes, W. L., V. L. Wright, B. W. Brown, y T. J. Hess. 1991. Growth rates of American alligators in estuarine and palustrine wetlands in Louisiana. *Estuaries* 14(4):489-494.
- Roze, J. A. 1964. Pilgrims of the river. *Nat. Hist.* 73:35-41.
- SAS 1987. SAS user guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina. U.S.A.
- Seijas, A. E. 1986. Situación actual del caimán de la costa, *Crocodylus acutus*, en Venezuela. *Proceeding of the Crocodile Specialist Group Meeting* 7: 96-108.
- Seijas, A. E. 1988. Habitat use by the American crocodile and the spectacled caiman coexisting along the Venezuelan coastal region. Tesis de Maestría. School of Forest Resources and Conservation. Gainesville, University of Florida.
- Seijas, A. E. 1992. Status of Orinoco crocodile populations in some localities in the Venezuelan llanos. Pp 79 In: *Crocodyles. Proceedings of the 11th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the Species Survival Commission. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland. Vol. 2.*
- Seijas, A. E. 1993. Cría de caimanes del Orinoco en la UNELLEZ, Venezuela. Pp. 182-195 in: *Zoocria de los Crocodylia. Memorias de la I Reunión Regional del CSG, Grupo de Especialistas de Cocodrilos de la IUCN. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.*
- Seijas, A. E. 1995. Captive breeding and rearing as a conservation tool for the Orinoco crocodile. Pp. 596-598 in: J. A. Bissonette y P. R. Krausman, eds. *Integrating People and Wildlife for a sustainable future. Proceedings of the first International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society, Bethesda, Md.*
- Seijas, A. E. 1996. Coexistencia de babas y caimanes en la región costera venezolana. Pp. 217-253. In: J. E. Péfaur, *Herpetología Neotropical. Actas II Congreso Latinoamericano de Herpetología. Vol. II. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones. Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico, Mérida, Venezuela.*

- Seijas, A. E., y I. González. 1994. Incubación artificial de huevos de caimán del Orinoco. *Biollania* 12(2):36-41.
- Seijas, A. E., y P. Meza. 1994. El caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el embalse del río Tucupido, estado Portuguesa, Venezuela.
- Seijas, A. E., y S. Ramos. 1980. Caracterización de la dieta de la baba, *Caiman crocodilus*, durante la estación seca en las sabanas moduladas del Estado Apure, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 10(4):373-389.
- Seijas, A. E., C. Ramo, y B. Busto. 1989. Manejo de habitat para la baba: ¿Utopía o Realidad?. Trabajo presentado en el II Taller Sobre Conservación y Manejo de la Baba (*Caiman crocodilus*) en Venezuela. UNELLEZ, FUNDAFAUNA, FUNDACITE, MARNR. Guanare 21 al 23 de agosto de 1989.
- Setzler-Hamilton, E. M., y J. H. Cowan. 1993. Comparing the applicability of weight length relationship, the relative condition index and morphometric criteria to assess larval condition: A test case with striped bass. *Northeast Gulf Science* 13(1):13-22.
- Singh, J., S. Kar, y B. Choudhury. 1986. Indian crocodylians. A ten year review of management. Pp. 62-79. In: *Crocodyles*, IUCN Publ., New Series, Gland, Switzerland.
- Smith, E. N., C. R. Johnson, y B. Voigt. 1976. Leech infestation of the American alligator in Texas. *Copeia* 1976(4):842.
- Spengler, T. J., P. L. Leberg, y W. C. Barrow. 1997. Comparison of condition indices in migratory passerines at a stopover site in coastal Louisiana. *Condor* 97:438-444.
- Staton, M., y J. R. Dixon. 1975. Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus crocodilus* from the Venezuelan Llanos. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 35:237-265.
- Suthers, I. M., A. Fraser, y K. T. Frank. 1992. Comparison of lipid, otolith and morphometric condition indices of pelagic juvenile cod *Gadus morhua* from the Canadian Atlantic. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84:31-40.
- Tablante-Garrido, P. N. 1961. Provincia de Apure. Monografía del Gobernador General José Cornelio Muñoz [1831]. Cuadernos Geográficos No. 1. Instituto de Geografía y de Conservación de Recursos Naturales. Universidad de Los Andes. Venezuela.
- Taphorn, D. C. 1992. The Characiform fishes of the Apure river drainage, Venezuela. *Biollania*, especial edition No. 4. Guanare, Venezuela.
- Taylor, J. A. 1979. The food and feeding habits of subadult *Crocodylus porosus* Schneider in Northern Australia. *Aust. Wildl. Res.* 6:347-359.
- Thorbjarnarson, J. (compiler) 1992. *Crocodyles: An action plan for their conservation*. H. Messel, F. W. King y J. P. Ross (eds.). IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Gland, Switzerland. 136 pp.
- Thorbjarnarson, J. 1996. Reproductive characteristics of the Order Crocodylia. *Herpetologica* 52(1):8-24.
- Thorbjarnarson, J., y A. Arteaga. 1995. Estado poblacional y conservación del caimán del Orinoco en Venezuela. Pp. 159- 170 In: *La Conservación y el Manejo de los Caimanes y Cocodrilos en América Latina*. Volume 1. Publicado por Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.
- Thorbjarnarson, J., y R. Franz. 1987. *Crocodylus intermedius* (Graves). Orinoco crocodile. Pp. 406.1-406.2. In: *Catálogo of American Amphibians and Reptiles*. Society for the Study of Amphibian and Reptiles (SSAR).
- Thorbjarnarson, J., y G. Hernández. 1992. Recent investigation on the status and distribution of Orinoco crocodile *Crocodylus intermedius* in Venezuela. *Biological Conservation* 62:179-188.
- Thorbjarnarson, J., y G. Hernández. 1993a. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and egg and clutch relationship. *J. Herpetol.* 27(4):363-370.
- Thorbjarnarson, J., y G. Hernández. 1993b. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. II. Reproductive and social behavior. *J. Herpetol.* 27(4):371-379.
- Trihadiningrum, Y., N. De Pauw, I. Tjondronegoro, y R. F. Verheyen. 1996. Use of benthic macroinvertebrates for water quality assessment of the Blawi river (East java, Indonesia). Pp. 199-221 In: F. Sciemer y K. T. Boland (eds.), *Perspectives in tropical limnology*. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam.
- Val, A. L., y V. M. F. de Almeida Val. 1995. *Fishes of the Amazon and their environment. Physiological and biochemical aspects*. Springer, Berlin.
- Venezuela. 1970. Ley de Protección a la Fauna Silvestre. Gaceta Oficial N0. 29289. Agosto 11, 1970.
- Venezuela. 1995. Normas para la clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Presidencia de la República. Decreto 883. 11 de octubre de 1995.

- Venezuela 1996. Especies de fauna en peligro de extinción (Decreto 1486). Gaceta Oficial de la República de Venezuela 123: 296594.
- Verstraeten, P. B. 1939. Les caimans L'Apure. Bull. Commercial Belge 58:15-17.
- Vila, M. A. 1956. Aspectos Geográficos del Estado Cojedes. Corporación Venezolana de Fomento. Ed. Ragón C. A. Caracas.
- Virgl, J. A., y F. Messier. 1993. Evaluation of body size and body condition indices in muskrats. J. Wildl. Manage. 57(4):854-860.
- Webb, G. J. W., y S. C. Manolis. 1983. *Crocodylus johstoni* in the McKinlay River area, N. T. V. Abnormalities and injuries. Australian Wildlife Research 10:407-420.
- Webb, G. J. W., S. C. Manolis, y R. Buckworth. 1982. *Crocodylus johnstoni* in the McKinley river area. N. T. I. Variation in the diet and a new method of assessing the relative importance of prey. Aust. J. Zool. 30(6): 877-899.
- Webb, G. J. W., S. C. Manolis, y G. Sack. 1983. *Crocodylus johstoni* and *C. porosus* coexisting in a tidal river. Australian Wildlife Research 10:639-650.
- Webb, G. J. W., y H. Messel. 1977. Abnormalities and injuries in the estuarine crocodile, *Crocodylus porosus*. Aust. Wildl. Research 4:311-319.
- Webb, G. J. W., y H. Messel. 1978. Morphometric analysis of *Crocodylus porosus* from the North Coast of Arnhem Land, Northern Australia. Aust. J. Zool. 26:1-27.
- Webb, G., H. Messel, J. Crawford, M. J. Yerbury. 1978. Growth Rates of *Crocodylus porosus* (Reptilia: Crocodylia) from Arnhem Land, Northern Australia. Australian Wildlife Research 5: 385-399.
- Wetzel, R. G. 1975. Limnology. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Whitney, C. 1912. The flowing road. Adventuring on the great rivers of South America. J. B. Lippincott Company, Philadelphia & London.
- Wilkinson, P., A. Abercrombie, y C. Hope. 1997. Length-mass relationships in Crocodylians. Memorias 4ta. Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de America Latina y El Caribe. Villahermosa, Tabasco, México.
- Winemiller, K., C. Marrero, y D. Taphorn. 1996. Perturbaciones causadas por el hombre a las poblaciones de peces de los Llanos y del Piedemonte Andino de Venezuela. Biollania 12:13-48.
- Wood, J. M., A. R. Woodward, S. R. Humphrey, y T. C. Hines. 1985. Night counts as an index of American alligator population trends. Wildl. Soc. Bull. 13(3); 262-272.
- Woodward, A. R., y W. R. Marion. 1978. An evaluation of factors affecting night-light counts of alligators. Proc. Ann. Conf. S.E. Assoc. Fish & Wildl. Agencies 32:291-302.