

**Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"EZEQUIEL ZAMORA"**



**LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA**

**VICERRECTORADO  
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
ESTADO PORTUGUESA**

**COORDINACIÓN  
ÁREA DE POSTGRADO**

**COLECTA DE HUEVOS COMO ESTRATEGIA DE  
CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL  
SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA**

Autor: Ariel S. Espinosa-Blanco

Tutor: Andrés E. Seijas, Ph.D.

Guanare, julio de 2010



Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"Ezequiel Zamora"  
**UNELLEZ**

Vice-Rectorado de Producción Agrícola

LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

2010

## COLECTA DE HUEVOS COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA



Con el apoyo de:



Biólogo

Ariel S. Espinosa-Blanco

Tutor

Andrés E. Seijas, Ph.D.

Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre

FAUNELLEZ



Fotografía portada: Crías de cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela. Autor Ariel S. Espinosa-Blanco.



Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"Ezequiel Zamora"

**UNELLEZ**

Vice-Rectorado de Producción Agrícola

LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

Vicerrectorado de Producción Agrícola  
Coordinación de Área de Postgrado  
Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre



# **COLECTA DE HUEVOS COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA**

Requisito parcial para optar al grado académico de

*Magister Scientiarum*

En Manejo de Fauna Silvestre

Autor: Ariel S. Espinosa-Blanco

C.I-E: 84.413.639

Tutor: Andrés E. Seijas, Ph.D.

Guanare, julio de 2010



Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"Ezequiel Zamora"  
**UNELLEZ**

Vice-Rectorado de Producción Agrícola

LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA



Vice-Rectorado de Producción Agrícola  
COORDINACIÓN DE POSTGRADO

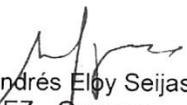
## ACTA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE GRADO

En la sede del Vicerrectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ-Guanare, a las 09:30 a.m., del día lunes 12 de julio de dos mil diez, se reunieron los Profesores Andrés Eloy Seijas, Antonio González Fernández y Tito Barros miembros del Jurado Evaluador designado por la Comisión Técnica de Estudios de Postgrado del Vice-Rectorado de Producción Agrícola, según Resolución N° CTEP 152/2010, de fecha 07-07-2010, Extraordinaria Punto Único, para proceder a emitir el veredicto sobre la defensa pública del Trabajo de Grado intitulado: **“COLECTA DE HUEVOS COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA”**, desarrollado por el Biólogo Ariel Silvino Espinosa Blanco, de nacionalidad colombiana, titular de la cédula de identidad E-84.413.639, como requisito parcial para optar al grado académico de **MAGÍSTER SCIENTIARIUM EN MANEJO DE FAUNA SILVESTRE**.

Cumplido el acto de presentación pública, el cual finalizó a las 10:30 a.m., los miembros del Jurado Evaluador resolvieron **Aprobar** el trabajo en su forma y contenido y con base al carácter innovador y la importancia que la investigación tiene para la conservación de la especie, se le otorga mención **PUBLICACIÓN**.

  
Prof. M.Sc. Antonio González  
UNELLEZ – Guanare  
Miembro Principal Interno  
C.I. V-5.375.152

  
Prof. M.Sc. Tito Barros  
Miembro Principal Externo  
C.I. V-8.641.964

  
Prof. Dr. Andrés Eloy Seijas  
UNELLEZ - Guanare  
C.I. V-4.055.932  
Tutor y Coordinador del Jurado

*Esta tesis es dedicada a mi familia encabezada por:  
mi hija María Paula y mi esposa Roxibell Pelayo,  
a mis padres Bertina Blanco A y Silvino Espinosa M  
y por supuesto a mis hermanos “Comparceros de vida”  
Alejo, Oscar y Juancho, esto es por y para ustedes*

## AGRADECIMIENTOS

En mis casi tres años de residencia en Venezuela he tenido el privilegio de compartir con personas, que de manera desinteresada han apoyado y enriquecido de manera fundamental mi proceso de formación académica y personal, haciendo esta tesis y mi título de magister posible. Ante todo mis disculpas a aquellos cuyos nombres no menciono por falta de memoria, mas no de gratitud.

En primer lugar agradezco el continuo apoyo de mi familia en Colombia y Venezuela, quienes de manera clave son partícipes en la consecución de este grado académico. Mis más sinceras gracias a mis Padres Bertina Blanco y Silvino Espinosa, a mis hermanos Alejandro, Oscar y Juan Espinosa Blanco, mis suegros Jonas Pelayo y Rosa Escalona y a mi segunda madre Ceferina Pelayo "Chepi". Igualmente agradezco a Andrés E. Seijas por la inmensa confianza, apoyo, tutoría, por el tiempo dedicado a la tesis, discusiones, valiosos consejos y sugerencias para mejorar el trabajo. A Martín Correa-Viana y Roxibell Pelayo (ICAE-ULA), quienes contribuyeron de manera sustancial con la redacción del manuscrito final.

Para realizar esta tesis de grado, conté con la financiación de la *Wildlife Conservation Society* (WCS), la *Fundación para el desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* (FUDECI) y a las becas IEA de PROVITA. Agradezco a mis ayudantes de campo y amigos Carlos Caseres, Jorge L. Mena, Yoiner Delfín, quienes hicieron amenas las salidas al río Cojedes. Resalto la buena disposición de los propietarios de los hatos Merecure (Tulio Pacheco) y Caño Amarillo (Juan Pablo Morales) por permitir realizar el trabajo en sus predios. A José Gregorio García y Pablo Zanabria-Gil por la ayuda con los SIG, a Franklin Rosales (Oficina de Gestión de Agua del Ministerio del Ambiente, estado Cojedes), por suministrar datos climáticos del área de estudio.

Igualmente a aquellos investigadores que me facilitaron sus datos, bibliografía, consejos, orientación y fotografías, entre ellos Álvaro Velasco (CSG-UICN/SSC Venezuela), Alejandro Larriera (CSG-UICN/SSC Argentina), Andrés E. Seijas (UNELLEZ-Guanare), Manuel Mendoza (BIOMECA), Omar Hernández (FUDECI), Ricardo Babarro (Ministerio del Ambiente), Carolina Ojeda (Corporinoquia Colombia) y al Grupo de Especialistas de Cocodrilos de Venezuela (GECV).

A mi grupo de estudiantes tutoriados Jorge L. Mena y a los “*Los Tigres*” Yohiner Delfín y Yubane Rosales con quienes aprendimos sobre cocodrilos y babas en la asesoría y búsqueda de sus trabajos de grado. A mis amigos y compañeros de maestría Mauricio Vargas-Clavijo, Manuel Useche y José de Jesús Vargas-González “Paveco”, con quienes compartí agradables momentos en campo y discusiones sobre el manejo y conservación de la fauna silvestre en nuestros países. De la misma manera a Antonio González-Fernández, Antonio Utrera y Miguel Niño, profesores del postgrado por la amistad y apoyo brindado en mi estancia en la UNELLEZ. También a Ana Victoria Ruíz y Diego Pineda “Diegordo” por su amistad y apoyo.

A la familia Puentes Pelayo (Chepina, Félix, Román, Robert y respectivas esposas) por su acogida y hacer de su hogar el mío desde el primer día de llegada a Venezuela. A las “Comis” Adrit Amado, Alma Ulloa, Carolina y Cristina Cabrera-Gregori por todo su apoyo desde Mérida. Por último, agradezco a todas las personas que desde Colombia, con su energía y entusiasmo apoyaron mi venida a Venezuela a realizar mis estudios de postgrado, entre ellos Pablo E. Rodríguez A, Franz Gutiérrez Rey, a los Betrayer (Carlos Torres, Osmar “*Chiguas*” Monroy, Rafael “*Buitro*” Mesa, Ricardo “*Lobo*” González, Oscar “*Canti*” Camargo) y a Leonardo Zorro.

## ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE.....	i
LISTA DE TABLAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.1 El Sistema del río Cojedes.....	7
2.2 Clima.....	8
2.3 Vegetación.....	12
2.4 Aspectos socioeconómicos.....	13
CAPÍTULO III. ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES.....	14
3.1 Introducción.....	14
3.2 Materiales y Métodos.....	15
3.2.1 Cronología reproductiva.....	17
3.2.2 Localización de nidadas exitosas en el río.....	17
3.2.3 Tamaño poblacional reproductivamente activa.....	17
3.2.4 Cuidado parental de las nidadas y grupos de crías.....	18
3.2.5 Estimación del tamaño de las hembras basado en la profundidad del nido.....	18
3.3 Resultados.....	18
3.3.1 Cronología reproductiva.....	18
3.3.2 Áreas de anidación y abundancia de nidos.....	19
3.3.3 Tamaño poblacional reproductivamente activa.....	20
3.3.4 Cuidado parental de las nidadas y grupos de crías.....	22
3.3.4 Estimación del tamaño de las hembras basado en la profundidad del nido.....	22
3.4 Discusión y conclusiones.....	23
3.4.1 Cronología reproductiva.....	23
3.4.2 Áreas de anidación y abundancia de nidos.....	24
3.4.3 Tamaño poblacional reproductivamente activa.....	26
3.4.4 Cuidado parental de las nidadas y grupos de crías.....	27
3.4.5 Estimación del tamaño de las hembras basado en la profundidad del nido.....	28

CAPÍTULO IV. ESTADO POBLACIONAL DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES.....	29
4.1 Introducción.....	31
4.2 Materiales y Métodos.....	31
4.2.1 Cuento de crocodílicos.....	34
4.2.2 Abundancia y estructura poblacional.....	35
4.3 Resultados.....	35
4.3.1 Abundancia.....	42
4.3.2 Estructura poblacional.....	45
4.4 Discusión y conclusiones.....	45
4.4.1 Abundancia.....	47
4.4.2 Estructura poblacional.....	
CAPÍTULO V. COLECTA E INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES.....	50
5.1 Introducción.....	51
5.2 Materiales y Métodos.....	51
5.2.1 Localización de la nidada.....	53
5.2.2 Caracterización y manipulación de las nidadas.....	54
5.2.3 Acondicionamiento del área de incubación.....	55
5.2.4 Incubación artificial.....	55
5.2.5 Cuento y medición de los neonatos.....	56
5.3 Resultados.....	56
5.3.1 Características de los nidos.....	57
5.3.2 Incubación y éxito de eclosión de nidadas colectadas.....	60
5.3.3 Nacimientos.....	60
5.4 Discusión y conclusiones.....	60
5.4.1 Características de los nidos.....	62
5.4.2 Incubación y éxito de eclosión de nidadas colectadas.....	64
5.4.3 Nacimientos.....	
CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO: PROGRAMA DE COLECTA DE HUEVOS Y NEONATOS EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA.....	67
6.1 Introducción.....	67
6.2 Etapas del programa de colecta de huevos y neonatos (Rancho).....	71
6.2.1 Búsqueda de nidos, colecta de huevos y neonatos.....	71
6.2.2 Incubación artificial.....	72
6.2.3 Cría en condiciones controladas.....	74
6.2.4 Liberación de cocodrilos del Orinoco para repoblamiento en el SRC.....	75
6.2.5 Monitoreo de las poblaciones silvestres bajo manejo.....	76
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE MANEJO.....	78
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS.....	92

## LISTA DE TABLAS

### **CAPÍTULO III. ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL COCODRILO DEL OPRINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES**

- 3.1 Número de playas y nidos estimados en los sectores estudiados en el Sistema del río Cojedes (Caño de Agua-Confluencia Sarare y Merecure-Caño Amarillo).....20
- 3.2 Población reproductiva del cocodrilo del Orinoco en los sectores estudiados del SRC. Se consideró que existe un macho dominante por cada hembra aislada o grupo de hembras anidando a una distancia mínima de 500 m entre nidos o grupo de nidos.....20
- 3.3 Talla estimada de hembras de *C. intermedius* del SRC basada en la profundidad del nido .....23

### **CAPÍTULO IV. ESTADO POBLACIONAL DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES.**

- 4.1 Abundancia de *C. intermedius* en los dos sectores estudiados en el SRC (La Batea-Confluencia-Sarare B-CS y Merecure-Caño Amarillo M-CA).....35
- 4.2 Tamaño mínimo de la población de cocodrilos basado en índices de abundancia en los sectores estudiados en el SRC.....39
- 4.3 Índices de abundancia de cocodrilos del Orinoco en los periodos 1991-1996, 2006 y 2009 en los sectores muestreados del río Cojedes.....40
- 4.4 Estructura poblacional de *C. intermedius* para los sectores muestreados.....42

### **CAPÍTULO V. COLETA E INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DEL COCODRILO DEL ORINOCO**

- 5.1 Características de los nidos colectados (n=8) de *C. intermedius* en el Sistema del río Cojedes.....57
- 5.2 Temperaturas máximas, mínimas y promedio registradas en los nidos colectados e incubados en el presente estudio con termómetros digitales con sonda reptiselva .....58

5.3	Éxito de eclosión de las nidadas colectadas e incubadas en área bajo supervisión (n=8).....	59
5.4	Éxito de eclosión de las nidada naturales (control, n=5). Se consideró que cada nido tenía originalmente 49,5 huevos, valor promedio de las ocho nidadas colectadas.....	60
5.5	Comparación del tamaño de nidadas de <i>C. intermedius</i> en diferentes poblaciones silvestres en Venezuela.....	61

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Distribución histórica de *Crocodylus intermedius* en la cuenca del río Orinoco entre Colombia y Venezuela (líneas oblicuas).....3

### CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO

- 2.1 Ubicación relativa del área de estudio (Caño de Agua-Rancho Merecure-Caño Amarillo) en el Sistema del río Cojedes.....9
- 2.2 Climograma de Gaussen el cual presenta precipitación y temperatura promedio medio mensual del área de estudio, estación climatológica del MPP para el Ambiente UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, periodo 1981-2009.....10
- 2.3 Evaporigrama medio mensual en el estado Cojedes, estación climatológica del MPP para el Ambiente UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, periodo 1981-1996.....11
- 2.4 Distribución aproximada de la humedad relativa en el estado Cojedes, estación climatológica del MPP para el Ambiente UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, periodo 1981-1996.....11
- 2.5 Bosque de galería y sabanas antropizadas en el SRC.....12

### CAPÍTULO III. ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL COCODRILO DEL OPRINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES

- 3.1 Sectores muestreados Caño de Agua-Confluencia Sarare (CA-CS), Merecure-Caño Amarillo (M-CAM) en el SRC.....16
- 3.2 Cronología de anidación, incubación, eclosión y cuidado parental del cocodrilo del Orinoco en el SRC.....19
- 3.3 Distribución y abundancia de nidos de *C. intermedius* en los sectores La Batea-Merecure y Merecure-Caño Amarillo en el SRC.....21
- 3.4 Cuidado parental de las nidadas por hembra de *C. intermedius* en el Sistema del río Cojedes 12/02/2009.....22

## **CAPÍTULO IV. ESTADO POBLACIONAL DEL OCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES**

- 4.1 Sectores de conteo de cocodrilos, con puntos de referencia de inicio y fin de cada transecto en el SRC .....33
- 4.2 Variación de la abundancia de cocodrilos entre sectores estudiados en el SRC, La Batea-Confluencia Sarare (B-CS) y Merecure-Caño Amarillo (M-CAM).....36
- 4.3 Variación de la proporción de cocodrilos observados en el SRC a medida que avanzaba la sequía.....37
- 4.4 Variación de la proporción de individuos juveniles y adultos observados en el SRC a medida que transcurría la época seca. El 11 de febrero se considero como día uno.....38
- 4.5 Variación de la abundancia de cocodrilos en diferentes años de estudio en los sectores La Batea-Confluencia Sarare (B-CS) y Merecure-Caño Amarillo (M-CAM) en el SRC.....41
- 4.6 Estructura poblacional de *C. intermedius* en los sectores de estudio del SRC. Las clases de tamaño se expresan en cm de longitud total corporal (LT).....43
- 4.7 Variación de la estructura poblacional de *C. intermedius* en los sectores B-CS y M-CAM en el 2006 (Ávila-Manjón 2008) y en el presente estudio.....44
- 4.8 Diferencias en el número estimado y tendencia de la población de cocodrilos en los sectores B-CS y M-CAM en diferentes años de estudio.....46

## **CAPÍTULO V. COLETA E INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DEL OCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES**

- 5.1 Playas con evidencia de visita de cocodrilos para postura de nidos y metodología de búsqueda de nidos (Pooley 1991) para *C. intermedius* en el SRC.....52
- 5.2 Colecta y manipulación de nidadas de *C. intermedius* encontradas en el SRC.....54
- 5.3 Área vigilada, acondicionada para la incubación de las nidadas de *C. intermedius* colectadas en el SRC.....56

5.4	Variación media de la temperatura ambiente e interior de un nido colectado en el periodo de incubación (febrero-abril). Se presentan datos agrupados del nido 3 el cual contenía un HOBO <i>Data Logger</i> , a los que se realizaron 232 mediciones.....	58
5.5	A y B Nacimiento de neonatos en el rancho Merecure-SRC. C Embrión muerto de <i>C. intermedius</i> .....	61
5.6	Registro de temperaturas medias diarias durante el periodo de incubación de tres nidos de <i>C. intermedius</i> en el SRC. Nidos 3, 4 y 5 presentaron un éxito de eclosión de 66,7, 92,9 y 78,4% respectivamente. La humedad relativa del nido 3 alanzo 100% mientras que la del nido 5 presentó variaciones.....	66

**CAPÍTULO VI. CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO:  
PROGRAMA DE COLECTA DE HUEVOS Y  
NEONATOS EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES**

6.1	Manejo y marcaje de neonatos de <i>C. intermedius</i> en el SRC.....	73
-----	--	----

# COLECTA DE HUEVOS COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA

Ariel S. Espinosa-Blanco

Dirigido por: Andrés E. Seijas, Ph.D

2010

## RESUMEN

*Crocodylus intermedius*, es considerado como uno de los cocodrilos más amenazados del mundo, dado sus bajos niveles poblacionales y reducida distribución geográfica. Entre las razones que han retardado la recuperación de sus poblaciones, destacan la pérdida de huevos por crecidas repentinas del río y por depredación humana y animal. En el presente estudio se evaluó la colecta de huevos como estrategia de conservación del cocodrilo del Orinoco en el Sistema del río Cojedes (SRC), fundamentada en la biología reproductiva, la ecología poblacional, así como consideraciones logísticas y socioeconómicas. El estudio se realizó en dos tramos del SRC (20,7km). Para evaluar el potencial de la colecta de huevos, desde febrero hasta mayo de 2009, se realizaron recorridos diurnos y nocturnos en búsqueda de nidos, grupos de crías y realizar conteos de cocodrilos. Se colectó la totalidad de huevos de ocho nidos (n=368), para su incubación artificial en un área vigilada. Adicionalmente, se georreferenció y dejaron como control en playas naturales cinco nidos. El éxito de eclosión de los huevos incubados fue 53,6% y 36,4% en los nidos control. Se estimó el hábitat reproductivo en 1,25 playas/km; la abundancia de nidos fue de 1,30 nidos/km. La población mínima reproductivamente activa fue de 42 cocodrilos, concentrados en el sector Caño de Agua-Confluencia Sarare (61,9%). La población de cocodrilos mostró índices de abundancia entre 0,15 y 5,41 individuos/km, con un promedio de 2,40 ind/km, lo que indica una disminución de la población en relación con años anteriores. La estructura poblacional en los dos sectores estuvo dominada por individuos Clase II (jóvenes) y Clase V (adultos). Dada la importancia de la población de cocodrilos y el potencial reproductivo que el SRC mantiene, éste constituye un área ideal para la aplicación de un programa de colecta de huevos y crías, en el cual se incorpore a las comunidades cercanas, para incrementar la producción de neonatos y suplementar las poblaciones silvestres para conservar la especie.

**Palabras clave:** *Crocodylus intermedius*, conservación, colecta de huevos, estado poblacional, Sistema del río Cojedes, Venezuela.

# EGGS RANCHING AS CONSERVATION STRATEGY OF ORINOCO CROCODILE IN THE COJEDES RIVER SYSTEM, VENEZUELA

Ariel S. Espinosa-Blanco

Directed by: Andrés E. Seijas, Ph.D.

2010

## ABSTRACT

*Crocodylus intermedius*, has been considered one of the most threatened crocodylian of the world, given its low population levels and reduced geographical distribution. Among the reasons that have slowed the recovery of their populations can be mentioned the loss of eggs by unexpected flash flood, and predation by humans and wildlife. This study evaluated eggs ranching as conservation strategy for the species in the Cojedes River System (SRC), which is based on the reproductive biology, population ecology, as on logistic and socioeconomic considerations. The study was carried out in two sections of the SRC (20.7 km). To evaluate the eggs ranching potential from February to May 2009, were conducted diurnal and nocturnal surveys counting crocodiles and looking for nests and hatchling pods. We collected all eggs from eight clutches (n=368) for artificial incubation in a place, under surveillance. Additionally, five nests were georeferenced and left in their natural beaches, which were used as controls. The hatching success was 53.6% for collected nests and 36.4% for control nests. We estimated the breeding habitat in as 1.25 beaches/km. Nests abundance was 1.30 nests/km. The minimal number of active reproductive population was 42 crocodiles, mainly concentrated in section Caño de Agua-Confluencia Sarare (61.9%). The indices of crocodile abundance varied between 0.15 and 5.41 individuals/km, with an average of 2.40 ind/km, which indicates a decrease in the population as compared to studies in previous years. The population structure in both sections was dominated by Class II (juveniles) and Class V (adults) individuals. Given the importance of the crocodile population and the reproductive potential that the SRC maintains, it makes it an ideal area for implementation of a program for ranching of eggs and hatchlings, that should incorporate local communities, to increase hatchlings production and supplement wild populations for the conservation of the species.

**Key words:** *Crocodylus intermedius*, conservation, eggs ranching, population status, Cojedes River System, Venezuela.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

*Crocodylus intermedius* Graves 1819, es conocido como caimán llanero en Colombia y caimán o cocodrilo del Orinoco en Venezuela, es una de las cuatro especies más grandes de cocodrilos existentes en el mundo (Ross 1998), con registros históricos de individuos cercanos a los siete metros de longitud (Humboldt 1975, Medem 1981). Este cocodrilo es además uno de los más amenazados del mundo (Llobet y Seijas 2003), y está catalogada en peligro crítico (CR, criterios Alc, C2a) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2001) y por Libro Rojo de la Fauna Venezolana de Rodríguez y Rojas-Suárez (2008). Asimismo, fue catalogado en 1984 por la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN como una de las doce especies animales más amenazadas del planeta (Thorbjarnarson y Hernández 1992) y se estimó la existencia de no más de 1500 individuos en el medio natural. Está listado por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en el apéndice I (Rueda-Almonacid 1999, Rodríguez y Rojas-Suárez 2008).

La desaparición de cualquier especie de crocodílido puede representar una gran pérdida para la biodiversidad, dado el potencial económico y la estabilidad ecológica que aportan al ecosistema (Ross 1998). El deterioro del hábitat, las quemas, la desecación de pantanos y la modificación de cauces, junto con prácticas humanas tales como el hostigamiento y muerte de animales adultos y juveniles, la extracción de huevos y crías, y la destrucción de nidos, han diezclado considerablemente el tamaño de las poblaciones naturales del cocodrilo del Orinoco.

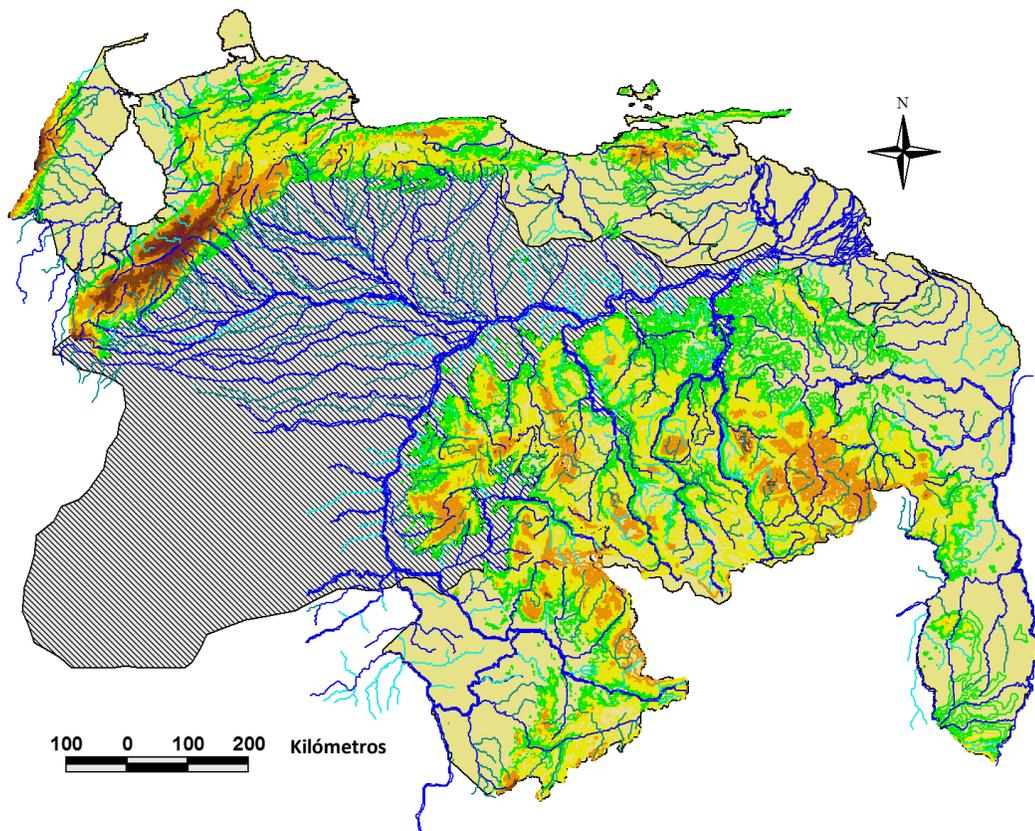
Desde tiempos antiquísimos, los crocodílicos forman parte del conjunto de animales silvestres que han servido de fuente de proteína para diferentes

poblaciones humanas en zonas rurales tropicales y subtropicales. El consumo de carne y huevos de crocódilidos con fines de subsistencia parece tener efectos mínimos en las poblaciones silvestres (Klemens y Thorbjarnarson 1995). Esta habría sido así en el caso del cocodrilo del Orinoco, el cual fue cazado de manera tradicional por pueblos indígenas y rurales, ya sea como alimento o por las propiedades medicinales o mágicas de sus dientes y huevos (Gumilla 1963, López-Corcuera 1984). La grasa, por su parte, fue usada como agente fijador en la industria de perfumes o como combustible (mezclada con kerosén) para el alumbrado, o como supuesto agente curativo de heridas y rasguños (Medem 1981, 1983; Godshalk 1978).

Sin embargo, la especie tuvo una sobreexplotación con fines comerciales desde 1930 hasta fines de los años 50', cuando ya no se usaron las técnicas de caza tradicionales, sino que se mejoraron las artes de caza utilizando linternas, arpones y armas de fuego. La demanda de cueros de cocodrilos del mercado internacional, ocasionó que en menos de treinta años se llevara al borde de la extinción a una especie que originalmente contaba con millones de individuos, eliminándola de la mayor parte de área original de distribución (Seijas 1998). Medem (1983) reportó que entre los años 1929 y 1935 se llegaron a exportar de Venezuela hasta 900.000 pieles, pudiendo comercializarse en 1930 y 1931, solamente en San Fernando de Apure, entre 3000 y 4000 pieles de cocodrilo por día. Ya en 1950 la caza se redujo drásticamente, por la notable disminución del recurso, lo que generó una notable baja en las exportaciones de pieles de *C. intermedius* entre 1950 y 1963 (Medem 1983).

*Crocodylus intermedius* es una especie endémica de la cuenca media y baja del río Orinoco, la cual abarca un área de 600.000 km<sup>2</sup> en una amplia red fluvial entre Venezuela y Colombia (Antelo 2008). Registros históricos indican que el hábitat principal de la especie lo constituían los ríos mayores de dicha cuenca (Humboldt 1975, Medem 1981, 1983), entre los que resaltan

Arauca, Meta y Guayabero-Vichada en Colombia y Apure, Portuguesa, Arauca y el propio Orinoco en Venezuela, por mencionar sólo aquellos más importantes (Seijas 2003, Fig. 1.1). Registros más actualizados de la especie, han demostrado que su distribución se extendía en una gran diversidad de hábitats, incluyendo ríos en el bosque tropical y de piedemonte andino (Ramo y Busto 1986, Arteaga *et al.* 1996).



**Figura 1.1. Distribución histórica de *Crocodylus intermedius* en la cuenca del río Orinoco entre Colombia y Venezuela (líneas oblicuas, GECV 2007a).**

En Colombia la situación de la especie no es nada alentadora. En un estudio de la distribución del cocodrilo del Orinoco a mediados de la década del 70, se encontraron sólo 280 individuos en área de 252.000 km<sup>2</sup>. Actualmente, las principales áreas en este país donde se han encontrado relictos poblacionales de la especie son: el raudal de Matepalma, Sistema del río Meta (sector de este río localizado en el departamento de Arauca),

Sistema Lipa–Ele–Cravo Norte (hasta Palo Herrado al oriente)–Cuíloto, alrededores de Arauca (río Arauca y Caño Jesús), Oriente de Arauca (sector de los ríos Capanaparo y Cinaruco) (Universidad Nacional de Colombia 2008).

En Venezuela algunos relictos poblacionales se localizan donde el impacto de la actividad humana ha sido mínimo, por ejemplo en el río Capanaparo, estado Apure, donde se encuentran bajo protección del estado en un Área Bajo Régimen de Administración Especial ABRAE (Thorbjarnarson y Arteaga 1995). Adicionalmente, Jiménez-Oraá (2002), Jiménez-Oraá *et al.* (2007) y Antelo *et al.* (2008) reportan nuevas poblaciones en el río Manapire y caño Macanillal-laguna la Ramera en los estados Guárico y Apure respectivamente.

No obstante, una de las poblaciones conocida más importante del cocodrilo del Orinoco se encuentra en el sistema del río Cojedes (SRC, Seijas y Chávez 2000) región donde las modificaciones del ambiente debido a las actividades humanas es muy evidente. Una razón que podría explicar la supervivencia de la especie en dicha área, es el aislamiento en el cual dicha región permaneció durante los años pico de la explotación comercial de la especie (1929-1945, Ayarzagüena 1987, Seijas 2001). En la actualidad las presiones humanas tales como muertes incidentales de individuos en redes de pesca, la caza como trofeo, modificaciones del cauce y del patrón del flujo de las aguas por construcciones, la contaminación y destrucción del hábitat afectan esta población (Mendoza y Seijas 2007).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el potencial de la colecta de huevos como estrategia de conservación del cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el SRC. Este potencial va a estar determinado por la biología reproductiva y la ecología poblacional de la especie, así como por consideraciones logísticas y socioeconómicas. Este objetivo queda

enmarcado en la Estrategia Nacional para la Conservación del cocodrilo del Orinoco (GECV 2007b), en el cual se señala la necesidad de diseñar e implementar actividades orientadas a incrementar el número y tamaño de las poblaciones de la especie para restablecer su valor ecológico, económico y cultural en parte de su área de distribución histórica.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Evaluar el potencial de la colecta de huevos como estrategia de conservación del cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Sistema del río Cojedes (SRC).

### 1.2.2 Objetivos específicos

-Determinar la biología reproductiva (cronología reproductiva, número de individuos reproductores, disponibilidad y calidad de hábitat reproductivo) de *C. intermedius* en el SRC, aspectos clave para el desarrollo un programa de colecta de huevos.

-Establecer como puede variar temporal y espacialmente algunos parámetros poblacionales de *C. intermedius* en el SRC. Además, utilizar esta información como criterio base para el manejo efectivo de la especie, ya que estos datos demográficos son clave en la formulación un programa de colecta de huevos y neonatos.

-Evaluar la factibilidad técnica de la colecta de huevos de *C. intermedius* en SRC, para su incubación *ex situ*.

- Delinear un programa de colecta de huevos y neonatos para el SRC, área que contiene la población más importante de cocodrilos del Orinoco en Venezuela.

# CAPÍTULO II

## ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 El Sistema del río Cojedes

El río Cojedes pertenece a la cuenca del Turbio-Cojedes la cual se extiende a lo largo de varias regiones pasando por diferentes relieves, macroclimas, tipos de cobertura y clases de actividad humana. La parte baja de la cuenca Turbio-Cojedes, después de la unión del Turbio con el Tucuragua es lo que se ha venido denominando como Sistema del río Cojedes (Seijas 1998, Seijas y Chávez 2000, 2002); este sistema 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 del propio Cojedes con uno de sus brazos (el Caño La Culebra) cerca del pueblo Sucre (Fig. 2.1).

El SRC forma parte de la de la ecorregión Llanera, la cual se caracteriza por la presencia de amplias llanuras con una variedad de ecosistemas de sabanas y bosques. A nivel geográfico se ubica en el estado Cojedes, municipio Ricaurte, en los límites con el estado Portuguesa. Se localiza entre las coordenadas geográficas 09° 12' 51" y 09° 30' 00" de latitud Norte y los 68° 34' 17" y 68° 48' 00" de longitud este (González-Fernández 1995).

La cuenca Turbio-Cojedes tiene sus cabeceras a unos 50 km al suroeste de la ciudad de Barquisimeto, en el cerro Rojo, en la serranía de Sanare de los Andes a 2000 msnm (Mogollón *et al.* 1987). En sus primeros 98 Km de recorrido es conocido como río Turbio y posteriormente este es cambiado a Cojedes. Los principales tributarios del Turbio-Cojedes son los ríos Buría o Nirgua y Tucuragua, provenientes de las vertientes sureñas de la Cordillera de la Costa en el estado Yaracuy (Seijas 1998). Originalmente el Turbio-

Cojedes, antes de ser modificado durante los últimos 40 años, tenía una longitud de 316 Km desde su cabecera hasta su confluencia con el río Portuguesa (Contreras 1989 en Seijas 1998).

Anteriormente, el río Cojedes formaba el límite entre los estados Portuguesa y Cojedes. 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 (Seijas 1998).

## 2.2. Clima

El área de influencia del río Cojedes, por estar dentro de la ecorregión de los llanos, se caracteriza por una marcada estacionalidad, presentando a lo largo del año dos periodos o temporadas: una de sequía entre los meses noviembre a abril, llamada localmente verano por las altas temperaturas y baja humedad relativa del ambiente; y otra de lluvias entre los meses mayo y octubre, en la que se registra el 90% de la precipitación total anual; estas precipitaciones pueden variar en la ecorregión de un lugar a otro y de año a año (Lasso 1996 en Lugo 1998).

Datos climatológicos del área de estudio pertenecientes al periodo 1981-2009 fueron facilitados por el Ministerio para el Poder Popular para el Ambiente, estado Cojedes, y provienen de la estación meteorológica de la UNELLEZ-San Carlos, situada a 48 km al norte del área de estudio.

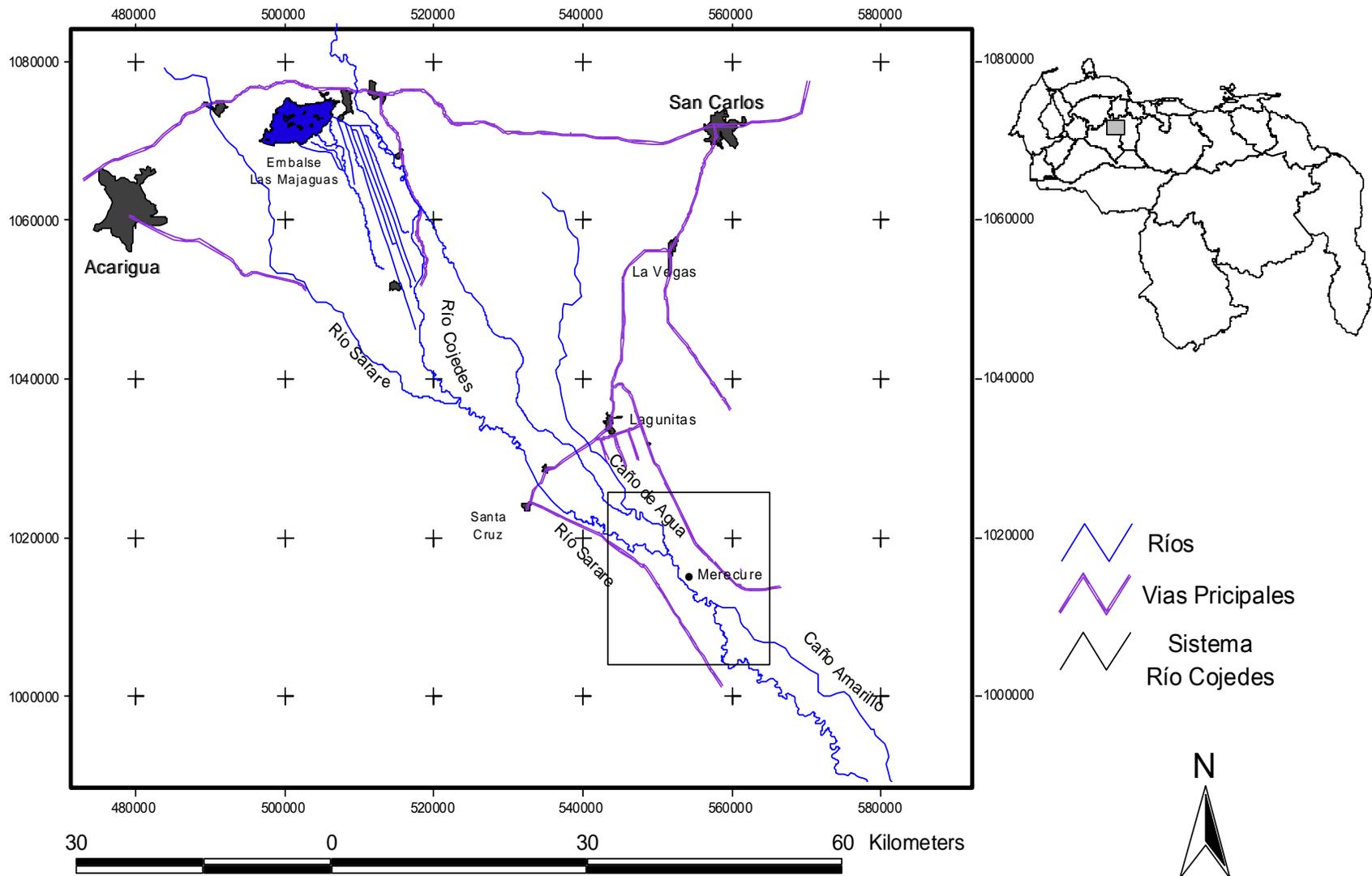
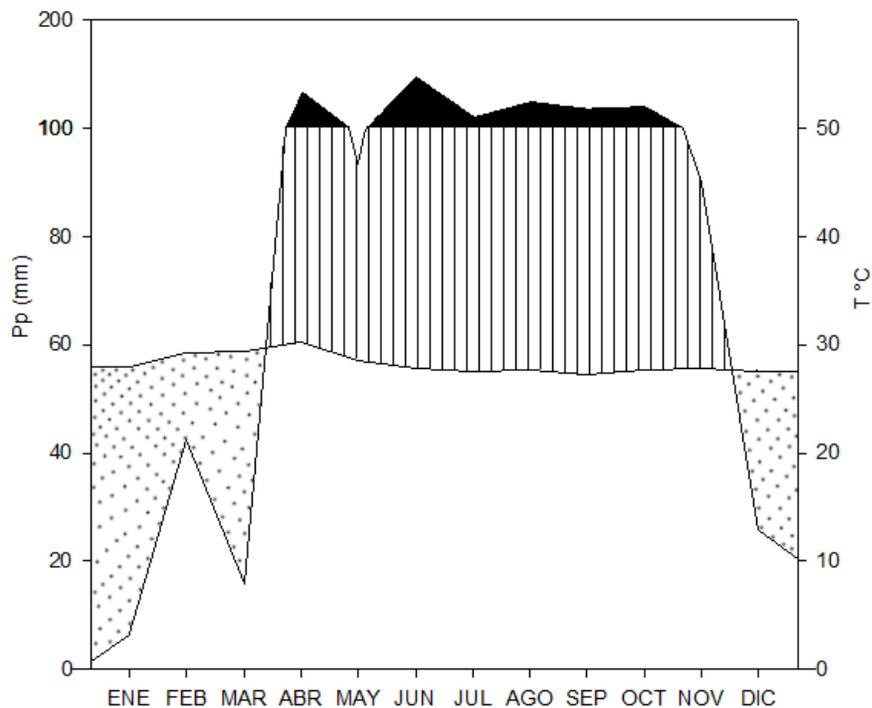


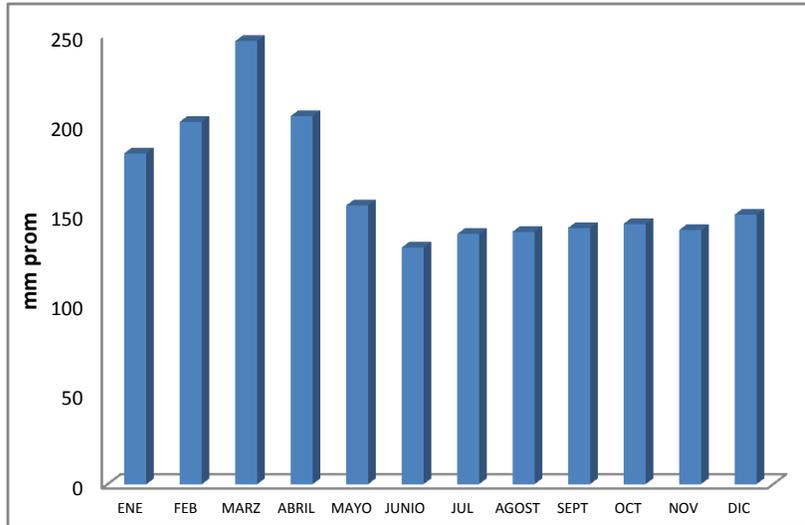
Figura 2.1. Ubicación relativa del área de estudio (Caño de Agua- Rancho Merecure-Caño Amarillo) en el Sistema del río Cojedes.

El periodo de lluvias, por lo general, se inicia a finales del mes de abril, alcanza un máximo en julio (periodo lluvioso: promedio máximo 208,4 mm) y disminuye gradualmente hasta el mes de noviembre (mes de transición con la época seca). El periodo se sequia inicia en el mes de diciembre, alcanza un máximo en el mes de marzo (periodo seco: promedio mínimo 7,67 mm). Desde el punto de vista térmico, la temperatura es constante durante todo el año, con un valor promedio de 27,25 °C, con máximas de 28,2 °C en el mes de abril y mínimas de 26,4 °C entre los meses junio y julio (Fig. 2.2).



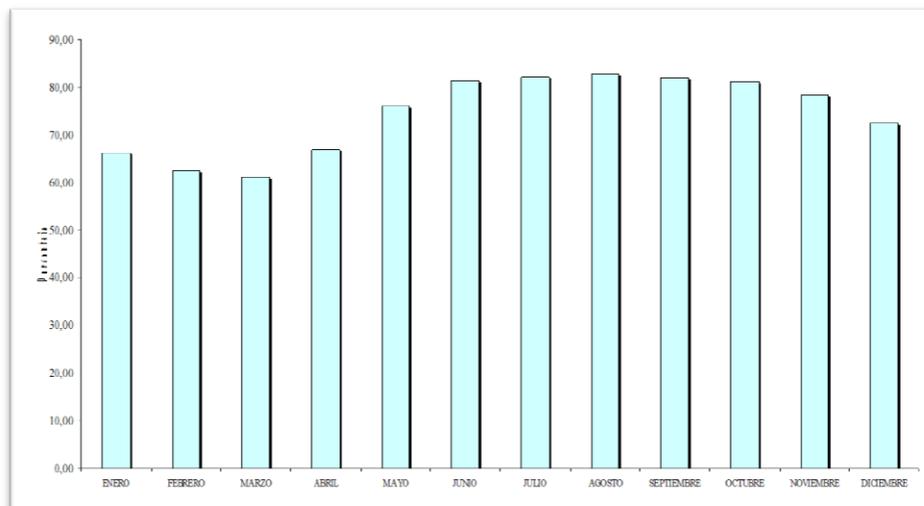
**Figura 2.2. Climograma de Gausen el cual presenta precipitación y temperatura promedio medio mensual del área de estudio, estación climatológica del MPP para el Ambiente UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, periodo 1981-2009.**

La evaporación para la zona de estudio alcanza 1840 mm/año, con un máximo en el mes de marzo (223,84 mm) y un mínimo en junio (125,16 mm). Sin embargo, esta variable en promedio, presenta pocas fluctuaciones a lo largo del año (Fig. 2.3).



**Figura 2.3. Evaporigráfico medio mensual en el estado Cojedes, estación climatológica del MPP para el Ambiente en la UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, periodo 1981-1996.**

Con base en registros de las estaciones meteorológicas de San Carlos-UNELLEZ, se generó una aproximación de la humedad relativa. Esta variable tiende a incrementar en sentido noroeste-sureste, en general sigue un comportamiento semejante al de la precipitación; julio y agosto constituyen los meses de máximos valores para esta variable climática, mientras que el mínimo se evidencia en marzo (Fig. 2.4).



**Figura 2.4. Distribución aproximada de la humedad relativa en el estado Cojedes, estación climatológica del MPP para el Ambiente UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, periodo 1981-1996.**

### 2.3 Vegetación

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Venezuela basada en el sistema de Holdridge (1967), la mayor parte del sistema del río Cojedes presenta principalmente la formación vegetal de bosque seco Tropical (0-500m), debido al régimen constante de temperaturas altas y una pluviosidad anual estacional cercana a los 1.300 mm (Ewel *et al.* 1976).

El área de estudio presenta dos tipos de formaciones vegetales: el bosque de galería, en el cual predominan especies arbóreas cuya altura varía entre los 15–30 m. destacándose el Samán (*Samanea saman*), Trompillo (*Guarea guidonia*), Laurel (*Nectandra turbacensis*), Trompillo, guamo (*Inga sp.*), Manirote (*Annona purpuracea*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Entre las palmas se distinguen la Yagua (*Scheelea macrocarpa*), Carata (*Sabal mauritiforme*) y Piritú (*Bactris sp.*).



Los bosques de la cuenca del río Cojedes deben haber sido la vegetación dominante en el área de estudio (Seijas 1998). Actualmente, la mayor parte del bosque original ha desaparecido debido a la explotación forestal y al avance de la frontera agrícola (Ayarzagüena 1987, Mendoza y



**Figura 2.5. Bosque de galería (arriba) y sabanas antropizadas (abajo) en el SRC. Fotografía Ariel S. Espinosa-Blanco.**

Seijas 2007) llegando la tasa de deforestación anual en el estado Cojedes a

ser la segunda más alta del país (3,81%, Ávila-Manjón 2008, Fig. 2.5).

Las sabanas presentan una amplia distribución a lo largo de toda la región llanera. Esta formación vegetal se encuentra bajo una fuerte presión de transformación, debido a que son las primeras tierras utilizadas por el sector agropecuario (González-Fernández 1995, Fig. 2.5).

#### 2.4 Aspectos socioeconómicos

El SRC presenta una importancia en los Llanos no sólo de tipo biológico, sino también social, económico, y cultural, ya que alrededor de él se encuentran áreas urbanas importantes y extensas, zonas rurales y concentraciones industriales de relevancia estratégica nacional (Ruiz 2004). El SRC es definido como una región de baja densidad poblacional (Seijas 1998); sin embargo, presenta zonas al norte de densidades poblacionales relativamente altas, donde resaltan ciudades como San Carlos (71,113 hab.) y Acarigua-Araure (~350,000 hab.); mientras que al sur, se encuentran poblaciones con densidades menores como El Baúl (~8,630 hab.), donde aparentemente el impacto humano es menor (Seijas y Chávez 2002).

# CAPÍTULO III

## ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Desde finales de la década de los 80, se han llevado a cabo trabajos de evaluación de aspectos reproductivos de *C. intermedius* en poblaciones silvestres venezolanas, como los realizados en el sistema del río Cojedes (Ayarzagüena 1987, González-Fernández 1995, Seijas y Chávez 2002, Navarro-Laurent 2007 y Ávila-Manjón 2008), el río Capanaparo (Thorbjarnarson y Hernández 1993a y b, Llobet 2002); el río Manapire (Jiménez-Oraá *et al.* 2007) y el sistema caño Macanillal-Laguna La Ramera (Antelo *et al.* 2008). También en Colombia se realizaron este tipo de estudios en los ríos Cravo Norte y Ele (Bonilla y Barahona 1999).

Aun cuando *C.intermedius* está protegida legalmente desde los años 70 del siglo pasado, y no obstante los esfuerzos realizados en Venezuela (declaratoria de áreas protegidas, fomento y restauración de poblaciones por medio de la liberación de individuos), las poblaciones de esta especie no han mostrado la recuperación que podría haberse esperado (Mendoza y Seijas 2007). Algunos factores afectan altamente sus poblaciones desde las primeras etapas de desarrollo, tales como recolección y saqueo de huevos para el consumo humano y para la venta de neonatos como mascota (Muñoz y Thorbjarnarson 2000), depredación de huevos y neonatos por fauna silvestre y pérdida de nidadas por inundaciones repentinas. En crocodílidos este último factor pudiera provocar pérdidas de hasta 80% de las nidadas pre-eclosión o incluso más (Ramírez-Perilla 1999).

El potencial que tiene el SRC para el desarrollo de un programa de colecta de huevos va a depender, entre otros factores, del tamaño y

estructura de la población (lo cual será analizado en el siguiente Capítulo), de la disponibilidad y calidad de las playas para la anidación, del número de individuos reproductores existentes y del tamaño de las hembras reproductoras. Un programa de colecta debería además, conocer la cronología reproductiva de la especie y los riesgos de pérdida a que están sometidos los nidos naturales. El desarrollo de un programa de colecta de huevos y neonatos a una escala mayor, dependerá de consideraciones políticas, logísticas, financieras y ecológicas. En este Capítulo se analizan y discuten estas últimas, en particular en lo que respecta a los aspectos reproductivos de la especie en el área de estudio.

### **3.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante la temporada reproductiva del cocodrilo del Orinoco del año 2009 se realizaron recorridos diurnos en dos tramos del sistema del río Cojedes: Caño de Agua-Confluencia Sarare (6,5km) y Merecure-Caño Amarillo (14,2km, Fig. 3.1). Se usó un bote de aluminio de 12' con motor fuera de borda de 15 HP. El primer recorrido se realizó en febrero en búsqueda de playas arenosas (hábitat reproductivo) y nidos de *C. intermedius* para su colecta, traslado e incubación en un área con estricta supervisión cercana al río (Capítulo 5).

Adicionalmente, se llevaron a cabo observaciones sobre fechas de construcción de nidos, estado de desarrollo de los huevos, períodos de eclosión, tamaño y características de las crías. Al final del periodo de incubación (mitad de abril y comienzo de mayo) se realizaron recorridos nocturnos con la finalidad de evaluar el éxito de eclosión de nidos silvestres o localizar grupos de neonatos en el río.

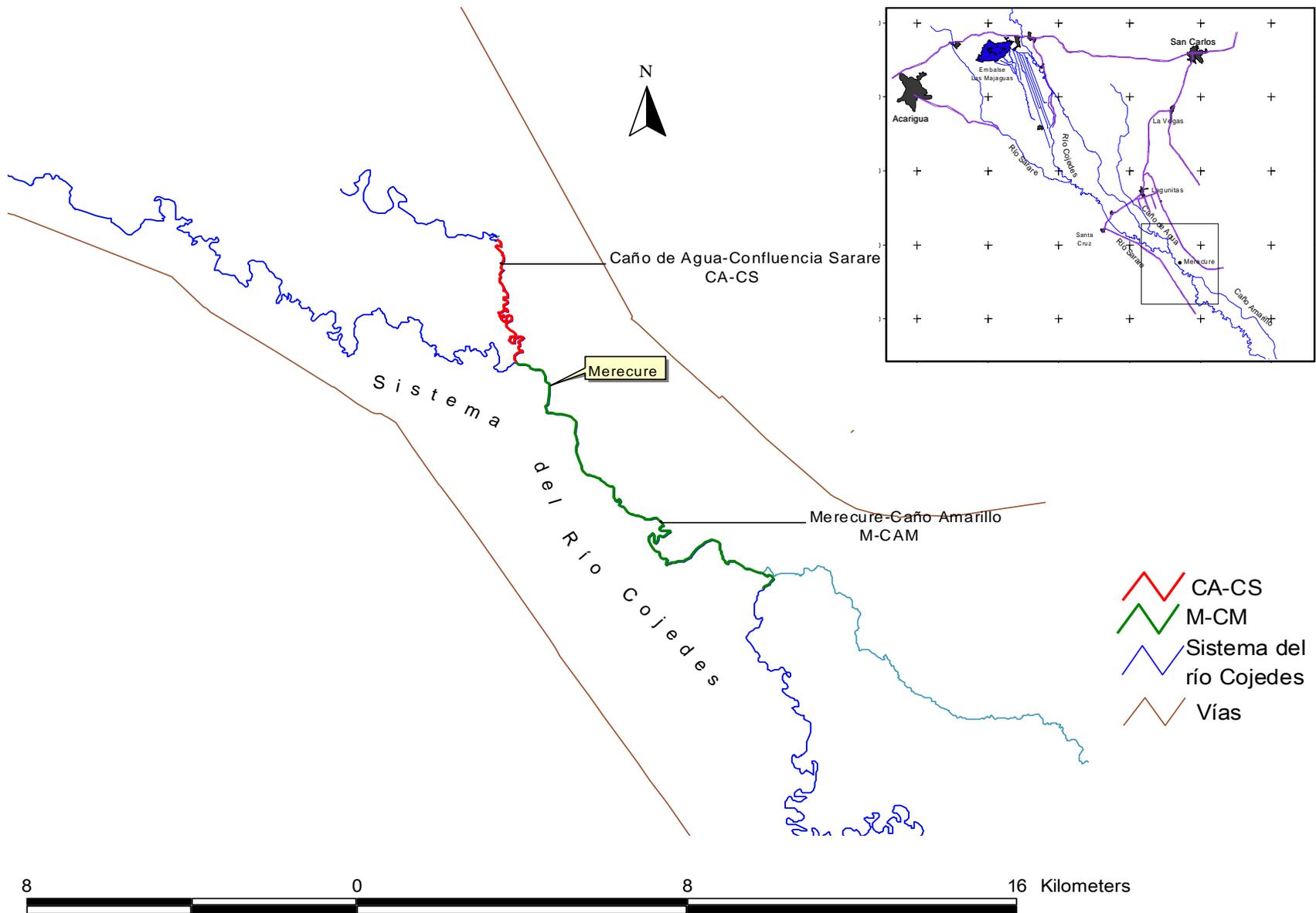


Figura 3.1. Sectores muestreados Caño de Agua-Confluencia Sarare (CA-CS), Merecure-Caño Amarillo (M-CAM) en el SRC.

### 3.2.1 Cronología reproductiva

La cronología reproductiva del cocodrilo del Orinoco en el SRC está muy bien documentada (Ayarzagüena 1987, González-Fernández 1995, Seijas 1998, Seijas y Chávez 2002, Navarro-Laurent 2007 y Ávila-Manjón 2008). La búsqueda de nidos y neonatos se ajustó a dicha cronología.

### 3.2.2 Localización de nidadas exitosas en el río

Una vez iniciada la temporada de eclosiones se realizaron recorridos diurnos y nocturnos para ubicar grupos de neonatos. Los crocodílidos al nacer tienden a permanecer en grupos compactos y bien definidos, o nidadas, durante sus primeras semanas de vida (Seijas 1998). La ubicación de estos grupos y el número de individuos que lo constituían permitió determinar tanto la ubicación original del nido o nidos (en el río, es posible encontrar agrupados individuos de más de una nidada). La estimación del número de nidos que podrían pertenecer a un grupo de crías en el río se basó en el promedio de crías estimado por Seijas y Chávez (2002) ( $\bar{x}=26,0\pm 13,9$ ). Es decir, si un grupo de crías presentaba más de 40 neonatos (número promedio más su desviación estándar), se asumió que el grupo contenía más de un nido.

### 3.2.3 Tamaño poblacional reproductivamente activa

El número de nidos identificados se tomó como medida del número de hembras reproductivamente activas. 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 (no más de 500m). La suma de estos valores genera como resultante el tamaño mínimo de la población reproductiva.

### 3.2.4 Cuidado parental de las nidadas y grupos de crías

Este parámetro fue determinado por la presencia o ausencia de un cocodrilo adulto en las cercanías de cada nidada. La observación de algún tipo de comportamiento, agresivo o alerta, fue tomado como una indicación de cuan activo era el cuidado parental.

### 3.2.5 Estimación del tamaño de las hembras basado en la profundidad del nido

Para calcular el tamaño de las hembras que nidificaron en la temporada reproductiva en el SRC se utilizaron los datos de profundidad de ocho nidos colectados (Capítulo 3). La talla estimada de esas ocho hembras se calculó por medio de la fórmula de Antelo (2008):

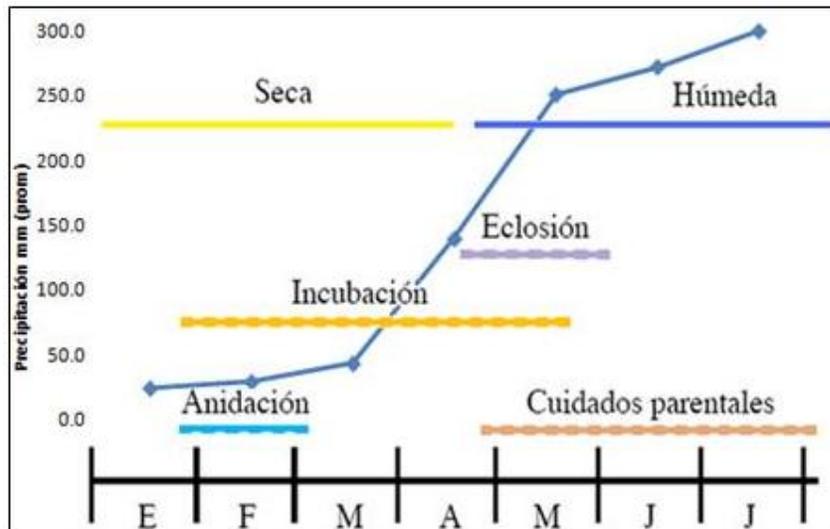
$$L_{\text{estimada}} = 3,1283 \times \text{profundidad nido} + 152,55$$

## 3.3 RESULTADOS

### 3.3.1 Cronología reproductiva

De acuerdo con Seijas y Chávez (2002), la postura de los huevos comienza en los meses de enero y febrero, cuando la sequía es más acentuada, época en la cual los niveles del río bajan quedando al descubierto playas altas de arena sedimentada, adecuadas para la postura de los huevos. Los nidos colectados para el estudio fueron encontrados a mitad de febrero.

Los nidos colectados y naturales tuvieron un periodo de incubación de 78 días aproximadamente. Las nidadas se colectaron el 11 de febrero y la eclosión de la primera nidada colectada el 30 de abril de 2009 (Fig. 3.2).



**Figura 3.2. Cronología de anidación, incubación, eclosión y cuidado parental del cocodrilo del Orinoco en el SRC.**

De acuerdo con Seijas y Chávez (2002), los nacimientos de las crías comienzan a mediados de abril. Con base en esta referencia, el 16 de abril se realizó un recorrido para la búsqueda de grupos de crías, el cual, no tuvo éxito. La localización del primer grupo de crías se realizó el 30 de abril. A partir de las características que presentaron los neonatos (tamaño, abertura del *umbilicus*, presencia del diente del huevo, Ávila-Manjón 2008), se consideró que tenían muy pocos días de nacidas. Sin embargo, no se tiene certeza exacta de la fecha de los nacimientos, porque en el lapso comprendido entre estas dos fechas no se realizó ningún recorrido.

### 3.3.2. Áreas de anidación y abundancia de nidos

En los 20,7km del sistema del río Cojedes estudiados se estimó que la abundancia de playas aptas para la reproducción de *C. intermedius* fue 1,25 playas/km. En el sector La Batea-Merecure (6,50 km estudiados) la abundancia de playas fue 3,38 playas/km, mientras que en el sector Merecure-Caño Amarillo (14,20 km) fue de tan sólo 0,28 playas/km (Tabla 3.1). En estas playas de arena era común encontrar nidos de otros reptiles

como iguanas (*Iguana iguana*), tortuga Terecay (*Podocnemis unifilis*) y el pequeño teido *Cnemidophorus sp* cuyas épocas de reproducción coinciden con la del cocodrilo del Orinoco.

**Tabla 3.1. Número de playas y nidos estimados en los sectores estudiados en el Sistema del río Cojedes (Caño de Agua-Confluencia Sarare y Merecure-Caño Amarillo).**

Sector	Recorrido (km)	N° playas	Playas/km	N° nidos	Nidos/km
CA-CS	6,50	22	3,38	20	3,07
M-CAM	14,20	4	0,28	7	0,49
<b>Total</b>	<b>20,70</b>	<b>26</b>	<b>1,25</b>	<b>27</b>	<b>1,30</b>

Se encontró un total de 27 nidadas (nidos con huevos y grupos de crías), la abundancia y distribución de los nidos al lo largo del área estudiada (20,70 km) fue 1,30 nidos/km. Para el tramo Caño de Agua-Confluencia Sarare (6,50 km) fue 3,07 nidos/km y 0,49 nidos/km en el sector Merecure-Caño Amarillo (14,20 km, Tabla 3.1, Fig. 3.3).

### 3.3.3 Tamaño de la población reproductivamente activa

Con base en el número de nidos identificados (como medida del número de hembras reproductivamente activas) y la relación de machos y hembras (aisladas y agrupadas), se estimó una población mínima de 42 cocodrilos reproductivamente activos en los dos sectores estudiados, la mayor parte de ellos (61,9%) en el sector Caño de Agua-Confluencia Sarare (Tabla 3.2). Esta cifra representa un valor mínimo del número de adultos presentes, puesto que no todas las hembras adultas nidifican cada año (Seijas 1998).

**Tabla 3.2. Población reproductiva del cocodrilo del Orinoco en los sectores estudiados del SRC. Se consideró que existe un macho dominante por cada hembra aislada o grupo de hembras anidando a una distancia mínima de 500 m entre nidos o grupo de nidos.**

Sector	Recorrido km	# de hembras	# de machos	Total
CA-CS	6,50	18	8	26
M-CAM	14,20	9	7	16
<b>Total</b>	<b>20,70</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>42</b>

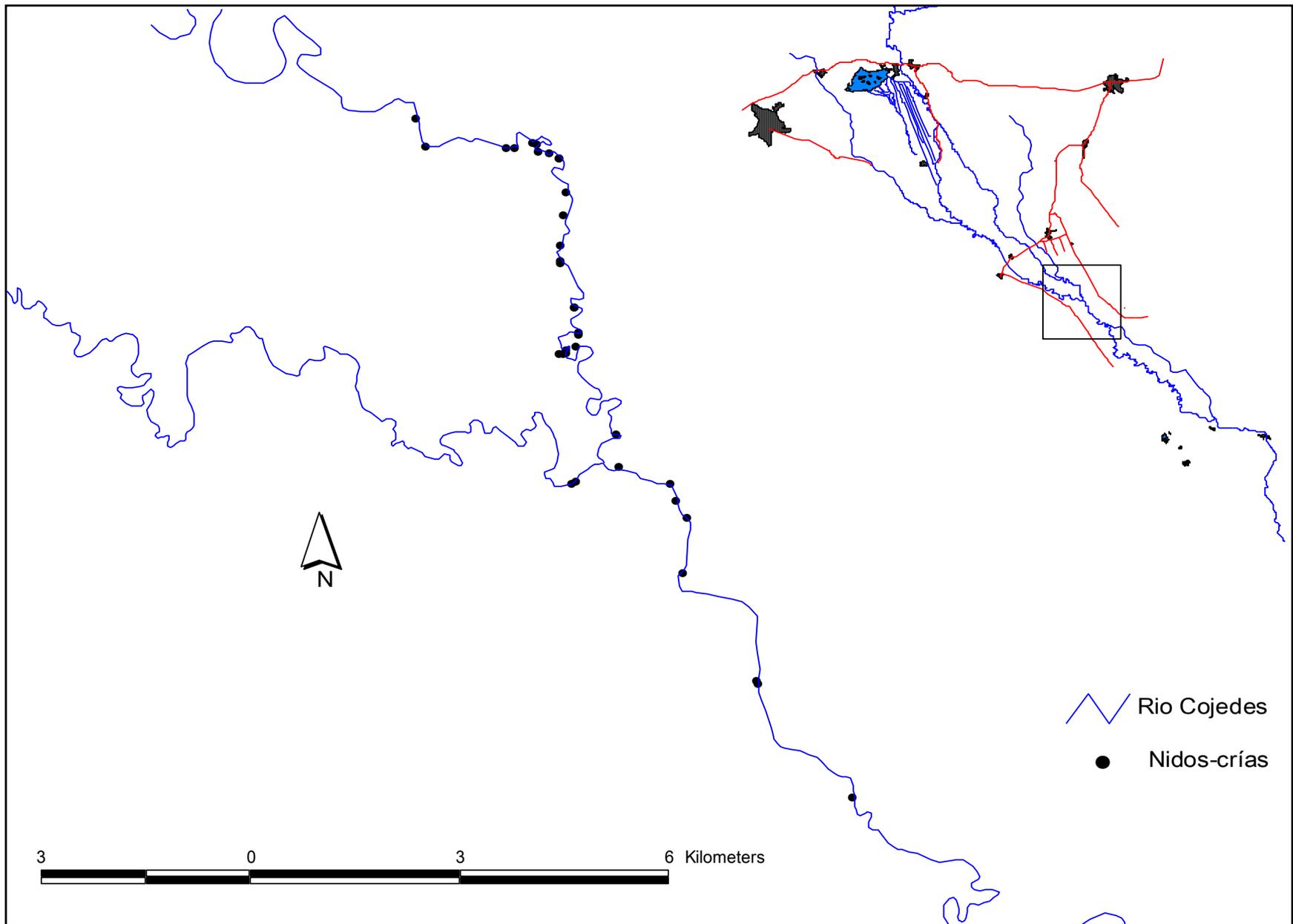


Figura 3.3. Distribución y abundancia de nidos de *C. intermedius* en los sectores La Batea-Merecure y Merecure-Caño Amarillo en el SRC.

La relación de sexo entre machos y hembras adultos en los sectores muestreados se aproximaría a 1:1,8, considerando 27 hembras que anidaron y 15 machos adultos calculados.

#### 3.3.4 Cuidado parental de las nidadas y grupos de crías

Antelo (2008) identificó diferentes comportamientos agresivos durante el cuidado parental de las posturas y crías de las hembras de cocodrilo del Orinoco. Sin embargo, en el presente estudio no se registró dichos comportamientos, aunque se evidenció la presencia de la hembra alerta en el momento de colecta de las nidadas y el momento de conteo del grupo de crías.

La presencia de un individuo adulto en la cercanía de las nidadas y grupo fue corroborado en 48% del total estudiado, otro tipo de comportamiento como la emersión de la cabeza fue observado en 38% de los nidos (n=5) (Fig.3.4).



**Figura 3.4. Cuidado parental de las nidadas por hembra de *C. intermedius* en el Sistema del río Cojedes 12/02/2009. Fotografías Babarro, R. 2009.**

#### 3.3.5 Estimación del tamaño de las hembras basado en la profundidad del nido

La profundidad del nido es una medida que se utilizó para la estimación del tamaño de las hembras. Esto se debe a que éstas excavan los nidos con

las extremidades posteriores y resulta evidente que hembras más grandes tienen patas más largas. Por lo tanto, se puede pensar que las hembras más grandes excavarán nidos más profundos (Antelo 2008). Los tamaños calculados de las hembras reproductoras están comprendidos entre 233,9 y 290,2 cm, con un promedio de 237 cm (Tabla 3.3).

**Tabla 3.3. Talla estimada de hembras de *C. intermedius* del SRC basada en la profundidad del nido.**

# Nido	Prof. nido cm	Lt calculada cm
1	40	277,7
2	27	237
3	44	290,2
4	39	274,6
5	42	283,9
6	37	268,3
7	26	233,9
8	30	246,4

### 3.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

#### 3.4.1 Cronología reproductiva

La cronología reproductiva (anidación, incubación y eclosión) de *Crocodylus intermedius*, presenta una alta correlación con la estacionalidad climática del área de estudio, particularmente con la pluviosidad y temperatura; debido a que la especie entierran los huevos en bancos de arena en las orillas de los ríos u otros cuerpos de agua en la época más seca del año. Este patrón coincide con lo reportado por Seijas y Chávez (2002) y Ávila-Manjón (2008) para la misma área de estudio. También es similar a la de otras poblaciones de cocodrilo del Orinoco, con desplazamientos de hasta un mes de acuerdo con lo reportado por Medem (1981); Ayarzagüena (1987); Thorbjarnarson y Hernández (1993a), Jiménez-Oraá (2002) y Antelo (2008).

Esta conducta reproductiva es similar a la de otras especies de crocódidos del género *Crocodylus*, que construyen sus nidos en hoyos como *C. acutus* (Thorbjarnarson 1989), *C. niloticus* (Cott 1960), *C. palustris* (Whitaker y Whitaker 1984) y *C. johnsoni* (Webb *et al.* 1983, Hutton y Webb 1992), los cuales anidan durante la estación seca como estrategia para evitar la pérdida de huevos por inundación y el nacimiento de las crías comienza en la época húmeda, cuando la disponibilidad de hábitat y alimento para los neonatos es mayor.

#### 3.4.2 Áreas de anidación y abundancia de nidos

Cott (1960) señaló que la escogencia de hábitat reproductivo (playas) para *C. niloticus* y en general para el género *Crocodylus* se basa en tres factores importantes en el hábitat: 1) un montículo de arena lo suficientemente grande y profundo para realizar un hoyo donde los huevos puedan ser depositados, 2) sombra cercana en la que la madre guardiana puede retirarse durante el calor del día; 3) fácil y permanente acceso al agua.

En el SRC la disponibilidad de hábitat reproductivo (playas o bancos) con condiciones óptimas para nidación fue de 1,25 playas/km. Este índice es bajo en comparación con el 2,1 playas/km estimado por Seijas (1998) para los sectores estudiados (Caño de Agua-Confluencia Sarare CA-CS y Merecure-Caño Amarillo M-CAM). Sin embargo, si se evalúa la disponibilidad de hábitat por sector, CA-CS presentó la mayor abundancia de playas (22) número similar a las 20 playas reportadas por Seijas (1998) y a las 21 por Seijas y Chávez (2002), pero un número menor en comparación con lo encontrado por González-Fernández (1995) 34 playas para el mismo sector.

El sector M-CAM la abundancia de playas disminuyó, debido a que en el presente estudio se encontraron cuatro playas (0,28 playas/km), en comparación con las nueve playas (1,07 playas/km) reportadas por Seijas (1998). Esta situación es originada posiblemente por la dinámica hídrica del

río (Seijas com. pers.) la cual puede variar año tras año, influenciando el hábitat reproductivo de la especie.

De manera particular, las playas idóneas para la reproducción del cocodrilo del Orinoco en el río Cojedes, presentan alta demanda de uso por otras especies de reptiles, como Iguana (*Iguana iguana*), la tortuga Terecay (*Podocnemis unifilis*) las cuales colocan sus huevos en las mismas playas utilizadas por *C. intermedius* al igual que lo reportan González-Fernández (1995) y Seijas y Chávez (2002).

La densidad de nidos encontrados para los dos sectores estudiados en la presente investigación (1,30 nidos/km), es similar a los registrados por González-Fernández (1995), Seijas (1998), Navarro-Laurent (2007) y Ávila-Manjón (2008) en parte del área de estudio (1,04; 1,03; 1,08 y 1,91 nidos/km, respectivamente).

La densidad de nidos registrada para el sector CA-CS (3,07 nidos/km), fue significativamente mayor a la registrada por Seijas (1998) en el mismo sector del río (1,58 nidos/km) y menor en comparación al valor de 5,27 nidos/km reportada por Ávila-Manjón (2008). Igualmente, la densidad de nidos registrada para el sector M-CAM (0,49 nidos/km) fue similar a las encontradas por Seijas (1998) y Ávila-Manjón (2008) (0,44 y 0,38 nidos/km) y menor a la obtenida por González-Fernández (1995) y Navarro-Laurent (2007) con 1,4 y 1,70 nidos/km. Con estos resultados se infiere que el sector CA-CS presenta las mejores condiciones y es el que ostenta el mejor hábitat reproductivo para *C. intermedius* (Seijas 1998, Seijas y Chávez 2002, Navarro-Laurent 2007, Ávila-Manjón 2008). Esto se debe posiblemente a las características físicas del sector, tales como la estrechez (en general menos de 12 m) y la presencia de numerosos meandros. Muchos de los bancos del río están cubiertos por bosques, el cauce del río presenta grupos dispersos de caramas y ramas de árboles caídos y las orillas del río están

frecuentemente cubiertas por masas densas de mangle (*Alchornea castaneifolia*).

La temporada de posturas del presente estudio fue en la que se registraron mayor número de nidos en el SRC, después de la de 2008 (1,91, Ávila-Manjón 2008). El SRC mantiene uno de los promedios más altos de abundancia de nidos (1,27 nidos/km), en comparación con otras áreas donde habita la especie, como por ejemplo en el río Capanaparo donde esta abundancia no supera los 0,36 nidos/km (Thorbjarnarson y Hernández 1993a).

Esto convierte al SRC como área estratégica para el mantenimiento, persistencia y conservación de la especie y la segunda área más importante para la reproducción de *C. intermedius* en el mundo, después de la población del sistema caño Macanillal-Laguna La Ramera en el estado Apure, con 3,8 nidos/km reportada por Antelo (2008). La distribución de los nidos y hembras adultas a lo largo del río mostró que el cocodrilo del Orinoco en el SRC, posee la estructura social ya descrita por Seijas (1998), a semejanza de lo que ocurre en el río Capanaparo (Thorbjarnarson y Hernández 1993a), en la cual un macho dominante forma grupos polígamos con dos o más hembras.

#### 3.4.3 Tamaño de la población reproductivamente activa

Aunque el cocodrilo del Orinoco es escaso o está extinto en la mayor parte de su área de distribución histórica, se encontró un alto número de hembras nidificando (27) en el SRC, en comparación con las 12 y 35 hembras nidificando reportadas por Seijas (1998) y Ávila-Manjón (2008) respectivamente para los mismos sectores del presente estudio. El tamaño de la población reproductivamente activa de cocodrilos en el área de estudio es realmente difícil de precisar (Seijas 1998). Con respecto a la proporción hembras: machos, los resultados del presente estudio (1:1,8) difieren de la reportada por Seijas (1998) para el SRC (1:3), pero fue similar a la estimada

por Thorbjarnarson y Hernández (1993a, 1:2,2) y Llobet (2002, 1:1,6), para el río Capanaparo (estado Apure).

#### 3.4.4 Cuidado parental de las nidadas y grupos de crías

Para 48% de los nidos localizados, a comienzo de la temporada de postura (nidos con huevos) y a los grupos de neonatos, un individuo adulto (presumiblemente la madre) fue observado en las proximidades del lugar de anidación. De acuerdo con Seijas (1998), esta figura es una subestimación o representa un sesgo, dado que la perturbación creada por un acercamiento ruidoso con un bote, provoca que muchas hembras se ocultaran.

Cott (1971) describió el cuidado parental de los nidos de *Crocodylus niloticus*. En lugares donde el espacio es reducido o de poca visibilidad las hembras presentaron comportamientos agresivos, emergiendo el cuello o tórax de forma rápida. Igualmente, Antelo (2008) describió comportamientos similares con *C. intermedius* en la EBF. Para el presente estudio no se observó este tipo de comportamiento agresivo por parte de hembras de esta especie. Sólo se registró la hembra en áreas cercanas donde emergía la cabeza con cautela (Fig. 3.4). Este último comportamiento es similar al descrito por Cott (1971) para *C. niloticus* en áreas de amplia visibilidad, donde la especie observa los nidos o a los grupos de crías desde sitios diferentes. El cual resultó análogo al advertido en las hembras de la población silvestre del cocodrilo del Orinoco en el SRC.

Al comparar los diferentes comportamientos en el cuidado parental tanto de nidos y grupos de crías de *C. intermedius* en las diferentes poblaciones en Venezuela, se puede decir que esta diferencias deben estar influenciadas y controladas por factores genéticos y a una incidencia por perturbaciones humanas (Antelo 2008).

### 3.4.5 Estimación del tamaño de las hembras basado en la profundidad del nido

La profundidad del nido, es un buen parámetro para estimar la longitud total de la hembra que lo excavó. Los tamaños calculados de las hembras reproductoras aplicando la fórmula a la profundidad medida en ocho nidos están comprendidos entre 233,9 y 290,2 cm, con un promedio de 237 cm, lo cuales están en concordancia con las tallas de madures sexual para la especie (Thorbjarnarson y Hernández 1993a). Este método propuesto por Antelo (2008), es confirmado para otras especies de crocodílidos. Datos de profundidad del nido de *C. johnstoni* muestra variaciones entre 7 y 23 cm con un promedio de 12,8 cm (Webb *et al.* 1983). Esta especie realiza nidos menos profundos que *C. intermedius* dado que es una especie de menor talla.

Diferentes investigaciones han demostrado la relación biológica y matemática entre características morfológicas y reproductivas de los cocodrilos. Thorbjarnarson (1996), presentó una revisión de las características reproductivas del orden Crocodylia y afirmó que, entre especies, el peso de los huevos, el tamaño de la puesta y la masa de la puesta están altamente relacionados con el tamaño de la hembra y en muchos casos, esa relación también es evidente dentro de la misma especie.

# CAPÍTULO IV

## ESTADO POBLACIONAL DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre distribución y abundancia de las poblaciones animales engloban, en cierta medida, la parte más esencial de toda la ecología animal. Determinar la abundancia de los individuos de una población animal dada representa un valor importante para entender una serie de problemas ecológicos, tanto de aspectos relacionados con el medio físico, como históricos (Rabinovich 1978).

La estimación poblacional suele ser una herramienta útil y valiosa en la toma de decisiones para el manejo de poblaciones silvestres, ya que resulta indicativa del estado de una población en un momento determinado y permite compararla con otras poblaciones. El seguimiento de la abundancia revela sus variaciones en el tiempo o la dinámica poblacional. Se le emplea como criterio de evaluación de la calidad de hábitat, para asignar cuotas de cosecha o temporadas de caza y para el seguimiento de planes de manejo para la conservación (Ojasti 2000). Un paso preliminar de cualquier investigación, consiste en obtener una estimación confiable de la abundancia y distribución de las especies en el área de estudio (Seijas 1998).

Tanto la abundancia como la estructura poblacional representan características importantes de toda población, las cuales influyen tanto sobre la natalidad como sobre la mortalidad. Por consiguiente, la proporción de los diversos grupos de edades en una población, determina la condición de ésta en lo que se refiere a la reproducción y es un indicador de lo que puede esperarse en el futuro (Odum 1972, Krebs 1985). Igualmente, la estacionalidad del ambiente, por el aumento y disminución de los recursos,

puede influir en la importancia relativa de cada categoría de edad o tamaños, por el aumento y disminución de los recursos, y puede proporcionar una primera aproximación de la productividad poblacional (Ojasti 2000).

La información sobre la estructura poblacional de los crocodílidos es un aspecto muy importante a la hora de diseñar o ejecutar un programa para la conservación de la especie (Seijas 1998). Por otra parte, con el conocimiento del estado de estas especies se pretende obtener algún parámetro que permita ofrecer recomendaciones a las autoridades ambientales estatales sobre el posible manejo de la especie en términos de programas de conservación o bien, de uso sostenible de un recurso muy valioso como fuente de proteínas para las comunidades humanas aledañas o de productos o subproductos como piel, carne, trofeos (Sánchez-Ramírez 2001).

Los primeros estudios de estimación poblacional del cocodrilo de Orinoco en Venezuela fueron realizados por Godshalk (1978, 1982) en los principales ríos de la región de los Llanos (Orinoco, Meta, Cinaruco, Capanaparo, Portuguesa, Cojedes y Tinaco). Franz *et al.* (1985) encontraron una población con un reducido número de individuos en el río Caura, estado Bolívar. Ramo y Busto (1986) muestrearon el río Tucupido, estado Portuguesa, y estimaron un total de 66 cocodrilos. Estos estudios, al igual que el de Thorbjarnarson y Hernández (1992) en el río Capanaparo, aseveraron la reducción de las poblaciones silvestres de esta especie en el país con respecto a la presumible existencia antes del inicio de la explotación comercial. Por otra parte Ayarzagüena (1987), Seijas y Chávez (2000) evaluaron la importante población de la especie en el sistema del río Cojedes.

El objetivo del presente Capítulo es determinar de qué manera pueden variar temporal y espacialmente algunos parámetros poblacionales del cocodrilo del Orinoco en el sistema del río Cojedes, tales como la

abundancia y estructura poblacional (categorías de tamaños). Además, utilizar esta información como criterio base para el manejo efectivo de la especie, ya que para formular un plan de colecta de huevos y neonatos, es clave utilizar datos demográficos para poder asignar cuotas de colecta y liberación de individuos al medio silvestre y además determinar el estado de la población.

## **4.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.2.1 Conteo de cocodrilos**

La estimación de la abundancia poblacional del cocodrilo del Orinoco en el sistema del río Cojedes se basó en conteos nocturnos y otras observaciones en campo. Las cuales, en conjunto, se utilizaron para el cálculo del tamaño de la población. Esta información fue ajustada con estimaciones que aproximaron dichos números, al tamaño real de la población de cocodrilos que habitan la zona.

Desde el mes de febrero hasta mayo de 2009 se realizaron 16 conteos nocturnos de cocodrilos en dos sectores del SRC. Se efectuaron varias repeticiones en cada uno de los sectores estudiados (La Batea-Confluencia Sarare 7,4 km y Merecure- Caño Amarillo 13,3 km, Fig. 4.1). La nomenclatura de los recorridos en el presente Capítulo es modificada para poder realizar comparaciones en los sectores estudiados por Seijas (1998), Seijas y Chávez (2000), Chávez (2000) y Ávila-Manjón (2008). Los recorridos se realizaron con la ayuda de un bote de aluminio de 12 pies impulsado por un motor fuera de borda de 15 hp.

Los conteos se condujeron desde el oscurecer hasta las 00:00 y 01:00 horas. Se utilizó un faro piloto con una potencia de 150000 candelas, conectado a una batería de 12 V, lo que posibilitó el avistamiento de los animales por el reflejo de sus ojos cuando son encandilados, ya que su

sistema visual presenta un “*tapetum lucidum*” capaz de actuar como superficie de reflexión de luz hasta una distancia de 200 m (Carvajal *et al.* 2005). Para evitar la subestimación o para que el censo de la población de cocodrilos fuera mas preciso (O' Brien 1990), se realizaron repeticiones mensuales muestreando en cada salida de dos a tres noches.

En todos los casos, se intentó la máxima aproximación posible a cada individuo para lograr una identificación positiva de la especie (cocodrilo o baba, *Caiman crocodilus*) y para estimar el tamaño del animal (longitud total, LT). Cuando un crocodílido no pudo ser identificado como baba o cocodrilo, se registró dentro de una categoría denominada ‘solo ojo’ (SO). Estos individuos no fueron usados en la mayoría de los análisis (Seijas 1998). Los cocodrilos observados se geo-referenciaron *in situ* con un GPS Garmin E-trex, que también se empleó para medir distancias, velocidad y tiempo empleado en cada conteo.

Se estimó el tamaño de los individuos de *C. intermedius* en intervalos o categorías de tamaño de 60 cm de longitud total (LT), tal como fue propuesto por Seijas (1998), Seijas y Chávez (2000). Dichas categorías son: clase I, individuos menores a 60 cm de LT; clase II, individuos entre 60 y 119,9 cm de LT; clase III, individuos entre 120 y 179,9 cm de LT; clase IV individuos entre 180 y 239,9 cm de LT, y clase V individuos iguales o mayores a 240 cm de LT. Las crías (individuos menores a los 6 meses de edad) fueron contadas pero no incorporadas a estas categorías de tamaño. Los cocodrilos en las clases II y III fueron considerados como juveniles. Los individuos en la clase IV ( $1,8\text{m} < \text{LT} < 2,39\text{m}$ ) se consideraron como sub-adultos y los de la clase V como adultos.

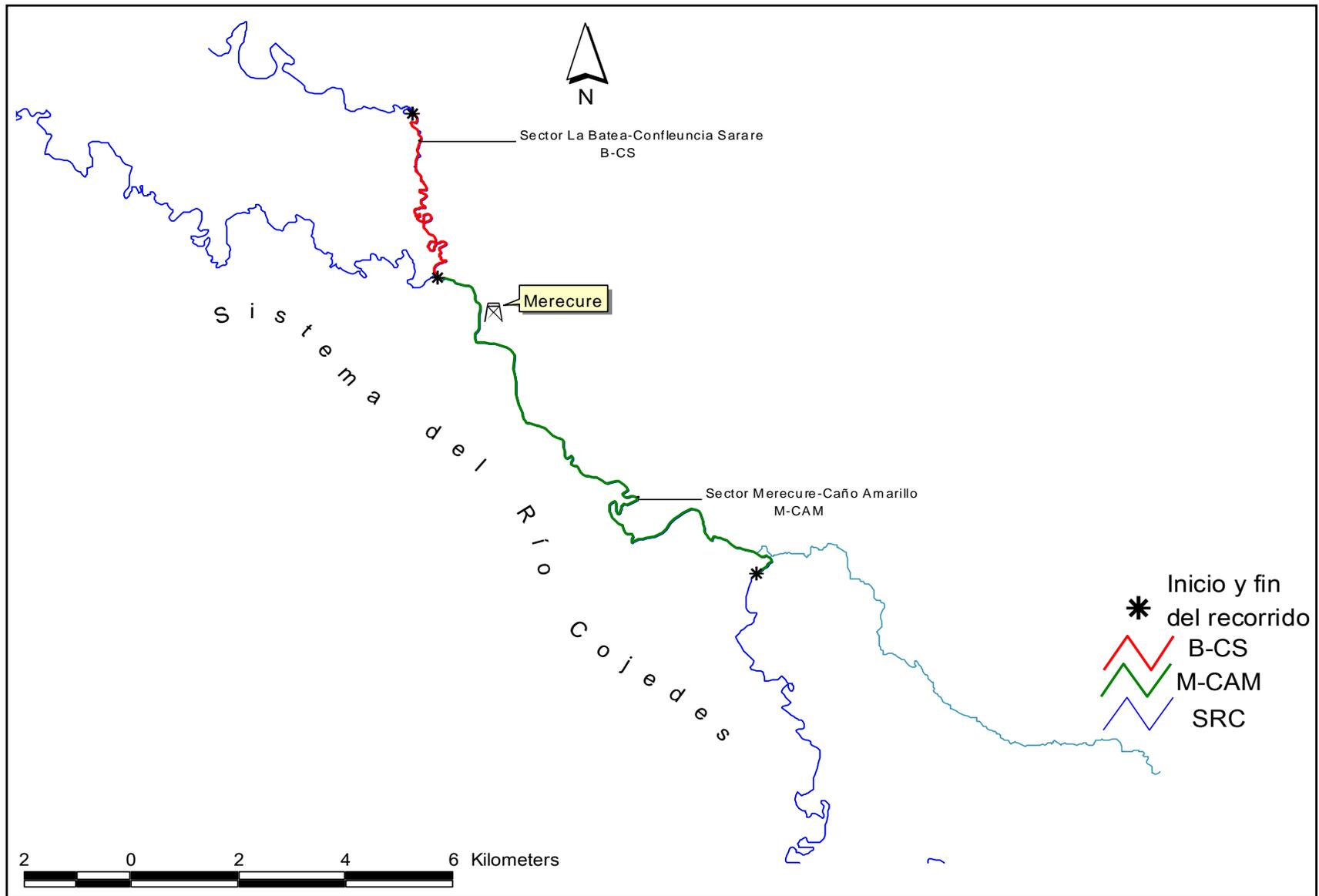


Figura 4.1. Sectores de conteo de cocodrilos, con puntos de referencia de inicio y fin de cada transecto en el SRC.

#### 4.2.2 Abundancia y estructura poblacional

La abundancia del cocodrilo del Orinoco en el SRC, se estimó con base en el número de animales registrado por kilómetro de río recorrido o índice poblacional (IP). Los valores de abundancia de cada muestreo (ind/km), se expresaron como el porcentaje con respecto a los valores obtenidos a final del mes de abril (tomados como el 100%) en la misma sección del río, para analizar la variación de la abundancia a medida que la estación seca transcurre. Abril es generalmente el último mes de la época seca. Este método permite comparar resultados en localidades con diferentes valores de abundancia. Se realizó un análisis de correlación para describir la relación entre estos porcentajes y los días después del 11 de febrero (primer día de muestreo considerado en el análisis). Los días transcurridos después de la señalada fecha sirven de indicador indirecto del nivel del agua en el río, el cual es cada vez más bajo a medida que avanza la sequía (Seijas 1998, Seijas y Chávez 2000).

La estructura poblacional de cocodrilos en los dos sectores de estudio, 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 sector. Este método es llamado por Messel *et al.* (1981) como el método de los máximos-mínimos (MM).

Las estructuras poblacionales de cocodrilos entre distintos segmentos del río se compararon mediante una prueba de Chi-cuadrado ( $X^2$ ) usando tablas de contingencia. Igualmente se realizó el mismo análisis para comparar la estructura de la población de los cocodrilos del año 2008 estudiada por Ávila-Manjón frente a la del presente estudio. Para evitar sesgo en los resultados no se consideraron en los análisis crías o individuos pertenecientes a la

Clase I, porque la tasa de mortalidad en esta clase es alta (Ávila-Manjón 2008).

### 4.3 RESULTADOS

#### 4.3.1. Abundancia

Los mayores índices poblacionales (IP) del cocodrilo del Orinoco, (individuos contados/kilometro recorrido), se obtuvieron en el sector La Batea-Confluencia Sarare (B-CS) con valores de 5,41 y 4,73, ind/km en los meses de abril y mayo, respectivamente. Los menores IP para este mismo sector se alcanzaron en los meses de febrero y marzo con valores de 1,89 y 1,08 ind/km, respectivamente (Tabla 4.1).

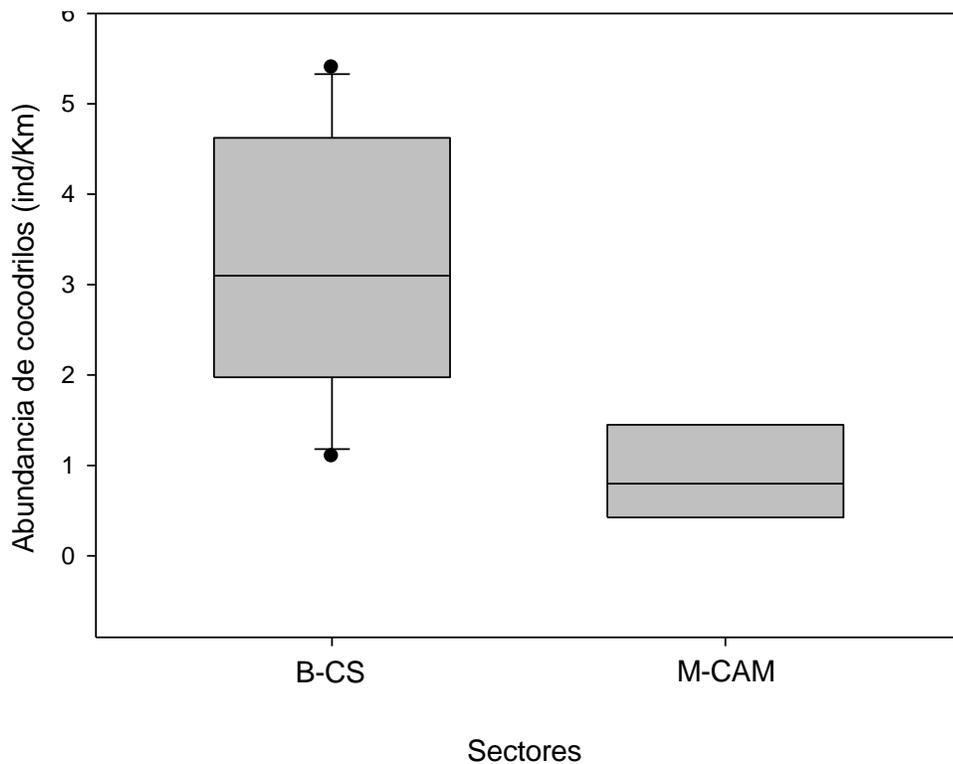
**Tabla 4.1. Abundancia de *C. intermedius* en los dos sectores estudiados en el SRC (La Batea-Confluencia-Sarare B-CS y Merecure-Caño Amarillo M-CA).**

Fecha	B-CS	M-CAM
11/02/2009	1,89	---
04/03/2009	2,03	---
18/03/2009	1,08	0,15
19/03/2009	---	2,48
20/03/2009	2,43	---
01/04/2009	5,41	0,45
02/04/2009	---	1,05
03/04/2009	4,46	0,60
16/04/2009	2,30	---
30/04/2009	3,78	---
07/05/2009	4,73	---
08/05/2009	4,59	1,43

Para el sector Merecure-Caño Amarillo (M-CAM) los mayores IP fueron alcanzados entre los meses de marzo y mayo con valores entre 2,48 y 1,43 ind/km, respectivamente. Los menores IP para este mismo sector se

reportaron entre los meses marzo y abril con valores entre 0,15 y 0,45 respectivamente (Tabla 4.1).

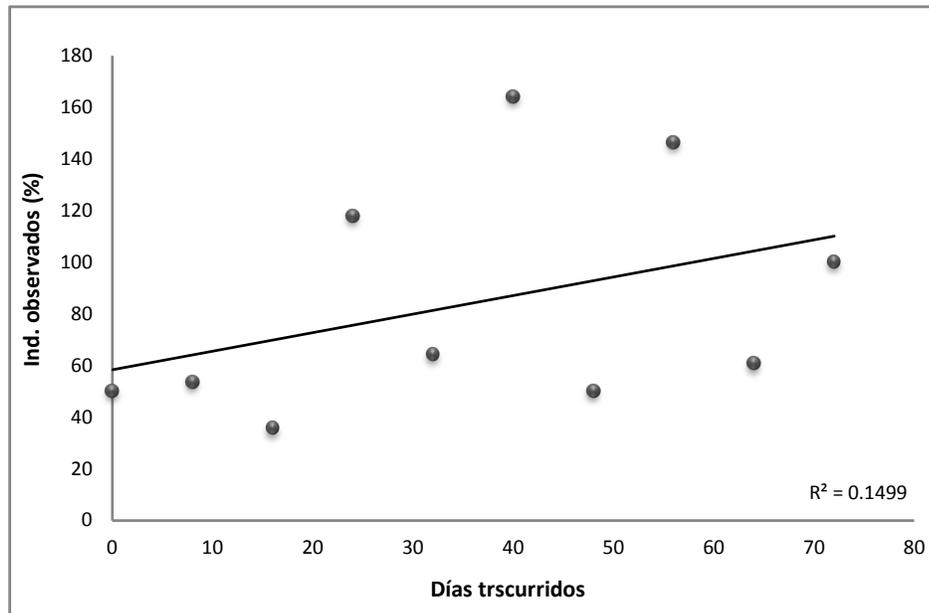
Mediante una prueba Kruskal-Wallis se comparó la abundancia de *C. intermedius* en los sectores del río muestreados: La Batea-Confluencia Sarare (B-CS) y Merecure-Caño Amarillo (M-CAM), se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $H= 7,0722$ ,  $P= 0,0078$ ) (Fig. 4.2).



**Figura 4.2. Variación de la de abundancia de cocodrilos entre sectores estudiados en el SRC, La Batea-Confluencia Sarare (B-CS) y Merecure-Caño Amarillo (M-CAM).**

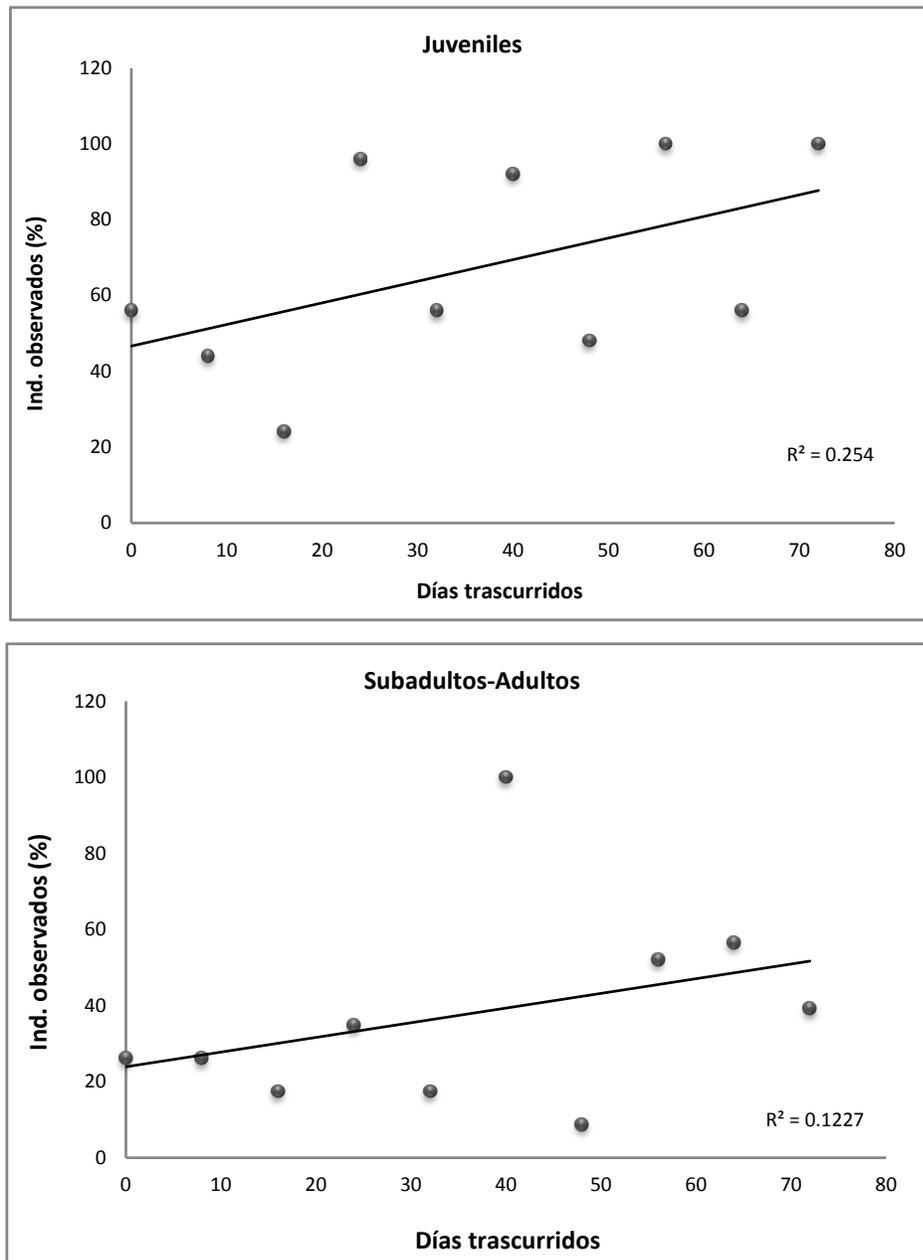
Se observó un leve aumento del porcentaje de individuos de *C. intermedius* observados por kilómetro de río recorrido, durante los meses de conteo (considerando cocodrilos juveniles, subadultos y adultos); es decir, a medida que transcurre la época seca, la fracción de cocodrilos observados crece. Al realizar un análisis de regresión de estas variables, se encontró que

es positiva y no presenta significancia estadística ( $R^2 = 0,149$   $P = 0,269$ ) (Fig. 4.3).



**Figura 4.3. Variación de la proporción de cocodrilos observados en el SRC a medida que avanzaba la sequía.**

Se realizó el mismo análisis separando la categoría de tamaño juveniles de la de subadultos-adultos (tomados en conjunto), se presentó la misma tendencia. Un aumento leve en la fracción de individuos observados a medida que transcurría la época seca fue evidenciada en los dos grupos de tamaños; para la categoría juveniles  $R^2 = 0,254$ ;  $P = 0,137$ , y subadultos  $R^2 = 0,122$ ;  $P = 0,316$  (Fig. 4.4).



**Figura 4.4. Variación de la proporción de individuos juveniles y adultos observados en el SRC a medida que transcurría la época seca. El 11 de febrero se consideró como día uno.**

En los sectores estudiados en el SRC se estimó una población de cocodrilos con un tamaño mínimo de 38 individuos, excluyendo de estos análisis las crías o neonatos. Para calcular este valor se utilizaron los valores promedio del índice de abundancia para los sectores de estudio Batea-

Confluencia Sarare (B-CS) y Merecure-Caño Amarillo (M-CAM) (Tabla 4.2). Utilizando los valores máximos, la estimación del tamaño mínimo poblacional de cocodrilos sería de 73 individuos, una población 92% mayor a la estimada con el anterior método.

**Tabla 4.2. Tamaño mínimo de la población de cocodrilos basado en índices de abundancia en los sectores estudiados en el SRC.**

Sector	km recorrido	Número de muestreos	Abundancia promedio (ind/km)	Número estimado	Abundancia máxima (ind/km)	Número estimado
<b>B-CS</b>	7,4	10	3,3	24	5,4	40
<b>M-CAM</b>	13,3	6	1,03	14	2,5	33
<b>Total</b>	<b>20,7</b>	<b>16</b>		<b>38</b>		<b>73</b>

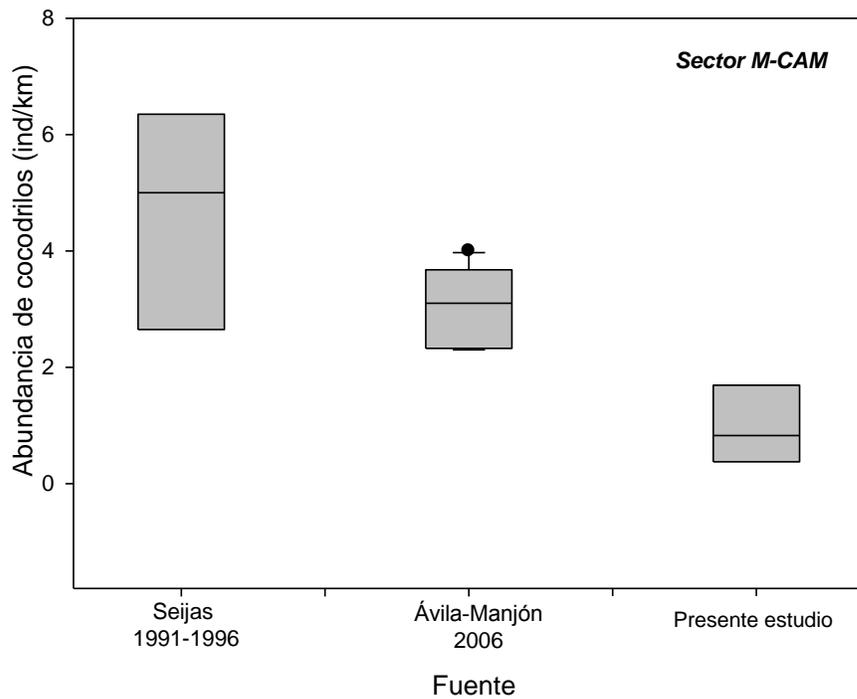
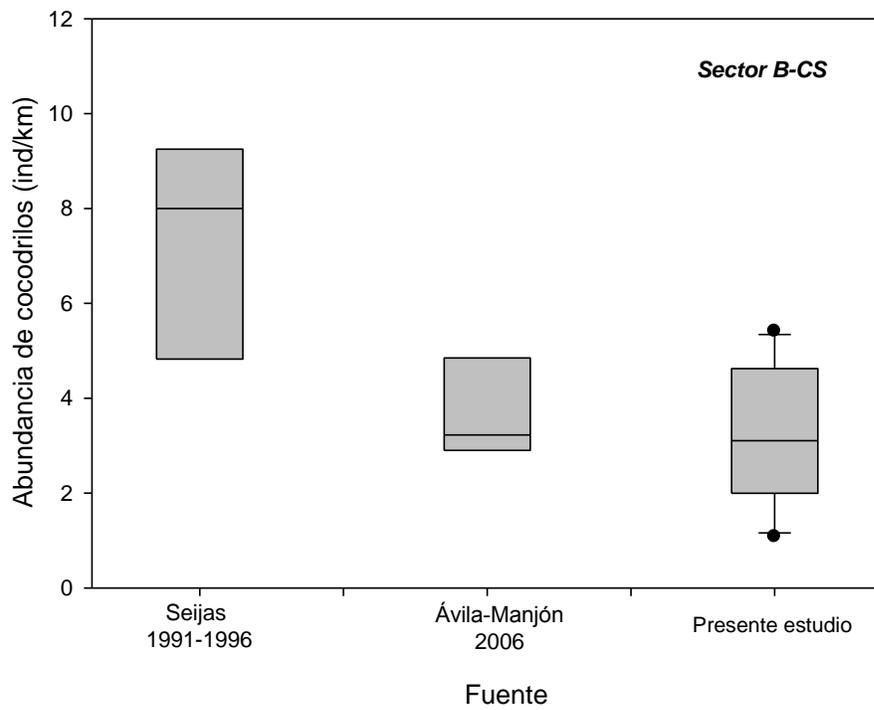
En los cálculos anteriores, se analizan únicamente dos secciones del Sistema del río Cojedes; La Batea hasta la confluencia del río Sarare (B-CS) y desde Merecure hasta Caño Amarillo (M-CAM). Sin embargo, si se consideran los mismos criterios utilizados por Ayarzagüena (1987), Seijas (1998) y Seijas y Chávez (2000) para estimar la población de cocodrilos en todo el Sistema del río Cojedes sería necesario considerar además: 1) Caño de Agua Norte, 2) Cojedes Norte, 3) Caño Culebra, y 4) otras porciones de las secciones dentro del área de estudio no muestreados (Ávila-Manjón 2008). No obstante, este estudio estimó el tamaño de la población de cocodrilos en los sectores anteriormente mencionados, porque las características en los sectores no estudiados del Sistema del río Cojedes podrían influir en la abundancia de la especie (Tabla 4.3).

**Tabla 4.3. Índices de abundancia de cocodrilos del Orinoco en los periodos 1991-1996, 2006 y 2009 en los sectores muestreados del río Cojedes.**

	Sector		Total
	B-CS	M-CAM	
Longitud km	5.8	13.1	<b>19</b>
<b>Abundancia ind/km 1991-1996</b>	7,26±2,5	4,88±2,2	-
<b>Número estimado (*)</b>	42.1	64	<b>106</b>
<b>Abundancia ind/km 2006</b>	5±1,0	4±0,65	
<b>Número estimado (*)</b>	29	53	<b>82</b>
<b>Abundancia ind/km presente estudio</b>	5,4±1,5	2,5±0,8	-
<b>Número estimado (*)</b>	40	33	<b>73</b>

\* El número estimado para cada sector resulta del producto del índice de abundancia encontrado en Seijas (1998) y Ávila-Manjón (2008) y la longitud de los sectores determinada en este estudio.

Adicionalmente se comparó la abundancia de la especie encontrada en los diferentes sectores del río Cojedes, con la de estudios realizados anteriormente con la especie para el SRC. Se compararon los índices de abundancia encontrados para los lapsos 1991-1997 (Seijas 1998), y 2006 (Ávila-Manjón 2008), con los del presente estudio mediante una prueba de Kruskal-Wallis para cada sector por separado. En el sector B-CS se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $H= 11,29$ ;  $P=0,003$ ). Igualmente, para el sector M-CAM ( $H=11,43$ ;  $P=0,003$ ) se presentaron variaciones en la población de cocodrilos en los diferentes estudios (Fig. 4.5).



**Figura 4.5. Variación de la abundancia de cocodrilos en diferentes años de estudio en los sectores La Batea-Confluencia Sarare (B-CS) y Merecure-Caño Amarillo (M-CAM) en el SRC.**

### 4.3.2 Estructura poblacional

La estructura poblacional de *Crocodylus intermedius* en los sectores estudiados fue dominada por individuos juveniles de la Clase II, seguida de las Clases V, III y IV (Tabla 4.4). No hay diferencias en la estructura entre los dos sectores. Globalmente, la Clase II fue dominante, seguida de las Clases V, III y IV (Fig. 4.6).

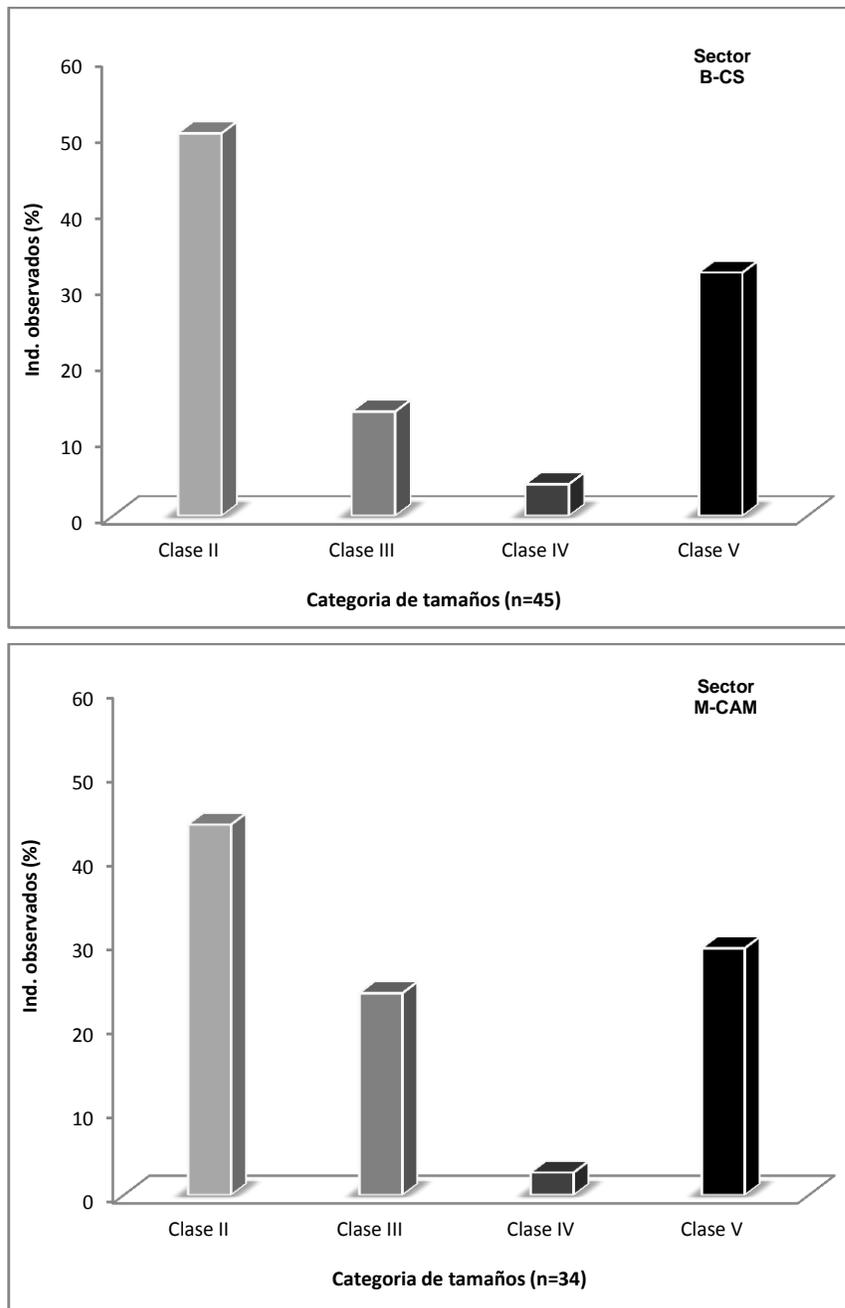
**Tabla 4.4. Estructura poblacional de *C. intermedius* para los sectores muestreados.**

<b>Sector</b>	<b>Clase II</b>	<b>Clase III</b>	<b>Clase IV</b>	<b>Clase V</b>
B-CS	20	6	3	16
M-CAM	17	8	1	8
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>24</b>

La Clase I se excluye de los análisis ya que son grupos de crías encontradas durante los muestreos.

La estructura de tamaños por sector estudiado fue comparada mediante tablas de contingencia utilizando los valores máximos observados para cada clase de tamaño en cada uno de los sectores muestreados (Messel *et al.* 1981), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $X^2= 2,180$ ,  $P= 0,536$ ).

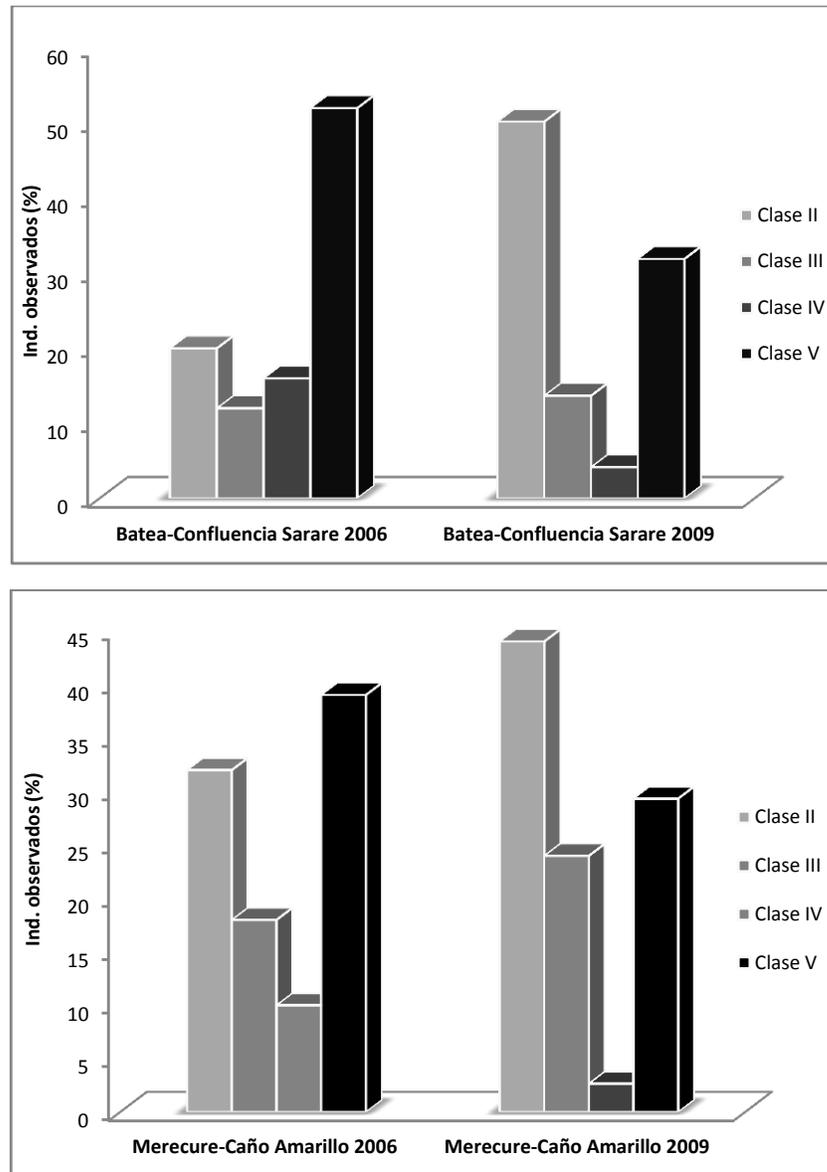
Al igual que la abundancia, la estructura de tamaños del cocodrilo del Orinoco encontrada en este estudio fue comparada con los mismos sectores reportados por Ávila-Manjón (2008). Se encontró que para B-CS no hay diferencias estadísticas significativas ( $X^2= 5,160$ ,  $P= 0,160$ ), se evidenció variación en la abundancia de individuos juveniles de la Clase II y V (Fig. 4.7).



**Figura 4.6.** Estructura poblacional de *C. intermedius* en los sectores de estudio del SRC. Las clases de tamaño se expresan en cm de longitud total corporal (LT).

En el sector M-CAM la distribución de frecuencias de clases mostró diferencias estadísticas significativas ( $X^2= 7,947$ ,  $P= 0,047$ ) con respecto al estudio de Ávila-Manjón (2008), donde las clases juveniles Clases II y III

fueron más abundantes en el presente estudio, mientras que los subadultos y adultos Clases IV y V presentaron menor abundancia que para el 2006 (Fig. 4.7).



**Figura 4.7.** Variación de la estructura poblacional de *C. intermedius* en los sectores B-CS y M-CAM en el 2006 (Ávila-Manjón 2008) y en el presente estudio.

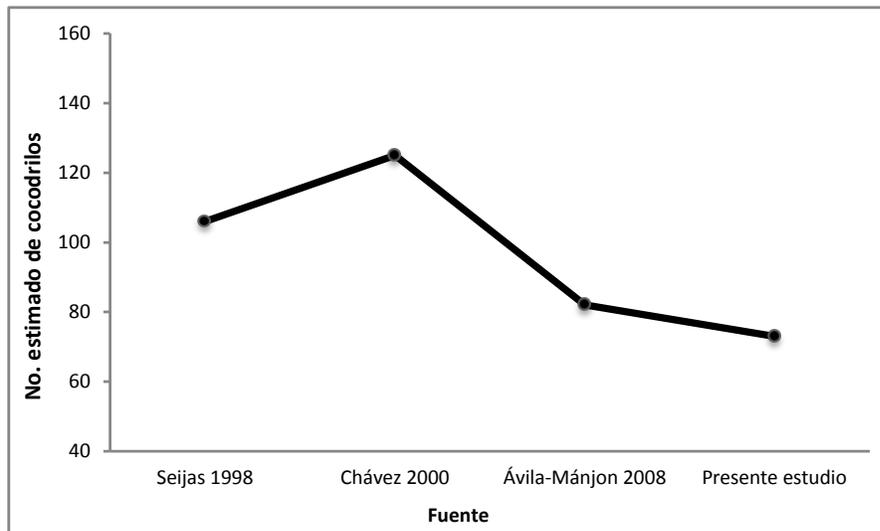
## 4.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.4.1 Abundancia

La población de cocodrilos del Orinoco encontrada en el Sistema del río Cojedes ha venido siendo estudiada desde hace varias décadas. Diversas investigaciones han descrito al SRC como el área más importante en Venezuela para la especie. Ayarzagüena (1987) evaluó esta población y reportó 350 individuos en los sectores Caño de Agua y río Sarare. Seijas (1998) en un estudio más completo sobre la ecología y estado poblacional de la especie, que abarcó todo el SRC, para el periodo comprendido entre los años 1991-1997 encontró 540 individuos. Igualmente Seijas y Chávez (2000), estimaron la población mínima en 547 individuos excluyendo las crías, y en 699 individuos, utilizando como estimadores los máximos índices poblacionales para cada sector estudiado.

Chávez (2000), estimó esta misma población en el periodo de 1997-1999, detecto pocas variaciones en los IP por año. Obtuvo un promedio de  $268 \pm 34,6$  individuos en 51,8 km recorridos. Mediante una comparación de la abundancia en los sectores Batea-Confluencia y Merecure-Caño Amarillo del SRC Ávila-Manjón (2008) estimó para ambos sectores una población de 82 individuos. En el presente estudio se estimó la población en 73 individuos en 20km recorridos, siendo esta cifra la más baja reportada en comparación con las estimaciones realizadas en años anteriores (Fig. 4.8).

Si se compara la abundancia de cocodrilos en los dos sectores de estudio (20 km), con las investigaciones de Seijas (1998), Chávez (2000) y Ávila-Manjón (2008), se puede inferir que la población del cocodrilo del Orinoco del Sistema del río Cojedes está decreciendo. Con respecto al estudio de Seijas (1998), la población de cocodrilos disminuyó 31%, con respecto a Chávez (2000) 42% y Ávila-Manjón (2008) 11% (Fig. 4.8)



**Figura 4.8. Diferencias en el número estimado y tendencia de la población de cocodrilos en los sectores B-CS y M-CAM en diferentes años de estudio.**

Claramente se puede observar una disminución en la abundancia de la población de *Crocodylus intermedius* a medida que transcurre el tiempo en los dos sectores de estudio. Además, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, en la abundancia de cocodrilos por sector en los diferentes estudios, donde se encontró la mayor abundancia en el sector B-CS con un intervalo de valores entre 5,0 a 7,26 ind/km, mientras que para el sector M-CAM, la abundancia poblacional varió entre 4 a 4,88 ind/km bajando hasta 2,5 ind/km.

Un factor para tener en cuenta es la liberación de 645 individuos de *C. intermedius* en el SRC entre los años 2005-2008, por parte del Programa de conservación del caimán del Orinoco en Venezuela (PCCO), lo cual debería tener algún resultado en los índices poblacionales de los años de liberación incluyendo al 2009 en el que fue realizado el presente estudio. Sin embargo, la población no presenta la recuperación esperada, se mantiene constante o por debajo a los IP de las anteriores investigaciones.

Se debe considerar que el tamaño real de la población de cocodrilos es muy difícil de precisar (Seijas 1998), además de que el monitoreo de

cocodrilianos presenta algunos problemas que han sido tratados extensamente en la literatura (Woodward y Marion 1978, Messel *et al.* 1981, Magnusson 1982, Abercrombie y Verdade 1995), sobre todo cuando se trata de variables biológicas como la cautela de los cocodrilos, y la densidad de la población (Pacheco 1994, 1996); de variables ambientales como la velocidad del viento, la lluvia, el período lunar, neblina, temperatura del aire y del agua, las cuales influyen en el número de cocodrilos observados (Cerrato 1991, Motte 1994, Escobedo-Galván 2003).

Quizá la variable de mayor influencia en el número de individuos que se cuenta es el nivel del agua, ya que este presenta implicaciones importantes para el monitoreo del estado poblacional. Seijas (1998) señaló que la declinación en los índices poblacionales de algunas categorías de individuos 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.

La estimación de la población mediante índices de abundancia relativa subestima el verdadero tamaño de la población, porque una proporción de ésta permanece sin ser detectada y es difícil establecer la relación entre el índice de abundancia y la verdadera densidad existente en el área de estudio (Hutton y Woolhouse 1989). Este sesgo puede ser representado en la diferencia en los índices de abundancia estimados entre una noche y otra de muestreo (Tabla 4.1).

#### 4.4.2 Estructura poblacional

Con relación a la estructura poblacional de *Crocodylus intermedius*, no hay importantes diferencias, entre los sectores de estudio (B-CS; M-CAM). La población de cocodrilos para estos dos tramos estuvo integrada por una mayor proporción de individuos juveniles Clase II, los cuales representaron no menos de 50 y 44% para cada sector en orden respectivo. Seijas (1998)

encontró que la población de Caño de Agua Sur (Batea-Confluencia Sarare) estuvo compuesta por sub-adultos y adultos (>1,8 m LT), y el sector Merecure-Caño Amarillo mostró una estructura poblacional intermedia, con una mayor proporción de individuos juveniles pertenecientes a las Clases II y III. Seijas y Chávez (2000) no evidenciaron cambios en la estructura poblacional en estos mismos sectores, donde los individuos juveniles la Clase II y III presentaron dominancia.

Ávila-Manjón (2008) halló una tendencia diferente en la estructura de la población para estos dos sectores, donde la dominancia estuvo representada por individuos adultos de la Clase V los cuales representaron no menos de 52 y 39,68% para cada sector en orden respectivo. Sin embargo, la comparación de la estructura entre el presente estudio y el de Ávila-Manjón (2008) no mostró diferencias estadísticas significativas.

La población de cocodrilos de los dos sectores está compuesta principalmente de juveniles. Posiblemente, ello esté influenciado por las liberaciones de individuos juveniles que ha venido realizando el Programa de conservación del cocodrilo del Orinoco en Venezuela (PCCO), (n=207) año 2005, (n=94) 2006, (n=120) 2007, (n=486) 2008, (n=62) 2009 (Seijas com. pers. 2010).

La Clase V es la segunda categoría de tamaño en abundancia en los dos sectores estudiados. Igualmente, esta categoría presenta una mayor abundancia en el sector B-CS. Esta diferencia en la distribución de los individuos en los dos sectores evaluados, puede estar influenciada por una diferencia en la calidad del hábitat. Las principales playas de anidación del río Cojedes se localizan en (Batea-Confluencia, Seijas 1998). Además, allí se presenta menor presión humana en comparación con el sector M-CAM. Las diferencias en las tasas de mortalidad entre individuos de distintas tallas,

podiera estar influenciado por las condiciones físicas de cada uno de los sectores (Seijas y Chávez 2000).

En B-CS los cocodrilos grandes tendrían una mayor probabilidad de sobrevivir y establecerse, constituyendo, de esta manera una fracción mayor de la población mientras que en M-CAM, debido a que la presión humana es mayor (por la instalación de bombas de riego, caminos de paso de ganado, viviendas, campamentos de pescadores, empalizadas que abarcan todo el ancho del río, Mendoza y Seijas 2007, Ávila-Manjón 2008) influiría en el avistamiento de cocodrilos de mayor tamaño y probablemente en que sean cazados con mayor frecuencia (Seijas 1998).

# CAPÍTULO V

## COLECTA E INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DEL COCODRILO DEL ORINOCO EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES

### 5.1 INTRODUCCIÓN

La cría de *Crocodylus intermedius*, se vio impulsada debido a su escasez en la naturaleza por factores antrópicos como la caza comercial descontrolada en épocas pasadas (Seijas 1998) y, en la actualidad por factores naturales como depredación de huevos y neonatos, y la pérdida de posturas por inundaciones repentinas (Jiménez-Oraá *et al.* 2007). Varios trabajos han evaluado aspectos reproductivos de la especie en cautividad, como los realizados por Medem (1981 y 1983), Ramírez *et al.* (1977); Ramo *et al.* (1992); Thorbjarnarson y Hernández (1993a y b); Seijas y González (1994); Lugo (1995); Seijas (1995); Colvée (1999) y Ramírez-Perilla y Urbano (2002).

El rescate y colecta de huevos en el medio natural como estrategia de conservación del cocodrilo del Orinoco es una metodología aplicada en Venezuela. No obstante, son pocos los trabajos e investigaciones sobre este tema. Un esfuerzo de este tipo se realizó entre 1990 y 1992 en el río Capanaparo, estado Apure, con resultados altamente satisfactorios (Thorbjarnarson y Arteaga 1995). En el río Manapire, estado Guárico, se obtuvo un éxito de eclosión de 61,9% en huevos colectados en el medio natural (Jiménez-Oraá *et al.* 2007), mientras que en la Estación Biológica El Frío (el estado Apure), se desarrolló un programa de colecta e incubación de huevos de cocodrilos del Orinoco durante cinco periodos reproductivos de la especie. Las crías obtenidas en estos esfuerzos han sido mantenidas en cautiverio para su posterior liberación al medio natural, para así restaurar o acelerar el crecimiento de sus poblaciones.

Con la colecta de huevos, manejo de nidadas, designación de áreas naturales protegidas y vigilancia para lograr el estricto cumplimiento de las leyes, se ha demostrado que es posible lograr una recuperación y manejo racional de especies de crocodílidos que llegaron a estar al borde de la extinción. La recuperación de *Alligator mississippiensis* en los Estados Unidos demoró 20 años (Joanen y MacNease 1974) y un poco menos la de *Crocodylus porosus* en Australia. La cosecha anual de huevos de aligátos silvestres llegó a ser de 200.000 a 250.000, y en Australia los ingresos anuales promedio por concepto de rancheo de huevos de *Crocodylus porosus* fue de 100.000 US\$ por fundo (IAvH-UN 2002).

Este Capítulo tiene como objetivo evaluar la factibilidad técnica de la colecta de huevos de *C. intermedius* en el sistema del río Cojedes (SRC) para su incubación *ex situ*. En la señalada localidad se localiza la población más importante de la especie (Seijas y Chávez 2000) y un programa de colecta de huevos pudiera incrementar notablemente el potencial reproductivo de ésta, lo cual permitiría la producción de neonatos que se integrarían al programa nacional de cría en cautiverio con fines de restauración y fomento poblacional.

## **5.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la colecta de huevos y nidadas de cocodrilo del Orinoco se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

### **5.2.1 Localización de la nidada**

La búsqueda de nidadas se realizó siguiendo los procedimientos utilizados por Pooley (1991), que consisten en observar las playas utilizadas por cocodrilos para detectar los rastros característicos que dejan las hembras cuando suben para desovar o donde se observaran directamente individuos adultos sobre la arena. En estas playas activas se introdujo una vara fina de

madera en la arena. Donde se notaba que la vara se introducía con relativa facilidad, se efectuaba una excavación con el objeto de localizar nidadas, ya que en estos sitios hay una alta probabilidad de encontrarlas (Fig. 5.1).

Los nidos encontrados fueron georreferenciados con GPS, un grupo de nidos fueron trasladados a un área con estricta vigilancia y supervisión para su incubación en el rancho Merecure, finca que forma parte del SRC. El grupo restante se dejó en las playas en condiciones naturales para su seguimiento y control.



**Figura 5.1. Playas con evidencia de visita de cocodrilos para postura de nidos y metodología de búsqueda de nidos (Pooley 1991) para *C. intermedius* en el SRC. Fotografías Ariel S. Espinosa-Blanco 2009.**

### 5.2.2 Caracterización y manipulación de las nidadas

Una vez localizada la nidada se procedió a retirar la arena que las cubría hasta llegar a la primera capa de huevos, momento en el que se midió la profundidad a que estos se encontraban. En cada huevo se realizó una marca con un lápiz de grafito para indicar su posición original en el nido. Durante el proceso de extracción, los huevos fueron protegidos del sol directo. Dentro de la cava se colocó una primera capa (10 cm) de arena húmeda (tomada del nido natural); posteriormente sobre esta capa se colocaron los huevos, tomados uno a uno y en la misma posición en que se encontraban en el nido natural, evitando someterlos a giros, golpes y movimientos bruscos que pudieran provocar la muerte del embrión (Joanen y McNease 1977). Se determinó si cada huevo había sido fertilizado por la presencia de la “banda opaca” que lo caracteriza (Joanen y McNease 1991, Fig. 5.2). Una vez extraídos todos los huevos, en el nido vacío se midió la profundidad máxima, así como el ancho y el largo en su fondo.

Una vez depositados todos los huevos dentro de la cava, se cubrieron por completo con arena humedecida. Posteriormente, se colocó la tapa del recipiente y se trasladaron hasta el área de incubación. La arena que se colocó dentro de las cavas como cama o lecho de los huevos, sirvió como regulador térmico ya que evitan cambios súbitos en la temperatura (Jiménez-Oraá *et al.* 2007). En las instalaciones del rancho Merecure, a cinco huevos de cada nido colectado, se les midió su longitud, anchura máxima con un calibre ( $\pm 0,1$  mm) y peso con una balanza de muelle marca Pesola (precisión  $\pm 5$  g). Se estimó la fecha de la postura con base en el desarrollo de la banda opaca (Ferguson 1985, Antelo 2008, Fig. 5.2).



**Figura 5.2. Colecta y manipulación de nidadas de *C. intermedius* encontradas en el SRC. Fotografías Ariel S. Espinosa-Blanco 2009.**

### 5.2.3 Acondicionamiento del área de incubación

En el mismo rancho Merecure se preparó un área que estuvo vigilada rigurosamente, con el fin de evitar la depredación y pérdida de las nidadas colectadas. Para el proceso de incubación de las nidadas se abrieron huecos de 60 cm de profundidad para introducir por completo las cavas con los huevos (con excepción de uno de los nidos, el cual fue enterrado sin cava), de manera que los huevos quedaran a una profundidad de 30 cm.

Para el monitoreo de la temperatura, a siete de los nidos se le colocó termómetros digitales con sonda reptiselva. Adicionalmente, para tener un registro de mayor confiabilidad, en los nidos tres (3), cuatro (4) y cinco (5), se instalaron dispositivos electrónicos (*HOBO Data Logger, Onset Computer Corporation*) programados para registrar la temperatura cada 16 minutos durante todo el período de incubación. Un dispositivo idéntico, fue dispuesto fuera de los nidos para medir la temperatura exterior (ambiente). Dichos dispositivos fueron envueltos con material plástico y colocados dentro de recipientes cerrados, para reducir al mínimo la entrada de agua que pudiera afectar su funcionamiento.

Posteriormente se rellenaron los huecos hasta cubrir por completo las cavas con arena fina del mismo río, simulando las condiciones naturales (Fig. 5.3).

#### 5.2.4 Incubación artificial

Una vez trasladados al lugar donde se iban a incubar, los huevos no fueron removidos o cambiados. Se realizaron revisiones rutinarias de cada nidada. Se registró la temperatura a diferentes horas del día (7:00, 12:00, 19:00h) durante los 78 días del periodo de incubación.

#### 5.2.5 Conteo y medición de los neonatos

Cuando los huevos eclosionaron, se les tomó la longitud total (LT) y peso (P) a los neonatos. Se contaron los neonatos por nido, para calcular el éxito de eclosión. Adicionalmente fueron separados en tinas de acuerdo con el nido del que provenían y se marcaron con una placa metálica en la membrana interdigital.



Figura 5.3. Área vigilada, acondicionada para la incubación de las nidadas de *C. intermedius* colectadas en el SRC. Fotografías Ariel S. Espinosa-Blanco 2009.

## 5.3 RESULTADOS

### 5.3.1 Características de los nidos

Se localizaron en total 13 nidos, cinco de ellos fueron dejados en las playas del río como control y ocho restantes fueron colectados. Estos últimos presentaron un promedio de  $49,5 \pm 7,0$  huevos. La forma del nido fue elíptica. La medida del eje mayor fue 34,72 y la del eje menor 26,81 cm ( $n=11$ ). La profundidad media en la cual se encontraron los primeros huevos fue  $17,78 \pm 8,9$  cm ( $n=10$ ). La profundidad total media en ocho nidos fue

35,62±7,0 cm. La distancia promedio de los nidos al agua y a la vegetación fue 460±156,1 y 2,5±177 cm respectivamente (n=8, Tabla 5.1).

**Tabla 5.1. Características de los nidos colectados (n=8) de *C. intermedius* en el Sistema del río Cojedes.**

# Nido	#TH	LC cm	AC cm	PN cm	PPH cm	DNA cm	DNV cm
1	59	40	30	40	20	500	100
2	48	24	17	27	9	280	500
3	45	52	35	44	35	700	400
4	36	40	36	39	17	250	400
5	51	40	28	42	22	600	100
6	51	50	38	37	20	500	0
7	50	35	30	26	20	350	200
8	56	33	20	30	0.8	500	300
<b>X</b>	<b>49,5</b>	<b>39,25</b>	<b>29,25</b>	<b>35,62</b>	<b>17,97</b>	<b>460</b>	<b>250</b>

TH: total de huevos nido, LC: largo cámara, AC: ancho cámara, PN: profundidad nido, PPH: profundidad primer huevo, DNA: distancia nido-agua, DNV: distancia nido-vegetación.

Los huevos de cocodrilo del Orinoco colectados, fueron lisos, de forma elíptica, grandes de color blanco. El largo promedio fue 78,26±3,07 mm con un intervalo entre 71 a 85,4mm, el ancho promedio 49,89±2,26 mm con un intervalo entre 45 y 58,9 mm, el ancho promedio de la banda opaca al momento de la colecta fue 32,47±6,43 con un intervalo entre 18,8 y 46,2mm. El peso fue 118,225±7,93 g con un intervalo entre 105 y 145 g.

### 5.3.2 Incubación y éxito de eclosión de nidadas colectadas

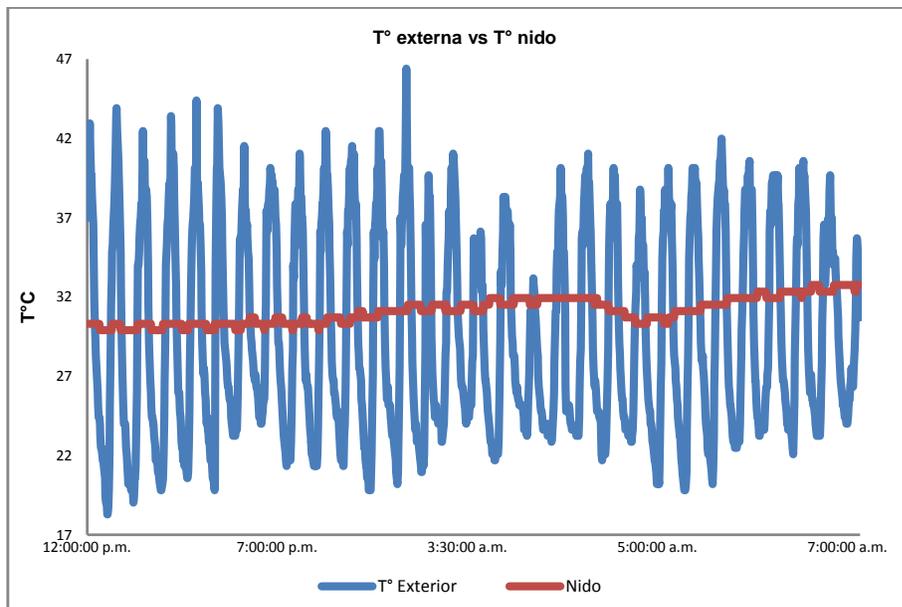
La temperatura promedio en siete nidos incubados artificialmente fue 33,5± 0,71°C, con un intervalo entre 26 y 35,9°C. La máxima temperatura promedio se registró en el nido seis (38,4°C), mientras que la mínima correspondió al nido uno (21,5°C, Tabla 5.2).

**Tabla 5.2. Temperaturas máximas, mínimas y promedio registradas en los nidos colectados e incubados en el presente estudio con termómetros digitales con sonda reptiselva.**

Temperatura	Nido 1	Nido 2	Nido 3	Nido 4	Nido 5	Nido 6	Nido 8
<b>Máxima</b>	38,3	46,9	36,6	43,3	38,4	38,4	37,7
<b>Promedio</b>	30,3	34	33	32,8	33,8	34,3	33,1
<b>Mínima</b>	21,5	28,2	25,2	26	26,5	27,6	26

Valores de temperatura expresadas en °C.

Es importante resaltar que la temperatura interna de los nidos, presentó variaciones en la amplitud térmica de 4°C entre el día y la noche, en comparación con la temperatura externa, la cual presentó variaciones de 18,2°C de amplitud térmica, con temperaturas de mínimas de 28,2 y máximas de 46,4°C (Fig.5.4).



**Figura 5.4. Variación media de la temperatura ambiente e interior en el periodo de incubación (febrero-abril) de un nido colectado. Se presentan datos agrupados del nido 3 el cual contenía un HOBO Data Logger, a los que se realizaron 232 mediciones.**

El éxito de eclosión en nidos colectados e incubados de manera artificial fue 53,5%, es decir, del total de huevos colectados (n=368) nacieron 197 neonatos. El promedio de eclosión por nido varió entre 7,5% (nido 7) y 92,5% (nido 4, Tabla 5.3).

**Tabla 5.3. Éxito de eclosión de las nidadas colectadas e incubadas en área bajo supervisión (n=8).**

<b>Nido</b>	<b>Total huevos</b>	<b>Colectados</b>	<b>Nacidos</b>	<b>Éxito eclosión%</b>
<b>1</b>	59	57	11	19,3
<b>2</b>	48	46	34	73,9
<b>3</b>	45	45	30	66,7
<b>4</b>	36	28	26	92,9
<b>5</b>	51	51	40	78,4
<b>6</b>	51	48	13	27,1
<b>7</b>	50	40	3	7,5
<b>8</b>	56	53	40	75,5
<b>Total</b>	<b>396</b>	<b>368</b>	<b>197</b>	<b>53,5</b>

Con el fin de determinar si las inundaciones extemporáneas, causadas por lluvias atípicas que se presentaron en el mes de enero de 2009, pudieran haber tenido alguna influencia en la viabilidad de los nidos colectados (debido a que se ha demostrado que el exceso de humedad producido por estos eventos, causa la pérdida de posturas), se comparó el éxito de eclosión de las nidadas que eclosionaron tempranamente, y que habrían quedado expuestas a la inundación, versus los nidos que eclosionaron más tarde en la temporada, las diferencias entre ellas no fueron estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis Test;  $X^2=0,3$ ;  $P=0,5637$ ).

El éxito de eclosión de los nidos control fue de 36,4% (n=5). Se contaron tres grupos de crías con 90 neonatos nacidos. El nido que presentó el mayor éxito de eclosión fue el 13 (70,7%), seguido del 11 (64,6%), 12 (46,5%), las nidadas nueve y diez no presentaron crías. No se determinó las causas de la no eclosión de estas dos nidadas (depredación o pérdida por inundación) (Tabla 5.4).

**Tabla 5.4. Éxito de eclosión de las nidada naturales (control, n=5). Se consideró que cada nido tenía originalmente 49,5 huevos, valor promedio de las ocho nidadas colectadas.**

<b>Nido</b>	<b>Nacidos</b>	<b>Éxito de eclosión %</b>
9	0	0
10	0	0
11	32	64,6
12	23	46,5
13	35	70,7
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>36,4</b>

### 5.3.3 Nacimientos

De 368 huevos colectados para la incubación artificial nacieron 197 neonatos (54%). Se presume que 46% de los huevos que no eclosionaron se debió a muerte del embrión por bajas temperatura de incubación (Fig. 5.5) o a que algunos huevos no fueron fecundados o a la muerte del embrión ocasionado por inundaciones extemporáneas antes de la colecta. El tamaño promedio de las crías al nacer fue  $28,1 \pm 1,9$  cm de LT, el peso promedio fue  $68,3 \pm 8,1$ g el cual vario entre 55 y 80g.

## 5.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.4.1 Características de los nidos

El tamaño de las puestas y las dimensiones de los huevos evaluados en el presente estudio, se ubicó dentro del intervalo citado para otras poblaciones naturales y cautivas. Sin embargo, el número promedio de huevos por nido ( $49,5 \pm 7,0$ ), resultó superior a los de anteriores estudios en el río Cojedes y para otras poblaciones silvestres. Los estudios de González-Fernández (1995), Seijas y Chávez (2002), Navarro-Laurent (2007) en el río Cojedes, determinan un promedio de huevos por nidada inferior a  $40,4 \pm 2,0$ . En el río Capanaparo, este valor promedio alcanzó 38 huevos por nido (Thorbjarnarson y Hernández 1993a). Valores similares al del presente

estudio fueron reportados para las poblaciones del río Manapire (Jiménez-Oráa 2002, Jiménez-Oráa *et al.* 2007) y la del sistema caño Macanillal-Laguna La Ramera (Antelo 2008, Tabla 5.5).



Figura 5.5. A y B Nacimiento de neonatos en el rancho Merecure-SRC. C Embrión muerto de *C. intermedius*. Fotografías Ariel S. Espinosa-Blanco 2009.

Los resultados de este estudio a partir de la medición de 40 huevos de ocho nidos de *C. intermedius*, fueron similares a los obtenidos en otras investigaciones con la especie.

Tabla 5.5. Comparación del tamaño de nidadas de *C. intermedius* en diferentes estudios en el SRC y en diferentes poblaciones silvestres en Venezuela.

Fuente	Promedio huevos	Desv. est	Nº nidos	Localidad
Thorbjarnarson y Hernández (1993a)	38,6	9,9	34	Capanaparo
González-Fernández (1995)	42	---	1	SRC
Seijas y Chávez (2002)	38,2	11,0	12	SRC
Jiménez-Oráa <i>et al.</i> (2007)	43,9	9,7	22	Manapire
Navarro-Laurent (2007)	41	9,8	13	SRC
Antelo (2008)	41,2	9,6	43	EBF
<b>Presente estudio</b>	<b>49,5</b>	<b>7,0</b>	<b>8</b>	<b>SRC</b>

#### 5.4.2 Incubación artificial y éxito de eclosión de nidadas colectadas

Para evaluar el éxito reproductivo en condiciones controladas o artificiales en cualquier especie de crocodílido, es necesario conocer la biología básica y tener conocimientos sobre anidación, incubación y embriología en el ambiente silvestre (Joanen y MacNease 1991). El hecho de que los nidos de cocodrilos mantienen temperaturas elevadas y constantes es bien conocido y está demostrado (Antelo 2008).

La temperatura mínima promedio de incubación de siete nidos artificiales, fue 21,5°C y la máxima promedio 38,4°C, valores que de acuerdo con Ferguson y Joanen (1982) son mortales para el embrión. Sin embargo, la temperatura media de incubación, se encontró dentro de los intervalos aceptables para crocodílidos ( $33,5 \pm 0,71^\circ\text{C}$ , Tabla 5.2). De acuerdo con lo descrito por Joanen y MacNease (1991) para *Alligator mississippiensis*, para obtener un éxito de eclosión alto, la temperatura debe estar entre 29,4 y 32,7°C con una ideal entre 31-31,7°C. Temperaturas de incubación superiores a 35°C han demostrado ser letales para el desarrollo de embriones de otras especies (Lang *et al.* 1989).

Antelo (2008) estudió la variación promedio de la temperatura en función de la profundidad de la cámara de huevos y encontró que la temperatura a partir de 20 cm es lo suficientemente estable y adecuada, como para permitir una incubación exitosa. En el presente estudio los huevos fueron colocados a 30 cm de profundidad, y se registró una amplitud térmica con variaciones de 4° C entre el día y la noche, posiblemente influenciado por la fuerte radiación solar en el día y el descenso de la temperatura en la noche, fenómenos asociados a cielos despejados propios del periodo seco cuando comienza la temporada de incubación. Posiblemente, esta situación tuvo influencia en la temperatura de incubación de la presente investigación, las

cuales mostraron variaciones considerables dentro del nido, lo cual se vio reflejado en el éxito de eclosión de los nidos uno, seis y siete (Tabla 5.3).

Por otra parte, todos los crocodilianos dependen de la temperatura para la determinación del sexo y el patrón básico parece ser que se producen hembras con temperaturas bajas ( $\leq 31^{\circ}\text{C}$ ) y machos con temperaturas altas ( $\geq 34^{\circ}\text{C}$ , Ferguson y Joanen 1982, Hutton y Webb 1992). Sin embargo, la determinación del sexo no es influenciada únicamente por la temperatura; el período de incubación (tercera semana de incubación) en conjunto con la temperatura son la clave en la determinación de esta variable (Ferguson y Joanen 1982). En los nidos incubados de manera artificial en el presente estudio, no es posiblemente determinar un porcentaje exacto del sexo de los embriones incubados, dado que la amplitud térmica varió en aproximados  $4^{\circ}\text{C}$  entre  $30$  y  $34^{\circ}\text{C}$  para la tercera semana de incubación (Fig. 5.6).

Los huevos de una nidada colocados en incubadoras con estantes y a temperaturas controladas, por lo general eclosionan de manera simultánea. Cuando hay variación de temperatura, la eclosión puede no ser muy sincronizada (es decir, huevos diferentes pueden desarrollarse a tasas diferentes, Hutton y Webb 1992). Esto se evidenció en el presente estudio, ya que huevos de un mismo nido no eclosionaron de manera simultánea, ya que tardaron entre tres y cinco días para eclosionar.

Joanen y MacNease (1991) encontraron que huevos de *A. mississippiensis* colectados en áreas silvestres eclosionan mucho mejor que aquellos que se colectan de animales cautivos. La eclosión de 578 huevos silvestres incubados artificialmente tuvo un promedio de 94%. En la presente investigación el éxito de la incubación artificial de ocho nidadas (368 huevos) recolectados del medio silvestre determinó que 197 huevos (53,5%) eclosionaron exitosamente; 171 (46,5%) no eclosionaron, posiblemente por

no estar fertilizados y algunos por presentar embrión muerto al momento de la colecta.

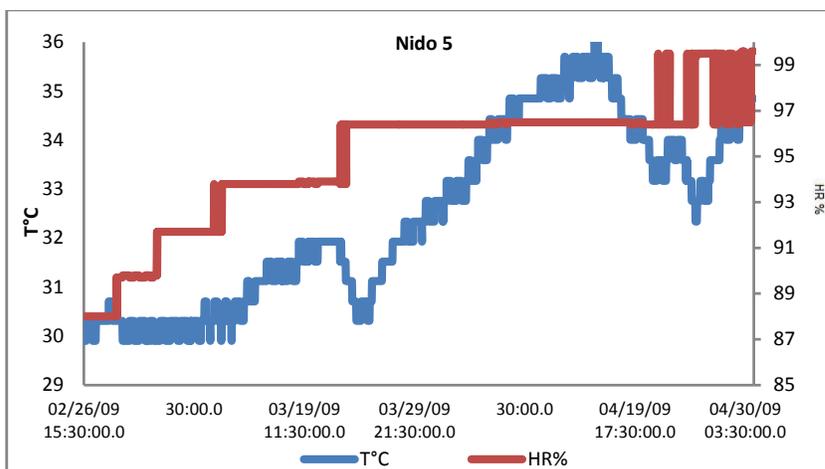
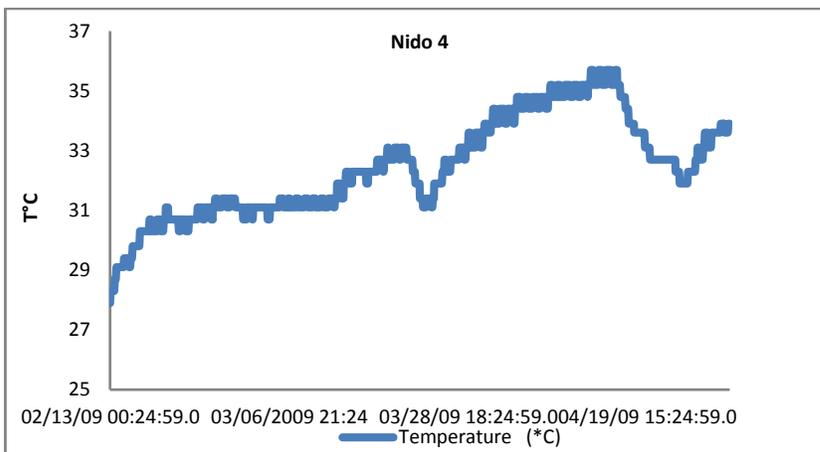
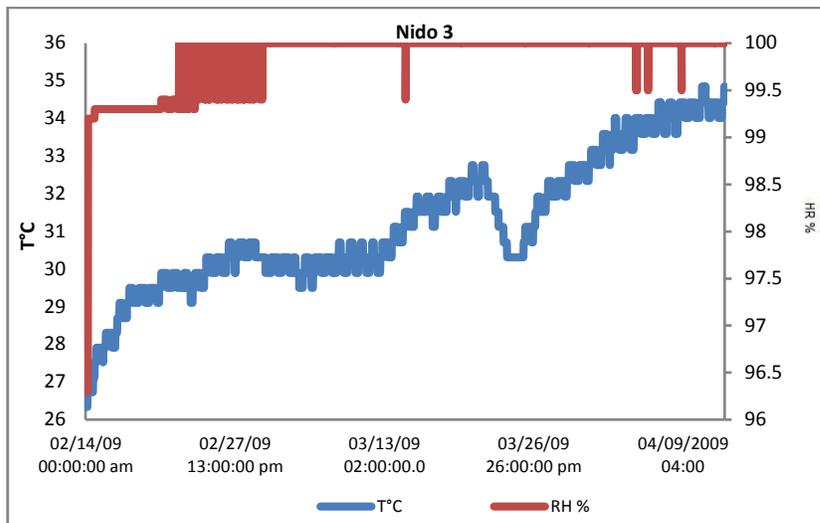
Cuando se incuban en hoyos o en cajas donde los huevos han experimentado gradientes de temperatura, el porcentaje de eclosión puede variar. A temperaturas más frías (ej. 30° C), los embriones pueden demorar su eclosión. La temperatura de incubación fue un factor determinante en el éxito de eclosión de las nidadas del presente estudio, ya que a temperaturas más bajas (ej. 28-29° C) en las cuales la utilización de la yema es limitada, muchos embriones mueren dentro del huevo (Hutton y Webb 1992) como lo observado en el presente estudio (Fig. 5.5C).

Diversos autores han mencionado las ventajas de la incubación artificial: la eliminación de pérdidas naturales debido a la depredación (Joanen 1969; Pooley 1973; Chabreck 1978), la anulación de los factores de mortalidad por condiciones climáticas (Joanen y McNease 1977; Chabreck 1978), protección de los huevos ante inundaciones repentinas del río (Jiménez-Orúa *et al.* 2007). Aunque la muestra es muy pequeña, con la presente investigación se fortalece la hipótesis de la influencia de inundaciones extemporáneas sobre la viabilidad de los nidos control, en los cuales sólo en tres de cinco, hubo eclosión de los huevos (Tabla 5.3). De este modo, los nidos nueve (9) y diez (10) no presentaron eclosión posiblemente por factores naturales y antrópicos analizados por González-Fernández (1995), los cuales son: la depredación por fauna silvestre, inundaciones y coleta por el hombre.

#### 5.4.3 Nacimientos

El tamaño (28,1±1,9 cm) y peso promedio (68,3±6,4 g) de 197 neonatos nacidos en el presente estudio, están dentro de los valores reportados para la especie en otras investigaciones *ex-situ*, como en el zocriadero de la UNELLEZ (28,5 cm y 69,7 g; Ramo *et al.* 1992), Agropecuaria Puerto Miranda (27,6 cm y 70g; Colvée 1999), Estación Biológica Tropical “Roberto

Franco” de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Villavicencio (28 cm y 77,4 g; Ramírez-Perilla y Urbano 2002) y en la Estación Biológica el Frío (28,6 cm y 67 g; Antelo 2008).



**Figura 5.6.** Registro de temperaturas medias diarias durante el periodo de incubación de tres nidos de *C. intermedius* en el SRC. Nidos 3, 4 y 5 presentaron un éxito de eclosión de 66,7, 92,9 y 78,4%, respectivamente. La humedad relativa del nido 3 alcanzó 100% mientras que la del 5 presentó variaciones.

# CAPÍTULO VI

## ESTRATEGIAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL COCODRILO DEL ORINOCO

### PROGRAMA DE COLECTA DE HUEVOS Y NEONATOS EN EL SISTEMA DEL RÍO COJEDES, VENEZUELA

#### 6.1 INTRODUCCIÓN

En la década de los setenta, las 23 especies de cocodrilos, caimanes y gaviales existentes a escala mundial estaban consideradas como amenazadas, en peligro de extinción, o se encontraban disminuyendo su densidad poblacional o su área de distribución. Veinticinco años más tarde, en 1996, 16 de estas especies se recuperaron, incrementando su abundancia y distribución, producto de los incentivos creados por medio del uso sostenible (King 1999) y por la disminución del uso ilegal y el comercio (Hutton & Webb 2003). Ese es el caso de *Crocodylus porosus* en Australia y Papua Nueva Guinea, *Crocodylus niloticus* en Zimbabwe y Sudáfrica, *Alligator mississippiensis* en Estados Unidos y *Caiman latirostris* en Argentina especies sometidas en la actualidad a programas de uso sustentable (Velasco 2003).

La “Estrategia Mundial para la Conservación” (UICN 1980) recomienda en su punto 3°, y como un aspecto prioritario, “...asegurar el carácter sostenible de cualquier tipo de uso de especies o ecosistemas”. El aprovechamiento sostenible es un concepto relativamente nuevo. La UICN (1991) lo define como la utilización de los recursos naturales renovables cuando su nivel de extracción no supera los niveles de recuperación. En el manejo de especies silvestre, se entiende como la extracción o cosecha permitida dentro de sus tasas de reproducción, para dar un uso productivo entre las comunidades o diferentes tipos de usuarios (Martínez *et al.* 2005).

La praxis del aprovechamiento sostenible en crocodílicos ha sido utilizada desde hace varias décadas con beneficios tangibles para la conservación de las poblaciones silvestres de diferentes especies.

En Venezuela, el aprovechamiento de los Crocodylia es una actividad que se ha llevado a cabo desde comienzos del siglo XX. Entre los años 30 y 60 se presentó el mayor auge, cuando la caza comercial descontrolada y sin criterios de sostenibilidad resultó en la muerte de cientos de miles de ejemplares de los cocodrilos de la Costa y del Orinoco, llevándolos al borde de la extinción (Seijas 1986). En la década de los sesenta se inicia la explotación comercial de la baba *Caiman crocodilus*; sin embargo, en 1972 se estableció una veda porque su uso irracional, que alcanzó los tres millones de individuos explotados en el lapso de 1967-1968 (Medem 1983), amenazaba con reducir sus poblaciones a niveles proclives a su extinción. A partir del 1983 comenzó un programa de aprovechamiento sostenible de esta especie, teniendo como base en los estudios realizados por Gorzula (1978), Ayarzagüena (1983) y Seijas (1986) se sentaron las bases del manejo sostenible, asignándose cuotas de cosecha con respecto a la población aprovechable en ese entonces (Velasco y Ayarzagüena 1995, Velasco y De Sola 1999).

*Crocodylus intermedius* está incluida actualmente en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Para esta especie, por estar en peligro crítico de extinción (UICN 2007), se prohíbe el comercio internacional. Sin embargo, este mismo apéndice CITES, permite el aprovechamiento (manejo y extracción de individuos), siempre y cuando sea con fines de investigación científica. De esta manera, la misma convención provee bases legales para el aprovechamiento de la especie. En este único caso, especies que estén en el Apéndice I, pueden ser transferidos al Apéndice II si el programa de cría

en fincas contribuye con la recuperación de la población y favorece a su conservación.

De este modo, para el manejo de crocodílidos se propone la colecta y extracción de animales juveniles o huevos del medio silvestre, y su traslado a lugares que ofrecen seguridad, control y facilidades de manejo. Esta opción ha sido seleccionada por algunos países para el manejo de poblaciones de crocodílidos desde que CITES entró en vigencia (UICN-CSS 2004).

Con la colecta de huevos (ranqueo) y manejo de nidadas se ha demostrado que es posible lograr una recuperación y manejo racional de especies de crocodílidos que llegaron a estar al borde de la extinción. Mediante el uso de esta técnica, sumado a la aplicación de una firme normativa ambiental (áreas protegidas y uso sostenible), la recuperación de *Alligator mississippiensis* en los Estados Unidos demoró 20 años y un poco menos la de *Crocodylus porosus* en Australia. Hoy la cosecha anual de aligatores es de 200.000 a 250.000 huevos en vida silvestre y en Australia los ingresos anuales promedio por concepto de ranqueo de huevos es de US\$ 100.000 por fundo (IAvH-UN 2002).

El uso sustentable de los crocodílidos en diferentes países busca como objetivos desarrollar modelos para la producción sostenida a bajo costo, seleccionar la forma de manejo que permita la máxima producción o cosecha con el mínimo impacto ambiental, recuperar poblaciones en aquellas zonas donde la especie ha sido eliminada o reducida, y contribuir al desarrollo socio-económico de la región y del país (Martínez *et al.* 2005). Actualmente, Venezuela cuenta con un programa de conservación del cocodrilo del Orinoco, en el cual se lleva a cabo la reproducción y cría en cautiverio y la reintroducción al medio silvestre de individuos levantados en los zocriaderos (Seijas 2003, GECV 2007b). Sin embargo, no se cuenta con un programa nacional de colecta de huevos y neonatos que proteja de la acción

de los depredadores y de las condiciones físicas y ambientales a los nidos naturales. Este ayudaría a incrementar el éxito reproductivo de la especie y podría propiciar en el futuro la inserción de la especie como recurso en los esquemas productivos regionales, de manera tal que los dueños de la tierra se beneficien y se vean motivados a proteger el hábitat (Larriera 1994).

La restauración poblacional de grandes depredadores siempre ha sido un reto importante para los conservacionistas, debido a la resistencia que ofrecen los habitantes locales ante estas iniciativas (Warren 1994 en Seijas 2003) y a que las percepciones que se tiene sobre esas especies son de temor y amenaza para ellos, entre otras. Sin embargo, es claro que para que estos planes y procesos de conservación de especies sean exitosos deben estar acompañados de un fuerte componente social, para así trabajar de la mano de entidades gubernamentales, ONGs, comunidad científica y tal vez lo más importante, las comunidades residentes.

El objetivo del presente Capítulo, es proponer y delinear un programa de colecta de huevos y neonatos para el Sistema del río Cojedes, área que contiene la población más importante de cocodrilos del Orinoco en Venezuela. Se plantea, lograr la conservación de *Crocodylus intermedius* con base en una estrategia de recuperación, investigación y manejo, que incorpore a los distintos sectores de la sociedad. Para así, en un futuro pensar en un programa de aprovechamiento sostenible que convierta a la especie en posible recurso económico significativo, que genere ingresos a propietarios privados de la fincas aledañas al río y a las comunidades que conviven con la especie, que conciba una valorización económica para la especie y, a la vez, estimule su conservación por parte de las comunidades locales.

## 6.2 ETAPAS DEL PROGRAMA DE COLECTA DE HUEVOS Y NEONATOS (RANCHEO)

### 6.2.1 Búsqueda de nidos, colecta de huevos y neonatos

La base ecológica de la técnica de colecta de huevos se sustenta en que en las primeras etapas de vida (huevos y crías) de todos los Crocodylia, los depredadores y otros factores ambientales provocan la muerte de una alta proporción de individuos (Staton y Dixon 1977, Ayarzagüena 1983, Medem 1981, 1983, Seijas *et al.* 1990, Jiménez-Oráa *et al.* 2007). Anualmente, en la temporada reproductiva de *C. intermedius* entre los meses de enero y mayo (Seijas 1998, Seijas y Chávez 2002, Ávila-Manjón 2008), se buscarán los nidos de manera rápida, ya que se conoce la ubicación de las playas arenosas donde el cocodrilo deposita los huevos.

Se conoce además, que las hembras utilizan el mismo sitio de postura año tras año (González-Fernández 1995, Seijas y Chávez 2002). Teniendo ya este tipo de información, se hace relativamente fácil la ubicación de las nidadas y la colecta de huevos para ser incubados artificialmente. Para este fin se sugieren tres fases diseñadas de acuerdo con Larriera e Imhof (2006). En ellas se tienen en cuenta las condiciones físicas del sistema del río Cojedes y vinculan a las comunidades residentes en este proceso.

- Pobladores informantes: al comienzo de la temporada reproductiva los nidos son buscados por pobladores rurales locales que informan de su ubicación y reciben a cambio una retribución económica.
- Marcadores de nidos / cosecheros: contratando grupos de personas en pequeños botes y lanchas recorren el río en búsqueda de áreas de nidificación potenciales en búsqueda de nidos.
- Cosecheros de crías o neonatos: en la finalización de la temporada reproductiva, recorrerán el río en búsqueda de grupos de crías o

neonatos los cuales serán colectados para el levante en la finca y así minimizar el riesgo de muerte por depredación.

Una vez localizados, la ubicación geográfica de los nidos y grupos de crías se georreferencian con GPS. Los huevos se deben recoger después de la cuarta semana de incubación, para evitar reducir el éxito de eclosión de estos, según lo recomendado por Bolton (1989) y Joanen y McNease (1991). Posteriormente, los huevos son colectados y trasladados hasta las áreas seleccionadas para la incubación y levante de individuos en la finca o fincas aledañas al río. La metodología empleada en esta etapa de búsqueda, caracterización de la nidada y colecta de los huevos es descrita en el Capítulo cinco (5).

Este trabajo tendrá un valor de dos (2) Unidades Tributarias vigentes por nidada colectada y entregada en perfectas condiciones.

### 6.2.2 Incubación artificial

La incubación artificial de los huevos colectados de *C. intermedius* será llevada a cabo en áreas destinadas para tal fin dentro de una finca piloto. En estas áreas se tratará de mantener las condiciones naturales de los nidos en medio silvestre (humedad 95-98% y temperatura 30-32°C) (Joanen y McNease 1991) y se dará vigilancia estricta por parte de los trabajadores residentes de la finca para evitar depredación por parte de fauna doméstica. La metodología de construcción y acondicionamiento del área de incubación se describe en el Capítulo cinco (5).

El tiempo de incubación está correlacionado negativamente con la temperatura pudiendo prolongarse entre 80 y 90 días desde la ovipostura (Joanen y McNease 1991, Lang y Andrews 1994, Pérez 2001, Piña *et al.* 2003). El comienzo de los nacimientos está señalado por las vocalizaciones de los neonatos a término desde el interior de los huevos. En ese momento,

los huevos son retirados del área de incubación para que la eclosión sea asistida por el personal de la finca (Prado *et al.* 2000).

A medida que van naciendo los neonatos son examinados y desinfectados en su región ventral. Se pasan a poncheras o tinas con agua, y cada neonato es luego marcado mediante un código de amputaciones de escamas caudales, que permite identificar a los individuos de un mismo nido y asociarlos con su localidad de procedencia (Fig. 6.1). Además, posibilita la fiscalización de la legalidad del origen, tanto de los ejemplares como de los posibles productos que se puedan producir en el futuro (cueros, Larriera 2005).

Mediante esta metodología de incubación artificial supervisada, es posible lograr una supervivencia embrionaria superior a 85% (Larriera *et al.* 2008). Mientras que en los nidos silvestres, la mortalidad durante esta etapa puede llegar a 50% debido al ataque de depredadores (Staton y Dixon 1977, Ayarzagüena 1983, Medem 1981, 1983, Seijas *et al.* 1990) y pérdida por inundaciones repentinas (Campos 1993, Jiménez-Oráa *et al.* 2007).



**Figura 6.1. Manejo y marcaje de neonatos de *C. intermedius* en el SRC. Fotografías Ariel S. Espinosa-Blanco.**

### 6.2.3 Cría en condiciones controladas

Para el levante de las crías colectadas es necesario contar con una infraestructura mínima que garantice el mantenimiento y crecimiento de los individuos mientras llega la fase de liberación al medio natural. El diseño puede variar según cada hato o finca y se puede ir modificando en función de la experiencia que sea adquirida durante el manejo zootécnico a lo largo del tiempo. La estructura es similar en todos los casos; se construye un pequeño muro de 90 cm de altura, cuya disposición interior ha evolucionado desde los constituidos por un área seca y otra de agua de superficies equivalentes e interfase única (Joanen y McNease 1991), hasta el moderno sistema de “doble lomo” con dos interfaces (Larriera e Imhof 2005). Todos tienen en común la provisión de una pileta con agua para refugio y termorregulación, superficies elevadas para asoleo y alimentación. Las densidades de confinamiento suelen ajustarse al tamaño de los ejemplares generalmente dentro del intervalo 10-15 ind/m<sup>2</sup> (Joanen y McNease 1991).

La inversión para la construcción de esta infraestructura (tanquillas o acuaterrarios de cría) en un comienzo es alta, las fincas y hatos ganaderos aledaños al SRC no la poseen. Sin embargo, el programa de conservación del cocodrilo del Orinoco en Venezuela cuenta con el apoyo de cinco zocriaderos (UNELLEZ, FUDECI, Puerto Miranda, Masagural y EBF) los cuales han liberado casi 7 mil individuos en localidades de su antigua distribución (Seijas 2003, GECV 2007a).

Otro elemento importante es el alimento, el cual se suministra *ad libitum* y consiste en despojos de carnes rojas y blancas (pescado, pollo y vísceras de ganado vacuno pulmón y corazón). Estas carnes deben ser molidas y suplementadas con un complejo de minerales con calcio, fósforo, sodio, zinc, cobalto, azufre, selenio, yodo, flúor, magnesio, cobre y manganeso mineral-vitamínico; o bien una mezcla de alimento balanceado específico y

nutricionalmente completo, adicionado con despojos animales para incrementar su palatabilidad (Pérez 2000, 2008).

El mantenimiento de condiciones adecuadas de higiene, temperatura y supresión de disturbios durante la crianza resultan indispensables para favorecer el crecimiento y evitar la inmunodepresión-condicionante clave en la incidencia de enfermedades. La eficiencia de la zootecnia aplicada durante esta etapa permite que más de 90% de los neonatos sobreviva a su primer año de vida y obtengan un tamaño superior al que hubiera alcanzado en condiciones naturales.

#### 6.2.4. Liberación de cocodrilos del Orinoco para repoblamiento en el SRC

La cría en cautiverio de crocodílidos para su posterior liberación como estrategia destinada a la recuperación de poblaciones naturales, ha sido aplicada en diferentes especies como con *Crocodylus niloticus* (Blake 1974, 1986, Blake y Loveridge 1975), *C. acutus* (Seijas *et al.* 1990) y *C. intermedius* (Chávez 2002). Este es un componente clave de la colecta, ya que garantiza que la extracción del medio de individuos de especies vulnerables como el cocodrilo del Orinoco no impacte negativamente sobre la tasa de crecimiento natural de las poblaciones silvestres. Por este motivo, una cantidad de juveniles seleccionados al azar dentro cada nidada, mayor o igual al porcentaje que se estima hubiera sobrevivido en condiciones naturales (al menos 10%), con un tamaño corporal suficiente para minimizar la incidencia de eventos de depredación, debe ser liberado anualmente luego de los exámenes sanitarios correspondientes, en la misma localización geográfica de procedencia de los huevos.

#### 6.2.5. Monitoreo de las poblaciones silvestres manejadas

El seguimiento de la distribución, abundancia relativa y estructura de edades de las poblaciones de cualquier especie de fauna silvestre manejadas representa un requisito imprescindible para la evaluación de la sustentabilidad biológica de cualquier modelo de aprovechamiento. Es obligación del programa de colecta de nidos y neonatos monitorear anualmente la dinámica demográfica de las poblaciones silvestres de cocodrilos, al menos en el sistema hidrográfico donde se realizan las colecta de huevos, mediante el registro y análisis de la distribución y abundancia de nidos e individuos y de todas aquellas variables tanto ambientales como metodológicas asociadas que pudieran afectarlas (Bayliss 1987).

Para monitorear las poblaciones de crocodílicos del sistema del río Cojedes, se tendrían que recorrer los diferentes sectores en los que se ha dividido el río para su estudio (Seijas 1998). Se realizarían conteos nocturnos con linternas de alto poder o faros piloto desde lanchas para registrar el número de animales/km lineal (curso del río). Los detalles de esta metodología de monitoreo, conteos y censos nocturnos se presentan en el Capítulo cuatro (4).

En síntesis, un programa de colecta de huevos y neonatos (“ranching”) en el sistema del río Cojedes, tendría que integrar las posibilidades económicas de la especie con la mejora sustancial de las poblaciones silvestres (Ayarzagüena *et al.* 2007). De este modo, se beneficiaría a la población de cocodrilos del Orinoco que allí se encuentra, debido a la entrada de nuevos individuos a la población, ya que se contempla que un ocho a diez por ciento de los huevos colectados deben ser devueltos al ambiente en forma de cocodrilos subadultos con una tamaño de al menos 1 m de LT.

Por otra parte, un programa de este tipo generaría puestos de trabajo a pobladores locales y muy probablemente influiría en el cambio de visión que la población local tiene sobre el cocodrilo. Es claro para el futuro, que cualquier intento de aprovechamiento de esta especie debe basarse en el sistema de rancheo de huevos y neonatos y que con devoluciones mínimas a la naturaleza con individuos de por lo menos 100 cm, se puede mantener la población en incluso fomentar su crecimiento. “Actualmente la mejor manera de conservar consiste en ponerle precio a lo que tiene valor, las vías románticas que no atienden aspectos económicos son cada día más difíciles de defender” (Ayarzagüena *et al.* 2007).

En general, el empleo de la colecta de huevos y neonatos o “ranching” demuestra que es una metodología exitosa para el manejo, conservación y aprovechamiento de poblaciones de cocodrilos. Encontramos diferentes ejemplos a nivel mundial, donde por medio de esta técnica especies que estaban en peligro de extinción pasaron a ser aprovechadas para el comercio de sus pieles y carne, *Alligator mississippiensis* en los Estados Unidos (Joanen *et al.* 1990), en Australia y Nueva Guinea con *Crocodylus porosus* (Genolagani y Wilmot, 1990; Webb *et al.* 1992), Zimbawe con *Crocodylus niloticus* (Hutton y Child 1989) y Argentina con *Caiman latirostris* y *C. yacaré* (Larriera e Imhof 2006).

# CAPÍTULO VII

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE MANEJO

El presente estudio sustenta la importancia del Sistema del río Cojedes, como área estratégica para la persistencia y conservación del cocodrilo del Orinoco, dado la importancia de su población y a su alto potencial reproductivo.

Es necesario controlar algunos factores ambientales (temperatura y humedad) que tienen incidencia directa en el proceso de incubación artificial, para incrementar el éxito de eclosión en un futuro programa de colecta, incubación y cría del cocodrilo del Orinoco en el SRC.

El SRC es la segunda localidad más importante a nivel reproductivo de la especie, ya que mantiene una población reproductiva relativamente constante en el tiempo, principalmente en los sectores que se encuentran más alejados de los centros poblados y de la actividad agrícola e industrial (Caño de agua-Confluencia Sarare y Merecure-Caño Amarillo).

El estado de la población de *Crocodylus intermedius* en el SRC es preocupante, por el declive de su población. En el presente estudio se reporta el IP más bajo, en comparación con los estudios realizados en años anteriores. Al parecer, la pérdida de nidos por inundaciones repentinas, el saqueo de nidadas, la disminución de su hábitat reproductivo y actividades antrópicas en el río, tienen en riesgo a una de las poblaciones más importantes de la especie.

Sin embargo, pese a esta problemática, el SRC posee una de las poblaciones del cocodrilo del Orinoco más grande en el mundo, lo que lo convierte en localidad clave para la supervivencia de esta especie. El SRC tiene que ser foco de atención de entes gubernamentales y privados, para el

apoyo, financiación y ejecución de un programa de conservación a escala nacional y e internacional. El alto potencial reproductivo del cocodrilo del Orinoco en el SRC tiene que debe seguir siendo un objeto de esfuerzos para recuperar otras poblaciones en su área de distribución.

No obstante, el esfuerzo de conservación de mayor importancia, debe ser dirigido hacia la protección de la especie *in situ*, en el propio SRC. Mediante la puesta en marcha de un programa de colecta de huevos y crías, se ayudaría a incrementar el éxito reproductivo de la especie, con el fin de propiciar su inserción como recurso en los esquemas productivos regionales de manera tal que los dueños de la tierra se beneficien y se vean motivados a proteger su hábitat. De la mano de esta propuesta, se debe dar apoyo y continuidad al Programa de Conservación del cocodrilo del Orinoco en Venezuela; reforzar las labores de monitoreo de la población de cocodrilos y temporadas reproductivas; capacitar a los pobladores residentes cercanos al río para que ayuden con las labores de búsqueda de nidos y crías, además implementar programas de educación y vigilancia contra la cacería furtiva.

Es de importancia sacar del papel y ejecutar las propuestas diseñadas por Godshalk (1978), Ayarzagüena (1987), González-Fernández (1995), Campo y Rodríguez (1997), Seijas (1998) y Seijas (2008), las cuales han planteado la necesidad de protección y mejoramiento de hábitat de la especie en el SRC. Ninguna de esas propuestas ha sido puesta en práctica por el Estado venezolano. La propuesta de Seijas (2008) “RESERVA DE FAUNA SILVESTRE RÍO COJEDES: PROPUESTA DE CREACIÓN”, tal vez sea la más consistente, teniendo en cuenta la actual situación de la especie a nivel global y la importancia de la población encontrada en el SRC. Con la delimitación de una *ABRE* (Área Bajo Régimen de Administración Especial) bajo la figura de Reserva de Fauna Silvestre en el SRC y con el estricto cumplimiento de la ley podría ser posible, la implementación del programa de colecta de huevos y neonatos.

## REFERENCIAS

- Abercrombie, C.L.; L. Verdade. 1995. Dinámica poblacional de crocodilianos: elaboración e uso de modelos. En: La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos en América Latina. Volumen I. A. Larriera y L. Verdade (Eds.). Santa Fe, Argentina.
- Antelo, R. 2008. Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. España. 336 pp.
- Antelo, R. Ayarzagüena, J. y Castroviejo, J. 2008. A new Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) population at Guaritico Wildlife Refuge, El Frío Biological Station and surrounding areas. Apure state. Venezuela. 19th Working meeting of the IUCN-SSC Crocodile specialist group. 40 p.
- Arteaga, A., Cañizales, I., Hernández, G., Cruz, M., De Luca, A., Muños, M., Ochoa, A., Seijas, A., Thorbjarnarson, J., Velasco, A., Ellis, S y Seal, U. 1996. Taller de análisis de viabilidad poblacional y del hábitat (PHVA) del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*). Caracas, Venezuela. 60 pp.
- Ávila-Manjón, P. M. 2008. Estado poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes, Venezuela. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Vice-Rectorado de Producción Agrícola, Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre. 161 pp.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba en los llanos de Apure. Doñana Acta Vertebrata, 10(3):1-36.
- Ayarzagüena, J. 1987. Conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela. Parte I. Río Cojedes. FUDENA, WWF-US, Proyecto 6078. 22 pp.
- Ayarzagüena, J. Antelo, R. y Velasco, A. 2007. Posibilidades económicas del caimán del Orinoco *Crocodylus intermedius* en la actualidad. Biollania 8: 67p.
- Bayliss, P. 1987. Survey methods and monitoring within crocodile management programmes. En: Webb, G. J. W.; S. C. Manolis y P. J. Whitehead (eds.). Surrey Beatty y Sons, Chipping Norton, Australia. pp. 157 - 175.
- Blake, D. K. 1974. The rearing crocodiles for commercial and conservation purposes. The Rhodesia Sci. News 10: 315-324 pp.
- Blake, D. K. 1986. Status, conservation and utilization of Nile crocodile in Zimbabwe. En: Crocodiles, IUCN publ. (N.S.): 212-218.

- Blake, D. K. and J. P. Loveridge. 1975. The role of commercial crocodile farming in crocodile conservation. *Biol. Conserv.* 8: 261-272.
- Bonilla, O y Barahona, S. 1999. Aspectos ecológicos del caimán llanero (*Crocodylus intermedius* Graves, 1819) en un subareal de distribución en el departamento de Arauca (Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* XXIII (86):39-48.
- Bolton, M. 1989. The management of crocodiles in captivity. FAO conservation guide 22. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome. 62 pp.
- 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.
- Campos, Z. 1993. Effect on habitat of survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. *Journal of Herpetology*. Vol. 27, No. 2, pp. 127-132.
- Carvajal, R. L. Saavedra, M. y J. J. Alava. 2005. Ecología poblacional, distribución y estudio de hábitat de *Crocodylus acutus* (Cuvier. 1807) en la "Reserva de producción de fauna manglares El Salado" del estuario del Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 40(2): 141 – 150 pp.
- Cerrato, C. 1991. Composición y tamaño de poblaciones silvestres de caimanes (*Caiman crocodilus chiapasius*) y cocodrilos (*Crocodylus acutus*) de la costa Caribe de Honduras, Centro América. Tesis de Maestría Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Chabreck, R. H. 1978. Collection of American alligator eggs for artificial incubation. *Wildl. Soc. Bull.* 6: 253-256.
- Chávez, C. 2000. Conservación de las poblaciones del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela. Informe Profauna-Corpoven. MARN. Caracas.
- Chávez, C. 2002. Seguimiento de las liberaciones de caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Refugio de Fauna Silvestre "Caño Guaritico" y sus alrededores. Pp:30-56. En: Velasco, A., G. Colomine. G. Villarroel & M. Quero (Eds.) Memorias del taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. 330 pp. ISBN 980-07-8409-8.
- Colvée, S. 1999. Comportamiento reproductivo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en cautiverio. Tesis doctoral. Universidad Simón Bolívar. 321pp.

- Cott, H. 1960. Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile crocodile (*Crocodilus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. *Trans. Zool. Soc. London*. 29:211-358.
- Cott, H. 1971. Parental care in the crocodilia with special reference to *Crocodylus niloticus*. *IUCN Publ. New Series. Suppl. Paper*. 32: 166-180.
- Escobedo-Galván, A.H. 2003. Períodos de actividad y efecto de las variables ambientales en cocodrilos (*Crocodylus acutus* cuvier 1807): evaluando los métodos de determinación de la fracción visible. *Ecología Aplicada* Vol. 2 N° 1pp.
- Ewel, J., Madrid, A. y J. A. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2da Edición. MAC-FONAIAP. Caracas. 265 pp.
- Ferguson, M.J. 1985. The reproductive biology and embryology of the crocodilians: 329-491. En C, Gans. F. S. Billet, and P.F.A. Maderson, (eds) *Biology of the Reptilia*. Vol 14A. John Wiley y Sons. New York.
- Ferguson, M.J. and T, Joanen. 1982. Temperature of egg incubation determines sex in *Alligator mississippiensis*. *Nature*. Vol. 269. 29p.
- 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.
- Genolagani, J. G. and J. M. Wilmot. 1990. Status of crocodile populations in Papua New Guinea: 1981-1988. Pp. 122-160. En: *Crocodiles. Proceedings of the 10th Working Meeting of the CSG*. IUCN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- GECV. 2007a. *Crocodylus intermedius* (GRAVES, 1819) Caimán del Orinoco. *Biollania* 8: 3-7.
- GECV. 2007b. Estrategia nacional para la conservación del caimán del Orinoco en Venezuela y su plan de acción. *Biollania* 8: 85-93.
- Godshalk, R. 1978. El Caimán del Orinoco, *Crocodylus intermedius*, en los Llanos Occidentales Venezolanos con observaciones sobre su distribución en Venezuela y recomendaciones para su conservación. FUDENA. Caracas.
- Godshalk, R.E. 1982. Status and conservation of *Crocodylus intermedius* in Venezuela: 39-53. En *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. Vice-Rectorado de Producción Agrícola. Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre. 81 pp.
- Gorzula, S. 1978. An ecological study of *Caiman crocodilus crocodilus* inhabiting savanna lagoons in the Venezuelan Guayana. *Oeologia*. 35: 21-34.
- Gumilla, J. 1963. [1741]. El Orinoco Ilustrado y Defendido. Biblioteca Nacional de la Historia. No. 68. Caracas. 519 pp.
- Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Humboldt, A. 1975 [1859-1869]. Del Orinoco al Amazonas. Viaje a las regiones equinocciales del nuevo Continente. Edt. Labor. Barcelona. 429 pp.
- Hutton, J. M. and Woolhouse, M. E. J. 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.
- Hutton, J. and G. Child. 1989. Crocodile management in Zimbabwe. Pp. 62-79. En *Crocodiles: Their Ecology, Management and Conservation*. IUCN. Gland, Switzerland.
- Hutton, J. M. and G. J. W. Webb. 1992. An introduction to the farming of crocodilians. Pp. 1-39 in: Luxmoore, R. A. (Ed.). *Directory of crocodilian farming operations*. Second Edition. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge. UK. 350 pp.
- Hutton, J. P. Ross and G. Webb. 2002. Using the market to create incentives for the conservation of crocodilians: A review. Pp. 382-399. En: *Crocodiles. Proceedings of the 16th Working Meeting of the CSG-IUCN - The World Conservation Union*. Gland, Switzerland.
- Hutton, J. and G. Webb. 2003. Crocodiles: legal trade snaps back. Chapter 11 pp 108-120, *In " The Trade in Wildlife: Regulation for Conservation"*, edited by Sara Oldfield (Earthscan Publ: London).
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt-Universidad Nacional de Colombia. 2002. Programa nacional para la conservación del caimán llanero, *Crocodylus intermedius*. Ministerio del Medio Ambiente. 32 p. Bogotá D.C. Colombia.
- Jiménez-Oraá, M. 2002. El caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en los sectores de laguna Larga y Chiguichigue del río Manapiare, Guárico, Venezuela. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. UNELLEZ. Vice-Rectorado

- de Producción Agrícola. Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre. 95 pp.
- Jiménez-Oraá, M., Seijas, A. E., Jiménez-Oraá, M y Heredia-Azuaje, H. 2007. Colecta de huevos como estrategia de conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Manapire, Guárico, Venezuela. *Biollania* 8: 36-42.
- Joanen, T. 1969. Nesting ecology of alligators in Louisiana. *Proc. Ann. Conf. Southeastern Assoc. Game and Fish Comm.*, 23:141-151.
- Joanen, T and L, McNease. 1974. An analysis of Louisiana's 1973 experimental Alligator Harvest Program. Job completion report. Louisiana Wild Life and Fisheries Commission. Baton Rouge, Louisiana. 32 pp.
- Joanen, T y L, McNease. 1977. Artificial incubation of alligator eggs and post hatching culture in controlled environment chambers. *Proceedings of the Annual Meeting World Manicure Society*. 8: 483-490pp.
- Joanen, T., L. McNease and D. Ashley. 1990. Production, volume and trends in the USA. Pp. 276-285. En: *Crocodiles*. *Proceedings of the 10th Working Meeting of the CSG*. IUCN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- Joanen J. y L. McNease. 1991. Crianza del lagarto Americano (*Alligator mississippiensis*) pp. 17-24. En: *Crianza de Cocodrilos: Información de la Literatura Científica*. IUCN, Gland, Suiza.
- King, F. W. 1999. ¿Es posible el uso sustentable de la fauna silvestre si este depende de un mercado externo? pp: 37-40. En: *Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina*. Eds: T. G. Fang, O. L. Montenegro & R. E. Bodmer. vi + 496pp.
- Klemens, M. W. and Thorbjarnarson, J.B. 1995. Reptiles as a food resource. *Biodiversity and Conservation* 4: 281-298.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper International Edition. New York.
- Lang, J.W., H.V. Andrews and R. Whitaker. 1989. Sex determination and sex ratios in *C. palustris*. *Amer. Zool.*, 29:935-952.
- Lang, J.W. and H.V. Andrews. 1994. Temperature-dependent sex determination in crocodylians. *The Journal of Experimental Zoology*. 270:28-44.
- Larriera, A. 1994. *Caiman latirostris* ranching program in Santa Fe, Argentina, with the aim of management. Pp. 188-198. En: *CSG Proceedings, Pattaya, Thailand, 2-6 May 1994*. Crocodile Specialist Group.

- Larriera, A. 2005. El botón cicatrizal resultante de la amputación de los verticilos caudales en los cocodrilos: un mecanismo sencillo para la identificación de pieles originadas en criaderos. En: Proceedings de la V Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo de Especialistas en Cocodrilos(CSG/ SSC/ IUCN). Mayo 2005. Santa Fe, Argentina.
- Larriera, A. y A. Imhof. 2005. El sistema de doble lomo y el manejo intensivo de yacarés en Argentina. En: Proceedings de la V Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo de Especialistas en Cocodrilos(CSG/ SSC/ IUCN). Mayo 2005. Santa Fe, Argentina.
- Larriera, A. y A. Imhof. 2006. Proyecto Yacaré: Cosecha de huevos para cría en granjas del género *Caiman* en la Argentina. En: M. Bolkovic, D. Ramadori (Eds.). Manejo de fauna silvestre en Argentina. Programas de uso sustentable. Dirección de fauna silvestre, Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. Buenos Aires. 51-64 pp.
- Larriera, A., A. Imhof y P. Siroski. 2008. Estado actual de los programas de conservación y manejo del género *Caiman* en Argentina. En: Castroviejo, J.; J. Ayarzagüena & A. Velasco (Eds.). Contribución al conocimiento de los caimanes del género *Caiman* de Suramérica. Publ. Asoc. Amigos de Doñana. pp. 143 - 179.
- López-Corcuera, G. 1984. Babas y caimanes. Pp: 59-100 en: Fauna legendaria. Colección fauna de los Llanos de Venezuela. Fundación científica fluvial de los llanos. Editorial Arte. Caracas. 131 pp.
- Llobet, A. 2002. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, Venezuela. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Vice-Rectorado de Producción Agrícola, Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre. 209 pp.
- Llobet, A. y Seijas, A. 2003. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, Venezuela. In R. Polanco-Ochoa. Editor. Manejo de fauna silvestre en amazonia y latinoamérica. Selección de Trabajos V Congreso Internacional, CITES, Fundación Natura, Bogotá.
- Lugo, L. M. 1995. Cría del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la estación de biología tropical "Roberto Franco". Villavicencio, Meta. *Rev. Acad. Colomb.Cienc.* XIX (74):601-606.
- Lugo, L. M. 1998. Evaluación del programa de liberación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el refugio de fauna silvestre "caño Guaritico y alrededores" (Edo, Apure, Venezuela). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel

- Zamora. UNELLEZ. Vice-Rectorado de Producción Agrícola. Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre. 98 pp.
- Magnusson, W. E. 1982. Techniques of surveying for crocodilians. En: Crocodiles. Proceedings of the 5th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- Martínez, F. Binda, J. y Y, Maza. 2005. Explotación del yacaré como un recurso sustentable. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, UUNE. 1-3 pp.
- 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. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Mendoza, J. M y A. E. Seijas. 2007. Problemática ambiental de la cuenca del río Cojedes. Biollania 8: 43-50.
- Messel, H., G. C. Vorlicek, A. G. Wells, and 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.
- Mogollón, J., Colina, J.B. y Bifano, C. 1987. Geoquímica de la contaminación de dos cuencas hidrográficas de Venezuela. Interciencia 12(2):70-78.
- Motte, M. 1994. Abundancia, distribución e impacto de predación del cocodrilo (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807) sobre el ganado vacuno en las fincasaledañas al Río Grande de Tárcoles, Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 94pp.
- Muñoz, M. C and J. Thorbjarnarson. 2000. Movement of captive-released Orinoco crocodiles (*Crocodylus intermedius*) in the Capanaparo river, Venezuela. Journal of Herpetology. 34(3): 397-403.
- Navarro-Laurent, M. 2007. Estado poblacional y reproductivo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes. Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. 99 pp.
- O'Brien, T. G. 1990. A comparison of 3 survey methods for estimating relative abundance of rare crocodilians. 91-108 pp. In: crocodiles. Proc. 10th working Meeting of Croc. Spec. Group. IUCN-The world conser. Union. Gland, Switzerland.
- Odum, E. P. 1972. Ecología. 3a ed. Nueva Editorial Interamericana S. A. de C. V. México D.F., México.

- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. F, Dallmeier (ed.). SIMAB Series No.5. Smithsonian Institute/MAB Program. Washington. D.C.
- Pacheco, L.F. 1994. Estimating crocodilian abundance in forest lagoons. En: Crocodiles. Proceedings of the 12th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- Pacheco, L.F. 1996. The effect of environmental variables on black caiman counts. *Wildlife Society Bulletin* 24(1):44-49.
- Pérez ,A. 2000. Crecimiento del *Caiman crocodilus crocodilus* en cautiverio. *Interciencia*: VOL. 25 N° 9. 442-446 pp.
- Pérez ,A. 2001. Incubación artificial de huevos de baba (*Caiman crocodilus crocodilus*). *Zootecnia Tropical*. Vol. 19. No. 2. 2001. pp. 151-164.
- Pérez ,A. 2008. Crecimiento del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius* Crocodylia: Crocodylidae) en dos condiciones en cautiverio. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 56 (1): 349-354 pp.
- Piña, C .I., A. Larriera and M. Cabrera. 2003. Effect of incubation temperature on incubation period, sex ratio, hatching success, and survivorship in *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae). *J. Herp.* 37:199 - 202.
- Pooley, A. C. 1973. Conservation and management of crocodiles in Africa. *J. South African Wildl. Mgmt Assoc.* 3 (2): 101-103.
- Pooley, T. 1991. Bases para la crianza de Cocodrilos en zonas remotas. Pp. 81-109. En: Crianza de Cocodrilos: Información de la Literatura Científica. IUCN. Gland, Suiza.
- Prado, W. S.; D. Moreno; A. Parera; G. Stamatti y E. Boló Bolaño. 2000. Primera cosecha de nidos de yacaré overo (*Caiman latirostris*) y negro (*Caiman yacare*) en el Refugio de Vida Silvestre El Cachapé, provincia del Chaco. Proyecto Conservación y Uso Sustentable de Yacarés en el R. V. S. El Cachapé. Boletín Técnico N° 53. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.
- Ramírez, Y., C.C. Cecilia y S.J, Gorzula. 1977. Proyecto venezolano sobre cocodrilos. *Herp. Review*. 8:130.
- Ramírez-Perilla, J. 1999. Técnicas de recolección y control de calidad de huevos de tortugas y cocodrilos. Zoodivulgación. Estación Biológica "Roberto Franco" Primera edición.
- Ramírez-Perilla, J. A. y C, Urbano. 2002. *Crocodylus intermedius* (Caimán Llanero) *ex-situ* en la Estación Biológica Tropical "Roberto Franco" (EBTRF). Colombia.:78-132. En: Velasco, A., G. Colomine. G. Villarreal & M. Quero (Edts.) Memorias del taller para la Conservación del

- Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. 330 pp. ISBN 980-07-8409-8.
- Rabinovich, J. E. 1978. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Centro de Ecología. IVIC. Caracas, Venezuela.
- 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, B. y A, Utrera. 1992. Breeding and rearing the Orinoco Crocodile. *Crocodylus intermedius* in Venezuela. *Biological Conservation*. 60: 101-108.
- Rodríguez, J.P. y F. Rojas-Suárez (eds.) 2008. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell Venezuela. S.A. Caracas. Venezuela.364 pp.
- Ross, J.P. (ed.) 1998. Crocodiles, Status survey and conservation action plan. [Online]. 2<sup>nd</sup> edition. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge. UK. Viii+167 pp. Available: <http://www.flmnh.ufl.edu/natsci/herpetology/act-plan/plan1998a.htm> [6 July 1998].
- Ruiz, D. 2004. La biodiversidad en la ecorregión de los Llanos de Venezuela y las prioridades para su conservación. *Ecosistemas* 2004/2 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/042/informe2.htm>).
- Rueda-Almonacid, J. V. 1999. Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Rev Acad. Colomb. Cienc.* 23. (suplemento especial): 475-498.
- Sánchez-Ramírez, J. 2001. Estado de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. [Informe Técnico]. Instituto Nacional de Biodiversidad. Área de conservación Tempisque. Costa Rica. 49 pp.
- Seijas, A. E. 1986. Estimaciones poblacionales de babas (*Caiman crocodilus*) en los llanos occidentales de Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*. 1(1):24-30.
- Seijas, A.E. 1995. Captive breeding and rearing as a conservation tool for the Orinoco crocodiles: 596-596. En: 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. 1998. The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System. Venezuela: population and ecological

characteristics. Ph. D Dissertation. University of Florida. Gainesville. Florida. USA. 192 p.

- Seijas, A. E. 2001. Presión humana, distribución y abundancia de caimanes (*Crocodylus intermedius*) en el sistema del río Cojedes, Venezuela. *Ecotropicos* 14(1):11-18.
- Seijas, A. E. 2003. Programa de conservación del cocodrilo del Orinoco en Venezuela ¿En la ruta de la recuperación?. Pp. 38-46 en: Polanco-Ochoa, R. (Ed.). Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia
- Seijas, A. E. 2008. Reserva de Fauna Silvestre Río Cojedes: Propuesta de Creación. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente. Caracas. 86 p.
- Seijas, A. E. Cordero, G. y A. Chang. 1990. Cría en cautiverio de caimanes de la costa (*Crocodylus acutus*) con fines de repoblamiento. *Biollania* 7: 13-27.
- Seijas, A.E. y González, I. 1994. Incubación artificial de huevos de caimán del Orinoco. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 12(2): 36-41.
- Seijas, A. E. and Chávez, C. 2000. Population status of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela. *Biological Conservation*. Volume 94, issue 3. pp 353-361.
- Seijas, A. E. and Chávez, C. 2002. Reproductive status and nesting ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical* 11(1-2).
- Staton, M. A. and Dixon, J. R. 1977. Breeding biology of the Spectacled caiman, *Caiman crocodilus crocodilus* in Venezuelan Llanos. U.S. Fish and Wildlife Service, Report 5: 1-21 pp.
- Thorbjarnarson, J.B. 1989. Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. In: *Crocodyles, Their Ecology, Management and Conservation*. Special Publ. Crocodile Specialist Group. UICN-The World Conservation Union. N. S. Gland. Switzerland. 228-258 pp.
- Thorbjarnarson, J.B. 1996. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica*, 52(1): 8-24.
- Thorbjarnarson, J.B. and G, Hernández. 1992. Recent investigation on the status and distribution of the Orinoco crocodile, *Crocodylus intermedius* in Venezuela. *Biological Conservation* 62:179-188.
- Thorbjarnarson, J.B. and Hernández, G. 1993a. Reproductive Ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I Nesting

Ecology and Egg and Clutch Relationships. *Journal of Herpetology*. 27(4):363-370.

- Thorbjarnarson, J.B. and Hernández, G. 1993b. Reproductive Ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. II Reproductive and Social Behavior. *Journal of Herpetology*. 27(4):371-379.
- Thorbjarnarson, J.B. y Arteaga, A. 1995. Estado poblacional y conservación del caimán del Orinoco en Venezuela: en Larriera, A. y Verdade, L. La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos en América latina. Edts. Volumen 1. Fundación Banco Bica. Santa Fe. Argentina.
- UICN. 1980. Estrategia Mundial para la Conservación. La conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido. Organización de las Naciones Unidas. Washington. 76 pp.
- UICN. 1991. Cuidar la tierra: estrategia para el futuro de la vida. Ed. UICN, PNUMA y WWF. Gland, Switzerland, 258 pp.
- UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN. Gland, Suiza y Cambridge. Reino Unido. ii + 33 pp.
- UICN-SSC. 2004. Review of crocodile ranching programs. Conducted for CITES by the Crocodile Specialist Group of IUCN/SSC. 41 pp.
- UICN. 2007. 2007 IUCN Red list of threatened species [en línea]. En [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Universidad Nacional de Colombia. 2008. Informe final del proyecto primera fase del programa nacional de conservación del caimán Llanero en el departamento de Arauca. Orden contractual de prestación de servicios de la Universidad Nacional sede Orinoquia N° ODS 08. 86 pp.
- Velasco, A. 2003. Plan de acción para la conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales – Oficina Nacional de Diversidad Biológica. 14 pp.
- Velasco, A. y Ayarzagüena, J. 1995. Situación actual de las poblaciones de baba (*Caiman crocodilus*) sometidas a aprovechamiento comercial en los llanos venezolanos. Publ. Asoc. Amigos Doñana, N°5. 71 pp.
- Velasco, A. y De Sola. 1999. Programa de manejo de la baba (*Caiman crocodilus*) de Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*. 8(1-2):10-17.
- Webb, G., C. Manolis, B. Otley and R. Degner. 1992. Crocodile management and research in the Northern territory: 1990-1992. En: Proceedings of the 11th Working Meeting of the CSG-IUCN - The World Conservation Union-.Gland, Switzerland. Vol. 1.

- Webb, G.J.W., R, Buckworth. G.C, Sack. G. C, and S.C. Manolis. 1983. An interim method for estimating the age of *Crocodylus porosus* embryos. *Aust. Wildl. Res.* 10:563-570.
- Whitaker, R. and Z, Whitaker. 1984. Reproductive biology of the mugger (*Crocodylus palustris*). *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 81: 297-316.
- Woodward, A.R. and W.R. Marion. 1978. An evaluation of factors affecting night-light counts of alligators. *Proc. Annual Conference of the Southeastern Association of Fish Wildlife Agencies.* 32:291-302.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Parámetros tomados a los huevos de 13 nidos de *Crocodylus intermedius*, estudiados en el Sistema del río Cojedes.

Nido	Fecha colecta	T° prom incubación	Lmm prom	Ancho mm	Ancho banda	Peso g	Total huev nido	Huev colect	Nacidos	Éxito eclosión
1	11/02/09	30,3	80,4	50,7	38,1	125,0	59	57	11	19,3
2	11/02/09	34,0	76,7	49,4	21,1	113,6	48	46	34	73,9
3	11/02/09	33,0	75,5	48,8	27,0	107,0	45	45	30	66,7
4	11/02/09	32,8	79,1	48,3	29,0	111,6	36	28	26	92,9
5	11/02/09	33,8	75,5	51,0	35,9	117,6	51	51	40	78,4
6	11/02/09	34,3	81,5	51,4	31,8	129,0	51	48	13	27,1
7	11/02/09	33,1	79,8	51,2	36,4	117,6	50	40	3	7,5
8	11/02/09	31,9	79,0	51,1	36,5	124,4	56	53	40	75,5
9	04/03/09	31,9	79,5	48,2	37,9	118,2	41	0	0	0,0
10	04/03/09	31,9	71,0	45,5	33,5	118,2	41	0	0	0,0
11	05/03/09	31,9	74,2	45,0	31,7	118,2	41	0	32	78,0
12	05/03/09	31,9	79,0	46,0	46,2	118,2	41	0	23	56,1
13	05/03/09	31,9	79,0	49,9	33,7	118,2	41	0	35	85,4

**Anexo 2.** Conteos nocturnos de cocodrilos (*Crocodylus intermedius*) en el Sistema del río Cojedes, Venezuela.

Sector y Fecha	Categorías de Tamaño						Total	Densidad ind/km
	I	II	III	IV	V	SO		
<b>B-CS</b> <b>11 de febrero 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	8	-	1	4	5	18	2,5
<b>B-CS</b> <b>04 de marzo 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	8	4	-	6	13	31	4,2
<b>B-CS</b> <b>18 de marzo 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	2	3	-	-	4	9	1,2
<b>M-CAM</b> <b>18 de marzo 2009</b> <b>(13,3km)</b>	-	-	-	-	2	1	3	0,2
<b>M-CAM</b> <b>19 de marzo 2009</b> <b>(13,3km)</b>	-	16	8	-	8	14	46	3,5
<b>B-CS</b> <b>20 de marzo 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	12	1	1	3	16	33	4,5
<b>B-CS</b> <b>01 de abril 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	16	6	2	12	14	50	6,8
<b>M-CAM</b> <b>01 de abril 2009</b> <b>(13,3km)</b>	-	1	-	-	5	2	8	0,6
<b>M-CAM</b> <b>02 de abril 2009</b> <b>(13,3km)</b>	-	5	6	1	1	13	26	2,0
<b>B-CS</b> <b>03 de abril 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	18	4	-	8	10	40	5,5
<b>M-CAM</b> <b>03 de abril 2009</b> <b>(13,3km)</b>	-	3	1	-	4	3	11	0,8

Sector y Fecha	Categorías de Tamaño							Densidad ind/km
	I	II	III	IV	V	SO	Total	
<b>B-CS</b> <b>16 de abril 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	10	4	4	9	7	34	4,7
<b>B-CS</b> <b>30 de abril 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	25	1	1	8	11	46	6,3
<b>B-CS</b> <b>07 de mayo 2009</b> <b>(7,3km)</b>	1	16	3	1	12	6	39	5,3
<b>B-CS</b> <b>08 de mayo 2009</b> <b>(7,3km)</b>	-	9	4	3	14	5	35	4,8
<b>M-CAM</b> <b>08 de mayo 2009</b> <b>(13,3km)</b>	1	7	5	2	4	4	23	9,0 1,7