

---

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Y AGROPECUARIAS**

---

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**DINÁMICA POBLACIONAL DEL CAIMÁN (*Crocodylus  
acutus*, Cuvier 1807, CROCODYLIDAE) EN JALISCO,  
MÉXICO**

**Por**

**SARA MERCEDES HUERTA ORTEGA**

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(ÁREA DE ECOLOGÍA)**

**LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO  
OCTUBRE DEL 2005**

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas y Ambientales  
Posgrado en Ciencias Biológicas  
Orientación Ecología



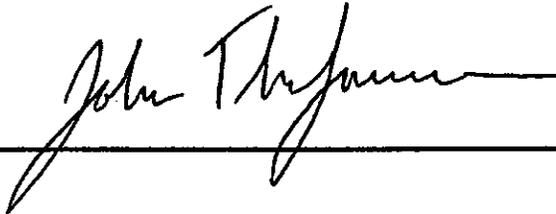
---

Dr. James Perran Ross  
**Director de Tesis Externo**  
Department of Wildlife Ecology and Conservation  
University of Florida



---

Dr. Eduardo Ríos Jara  
**Director de Tesis Interno**  
Departamento de Ecosistemas Marinos  
CUCBA



---

Dr. John Thorbjarnarson  
**Asesor Externo**



---

Dr. Rogelio Cedeño Vázquez  
**Asesor Externo**



**DINÁMICA POBLACIONAL DEL CAIMÁN (*Crocodylus acutus*, Cuvier 1807,  
CROCODYLIDAE) EN JALISCO, MÉXICO**

Por

**SARA MERCEDES HUERTA ORTEGA**

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de

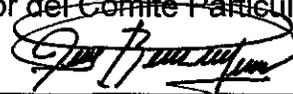
**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(ÁREA DE ECOLOGÍA)**

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
OCTUBRE DEL 2005**

Aprobada por

  
\_\_\_\_\_  
Dr. James Perran Ross  
Asesor del Comité Particular

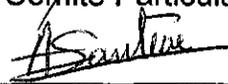
20 octubre 2005  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
M. en C. Rogelio Cedeño Vázquez  
Asesor del Comité Particular

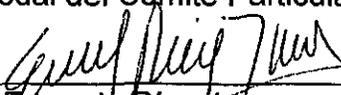
19 octubre 2005  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
M. en C. Elba Guadalupe Robles Jarero  
Sinodal del Comité Particular

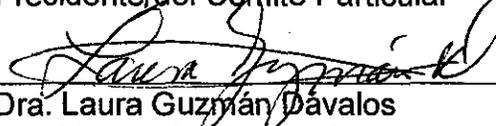
17 octubre, 2005  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Anne Santerre Lucas  
Sinodal del Comité Particular

19 oct 2005  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Eduardo Ríos Jara  
Presidente del Comité Particular

17 octubre 2005  
Fecha

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Laura Guzmán Dávalos  
Presidente del Comité Académico del Posgrado

Octubre 17, 2005  
Fecha

## **DEDICATORIA**

**A Paulino el compañero de mi vida por  
compartir conmigo su conocimiento y experiencia  
y enseñarme esta maravillosa área de  
la herpetología.**

**A mis padres por su apoyo incondicional  
y gracias a su amor y ejemplo puedo  
lograr lo que me propongo.**

**A mis hermanos por su apoyo,  
amor y comprensión.**

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por Disney Foundation, The University of Florida, Idea Wild, Huerta y Cia, S.A. y Bosque Tropical, A.C.

Un agradecimiento muy especial a mi compañero de vida y de trabajo, Paulino Ponce, por su valiosa participación y apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

Agradezco infinitamente al Dr. J. Perran Ross de la Universidad de Florida y al Dr. Eduardo Ríos Jara del CUCBA de la Universidad de Guadalajara por dirigir este trabajo y su por apoyo, así como al Dr. John Thorbjarnarson de "Wildlife Conservation Society" por su asesoría y comentarios. Un agradecimiento muy especial al Dr. Frank Mazzotti por sus sugerencias y enseñanzas en este campo de la biología, y junto con su compañera Laura Brandt por su hospitalidad durante mi estancia en Florida y compartir conmigo sus conocimientos. A mi "cuñadito" Cand. A Dr. J. Rogelio Cedeño Vázquez por sus comentarios. Al Dr. José Ariel Ruíz Corral y al Lic. J. Ricardo Regalado Ruvalcaba del Depto. De Agroclimatología del Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria (INIFAP). A la Dra. Elba Guadalupe Robles y la Dra. Anne Santerre por sus valiosos comentarios al manuscrito final. A Ron C. Walker y al "Grupo Ecológico de Vallarta", Don Arnulfo Belloso y al "Güero" en Boca de Tomates, Puerto Vallarta. A Gilberto Hernández y Rafael de Majahuas; a Iván y Fam. García, Francisco Pérez, Andrés Aceves y Fam. de La Manzanilla. A Eugenio Chaurand, y la M. En C. Ma. Del Carmen Gallo, a la Biol. Diana Ponce, a Shaun O'Neil, Patricia Ascencio y Taylor Larson, , así como a todas aquellas personas que de alguna manera apoyaron este proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	2
MATERIALES Y MÉTODOS	
<i>ÁREA DE ESTUDIO</i>	6
<i>Hidrología</i>	6
<i>Oceanografía</i>	6
<i>Fisiografía</i>	7
<i>Clima</i>	7
<i>Vegetación</i>	7
<i>Fauna</i>	9
<i>Descripción de las localidades en estudio</i>	12
<i>Estero Boca Negra</i>	13
<i>Estero Majahuas</i>	13
<i>Estero La Manzanilla</i>	14
METODOLOGÍA	16
<i>Relación de los factores ambientales con la densidad</i> <i>observada</i>	16
<i>Tamaño poblacional</i>	17
<i>Estructura poblacional</i>	18
<i>Proporción de sexos</i>	19
<i>Uso de Hábitat</i>	20
<i>Uso de Microhábitat</i>	20
RESULTADOS	
<i>Relación de los factores ambientales con la densidad</i> <i>observada</i>	24

<i>Tamaño poblacional</i>	26
<i>Estructura poblacional</i>	27
<i>Proporción de sexos</i>	30
<i>Uso de Hábitat</i>	
Boca Negra	32
Majahuas	36
La Manzanilla	40
<i>Uso de Microhábitat</i>	44
<b>DISCUSIÓN</b>	
<i>Relación de los factores ambientales con la densidad observada</i>	47
<i>Tamaño poblacional</i>	49
<i>Estructura poblacional</i>	54
<i>Proporción de sexos</i>	59
<i>Uso de Hábitat</i>	59
<i>Uso de Microhábitat</i>	64
<b>CONCLUSIÓN</b>	67
<i>Recomendaciones</i>	68
<b>LITERATURA CITADA</b>	71

## INDICE DE TABLAS

Tabla I.	Lista de las especies de vertebrados más comunes que habitan en los esteros de la costa de Jalisco.	9
Tabla II.	Muestreos realizados en cada localidad.	15
Tabla III.	Porcentaje de organismos avistados (promedio, máximo y mínimo) correspondiente a cada categoría por tallas (LT en m).	24
Tabla IV.	Proporción de sexos en el total de animales capturados en el área de estudio.	27
Tabla V.	Proporción de sexos por tallas y por localidad de animales capturados en el área de estudio.	28
Tabla VI.	Porcentaje de avistamientos de acuerdo a la categoría por tallas y áreas en el estero Boca Negra.	32
Tabla VII.	Porcentaje de avistamientos de acuerdo a la categoría por tallas y áreas en el estero Majahuas.	34
Tabla VIII.	Porcentaje de avistamiento de acuerdo a la categoría por tallas y áreas en el estero La Manzanilla.	39
Tabla IX.	Resultados del Análisis de varianza bifactorial por Rangos de Friedman entre muestreos y entre tipos de microhábitat en el estero de Boca Negra.	40
Tabla X.	Resultados del Análisis de varianza bifactorial por Rangos de Friedman entre muestreos y entre tipos de microhábitat en el estero de Majahuas.	41
Tabla XI.	Resultados del Análisis de varianza bifactorial por Rangos de Friedman entre muestreos y entre tipos de microhábitat en el estero de la Manzanilla.	41
Tabla XII.	Comparación de tasas de encuentro de <i>C. acutus</i> en diferentes países.	47
Tabla XIII.	Comparación de las estructuras poblacionales estimadas para <i>C. acutus</i> en diferentes regiones	53

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa del estado de Jalisco donde se indican las localidades en estudio.	11
Figura 2.	Temperaturas máxima, mínima y media, y precipitación anual en la estación El Cuale de Puerto Vallarta, Jal.	12
Figura 3.	Temperaturas máxima, mínima y media, y precipitación anual en la estación de Tomatlán, Jal.	13
Figura 4.	Temperaturas máxima, mínima y media, y precipitación anual en la estación de Cihuatlán, Jal.	14
Figura 5.	Influencia de la temperatura del aire en la tasa de encuentro en el estero Boca Negra.	21
Figura 6.	Relación que existe entre la tasa de encuentro y la temperatura del aire durante el período de estudio, en el estero de Boca Negra.	21
Figura 7.	Influencia del nivel de agua en la tasa de encuentro en el estero La Manzanilla.	22
Figura 8.	Relación que existe entre el nivel de agua con la tasa de encuentro en el estero de La Manzanilla durante el período de estudio.	22
Figura 9.	Tasa de encuentro estimada en los tres esteros durante el período de muestreo en los tres sitios de estudio.	23
Figura 10.	Estructura por tallas en el estero Boca Negra.	25
Figura 11.	Estructura por tallas en el estero Majahuas.	26
Figura 12.	Estructura por tallas en el estero La Manzanilla.	26
Figura 13.	Caracterización del estero Boca Negra. Se muestran las áreas de anidación, asoleadero y cuevas.	30
Figura 14.	Utilización del hábitat de acuerdo a las categorías por talla de los cocodrilos en el estero Boca Negra. Cada círculo indica un individuo avistado de acuerdo a su talla.	31
Figura 15.	Caracterización del estero Majahuas en donde se muestran las áreas de anidación y de asoleadero.	33
Figura 16.	Utilización del hábitat de acuerdo a las categorías por talla de los cocodrilos en el estero Majahuas. Cada círculo indica un individuo avistado de acuerdo a su talla.	35

- Figura 17.** Caracterización del estero La Manzanilla en donde se muestran las áreas de anidación, de asoleadero y cuevas. 37
- Figura 18.** Utilización del hábitat de acuerdo a las categorías por talla de los cocodrilos en el estero La Manzanilla. Cada círculo indica un individuo avistado de acuerdo a su talla. 38

## RESUMEN

La actividad humana ha provocado la fragmentación del hábitat y diezmado o extirpado poblaciones de *Crocodylus acutus* en gran parte de su distribución. A pesar de la información existente, es necesario desarrollar estudios más profundos que aporten información para el manejo y conservación de la especie. Por esta razón, el presente trabajo aporta información sobre algunos aspectos de la dinámica poblacional de tres poblaciones silvestres de *C. acutus* en Jalisco.

Durante tres años se realizaron monitoreos nocturnos en tres sitios con estudios previos en la costa de Jalisco, que abarcan gran parte de la costa del Estado (Boca Negra al norte, Majahuas al centro de la costa y La Manzanilla al sur). Para estimar el tamaño de la población, los avistamientos se agruparon en diferentes clases (sólo ojos (SO), < 0.50, 50-1, 1-1.5, 1.5-2, 2-2.5, 2.5-3 y >3 m) y se confirmaron con capturas. Además, se determinó la proporción de sexos en cada estero. Se relacionó la variación mensual de algunos parámetros físicos y químicos con la densidad observada para su efecto. Para el uso de hábitat y microhábitat se caracterizó cada estero y se localizó cada avistamiento en un croquis.

La temperatura del aire y el nivel de agua presentaron mayor influencia en Boca Negra y la Manzanilla respectivamente. La densidad promedio observada en Boca Negra fue de 1.4 ind/ha, en Majahuas 0.1 ind/ha y en La Manzanilla 1.5 ind/ha. Las categorías mejor representadas en Boca Negra son las crías (<0.6 m) (38.6 %) y juveniles (0.6-1.5 m) (26.2%), en Majahuas los juveniles (0.6 -1.5 m) (42%) y en La Manzanilla se observó un mayor número de adultos (>2.5) (31%). La proporción de sexos fue 1:1. No se encontraron diferencias significativas entre la clase de talla y el tipo de hábitat en cada sitio. Tampoco en el uso de microhábitat por temporadas de muestreo. Se determinó que las crías prefieren la vegetación acuática, los juveniles la vegetación acuática, troncos y cuevas en el mangle, los subadultos la vegetación acuática y media agua, y los adultos media agua. El comportamiento de las poblaciones depende de la estructura de tallas y de la morfología y tipos de microhábitat de cada sitio.

**Palabras clave:** "Caimán", *Crocodylus acutus*, dinámica poblacional, uso de hábitat, Jalisco.

## ABSTRACT

The American crocodile and its habitat in the coast of Jalisco are impacted by the tourist industry and the growing human population. Similar factors have extirpated or diminished *C. acutus* in most of its range. This research presents information about some aspects of population ecology in three populations in Jalisco.

During 1999-2002, three coastal locations in Jalisco (Boca Negra, Majahuas and La Manzanilla) were monitored to understand and compare each one. Night surveys were made on two consecutive days in each site four times a year. The size of each crocodile sighted was estimated and classified into the following categories: (only eyes (OE), < 0.50, 50-1, 1-1.5, 1.5-2, 2-2.5, 2.5-3 y >3 m). The estimated size was calibrated by captures, and sex rate was calculated. Monthly variations of some physical and chemical parameters was related with the observed density. To understand habitat and microhabitat use, each estuary was characterized and each sighting was geopositioned.

Air temperature and water level had more influence in Boca Negra and La Manzanilla, respectively. The mean observed density in Boca Negra was 1.4 ind/ha; Majahuas 0.1 ind/ha and La Manzanilla 1.5 ind/ha. Size structure in Boca Negra consisted of mostly yearlings (<0.6 m) (38.6 %) and juveniles (0.6-1.5 m) (26.2%). In Majahuas of juveniles between 0.6 and 1.5 m (42%) and in La Manzanilla of adults (> 2.5m) (31%). Sex rate was 1:1. No significance difference was found in the microhabitat use seasonally. The yearlings prefer aquatic vegetation, juveniles aquatic vegetation, logs and mangrove cavity; subadults aquatic vegetation and the middle of the pond; and the adults in the middle of the pond. Population behavior depends on the size structure and the morphology of the estuaries and also the microhabitat type of each site. Differences between these three sites and the effects on conservation of the species in Jalisco is discussed.

**Key words:** American crocodile, *Crocodylus acutus*, population ecology, habitat use, Jalisco.

## INTRODUCCION

En 1996 el Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP (actualmente SEMARNAT) desarrolló un Programa Nacional para la Conservación de los Cocodrilianos en México (Semarnap, 2000) que pretende buscar estrategias de conservación y manejo para los cocodrilianos. En 1997 se presentó el Plan para la Conservación del "Caimán" en Jalisco (Ponce y Huerta, 1997). Este Plan se desarrolló con el fin de conocer el estado actual de las poblaciones de cocodrilos y la problemática entorno a estos organismos, para poder plantear estrategias de manejo para la especie. El presente trabajo es prioritario dentro del desarrollo del Plan de Conservación del "Caimán" en Jalisco, ya que arrojará información para establecer alternativas económicas para las comunidades involucradas.

Para llevar a cabo esto, Bayliss (1987) menciona que el primer paso en el estudio de las poblaciones de cocodrilianos es la descripción de la distribución y abundancia, ya que estos datos aportan información básica para la conservación y manejo de dichas poblaciones. Por esta razón, a partir de 1994 se comenzaron a hacer recorridos por la costa detectando los cuerpos de agua donde habita el cocodrilo, para determinar su distribución a lo largo de la costa (Ponce *et al.*, 1996; Huerta, 1997). Sin embargo, son necesarios más estudios que aporten información elemental para la implementación de un programa efectivo de conservación y manejo para asegurar la supervivencia de la especie en Jalisco. Además, cabe hacer mención que no existen estudios de poblaciones en cuerpos de agua similares a los que encontramos en Jalisco, pues la mayoría de los trabajos están hechos en ríos o esteros de grandes dimensiones y tampoco se conocen estudios en donde se compare la dinámica poblacional de dos o más poblaciones en México. Por lo tanto, el propósito de este estudio es conocer algunos aspectos de la ecología poblacional como son el uso de hábitat, el tamaño y la estructura de tres poblaciones silvestres de *Crocodylus acutus* en la costa de Jalisco. Esta información servirá para iniciar

un programa de conservación y manejo de las poblaciones de cocodrilos en cuestión, donde se tomarán en cuenta las comunidades humanas involucradas para desarrollar programas de aprovechamiento sustentable.

## ANTECEDENTES

El Orden Crocodylia está conformado por 23 especies de cocodrilianos incluidos en 3 familias, que se distribuyen en la región tropical y subtropical del mundo (Ross, 1998). En México existen 3 especies pertenecientes a 2 familias, *Crocodylus moreletii* y *C. acutus* de la familia Crocodylidae y *Caiman crocodilus* de la familia Alligatoridae (Bellairs, 1987; Thorbjarnarson *et al.*, 1992). En el estado de Jalisco se registra una sola especie, *Crocodylus acutus*, (Thorbjarnarson *et al.*, 1992) y es conocida localmente como "caimán".

La distribución de esta especie de cocodrilo se considera la más amplia en el continente Americano (Méndez de la Cruz y Casas-Andreu, 1992), ya que se encuentra desde el centro de México y sur de Florida (Kushlan y Mazzotti, 1989) hasta el norte de Perú por el Pacífico y Venezuela por el Caribe, incluyendo las islas (Groombridge, 1987; Thorbjarnarson, 1989; Thorbjarnarson *et al.*, 1992). Su distribución en la costa del pacífico mexicano va desde el norte de Sinaloa hasta Chiapas y por el Atlántico, desde Yucatán hasta Quintana Roo (Méndez de la Cruz y Casas-Andreu, 1992).

A pesar de que Álvarez del Toro (1974) reporta que alcanza tallas de 6.25 m y Schmidt (1954) y Medem (1981) de 7 m, actualmente es raro encontrar animales mayores a 4 m (Thorbjarnarson, 1989). Presenta una coloración dorsal verde olivo brillante y por la parte ventral, blanca (Casas-Andreu, 1992; INE-SEMARNAT, 1996). El rostro es alargado y acuminado. Los anillos de la cola no presentan escamas supernumerarias en la región ventral; la sutura maxilar está en forma de "V" y las escamas laterales de las extremidades están quilladas

(Casas-Andreu, 1992). La temporada de cópula es de febrero a marzo, la puesta de abril a mayo y depositan de 15-60 huevos en el nido, que puede ser en hoyo o montículo. La incubación tiene una duración entre 75-90 días y el nacimiento se lleva a cabo de junio a agosto (Casas-Andreu, 1982; Thorbjarnarson, 1989).

Habita principalmente en lagunas costeras con vegetación acuática como manglares y carrizales (Casas-Andreu, 1992; García y Ceballos, 1994) aunque también se puede encontrar en ríos y lagos (Groombridge, 1987; Thorbjarnarson, 1989). En República Dominicana se reporta la especie en un lago hipersalino (Thorbjarnarson, 1989).

Los cocodrilos como depredadores, regulan la abundancia de las poblaciones silvestres de las que se alimentan y actúan como un eslabón entre dos ecosistemas, ya que introducen nutrientes al sistema acuático a través de sus heces producidas por la ingestión de animales terrestres (Thorbjarnarson, 1989; Casas-Andreu, 1995). Su importancia económica radica en la venta de la piel y la carne (Lazcano-Barrero, 1989; Thorbjarnarson *et al.*, 1992), por esta razón, las poblaciones han sido disminuidas considerablemente y actualmente se encuentran en riesgo de desaparecer.

No obstante, este no es el único factor que afecta negativamente las poblaciones silvestres de *Crocodylus acutus* en el Estado. También el incremento de los complejos turísticos en las costas de Jalisco ha provocado la fragmentación del hábitat del cocodrilo, y junto con la cacería furtiva, la especie ha sido extirpada o reducida en número en gran parte de su distribución.

El conocimiento de la biología y la ecología de *C. acutus* ha sido reunido por King y colaboradores (1982) a todo lo largo de su distribución, y años después, Thorbjarnarson (1989) recopila gran parte de la información existente donde hace una descripción de la ecología de esta especie. A finales de los años 80 y principios de los 90, se incrementa el interés por conocer la situación

de las poblaciones de cocodrilianos en diferentes países, para proponer programas de conservación (Thorbjarnarson, 1989; Meerman, 1992; Sasa y Cháves, 1992; SEA/DVS, 1995b; Shubert *et al.*, 1996; Platt & Thorbjarnarson, 1996; Arteaga y Sánchez, 1996; Abadía, 1996 y Rodríguez-Soberón, 2000). Pero, a pesar que la distribución de *C. acutus* se restringe a una pequeña porción del Estado de Florida, en Estados Unidos, esta zona cuenta con numerosos estudios del estado de conservación (Ogden, 1978; Kushlan, 1982; Kushlan y Mazzotti, 1986; Kushlan y Mazzotti, 1989a; Kushlan y Mazzotti, 1989b) como de las poblaciones (Gaby *et al.*, 1985), la ecología (Stoneburner y Kushlan, 1984; Mazzotti *et al.*, 1986; Mazzotti *et al.*, 1988; Mazzotti y Dunson, 1989) y la fisiología de la especie (Lutz *et al.*, 1980).

La información asequible sobre cocodrilos en México no es suficiente. Uno de los estudio más antiguos trata básicamente de la historia natural de la especie (Álvarez del Toro, 1974). Por otro lado, desde hace varios años se conoce la distribución de la especie (Casas-Andreu y Guzmán, 1970; Álvarez del Toro, 1974; Thorbjarnarson, 1989; y Casas-Andreu *et al.*, 1990; Méndez y Casas-Andreu, 1992; Casas-Andreu y Reyna, 1994). A causa de la cacería indiscriminada, para 1970 se decreta la veda total y permanente de esta especie (Casas-Andreu, 1995) y es catalogada como una especie amenazada. Casi dos décadas después, comienzan los estudios para conocer mejor su distribución y abundancia (Casas-Andreu *et al.*, 1990; Méndez y Casas-Andreu, 1992; Casas-Andreu y Reyna, 1994; Cedeño-Vázquez, 1995; Casas-Andreu, 1995; Castillo, 1997; Cedeño-Vázquez, 2002). A pesar de que Casas-Andreu (1995) propone alternativas para la protección y fomento del recurso, no hay una continuidad en los estudios, ni tampoco se proponen recomendaciones para el desarrollo de un plan de conservación, ya que ofrecen datos puntuales que no permiten conocer la abundancia de las poblaciones de cocodrilianos en todo México.

De acuerdo a los estudios realizados en Jalisco, Casas-Andreu y colaboradores (1990), y Méndez y Casas-Andreu (1992) calculan una población

de más de 260 individuos para la costa del estado, de los cuales alrededor de 50 son adultos, sin incluir la zona de Cuixmala, (Méndez y Casas-Andreu, 1992). Sin embargo, en estos mismos trabajos reportan solamente para el río Cuitzmala, ahora el área de la Reserva Chamela-Cuixmala, 205 individuos. Desde finales de los ochenta hasta la fecha, la mayoría de los estudios se han realizado en el estero El Rodeo y Río Cuitzmala (Lazcano-Barrero, 1989; Casas-Andreu, 1990; Casas-Andreu *et al.*, 1990; Méndez y Casas-Andreu, 1992; Casas-Andreu, 1995; De Luna-Cuevas, 1995; Valtierra-Azotla *et al.*, 1997), los cuales reportan principalmente la situación de las poblaciones y la anidación en esta localidad. No obstante, existen dos estudios importantes donde se hace un análisis general de las poblaciones a lo largo de la costa de Jalisco, uno realizado por Casas y colaboradores (1990) y otro, un poco más exhaustivo, por Ponce y colaboradores (1996).

En 1994, la Norma Oficial Mexicana (NOM-059ECOL-1994) (DOF, 1994) catalogó a *C. acutus* como una especie rara, mientras que en la actualidad se encuentra sujeta a protección especial (Pr) (NOM-059-ECOL-2001) (DOF, 2001). A nivel internacional, la organización para las especies de flora y fauna silvestres amenazadas y en peligro "Endangered and Threatened Wildlife and Plants (ETWP, 1993) la registra en peligro de extinción, mientras que para la Comisión Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 1992) se encuentra en apéndice I y para la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1996) citado por Ross y colaboradores (1998), la reportan como vulnerable.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza entre las coordenadas 19° 13' 05" y 20° 43' 33" de latitud Norte y entre los 104° 39' 03" y 105° 40' 11" de longitud Oeste. En los 345 Kms de línea costera se encuentran alrededor de 52 cuerpos de agua, en 38 de los cuales se reporta la presencia de *Crocodylus acutus* (Huerta y Ponce, 1997).

#### *Hidrología*

La región hidrológica de la costa de Jalisco limita al Norte con la región hidrológica Huicicila, al sureste con las cuencas del río Armería y al Sur y al Oeste con el océano Pacífico (Méndez-de la Cruz y Casas-Andreu, 1992; SPP, 1981). Los ríos más importantes de la costa de Jalisco, que forman el sistema de escurrimiento del agua de lluvias al mar son, de norte a sur, el río Ameca, Cuale, Pitillal, Tuito, Tabo, Arroyo Seco, Tomatlán, María Gracia, San Nicolás, Cuitzmala, Purificación y Marabasco. Algunos de estos ríos forman esteros, manglares, pantanos y lagunas costeras.

#### *Oceanografía*

Las mareas en costa de Jalisco se caracterizan por presentar mareas mixtas semidiurnas formada de dos bajamares y dos pleamares muy marcadas<sup>1</sup>. Cabe hacer mención que los cuerpos de agua en estudio tienen poca o nula influencia de las mareas ya que se trata de cuerpos de agua cerrados que solamente se abren al mar durante el temporal de lluvias. Por lo tanto, dos de los esteros en estudio (Boca Negra y La Manzanilla) no abrieron la boca durante este periodo, mientras que Majahuas sí. El caso de Majahuas también es muy peculiar ya que tiene influencia de la presa de riego Cajón de Peña ubicada sobre el río Tomatlán, el cual alimenta este estero. Consecuentemente cuando

---

<sup>1</sup> <http://oceanografia.cicese.mx/predmar>

la presa suelta mucha agua, el estero se llena y por consecuencia se abre la boca, aunque la mayoría de las veces los pescadores abren la boca del estero antes de que suceda de forma natural.

### *Fisiografía*

Comprende altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 500 m. Es común encontrar relieves y lomeríos con algunas planicies costeras en los alrededores de las desembocaduras de los ríos principales. A lo largo de la costa existen acantilados y pequeñas playas en sucesión con bahías y caletas de considerable tamaño (García y Ceballos, 1994), así como una serie de esteros discontinuos, algunos grandes y otros muy pequeños (SPP, 1981).

### *Clima*

El clima de la costa de Jalisco se caracteriza por ser del grupo de climas cálido-subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura anual mayor de 22°C (SPP, 1981); la temperatura media anual es de 25°C y presenta una marcada estacionalidad con dos estaciones definidas de secas (octubre a junio) y de lluvias (junio a septiembre). La precipitación anual oscila entre 748 a 1000 mm (García y Ceballos, 1994).

### *Vegetación*

Los tipos de vegetación más importantes registrados para la costa de Jalisco son la selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, bosque de encino, bosque de pino, bosque de encino-pino, pastizal natural, inducido y cultivado, palmar, manglar y zonas de vegetación halófila (SPP, 1981).

En el mundo, la vegetación de manglar se distribuye, generalmente en la zona litoral de las regiones con climas calientes y se desarrollan mejor en las lagunas costeras donde cuentan con la influencia del agua de mar, ya sea en bahías protegidas o también desembocaduras de ríos, y algunas veces tierra adentro. (Rzedowski, 1983).

Se puede decir que los manglares son una especie de selva (Miranda y Hernández, 1963) o como mencionan Pennington y Sarukhan (1968) unas comunidades vegetales florísticamente uniformes (Rzedowski, 1983), que, generalmente están compuestas por una o dos especies leñosas y densas ya sean arbóreas o arbustivas (Pennington y Sarukhan, 1968; Rzedowski, 1983). Estos bosques pueden alcanzar hasta 25 m de altura, sin embargo, es común encontrarlas más bajas (Miranda y Hernández, 1963) o menos desarrolladas (Pennington y Sarukhan, 1968), donde la más baja registrada es de alrededor de 2 m (Rzedowski, 1983).

La especie vegetal más común en este tipo de biomas, es el mangle rojo *Rhizophora mangle* (Miranda y Hernández, 1963; Pennington y Sarukhan, 1968; Rzedowski, 1983). Se encuentra frecuentemente, en las orillas bajas y fangosas de las costas, tanto del Pacífico como del Atlántico, y consigue un mejor desarrollo en los esteros o penilagunas costeras y en los estuarios de los ríos que cuentan con influencia de agua marina (Miranda y Hernández, 1963). Esta especie se encuentra en zonas más sumergidas y expuestas a cambios de nivel de agua formando, habitualmente, comunidades puras (Pennington y Sarukhan, 1968; Rzedowski, 1983). En algunas ocasiones se encuentra *Laguncularia* asociado a *Rhizophora*, aunque el primero prefiere agua menos profunda, con mayor sedimentación y menor influencia de la marea (Rzedowski, 1983).

En lugares fangosos, en suelos emergidos durante la mayor parte del tiempo y que se inundan ligeramente, predomina *Avicennia nitida* (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1983) y los lugares arenosos o con agua casi dulce, predomina *Conocarpus erecta* (Miranda y Hernández, 1963, Rzedowski, 1983). Éste, en ocasiones, forma comunidades sobre suelos permanentemente anegados, pero con menos contenido de cloruros (Rzedowski, 1983).

Para la costa de Jalisco, Cházaro y colaboradores (1995) registran cuatro especies de mangle: *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erecta* (mangle botoncillo) de la familia Combretaceae, *Avicennia germinans* (mangle negro) de la familia Avicenniaceae (Contreras, 1988) o Verbenaceae, (Pennington y Sarukhan, 1968) y, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) de la familia Rhizophoraceae (Contreras, 1988, Pennington y Sarukhan, 1968).

Los manglares son muy importantes para los ecosistemas estuarinos, pero debido a la destrucción o alteración de estuarios o sistemas lagunares por actividades humanas, la distribución actual de los manglares es muy limitada en el estado.

#### *Fauna*

Por otra parte, en los manglares existe una gran variedad de vertebrados, en especial del grupo de las aves y los peces. En la tabla I se enlistan las especies más comunes que se encontraron en los sitios de estudio:

Tabla I. Lista de las especies de vertebrados más comunes que habitan en los esteros de la costa de Jalisco.

Nombre Común	Nombre Científico
<b>PECES</b>	
Lisa cabezuda	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758).
Lisa	<i>Mugil curema</i>
Pargo colmillón, mulato, negro, boca fuerte o dientón	<i>Lutjanus novemfasciatus</i> (Gill, 1862)
pargo colmillón	<i>Lutjanus jordani</i>
Pargo alazán	<i>Lutjanus argentiventris</i> (Jordan y Gilbert, 1882)
Constantino	<i>Centropomus robalito</i> (Jordan y Gilbert, 1882)
Robalo	<i>Centropomus sp.</i>
<b>ANFIBIOS</b>	
Rana	<i>Leptodacyilus melanonotus</i>
Rana	<i>Smilisca baudini</i>
<b>REPTILES</b>	
Iguana verde	<i>Iguana iguana</i>
Lagartija cola azul	<i>Cnemidophorus lineatissimus</i>
Culebra de agua	<i>Tamnophis valida</i>
llamacoa	<i>Boa constrictor</i>
Cocodrilo de río	<i>Crocodylus acutus</i>
<b>AVES</b>	
Garza blanca dedos dorados*	<i>Egretta thula</i>
Garzón blanco	<i>Casmerodius albus</i>
Garza verde*	<i>Butorides striatus</i>
Garza tricolor*	<i>Egretta tricolor</i>
Garza morada	<i>Ardea herodias</i>
Garza pico zapato*	<i>Cochlearius cochlearius</i>
Garza nocturna*	<i>Nycticorax violaceus</i>
Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>
Espátula rosada	<i>Ajaia ajaja</i>
Avoceta piquigruesa	<i>Himantopus mexicanus</i>
Cormorán*	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>
Aninga*	<i>Anhinga anhinga</i>
Perico atolero*	<i>Aratinga canicularis</i>
Paloma Morada*	<i>Columba flavirostris</i>

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Trogon amarillo	<i>Trogon citreolus</i>
Martín pescador grande	<i>Ceryle torquata</i>
Martín pescador menor	<i>Chloroceryle americana</i>
Carpintero grande crestirrojo	<i>Dryocopus lineatus</i>
Tirano piquigruaso	<i>Tyrannus melancholicus</i>
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Golondrina gorjicafé	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>
Chereca	<i>Cyanocorax sanblasiana</i>
Tordo aliamarillo	<i>Cassiculus melanicterus</i>
Zanate*	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<b>MAMÍFEROS</b>	
Mapache	<i>Procyon lotor</i>
Tejón	<i>Nasua nasua</i>

*Nota: Los manglares son áreas importantes de anidación de varias especies de aves. Las especies marcadas con un asterisco se observaron anidando durante la temporada de estudio en los tres sitios de muestreo.*

### Descripción de las localidades en estudio

Con base en estudios previos (Huerta-Ortega y Ponce-Campos, 1997) se seleccionaron las siguientes localidades: 1) estero Boca Negra en el municipio de Puerto Vallarta, 2) estero Majahuas en Tomatlán y 3) estero La Manzanilla en la Huerta. Estas localidades presentan poblaciones representativas de *Crocodylus acutus*, asimismo, son prioritarias según el Plan de Conservación para Jalisco (Ponce-Campos y Huerta-Ortega, 1997) debido a su tamaño y hábitat adecuado para el desarrollo de poblaciones silvestres, además de la existencia de datos sobre conteos nocturnos previos (Figura 1).

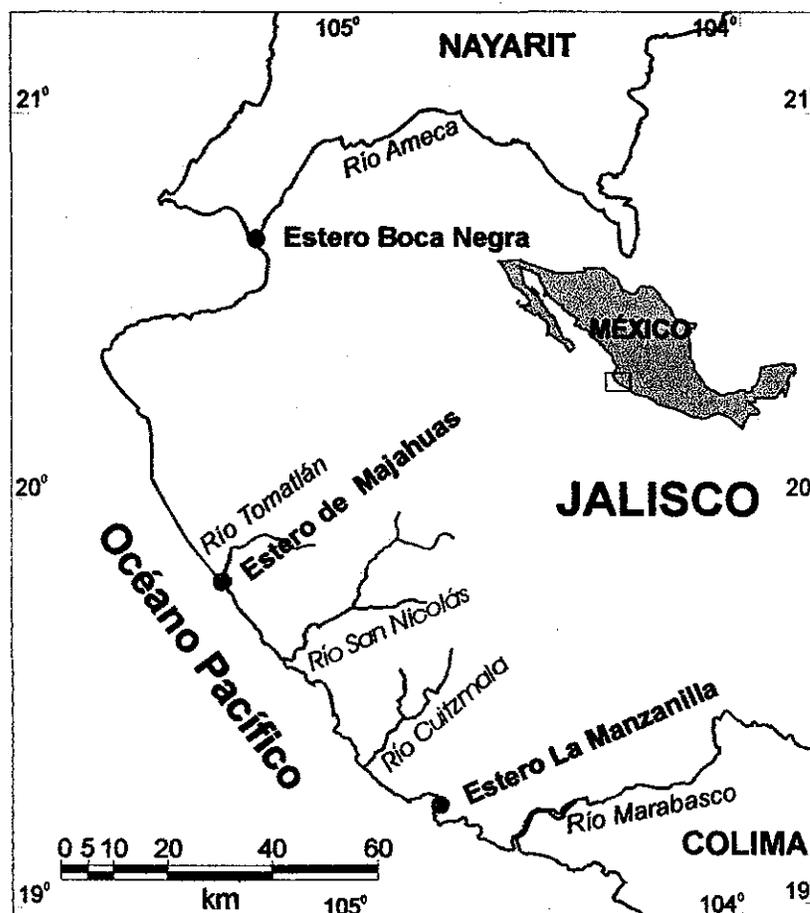


Figura 1. Mapa del estado de Jalisco donde se indican las localidades de estudio.

**Estero Boca Negra:** Se localiza en la costa norte del estado entre las coordenadas  $20^{\circ} 40' N$  y  $105^{\circ} 16' O$ . Pertenece al complejo hidrológico formado por el Río Ameca y el estero El Salado, de agua salobre, conformado por lagunas y canales. El área de estudio cuenta con una superficie aproximada de 25 ha, donde 6.53 ha son de uso agropecuario, 7.85 ha corresponden al cuerpo de agua y 10.61 ha al manglar. La vegetación predominante es el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y éste estero es poco aprovechado para la pesca y el turismo (Ponce y Huerta, com. per.). En esta zona la temperatura media anual es de  $22.6^{\circ}C$  y la precipitación media anual es de 130.4 mm (Ruiz *et al.*, 2002) (Figura 2).

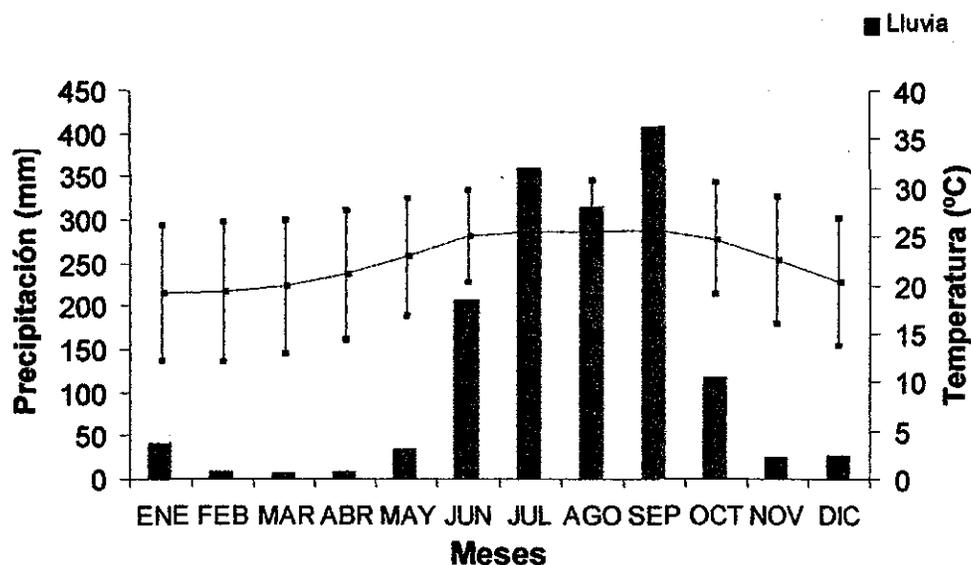


Figura 2.- Temperaturas máxima, mínima y media, y precipitación anual en la estación El Cuale de Puerto Vallarta, Jal. (Ruiz *et al.*, 2002)

**Estero Majahuas:** Se localiza en la costa oeste al centro del estado, entre las coordenadas  $19^{\circ} 50' N$  y  $105^{\circ} 22' O$  y pertenece al complejo hidrológico del Río Tomatlán. Es un cuerpo de agua salobre, formado por bocas, lagunas y canales, y comprende un área de muestreo de 322 ha aproximadamente, donde 195.41 ha corresponden al área de manglar, 30.11 ha a selva baja caducifolia y 96.48 ha al cuerpo de agua. La vegetación predominante es el mangle blanco (*L. racemosa*) y la majahua (*Hibiscus pemambucensis*). Este cuerpo de agua es

aprovechado por medio de una pesca intensiva y paseos turísticos (Ponce y Huerta, en preparación). La temperatura media anual de esta zona es de 26.5 °C y la precipitación media anual de 70.6 mm (Ruiz *et al.*, 2002) (Figura 3).

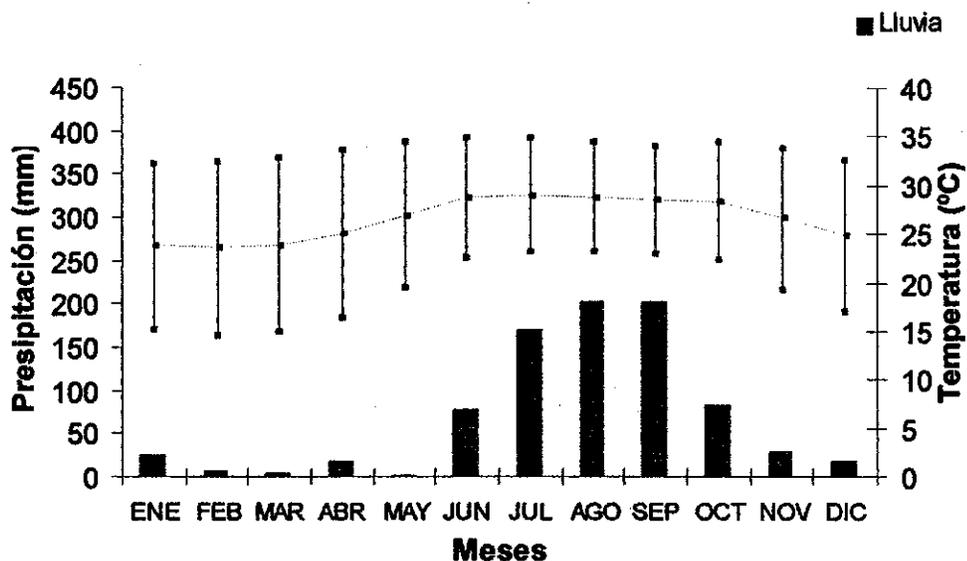


Figura 3. Temperaturas máxima, mínima y media, y precipitación anual en la estación de Tomatlán, Jal. (Ruiz *et al.*, 2002)

**Estero La Manzanilla:** Se localiza en la costa sur del estado entre las coordenadas 19° 17' N y 104° 47' O. Es un estero de agua salobre, formado por lagunas y canales, donde el área de estudio comprende 72 ha aproximadamente, donde 40.09 ha corresponden al manglar, 3.63 ha al palmar junto a la playa y 28.28 ha al cuerpo de agua. La vegetación predominante es el mangle blanco (*L. racemosa*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Este cuerpo de agua es aprovechado por medio de paseos turísticos (Ponce y Huerta, en preparación). La precipitación media anual en la zona es de 76.7 mm y la temperatura media anual es de 26.4°C (Ruiz *et al.*, 2002) (Figura 4).

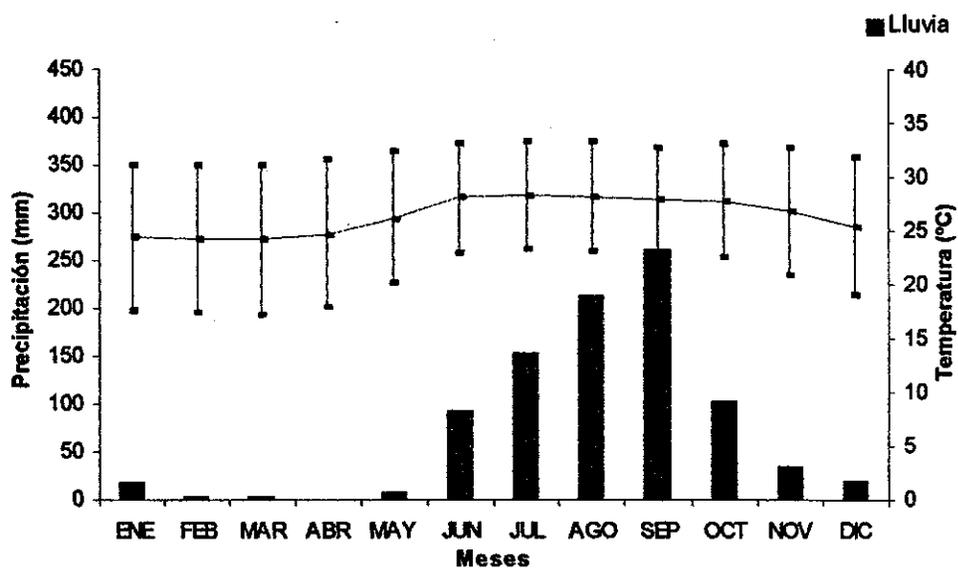


Figura 4.- Temperaturas máxima, mínima y media, y precipitación anual en la estación de Cihuatlán, Jal. (Ruiz *et al.*, 2002)

## METODOLOGÍA

Se intentó realizar un total de 12 salidas de campo en cada localidad, sin embargo, debido a varios factores tanto climáticos como logísticos, las salidas al estero Boca Negra y Majahuas se vieron reducidas, en el primero a 11 y en el segundo a 8 visitas (Tabla II).

Tabla II. Muestreos realizados en cada localidad.

Fecha	Localidad	Repeticiones	Fecha	Localidad	Repeticiones
13/09/99	Boca Negra	2	15/05/01	La Manzanilla	1
17/09/99	La Manzanilla	2	12/06/01	Boca Negra	2
27/12/99	Boca Negra	2	14/06/01	Majahuas	2
02/01/00	La Manzanilla	2	19/06/01	La Manzanilla	2
22/03/00	Boca Negra	2	19/10/01	Boca Negra	2
25/03/00	La Manzanilla	2	21/10/01	Majahuas	2
27/06/00	Boca Negra	2	25/10/01	La Manzanilla	2
29/06/00	Majahuas	1	16/12/01	Boca Negra	1
30/06/00	La Manzanilla	2	19/12/01	Majahuas	1
06/11/00	Boca Negra	2	07/03/02	La Manzanilla	2
11/11/00	Majahuas	2	10/03/02	Majahuas	1
15/11/00	La Manzanilla	2	11/03/02	Boca Negra	2
21/02/01	Boca Negra	2	09/06/02	La Manzanilla	2
23/02/01	Majahuas	2	24/07/02	La Manzanilla	1
26/02/01	La Manzanilla	2	26/07/02	Majahuas	2
			21/07/02	Boca Negra	1
				<b>TOTAL</b>	<b>55</b>

### *Relación de los factores ambientales con la densidad observada*

En cada estero se marcaron estaciones (Boca Negra, 4; Majahuas, 3 y La Manzanilla, 5) donde se tomaron los parámetros físicos y químicos como son: temperatura de agua y de aire, por medio de un termómetro electrónico marca

Cole & Palmer, y salinidad por medio de un refractómetro con rango de 1-100 ppm. Además se tomó nota del nivel de agua. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SigmaStat 1.01. Estos datos se procesaron por medio del estadístico de regresión por pasos (Stepwise regresión).

### *Tamaño Poblacional*

Para estimar el tamaño de la población en cada uno de los cuerpos de agua en estudio, se utilizó el método de conteos nocturnos (Bayliss, 1987; King *et al.*, 1994 y Woodward y Moore, 1993). Estos conteos se hicieron de septiembre de 1999 a julio de 2002 y se realizaron cuatro veces al año, cuando fue posible, con un total de 10 veces con dos réplicas por muestreo (Bayliss, 1987). El horario de inicio fue entre 8 y 9 de la noche, procurando que estuviera completamente oscuro. El observador y el conductor de la lancha siempre fueron las mismas personas para tener un error de muestreo uniforme.

Para poder comparar el comportamiento de las poblaciones en los tres esteros fue necesario utilizar la tasa de encuentro. Por medio de una regresión por pasos (Stepwise Regresión) se determinaron las variables ambientales que ejercen mayor efecto sobre la tasa de encuentro de los cocodrilos en cada uno de los esteros estudiados de la costa de Jalisco. La tasa de encuentro es un índice de abundancia que se obtiene dividiendo el número de organismos avistados entre la longitud del transecto recorrido durante el trabajo de campo. La tasa de encuentro se expresó como individuos por kilómetro (Ind/km). En este análisis, la variable dependiente fue la tasa de encuentro, la cual se relacionó con las variables ambientales estimadas (temperatura del agua, temperatura del aire, diferencia de temperatura del agua y aire, nivel del agua y salinidad).

Se hicieron recorridos en una lancha de aluminio de 14 pies con motor eléctrico marca Minn Kota Turbo 50 de 32 Lbs, el cual se utilizó en los esteros

Boca Negra y La Manzanilla y motor de gasolina de cuatro tiempos marca Evinrude de 4 Hp para el estero Majahuas. Además en venas o lagunas muy someras se recorrieron a remo. La distancia recorrida en cada estero varió de acuerdo a la forma y longitud de cada uno (Boca Negra, 0.72 km; Majahuas, 3.86 km y La Manzanilla, 1.88 km). Los cocodrilos se localizaron por el brillo de los ojos utilizando una lámpara de cabeza con foco de halógeno y en el estero Majahuas fue necesario utilizar una lámpara de mano de 200,000 candelas para poder cubrir una especie de laguna que se forma al final, la cual es muy somera y rara vez se pudo entrar. Para el análisis de los datos se tomó el número mayor de avistamientos obtenido en los dos muestreos, considerando que al menos se encuentra esa cantidad de organismos. Para localizar los puntos de avistamiento, así como los puntos de inicio y fin, se utilizó un Geoposicionador geográfico marca Garmin 12.

### *Estructura poblacional*

Durante los conteos nocturnos se calculó la longitud total en m de los animales avistados de acuerdo a las siguientes categorías (sólo ojos (SO), recién nacidos (RN), crías (< 0.6), juveniles (0.6-1.5), subadultos (1.5-2.5) y adultos (>2.5 m). En la categoría de recién nacidos (RN) se incluyen organismos alrededor de 0.28 m, encontrados durante los muestreos de junio-septiembre, la siguiente categoría de animales <0.6 se determinó con base en el crecimiento máximo anual observado de las crías, pero que ya pasaron la temporada de nacimientos; la categoría (0.6-1.5 m) se consideró de acuerdo a la ubicación de estos organismos en el estero, así como tallas arriba de 1.5 m (1.5-2.5). La última clase (>2.5) se estableció asumiendo que la talla reproductiva de las hembras está reportada en 2.25 m y para machos en 2.8 m (Thorbjarnarson, 1989). Así como su ubicación dentro del estero, la mayoría de los organismos se encuentran a media agua y en las áreas más profundas. Por medio de las capturas se confirmaron las tallas de avistamiento. La captura de crías y

juveniles <1.8 m se hizo por métodos directos como: captura con la mano, por medio de una pistola con tenazas o mediante la técnica de pértigas y domadoras. Para animales adultos y subadultos se utilizaron las técnicas directas descritas anteriormente, pero con asas de metal mayores, o técnicas indirectas, como trampas para lagartos (Alligator Trip Snare) (Wilkinson, 1994; Webb *et al.*, 1987; Pérez-Higareda y Rangel-Rangel, 1991a y b). Para evitar alteraciones en los censos al provocar un cambio en el comportamiento (Kushlan y Mazzotti, 1989b; Bayliss, 1987), las capturas se realizaron al final del segundo conteo de cada muestreo.

Para el análisis de los datos se utilizó un ajuste propuesto por Seijas y Chávez (1991) citado por Arteaga y Sánchez (1996). Este ajuste considera el número mayor de cocodrilos visto para cada categoría y cada muestreo, como el mejor estimado para cada categoría en particular (Arteaga y Sánchez, 1996). Sin embargo, Arteaga y Sánchez (1996) incluye SO para el ajuste, mientras que en el presente trabajo se ajustó de acuerdo al total de avistamientos, asumiendo que algunos de los registros como SO pudieron ser vistos en alguno de los muestreos. También cabe aclarar que sólo se utilizó para unificar las réplicas y para determinar el porcentaje total que representa cada categoría.

#### *Proporción de sexos*

Para estimar la proporción de hembras y machos que existe en cada estero se utilizaron los organismos capturados durante los muestreos, los cuales se sexaron de acuerdo a la técnica de palpación sugerida por Chabreck (1966). Se utilizó la prueba de z para probar si existe diferencia significativa en la proporción de 1:1.

### *Uso de Hábitat*

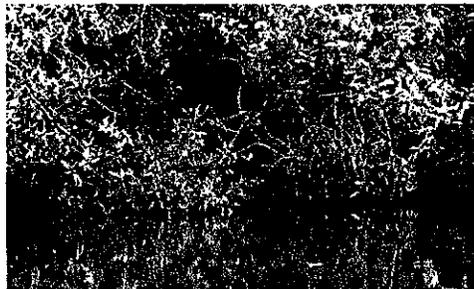
En cada cuerpo de agua se delimitó el área de influencia con relación a las áreas de mangle más cercanas al espejo de agua y las áreas de cultivo que lo rodean. Se determinó la vegetación dominante (mangle y majahua) y vegetación importante para el cocodrilo (vegetación acuática) que es utilizada como áreas de refugio. Durante los recorridos en lancha se anotó la localización de cada organismo avistado y se geoposicionó en la ruta de muestreo (King *et al.*, 1994) para ubicarlos en los mapas y determinar su distribución por tallas.

En las instalaciones del Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria (INIFAP) Campo experimental Centro de Jalisco se digitalizaron las áreas de estudio por medio del programa Arc Info 4.0, y con Idrisi 3.0 se crearon las imágenes raster que posteriormente se convirtieron a Idrisi 32 para facilitar su manejo. Los datos obtenidos de cada avistamiento se transformaron a vectores para Idrisi 32 y así poder desplegarlos en sus respectivas imágenes raster. Los croquis se digitalizaron a partir de la fotografía aérea (escala 1:75 000) de cada uno de los esteros por medio del programa de Corel Draw 9 y posteriormente se localizaron los puntos de avistamiento obtenidos en Idrisi 32 y de esta manera determinar el tamaño del área en cada uno de los esteros.

### *Uso de Microhábitat*

De acuerdo con los avistamientos registrados para cada categoría de talla y para cada zona, se determinó el porcentaje de abundancia en los sitios de estudio y se registró el tipo de microhábitat en el que se encontró al organismo, los cuales se describen a continuación:

1. **Vegetación acuática (VA):** Toda la vegetación asociada directamente al agua como el mangle, la majahua, el carrizo, el tule, los nenúfares, el lirio acuático, etc.



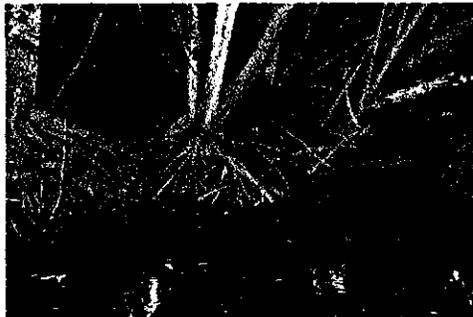
2. **Vegetación terrestre (VT):** Es toda aquella vegetación que se encuentra al margen del agua, que en ocasiones sus ramas tocan el agua y sirve como refugio de los cocodrilos. En estas áreas es común encontrar algunas especies de leguminosas como acacias (*Acacia sp.*) y guamúchiles (*Pithecolobium dulce*).
3. **Cuevas de mangle (CM):** Es una cavidad que se forman con árboles de mangle viejo, en donde las hojas de los mismos no tocan el agua.



4. **Troncos (TR):** Son áreas donde se encuentran troncos de mangle muerto sin hojas y áreas en donde se encuentra gran cantidad de mangle muy viejo y alto en donde las hojas no tocan el agua y solo se ven grandes cantidades de troncos de diferentes diámetros en el agua. También pueden ser áreas donde acostumbran pernoctar las garzas.



5. **Raíces (RA):** Se trata de áreas en donde las raíces del mangle blanco quedan fuera del agua y sirve como refugio a las crías de cocodrilo.



6. **Media agua (AG):** Como su nombre lo dice, solo hay agua alrededor. Se trata de los organismos que se observaron flotando (la mayoría de las veces sólo se observan la nariz y la zona de los ojos) en medio de las lagunas sin vegetación alrededor de ellos.



7. **Sin vegetación (SV):** Son zonas casi siempre de playa en donde no existe vegetación alguna.



8. **Cuevas (CV):** Son cuevas hechas por los mismos cocodrilos que sirven de refugio.



Tomando en cuenta las categorías anteriores se separaron los avistamientos de acuerdo al tipo de microhábitat y talla de cada organismo. Se calculó el porcentaje de avistamientos por tipo de microhábitat, clase de talla y muestreo. Se aplicó un análisis de varianza por rangos con medidas repetidas de Friedman (Friedman's Repeated Measures Analysis of Variance on Ranks) a través del programa estadístico Sigma Stat 1.01.

## RESULTADOS

### *Relación de los factores ambientales con la densidad observada*

El análisis de regresión por pasos (Stepwise Regression) indica que la temperatura del aire y la tasa de encuentro de cocodrilos están relacionadas en el estero Boca Negra ( $p < 0.0027$ ,  $r^2 = 0.696$ ,  $n = 10$ ). La pendiente indica que a menor temperatura del aire se incrementa la tasa de encuentro (Figura 5). La tasa de encuentro varió con relación a la temperatura del aire durante el periodo de estudio (Figura 6).

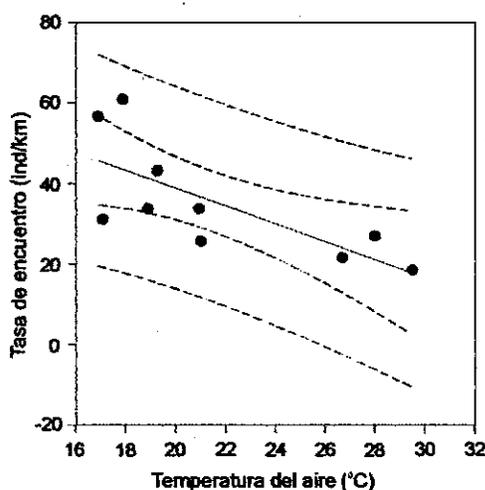


Figura 5. Influencia de la temperatura del aire en la tasa de encuentro en el estero Boca Negra.

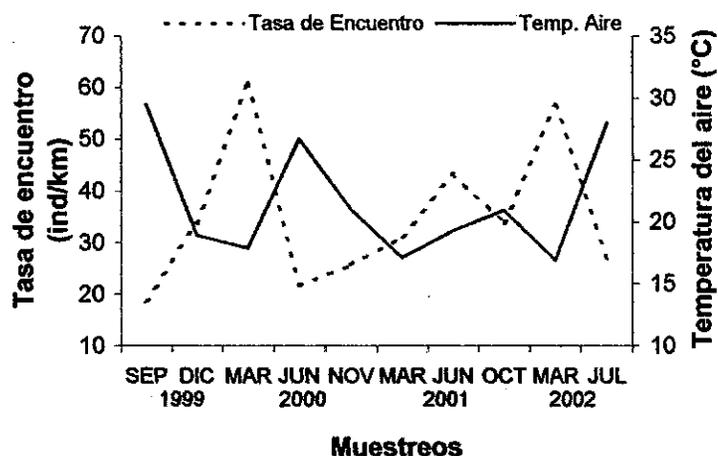


Figura 6. Relación que existe entre la tasa de encuentro y la temperatura del aire durante el período de estudio en el estero Boca Negra.

Debido a que la muestra en el estero Majahuas fue muy pequeña, no se realizó el análisis de regresión por pasos. Por otra parte, los resultados de este análisis con los datos obtenidos para La Manzanilla demostraron que el nivel de agua influye en la tasa de encuentro ( $p=0.0004$ ,  $r^2=0.864$ ,  $n=11$ ). A medida que se incrementa el nivel del agua, la tasa de encuentro disminuye, como se indica en la figura 7. En la figura 8 se muestra como varía la tasa de encuentro con relación al nivel de agua durante el período de muestreo.

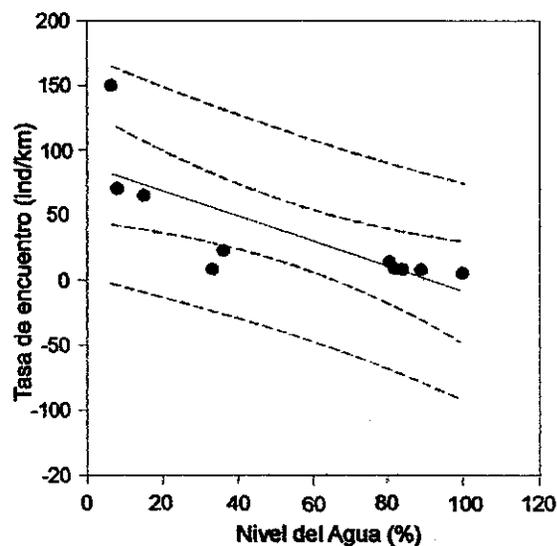


Figura 7. Influencia del nivel de agua en la tasa de encuentro en el estero La Manzanilla.

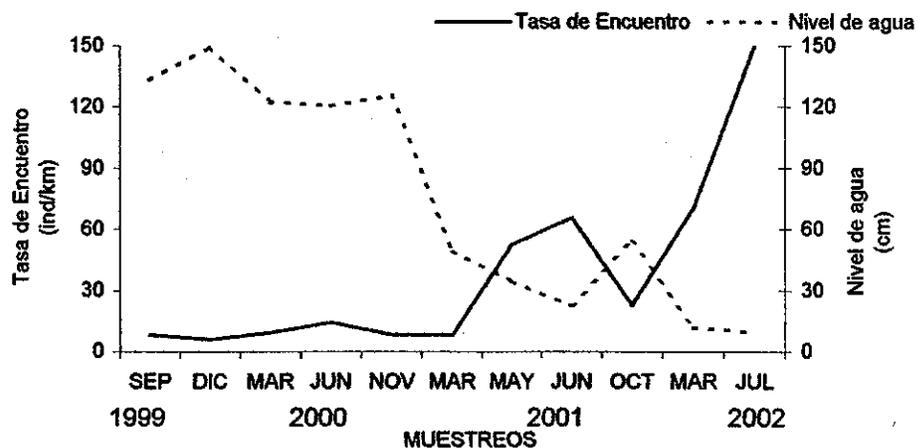


Figura 8. Relación que existe entre el nivel de agua con la tasa de encuentro en el estero La Manzanilla durante el período de estudio.

### Tamaño Poblacional

En el estero Boca Negra se calculó una tasa de encuentro máxima de 105.41 Ind./km (3.12 Ind./ha) en el mes de marzo del 2000 y una tasa promedio por muestreo de 45.37 Ind./km (1.34 Ind./ha) con un rango de 11.11-105.41 Ind./km (0.33-3.12 Ind./ha); en Majahuas la tasa de encuentro máxima fue de 9.25 Ind./km (0.13 Ind./ha) en el mes de octubre del 2000 y la tasa promedio por muestreo fue de 5.15 Ind./km (0.07 Ind./ha) con un rango de 2.03-9.25 Ind./km (0.03-0.13 Ind./ha); mientras que en La Manzanilla la tasa de encuentro máxima fue de 150.0 Ind./km (5.48 Ind./ha) en el mes de mayo del 2002 y la tasa promedio por muestreo fue de 40.9 Ind./km (1.49 Ind./ha) con un rango de 6.9-150.0 Ind./km (0.25-5.48 Ind./ha).

Al comparar las tasas de encuentro entre los tres esteros durante el periodo de muestreo se observó que los tres tienen un comportamiento más o menos uniforme hasta 2001, y tanto el estero Boca Negra como Majahuas mantienen la tendencia hasta el 2002; sin embargo, en La Manzanilla se observó un incremento importante a partir de febrero de 2002, lo cual obedece a la sequía prolongada que se presentó a partir del 2001, que trajo consigo un descenso importante en el nivel del agua (Figura 9).

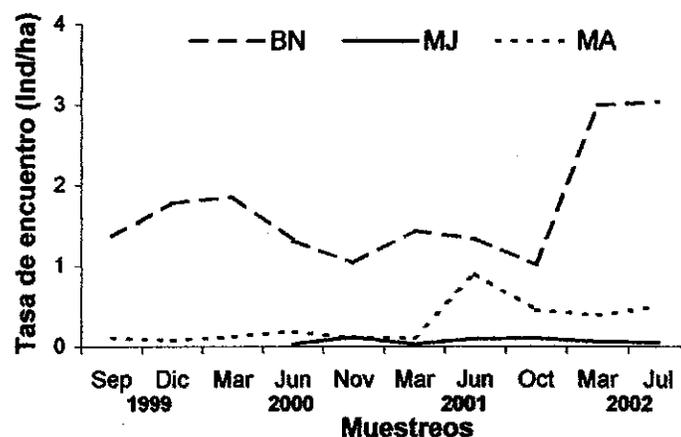


Figura 9. Tasa de encuentro estimada durante el período de muestreo en los tres sitios de estudio.

### *Estructura poblacional*

El estero Boca Negra presenta una población promedio anual con el mayor porcentaje de cocodrilos representado por crías (25.40%) y juveniles (29.97%); los subadultos comprenden un porcentaje menor (11.20%). En Majahuas el mayor porcentaje lo presentan los juveniles (47.86%); los adultos estuvieron ausentes durante los conteos nocturnos. Además, se registró un porcentaje alto de cocodrilos no identificados (SO) (29.86%). El avistamiento de al menos dos adultos mayores a 2.5 m y varios nidos observados en visitas diurnas, indican la presencia de reproductores de ambos sexos en este estero, relacionado seguramente con el alto registro de cocodrilos no identificados. En La Manzanilla el mayor porcentaje está representado por los adultos (28.24%), sin embargo, también existe un alto porcentaje de juveniles (26.16%). Los animales no identificados suman un porcentaje alto (26.67%) y es importante recalcar que la mayoría de los organismos adultos se encuentran durante la primer parte del trayecto, el cual se efectúa rápido para evitar contar varias veces al mismo individuo, por lo que no es posible acercarse a los cocodrilos para determinar su talla (Tabla III).

Tabla III. Porcentaje de organismos avistados (promedio, máximo y mínimo) correspondiente a cada categoría por tallas (LT en m).

Localidad	Categoría por Tallas (%)				SO
	< 0.6	0.6-1.5	1.5-2.5	> 2.5	
Boca Negra n=10	25.4 (47.9-5.9)	30.0 (50.0-10.0)	11.2 (20.5-2.1)	19.3 (41.4-4.2)	14.1 (30.0-0.0)
Majahuas n=7	14.6 (48.6-0.0)	47.9 (80.0-20.0)	7.7 (12.5-0.0)	0.0	29.9 (62.5-0)
La Manzanilla n=12	7.1 (24.7-0.0)	26.2 (61.4-0.0)	11.8 (34.5-0.0)	28.2 (57.1-8.3)	26.7 (64.7-5.5)

El comportamiento típico de una población se observó en el estero Boca Negra donde se puede notar una alta cantidad de crías y pocos adultos (Figura

10). También se observan claramente los picos de nacimiento en los muestreos de junio y julio. Sin embargo, en el año 2001 los recién nacidos fueron extraídos para un proyecto de crianza en cautiverio por parte del personal del Centro Universitario de la Costa (CUC) de la Universidad de Guadalajara y en marzo se observa un incremento en las crías, lo cual indica que fueron liberadas nuevamente. Los subadultos se mantienen en una proporción muy baja.

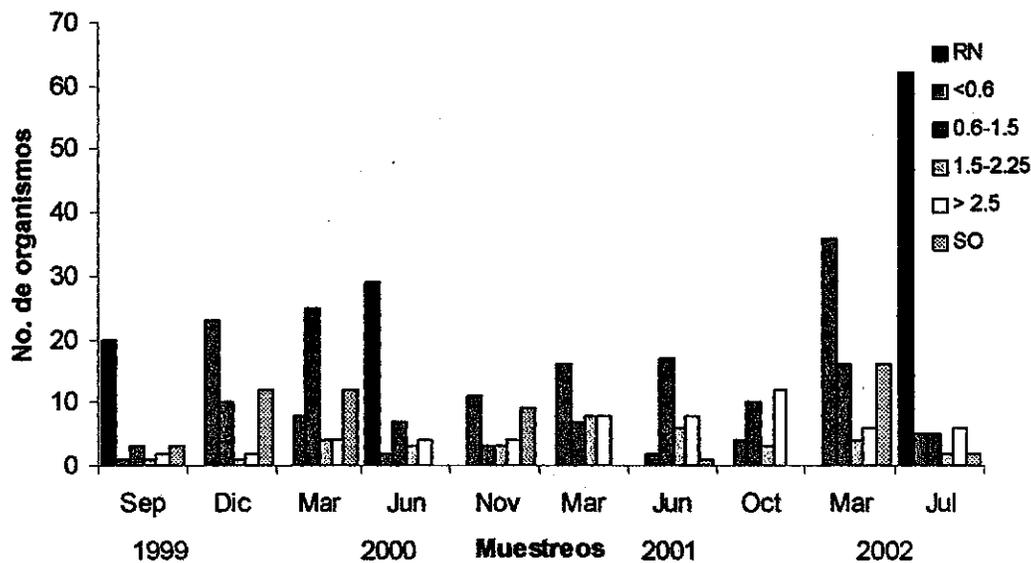


Figura 10. Estructura por tallas en el estero Boca Negra

En el estero Majahuas, como se mencionó anteriormente, se muestra una gran proporción de "Solo Ojos" (SO), esto se debe a que en este estero se practica la cacería ilegal y por consecuencia los organismos son muy huidizos o evasivos. Además, se puede ver la existencia de muchos juveniles y no se registró ningún adulto durante los conteos nocturnos (Figura 11).

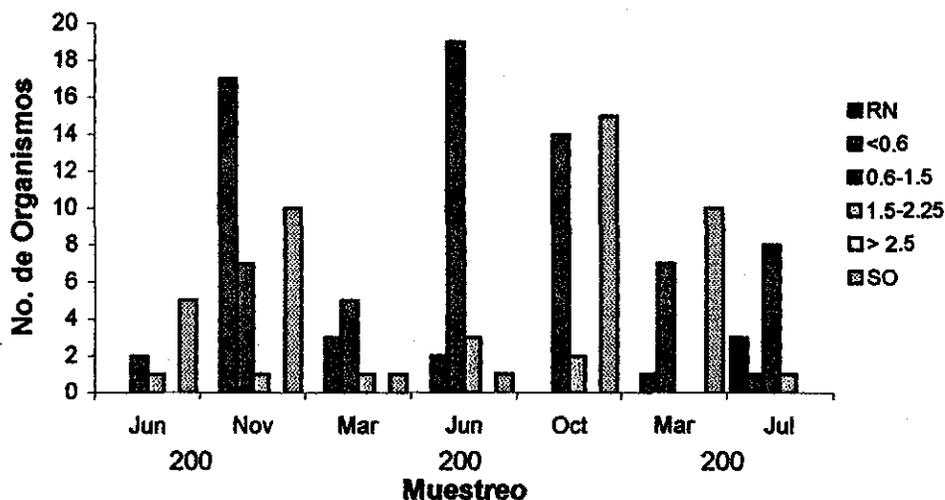


Figura 11. Estructura por tallas en el estero Majahuas

En el estero La Manzanilla, se observa una población considerable de adultos, con relación a los otros esteros, y una notable baja proporción de juveniles y subadultos. Con relación a las crías, las barras no son tan notorias como en Boca Negra y no se observan los picos en las temporadas de nacimientos (Figura 12).

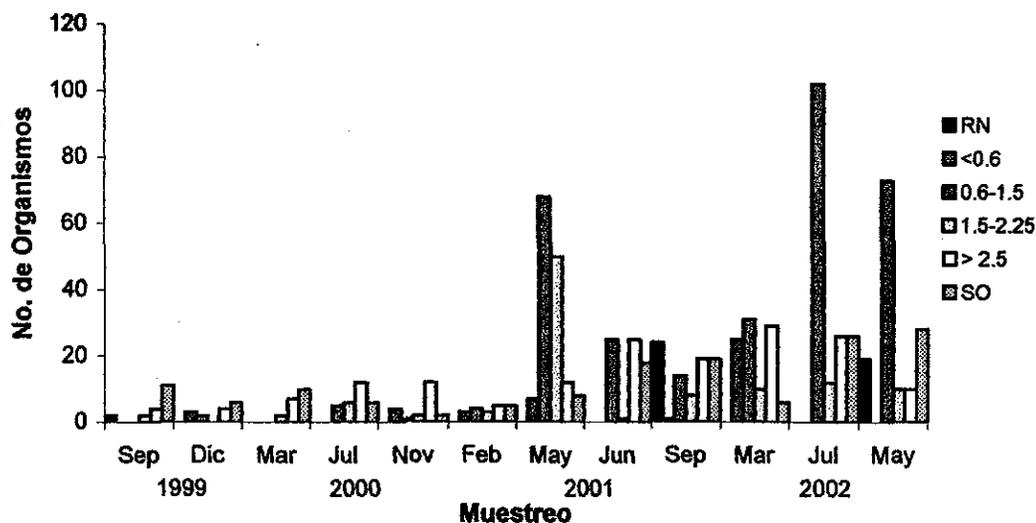


Figura 12. Estructura por tallas en el estero La Manzanilla

### Proporción de sexos

La sumatoria del total de los organismos capturados en los tres sitios de muestreo clasificados en las diferentes categorías por tallas denota un fuerte sesgo hacia los machos (Tabla IV); no obstante, dada las muestras tan pequeñas se utilizó la prueba z para determinar si nuestras muestras son significativamente diferentes de 1:1. En las tres primeras categorías no se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ), mientras que la categoría de 2.5->3 es significativamente diferente ( $p<0.01$ ), así como el total ( $p<0.001$ ).

Tabla IV. Proporción de sexos en el total de animales capturados en el área de estudio.

Tallas (LT en m)	Machos	Hembras	Proporción de sexos	Prueba z
<0.6	12	2	6:1	1.290 ns
0.6-1.5	11	6	1.8:1	0.654 ns
1.5-2.5	7	2	3.5:1	0.614 ns
2.5->3	32	6	5.3:1	2.98 **
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	<b>3.9:1</b>	<b>4.19 ***</b>

ns= no significativa; \*\* y\*\*\* = altamente significativo

La proporción de sexos para cada talla en las tres localidades se muestra en la tabla V. Tanto en Boca Negra como en Majahuas la prueba z indica que no existe diferencia significativa ( $p>0.05$ ) en las proporciones de sexo. En La Manzanilla se llevaron a cabo capturas de animales mayores a 2 m para un estudio paralelo de fisiología, por lo que en adultos mayores a 2.5 m como en el total, los resultados fueron significativos ( $p< 0.01$ ).

Tabla V. Proporción de sexos por tallas y por localidad de animales capturados en el área de estudio

Localidad	Tallas (LT en m)	Machos	Hembras	Proporción de sexos	
Boca negra	<0.6	10	2	5:1	1.060 ns
	0.6-1.5	4	1	4:1	-0.047 ns
	1.5-2.5	1	0	---	---
	2.5->3	0	0	---	---
	<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>5:1</b>	<b>1.65 ns</b>
Majahuas	<0.6	2	0	---	---
	0.6-1.5	6	1	6:1	0.282 ns
	1.5-2.5	0	0	---	---
	2.5->3	0	0	---	---
	<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>8:1</b>	<b>0.510 ns</b>
La Manzanilla	<0.6	0	0	---	---
	0.6-1.5	1	4	1:4	-0.48 ns
	1.5-2.5	6	2	3:1	0.422 ns
	2.5->3	32	6	5.3:1	2.98 **
	<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>3.3:1</b>	<b>3.00 **</b>

ns=no significativa; \*\*= altamente significativa

## Uso de Hábitat

### Boca Negra

La vegetación más abundante en este estero es el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), en la vena de la playa y la vena del aeropuerto se presenta también la majahua (*Hibiscus pemambucensis*), principalmente en la primera vena. Existe una zona importante de asoleadero al inicio de la vena del aeropuerto donde, además, se encontró una cueva. Es una zona perturbada donde la vegetación se compone de varias especies de leguminosas y pastos, además de palmas de coco (*Cocos nucifera*) sembradas en el área. El tipo de suelo es pedregoso con mucho canto rodado.

Se observaron dos áreas de anidación, la más importante en la vena de la playa, que es una zona protegida por un alambrado que la separa del aeropuerto y se caracteriza por presentar suelo arenoso. El otro espacio, se registró al lado del camino donde se ingresa al estero. Esta zona presenta suelos con materiales de relleno que sirvieron para construir el camino que va hacia la playa de Boca de Tomates, que es la desembocadura del río Ameca. Las venas tienen una profundidad mayor a 1 m mientras que en la laguna principal la profundidad es mayor a 1.5 m (Figura 13).

El mayor porcentaje de avistamientos en el estero Boca Negra se registró en la laguna principal (31.4%) y en la vena de la playa (29.7%), mientras que en la vena de la alcantarilla encontramos el 23.1% y el resto (15.8%) en la vena del aeropuerto.

Durante la temporada de nacimientos se registró el mayor número de recién nacidos en las venas (58.3%), principalmente en la del aeropuerto (30.2%) y después en la vena de la alcantarilla (22.9%); sin embargo, también se encontró un porcentaje importante en la laguna principal (41.7%).

La mayor proporción de crías, juveniles y subadultos registrados durante los conteos se encontraron en las venas, mientras que los adultos en la laguna principal (Tabla VI y Figura 14). La vena de la alcantarilla registró la mayor concentración de juveniles (31.3%) y la vena del aeropuerto la mayor concentración de crías (31.8%). Por último, los subadultos se observaron distribuidos en todo el estero, aunque la mayoría en la laguna principal (42.9%) y en la vena de la playa (38.8%). Casi la mitad de los organismos no identificados (44.4%) fueron observados en la vena de la playa; esta vena se caracteriza por presentar mucha vegetación, así como troncos muertos de mangle que dificultan la visibilidad.

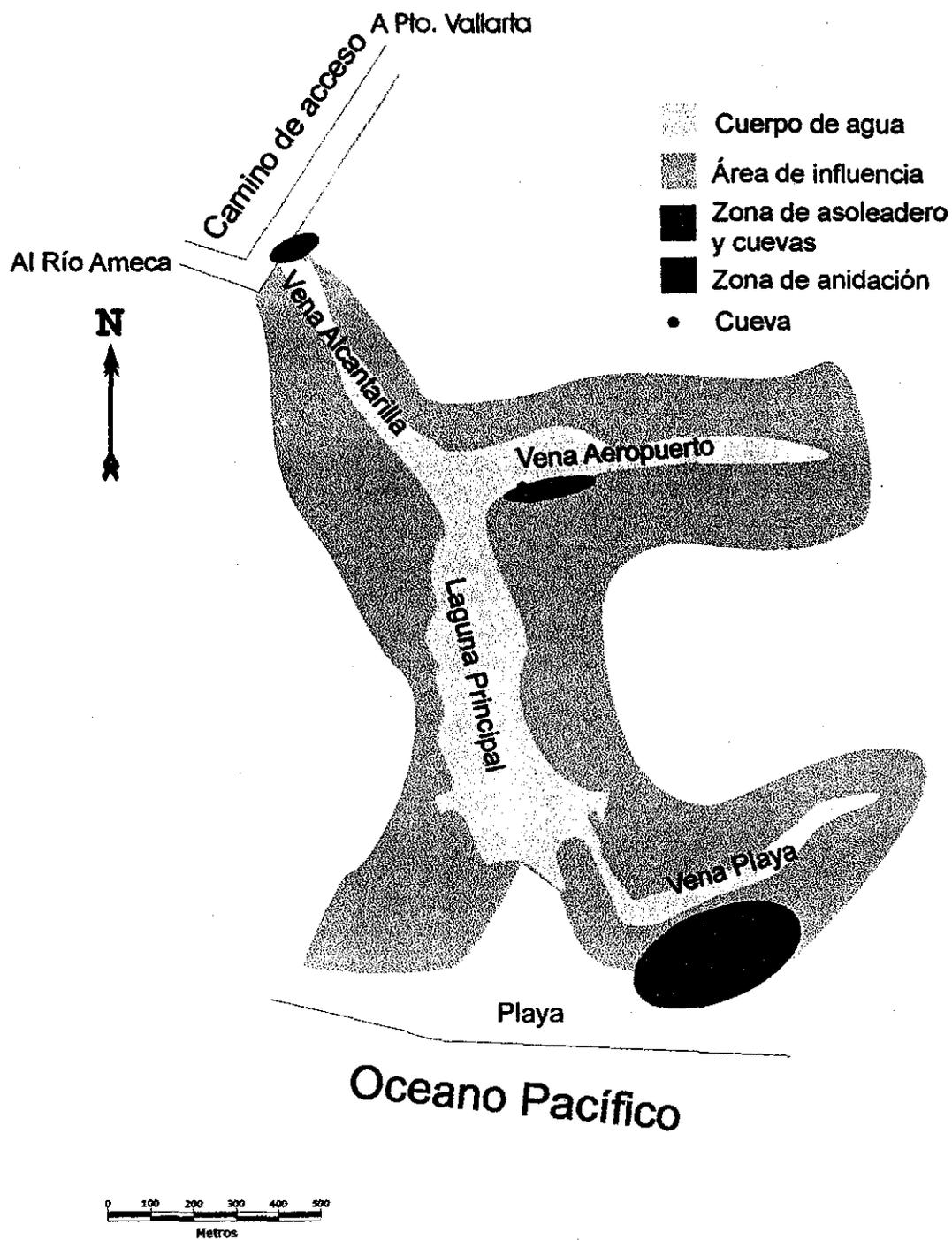


Figura 13. Caracterización del estero Boca Negra. Se muestran las áreas de anidación, asoleadero y cuevas.

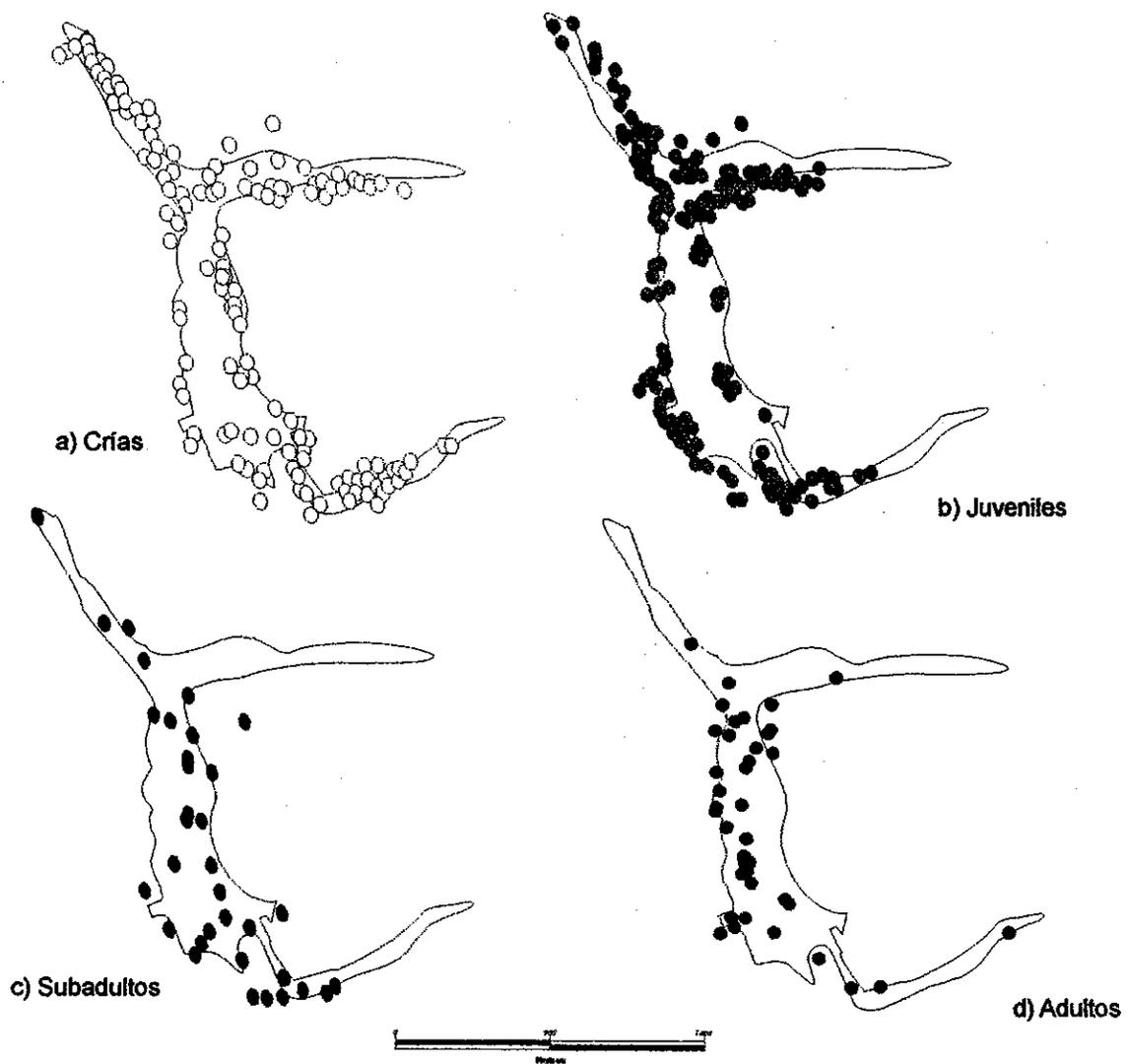


Figura 14. Utilización del hábitat de acuerdo a las categorías por talla de los cocodrilos en el estero Boca Negra. Cada círculo indica un individuo avistado de acuerdo a su talla.

Tabla VI. Porcentaje de avistamientos de categorías por talla en el estero Boca Negra, basado en el total de organismos durante el periodo de estudio.

Categoría por Talla	Vena Alcantarilla	Vena Aeropuerto	Vena Playa	Total en venas	Laguna Principal	TOTAL
Recién Nacidos n=96	22.9	30.2	5.2	58.3	41.7	100
Crías n=179	22.3 (6.1)	31.8 (8.7)	27.4 (7.5)	81.6 (22.3)	18.4 (5.0)	100 (27.3)
Juveniles n=195	31.3 (9.3)	14.9 (4.4)	28.7 (8.5)	74.9 (22.2)	25.1 (7.5)	100(29.7)
Subadultos n=49	16.3 (1.2)	2.0 (0.2)	38.8 (2.9)	57.1 (4.3)	42.9 (3.2)	100 (7.5)
Adultos n=91	11.0 (1.5)	2.2 (0.3)	8.8 (1.2)	22.0 (3.0)	78.0 (10.8)	100 (13.9)
Solo Ojos n=142	22.5 (4.9)	10.6 (2.3)	44.4 (9.6)	77.5 (16.8)	22.5 (4.9)	100 (21.6)
<b>TOTAL n=656*</b>	<b>(23.1)</b>	<b>(15.8)</b>	<b>(29.7)</b>	<b>(68.5)</b>	<b>(31.4)</b>	<b>(100.0)</b>

Nota: Los números sin paréntesis indican el porcentaje de avistamiento en cada área del estero basado en el total de avistamientos en cada categoría y el número entre paréntesis es el porcentaje de cada categoría con relación al total de avistamientos (n=656), \*sin incluir los recién nacidos.

### Majahuas

En el estero Majahuas se presenta una zona de playa de aproximadamente 1 km, donde desemboca el río Tomatlán, a partir de ahí el estero se divide formando dos canales, los cuales denominamos vena norte y vena sur (Figura 15). Entre estas dos venas existe una laguna principal con extensión de 750 m aproximadamente. En la vena norte, la vegetación más abundante es el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y también se encuentran parches importantes de majahua (*Hibiscus pernambucensis*). En la vena sur, predomina la majahua sobre el mangle blanco, alternado con manchones de selva baja caducifolia. Se registró un área de anidación en la vena norte con vegetación de bosque espinoso y suelo arenoso. La laguna principal y la vena sur tienen una profundidad promedio mayor a 1.5 m, mientras que la vena norte tiene una profundidad promedio menor a 1.0 m (Figura 15).

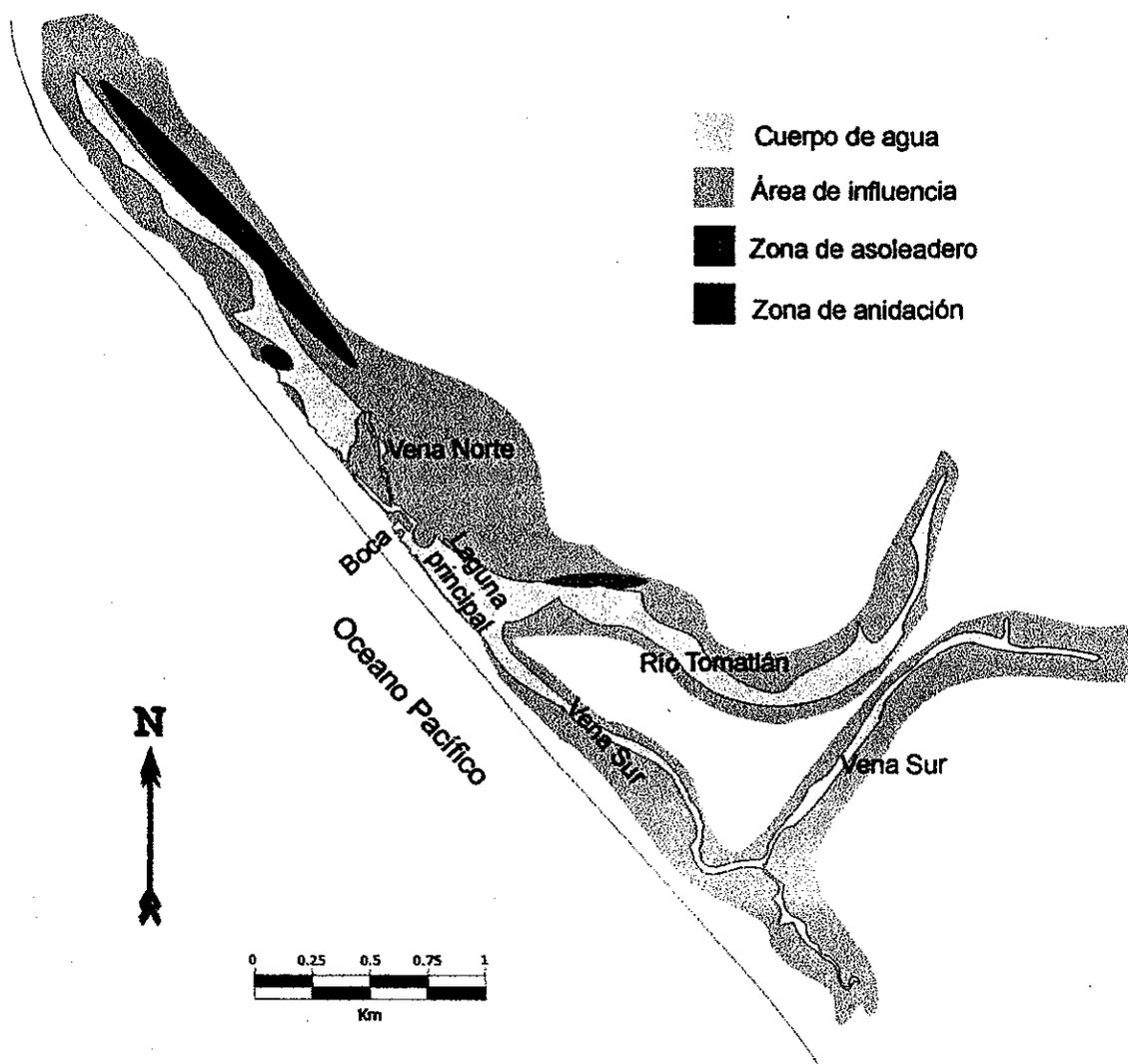


Figura 15. Caracterización del estero Majahuas, en donde se muestran las áreas de anidación y de asoleadero.

En este estero, un gran porcentaje de los organismos avistados no se pudo identificar (solo ojos, 37.0%). El 17.3% de los organismos avistados se registró en la laguna principal; en la vena norte el 47.6%, y en la sur el 35.1%. El 66.7% de las crías se encontraron en la vena norte, en el área cercana a la zona de anidación, mientras que el 43.3% de los juveniles se observó en la vena sur. El 50.0% de los subadultos se localizaron en la laguna principal (Tabla VII y Figura 16). A pesar de que no se registró ningún adulto durante los conteos nocturnos, se reconoce su presencia por el registro de nidos en el área de muestreo y por avistamientos diurnos de dos ejemplares de 3.5 m LT y uno de 2.5 m LT, aproximadamente; además, se registraron tres organismos recién nacidos en la vena sur (Tabla VII y Figura 16).

**Tabla VII. Porcentaje de avistamientos de categorías por talla en el estero Majahuas, basado en el total de organismos durante el periodo de estudio.**

<b>Categoría por Talla</b>	<b>Vena Norte</b>	<b>Vena Sur</b>	<b>Total en Venas</b>	<b>Laguna Principal</b>	<b>TOTAL</b>
Recién Nacidos n=3	0.0	100.0	100.0	0.0	<b>100</b>
Crías n=24	66.7 (10.6)	29.2 (4.6)	95.9 (15.2)	4.1 (0.7)	<b>100 (15.9)</b>
Juveniles n=67	31.3 (13.9)	43.3 (19.2)	74.6 (33.1)	25.4 (11.3)	<b>100 (44.4)</b>
Subadultos n=4	25.0 (0.7)	25.0 (0.7)	50.0 (1.4)	50.0 (1.3)	<b>100 (2.7)</b>
Adultos n=0	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	<b>0 (0.0)</b>
Solo Ojos n=56	60.7 (22.4)	28.6 (10.6)	89.3 (33.0)	10.7 (4.0)	<b>100 (37.0)</b>
<b>TOTAL n=151*</b>	<b>(47.6)</b>	<b>(35.1)</b>	<b>(82.7)</b>	<b>(17.3)</b>	<b>(100.0)</b>

**Nota:** Los números sin paréntesis indican el porcentaje de avistamiento en cada área del estero basado en el total de avistamientos en cada categoría y el número entre paréntesis es el porcentaje de cada categoría con relación al total de avistamientos (n=151), \*sin incluir recién nacidos.

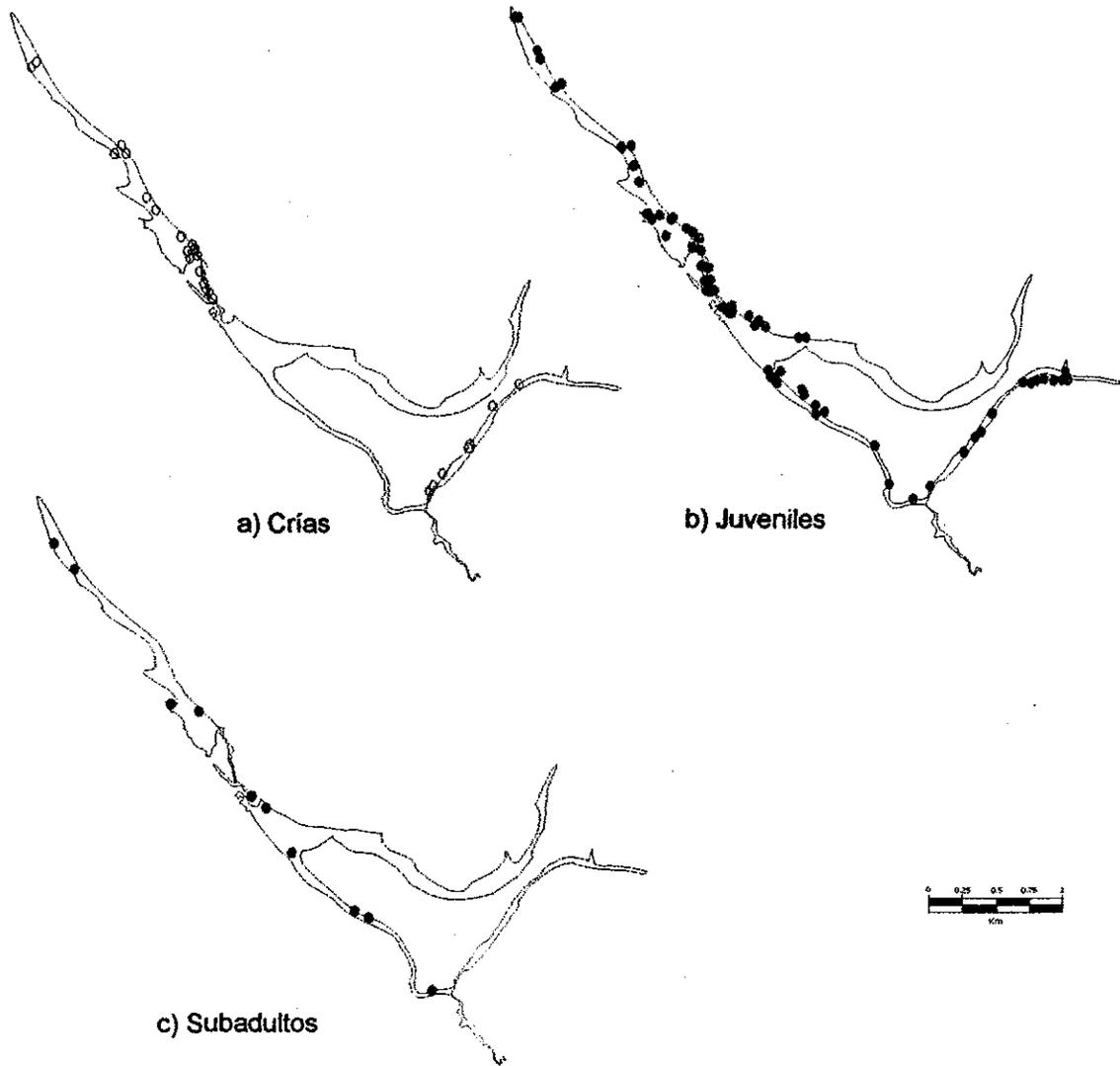


Figura 16. Utilización del hábitat de acuerdo a las categorías por talla de los cocodrilos en el estero Majahuas. Cada círculo indica un individuo avistado de acuerdo a su talla.

## La Manzanilla

La vegetación predominante en el estero La Manzanilla desde la boca hasta la laguna 1, es el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mientras que en la laguna 2, predomina el mangle rojo (*Rizophora mangle*) (Figura 17). Existen dos zonas importantes de asoleadero, una en un área donde la vegetación está compuesta de pasto (paranera), junto al canal principal y la otra en la boca del estero. Las dos lagunas contienen aguas someras (cerca de 1 m de profundidad máxima), pero en la laguna 1 se encuentran tres manchones de vegetación acuática, principalmente tule (*Typha sp.*). En ambas lagunas la vegetación predominante es mangle rojo. En la laguna 2 se registraron un total de siete cuevas durante la sequía de 2002. La profundidad promedio de la vena principal es menor a 2 m.

El acceso a la vena principal fue continuo durante todo el estudio. Sin embargo, el acceso a la laguna 1 sólo se pudo realizar en siete ocasiones y en la laguna 2 únicamente en dos, debido a los bajos niveles de agua.

El 82.2% de los organismos se localizaron en los canales principales, donde el 56.7% se encontraron en el canal principal 1 y el 17.8% se registraron en las lagunas donde el 12.3% se registraron en la laguna 1. El mayor porcentaje de las crías (51.9%) se encontró en el canal principal 1. También, se observó un gran número de juveniles (45.5%) en el canal principal 2. Por otro lado, el 43.0% de los subadultos (la mayoría cercanos a 1.5 m LT) se localizaron en las lagunas, con un mayor porcentaje (5.2%) en la laguna 1, donde el agua es somera. (Tabla VIII y Figura 18).

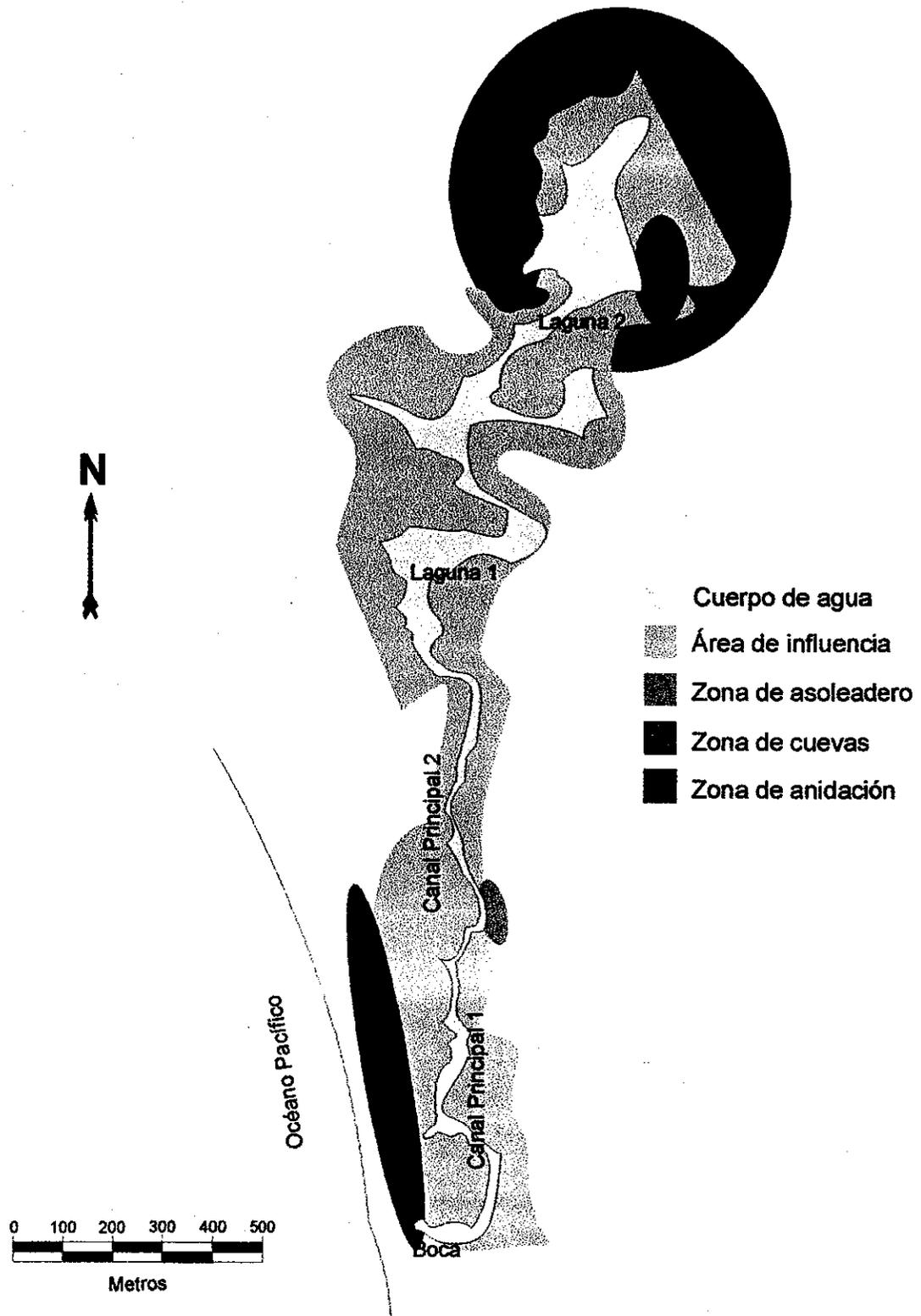


Figura 17. Caracterización del estero La Manzanilla en donde se muestran las áreas de anidación, de asoleadero y de cuevas.

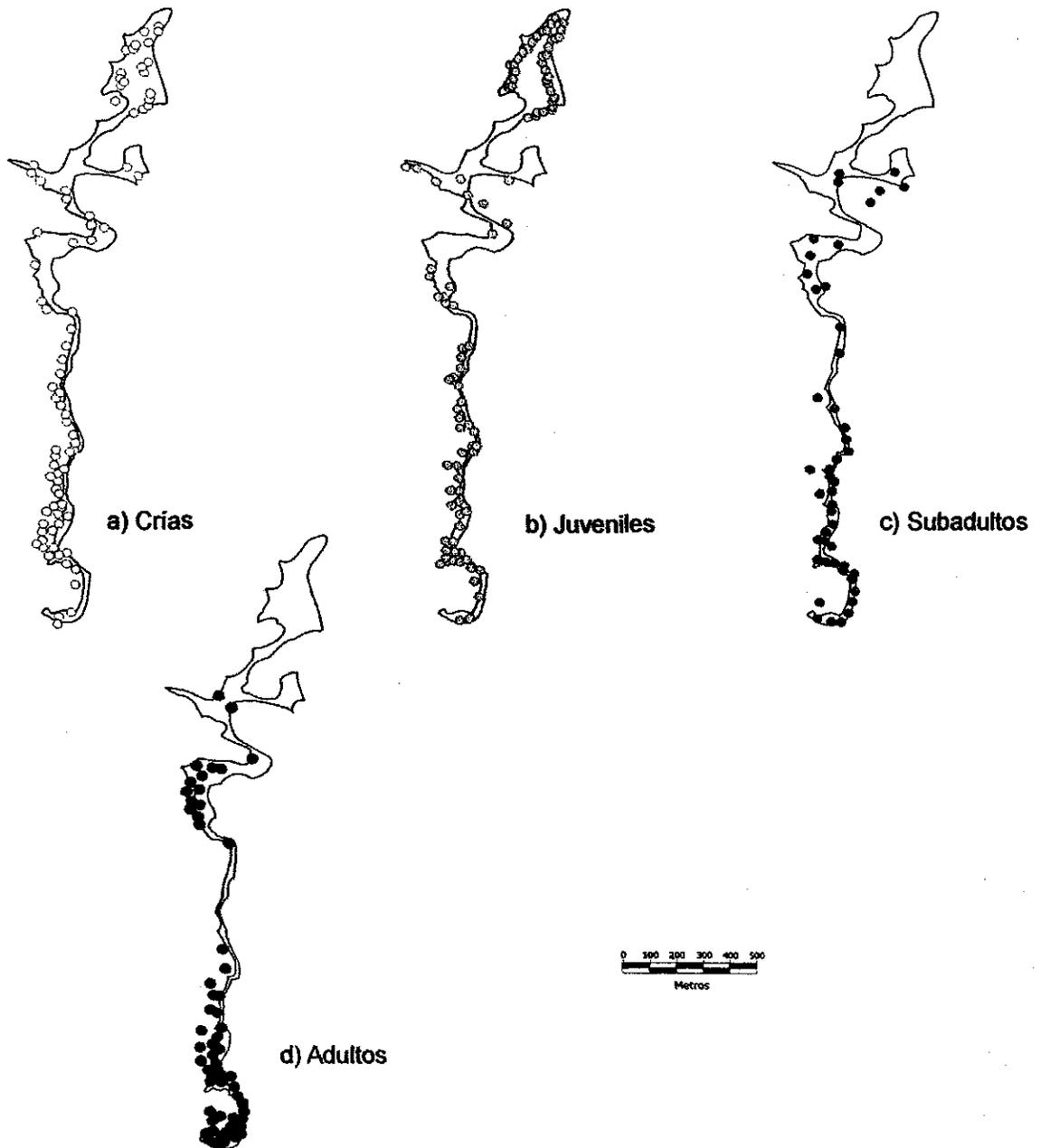


Figura 18. Utilización del hábitat de acuerdo a las categorías por talla de los cocodrilos en el estero La Manzanilla. Cada círculo indica un individuo avistado de acuerdo a su talla.

Tabla VIII. Porcentaje de avistamientos de categorías por talla en el estero La Manzanilla, basado en el total de organismos durante el periodo de estudio.

Categoría por talla	Canal Principal 1	Canal Principal 2	Total en canales	Laguna 1	Laguna 2	Total en lagunas	TOTAL
Recién Nacidos n=23	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100
Crías n=104	51.9 (4.3)	30.8 (2.5)	82.7 (6.8)	10.6 (0.9)	6.7 (0.6)	17.3 (1.4)	100 (8.2)
Juveniles n=440	38.8 (13.5)	45.5 (15.8)	84.3 (29.3)	13.9 (4.8)	1.8 (0.6)	15.7 (5.4)	100 (34.7)
Subadultos n=128	44.5 (4.5)	12.5 (1.3)	57.0 (5.8)	12.5 (1.2)	30.5 (3.1)	43.0 (4.3)	100 (10.1)
Adultos n=232	88.8 (16.3)	5.2 (0.9)	94.0 (17.2)	5.2 (0.9)	0.8 (0.2)	6.0 (1.1)	100 (18.3)
Solo Ojos n=364	63.5 (18.2)	17.3 (5.0)	80.8 (23.2)	15.4 (4.4)	3.8 (1.1)	19.2 (5.5)	100 (28.7)
<b>TOTAL =1268*</b>	<b>(56.7)</b>	<b>(25.5)</b>	<b>(82.2)</b>	<b>(12.3)</b>	<b>(5.5)</b>	<b>(17.8)</b>	<b>(100.0)</b>

Nota: Los números sin paréntesis indican el porcentaje de avistamiento en cada área del estero basado en el total de avistamientos en cada categoría y el número entre paréntesis es el porcentaje de cada categoría con relación al total de avistamientos (n=1268), \*sin incluir los recién nacidos.

### Uso de Microhábitat

Los resultados del análisis de varianza por rangos con medidas repetidas de Friedman (Friedman's Repeated Measures Analysis of Variance on Ranks) demuestran que no existe diferencia significativa en el uso del microhábitat entre las diferentes temporadas de muestreos en ninguno de los tres esteros ( $p > 0.05$ ). Esto sugiere que las poblaciones de cocodrilos de cada estero mantienen sus preferencias de hábitat a lo largo del año. Sin embargo, cuando se realizó el mismo análisis para cada una de las categorías de talla se encontraron diferencias significativas para las crías de los esteros Boca Negra (Tabla IX) y Majahuas (Tabla X), mientras que en La Manzanilla se observaron diferencia para las crías y los juveniles (Tabla XI). Esto indica que los estadios tempranos (crías y juveniles) si modificaron su preferencia de hábitat durante el ciclo anual estudiado.

Tabla IX. Resultados del análisis de varianza por rangos con medidas repetidas de Friedman entre muestreos y entre tipos de microhábitat en el estero Boca Negra.

	Por temporada de muestreo			Por tipo de microhábitat			
	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>P</i>	Microhábitat
Crías	27.7	9	0.0011**	30.5	7	<0.0001**	VA
Juveniles	16.4	9	0.0582ns	40.4	7	<0.0001**	VA, CM, TR
Subadultos	6.89	9	0.6482ns	37.7	7	<0.0001**	VA, AG
Adultos	16.5	9	0.0577ns	58.0	7	<0.0001**	AG
Solo Ojos	14.9	9	0.0939ns	43.0	7	<0.0001**	VA
Total	1.79	9	0.9943ns	45.9	7	<0.0001**	VA, AG

ns=no significativa; \*\*=altamente significativa; VA = Vegetación acuática; CM = Cueva en el mangle; TR = entre troncos; AG = Media agua.

**Tabla X. Resultados del Análisis de varianza bifactorial por Rangos de Friedman entre muestreos y entre tipos de microhábitat en el estero Majahuas.**

	Por temporada de muestreo			Por tipo de microhábitat			Microhábitat
	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>P</i>	
Crias	17.1	6	0.0090**	12.5	7	0.0852ns	
Juveniles	3.7	6	0.7157ns	36.5	7	<0.0001**	VA, AG
Subadultos	5.07	6	0.5345ns	30.8	7	<0.0001**	VA, AG
Adultos	-	-	-	-	-	-	
Solo Ojos	1.3	6	0.9718ns	37.4	7	<0.0001**	VA, AG
Total	3.0	6	0.8088ns	38.2	7	<0.0001**	VA, AG

ns=no significativa; \*\*=altamente significativa VA = Vegetación acuática; AG = Media agua.

**Tabla XI. Resultados del análisis de varianza por rangos con medidas repetidas de Friedman entre muestreos y entre tipos de microhábitat en el estero La Manzanilla.**

	Por temporada de muestreo			Por tipo de microhábitat			Microhábitat
	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>	
Crias	21.4	9	0.0110*	29.8	7	<0.0001**	VA
Juveniles	20.5	9	0.0149*	40.8	7	<0.0001**	VA, TR, AG
Subadultos	10.0	9	0.3468ns	42.5	7	<0.0001**	VA, AG, TR
Adultos	14.0	9	0.1231ns	64.8	7	<0.0001**	AG, VA
Solo Ojos	6.17	9	0.7231ns	52.4	7	<0.0001**	VA, AG
Total	1.24	9	0.9987ns	70.5	7	<0.0001**	VA, AG

ns=no significativa; \*\*=altamente significativa; VA = Vegetación acuática; TR = entre troncos; AG = Media agua.

Por otra parte, al analizar el porcentaje de avistamientos por tipo de microhábitat, sin tomar en cuenta la clase de tallas, se encontró que tanto en Boca Negra como en Majahuas se presentaron diferencias significativas en el uso de la vegetación acuática ( $p < 0.05$ ), mientras que en La Manzanilla fue significativamente diferente en la vegetación acuática, entre troncos y a media agua ( $p < 0.05$ ).

En el estero Boca Negra también se analizaron los diferentes tipos de microhábitat por categoría de tallas y se encontró diferencia significativa en las crías, que utilizan principalmente la vegetación acuática ( $p < 0.05$ ); los juveniles en la vegetación acuática, en las cuevas de mangle y en los troncos ( $p < 0.05$ ), mientras que los subadultos se encontraron también en la vegetación acuática y a media agua ( $p < 0.05$ ) y los adultos a media agua ( $p < 0.05$ ). Con relación a los resultados de la categoría de solo ojos, también se obtuvo diferencia significativa en la vegetación acuática ( $p < 0.05$ ) (Tabla IX).

En el estero Majahuas los resultados del análisis del uso de microhábitat por categoría de tallas no presentaron diferencia significativa en las crías ( $p > 0.05$ ), mientras que los juveniles se encuentran principalmente entre la vegetación acuática y a media agua ( $p < 0.05$ ), por otra parte, subadultos se encontraron también, principalmente en vegetación acuática y a media agua ( $p < 0.05$ ). En este estero solamente se observó un adulto de 2.5 m de LT aproximadamente, a media agua. Con relación a los resultados de la categoría de solo ojos, también se obtuvo diferencia significativa en la vegetación acuática y a media agua ( $p < 0.05$ ) (Tabla X).

En el estero La Manzanilla los resultados del análisis demostraron que existe diferencia significativa en la preferencia de microhábitat en las crías, quienes utilizan principalmente la vegetación acuática ( $p < 0.05$ ), los juveniles la vegetación acuática, los troncos y media agua ( $p < 0.05$ ), los subadultos se encontraron preferentemente en vegetación acuática, media agua y troncos ( $p < 0.05$ ) y los adultos a media agua y en la vegetación acuática ( $p < 0.05$ ). Con relación a los resultados de la categoría de solo ojos, también se obtuvo diferencia significativa ya que prefieren la vegetación acuática y media agua ( $p < 0.05$ ) (Tabla XI).

## DISCUSIÓN

### *Relación de los factores ambientales con la densidad observada*

Se ha comprobado que diferentes factores ambientales influyen sobre la tasa de encuentro de los cocodrilianos (Couthinho y Campos, 1996; Wood *et al.*, 1985; Rebêlo *et al.*, 1997, Woodward y Marion, 1978). Wood y colaboradores (1985) mencionan que factores como la temperatura del agua, la temperatura del aire y el nivel de agua entre otros, pueden variar según las características particulares de cada cuerpo de agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos con el análisis de regresión por pasos (Stepwise Regression) en el estero Boca Negra, la temperatura del aire fue el factor ambiental con mayor influencia. Esto quiere decir que a menor temperatura del aire, la tasa de encuentro aumenta (Figura 19). En este estero se registraron más individuos durante la temporada de frío, que es cuando la diferencia de temperaturas entre el aire y el agua es más marcada. Debido a que se trata de organismos de sangre fría o poiquiloterms, al permanecer en el agua disminuyen la pérdida de calor y controlan mejor la temperatura del cuerpo, manteniéndola más estable durante la noche.

En el estero Majahuas no se realizó el análisis estadístico de Regresión por pasos por contar con una muestra muy pequeña debido a que durante el periodo de estudio se tuvieron problemas logísticos y climáticos que no permitieron realizar todos los muestreos programados. No obstante, los datos obtenidos en este cuerpo de agua se utilizaron en otros puntos del trabajo.

En el estero La Manzanilla el nivel del agua fue el factor con mayor influencia en la tasa de encuentro, esto quiere decir que cuando el nivel de agua se incrementa, menos organismos son avistados. En La Manzanilla se registró una sequía prolongada durante la cual se secaron casi completamente

las dos lagunas que conforman el estero y quedó agua en el canal principal con una extensión de 1 km aproximadamente (Figura 22). Debido a este cambio en el nivel de agua, se registró la mayor tasa de encuentro de cocodrilos en los últimos 8 años (Ponce y Huerta, datos inéditos).

Cuando se realiza un análisis comparativo de los tres cuerpos de agua estudiados, se observa que el nivel de agua está muy relacionado con la tasa de encuentro. Otros estudios señalan también que los cambios en el nivel de agua afectan significativamente la tasa de encuentro de estos organismos (Hutton y Woolhouse, 1989; Woodward y Moore, 1993; Coutinho y Campos, 1996), ya que, cuando el nivel de agua es alto, el agua cubre gran parte del mangle y los cocodrilos se internan para buscar refugio, mientras que cuando el nivel es bajo, los cocodrilos se concentran en las áreas más profundas del estero. En los esteros Boca Negra y Majahuas no se observaron variaciones considerables en el nivel de agua durante los años de muestreo (54.25 y 86.75 cm, respectivamente) comparados con el estero La Manzanilla (149.5 cm), lo cual está estrechamente relacionado con las características de cada cuerpo de agua, a los afluentes de agua que alimentan cada estero y la problemática que presenta cada uno de ellos. El estero Boca Negra forma parte del estero El Salado que además, forma parte de una cuenca hidrológica importante con varios afluentes. El estero Majahuas, como se mencionó anteriormente, se alimenta del río Tomatlán. Sobre este río se encuentra la Presa Cajón de Peña y por lo tanto, este estero está sujeto a la cantidad de agua que se libera desde la presa para los cultivos de la región. Por último, el estero La Manzanilla es alimentado por un solo arroyo de temporal cuya cuenca está muy deteriorada debido a la extracción del agua del subsuelo para un complejo turístico cercano, lo cual representa un problema grave para este ecosistema.

La salinidad se consideró un factor importante, ya que *Crocodylus acutus* es una especie tolerante a altas concentraciones de sal en el agua (Thorbjarnarson, 1989). El rango de salinidad en los tres esteros osciló entre

0.2-16.4 ‰. Sin embargo, los valores de salinidad de los esteros estudiados en la costa de Jalisco están dentro del rango reportado en otros trabajos sobre especies de cocodrilianos, incluyendo *C. acutus* (Kushland y Mazzotti, 1989; Thorbjarnarson, 1989; Cedeño-Vázquez *et al.*, 2002). Mazzotti (com. per.) menciona que los esteros con aguas salobres y salinidades entre 0-20 ‰ son hábitats ideales para esta especie. En Quintana Roo se ha reportado la presencia de la especie en salinidades entre 14 y 40 ‰ (Cedeño-Vázquez, 2002) y en Florida en aguas cuya salinidad promedio es de 13.8 ‰ con un rango de 0 a 35 ‰ (Kushland y Mazzotti, 1989). Esto está estrechamente relacionado a la morfología de cada estero: en Florida y Quintana Roo los esteros mantienen comunicación continua con el océano, mientras que los del presente estudio, son cuerpos de agua separados del océano por una barrera de arena, que abren temporalmente al mar. Sin embargo, algunas lagunas someras (15 cm de profundidad) de Quintana Roo, paralelas al mar, no reciben aporte de agua marina en la época de sequía, pero las altas tasas de evaporación las vuelven hipersalinas (Cedeño-Vázquez, com. per.). Cedeño (com. per.) registró en junio de 2003 hasta 80‰, con la presencia de un juvenil de 124.3 cm LT.

### *Tamaño Poblacional*

Boca Negra es el cuerpo de agua más pequeño y alberga una proporción de organismos mayor, comparada con los otros dos esteros (Figura 8) y con el estero Cuitzmala, Jalisco (De Luna-Cuevas, 1995) (Tabla V). En Boca Negra se reubican los cocodrilos que causan problemas en la costa norte de Jalisco por parte del personal del Departamento de Ecología del Ayuntamiento Constitucional de Puerto Vallarta. Es decir, aquellos organismos que se acercan a los asentamientos humanos o son animales que pueden representar un riesgo potencial para las comunidades de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas.

El estero Majahuas tiene una superficie considerablemente mayor que los esteros Boca Negra y La Manzanilla. Sin embargo, este cuerpo de agua registró un menor número de individuos durante el periodo de estudio. Esto puede estar relacionado con la presión que ejercen los pescadores que visitan Majahuas sobre este ecosistema, ya que a pesar de que no existen asentamientos humanos en el área, se observaron cocodrilos pequeños y medianos enredados en las redes y, por consecuencia, muertos. Además, es frecuente la cacería ilegal de animales de diversos tamaños, para la venta de sus pieles

En contraste, la comunidad del pueblo de La Manzanilla, que se localiza a un lado del estero del mismo nombre, cuida del estero y de los cocodrilos desde hace varios años. Por ejemplo, durante el periodo de estudio la población de La Manzanilla alertó a la policía local sobre un incidente de cacería ilegal. No obstante, existe mucha presión por las actividades agropecuarias que, año con año van ganando terreno en las proximidades del mangle que circunda al estero.

Aunque en la literatura se menciona que los cocodrilos se encuentran en áreas protegidas (Thorbjarnarson, 1988; Thorbjarnarson, 1989), en el presente estudio se observó que en la costa de Jalisco las poblaciones que presentan mayor número de organismos, se encuentran precisamente junto a asentamientos humanos. Este es el caso de los esteros Boca Negra y La Manzanilla, donde existen poblaciones de cocodrilos cerca de los pueblos de Puerto Vallarta y La Manzanilla, respectivamente, donde se observó un mayor número de organismos (Tabla XII) comparado con Majahuas. A pesar de que la población más cercana al estero Majahuas está a 4.5 km aproximadamente, existe una intensa utilización del hábitat por parte del hombre, principalmente para actividades de pesca, ganadería, agricultura, y la cacería furtiva.

Es difícil comparar las poblaciones de Jalisco con las de otras partes del mundo debido a que se trata de sistemas diferentes, como es el caso de los ríos. En Jalisco, los esteros son cuerpos de agua cerrados donde se concentran los cocodrilos, mientras que los ríos tienen mayores extensiones que facilitan la dispersión de los organismos. Si observamos la tasa de encuentro o índice de abundancia promedio en Jalisco, parece muy alta cuando se compara con la de otras poblaciones de diferentes países de América (Tabla XII). Sin embargo, esto se debe de tomar con reserva ya que las distancias lineales de los recorridos realizados durante el presente estudio no rebasan los 5 km, mientras que en otras regiones los sitios estudiados son ríos o lagos con mayores extensiones y, por lo tanto, las distancias lineales de los recorridos son también mucho mayores. Por esta razón, es conveniente realizar las comparaciones tomando en cuenta la densidad total en individuos por unidad de superficie en km<sup>2</sup> o ha, de manera que los valores de abundancia sean estandarizados a una unidad de superficie igual.

Tabla XII. Tasa de encuentro de *C. acutus* en diferentes localidades y hábitats del mundo.

LOCALIDAD	HÁBITAT	TASA DE ENCUENTRO PROMEDIO (ind/km)	DISTANCIA RECORRIDA (Km)	FUENTE
Honduras	Ríos, lagos y lagunas	1.7	1,616	King <i>et al.</i> , 1990
Honduras	Río	0.51		Klein, 1977
Venezuela	Río	1.57		Seijas, 1986
Haití	Lago	6.3		Thorbjarnarson, 1989
Republica Dominicana	Lago	25.7		Thorbjarnarson, 1989
Costa Rica	Río	19.1		Sasa y Chávez, 1991
México (Cuitzmala)	Estero	26.2 (13.6)	10.68 (132.2)	DeLuna-Cuevas, 1995
Boca Negra	Estero	45.4 (1.3)	0.74 (25.0)	Este estudio
Majahuas	Estero	5.2 (0.1)	4.66 (322.0)	Este estudio
La Manzanilla	Estero	40.9 (1.5)	2.3 (72.0)	Este estudio

\* Los números entre paréntesis en tasa de encuentro se refieren a ind/ha y en distancia recorrida, al área de estudio en hectáreas.

La población silvestre de *C. acutus* más grande de Jalisco que no cuenta con protección legal como reserva, es la del estero Boca Negra. Esta población ocupa el 2° lugar en importancia para el Plan de Conservación para Jalisco (Ponce y Huerta, 1997) ya que, a pesar de sus dimensiones, éste estero alberga una cantidad considerable de animales (1.3 ind/ha). Sin embargo, se encuentra en peligro de desaparecer debido a que se localiza en el área de Puerto Vallarta, ciudad turística que crece día con día. Es importante señalar que los esteros estudiados se encuentran dentro del Plan de Ordenamiento Ecológico de la Costa de Jalisco (Semarnap y Gobierno del Estado de Jalisco, 1997). Sin embargo, este Plan de Ordenamiento solo considera el cuerpo de agua para su protección sin la vegetación adyacente (manglar), el cual es fundamental para el desarrollo adecuado de las poblaciones de cocodrilos y otras especies.

En primer lugar se encuentra el estero La Manzanilla (0.79 Ind./ha), el cual se caracteriza por contar con la protección de los pobladores de la comunidad aledaña. Los habitantes se han dado cuenta, con el correr de los años, que los cocodrilos atraen gran cantidad de turismo nacional e internacional. En este estero no se practica la pesca, y tanto la comunidad como la cooperativa de pescadores tienen la costumbre de llevar todos los desechos de pescado al estero donde al menos 15 animales mayores a 2.5 m se alimentan de estos desechos diariamente. Este estero se considera el segundo en importancia en el estado de Jalisco (Ponce y Huerta, 1997), después de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (Valtierra-Azotla, 2000), debido a que alberga una población importante de adultos y es una población que aporta organismos a otras poblaciones aledañas, de acuerdo a la teoría de metapoblaciones de fuente y sumidero (Hanski, 1999).

A pesar que el estero Majahuas cuenta con una gran extensión de hábitat adecuado para los cocodrilos, la población no es muy representativa (0.1 ind./ha) ya que la presión humana es mayor, puesto que existe la pesca

artesanal por medio de trasmallos, así como la cacería ilegal. Cabe hacer mención que el estero se encuentra lejos de un asentamiento humano, por lo que la protección del mismo por parte del gobierno es mínima, mientras que en La Manzanilla, la Delegación Municipal de la Manzanilla del Mar participa en la protección del área. Lo mismo sucede en Boca Negra, donde parte del estero está protegido por el aeropuerto internacional y, dado que la ciudad de Puerto Vallarta que es un centro turístico muy importante, la vigilancia de las zonas aledañas a esta urbe es ardua.

Como podemos observar en la tabla V, la población de Cuixmala es la que presenta mayor número de individuos en Jalisco. Esto se debe a que se ubica en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, donde el acceso es restringido. Además, en este lugar el hábitat se incrementó con la construcción de algunas lagunas y canales en zonas inundables (De Luna-Cuevas, 1995) que favorece el hábitat de los cocodrilos. Se puede decir que Cuixmala contiene la mayor población de *C. acutus* en la costa de Jalisco (Thorbjarnarson, 1998), en segundo lugar la población de La Manzanilla, y después la del estero Boca Negra. La población de cocodrilos de Majahuas tiene mucho potencial, por lo que un manejo adecuado, podría incrementar su población en un futuro cercano.

Otro aspecto importante a tratar es la migración de organismos a otros cuerpos de agua. En este tipo de sistemas la migración se lleva a cabo por la apertura de la boca del estero durante el temporal de lluvias (junio-octubre) cuando los cocodrilos salen al mar, donde pueden regresar al mismo estero o establecerse en algún otro cuerpo de agua apropiado. Sin embargo, también se han reportado migraciones por tierra en donde los cocodrilos caminan grandes distancias hasta encontrar otro cuerpo de agua (Álvarez del Toro, 1974). Este comportamiento migratorio apoya la teoría de que las poblaciones de cocodrilos en Jalisco forman una metapoblación, en la que algunas poblaciones funcionan como fuente y proveen de organismos a otras localidades que funcionan como

resumidero, de manera que las características demográficas y el intercambio genético son muy dinámicos en toda la región. La migración se puede asociar a diversos factores ambientales y a causas demográficas, reproductivas y alimenticias. En el caso de La Manzanilla, varios factores influyeron en la migración reportada en el mes de julio del 2002, ya que ésta se llevó a cabo durante la sequía. Se reportaron dos cocodrilos adultos marcados encontrados en otro estero (Tenacatita) ubicado a 5.5 km al noroeste. Como consecuencia de la sequía, los cocodrilos se concentraron en un espacio mucho más pequeño, y posiblemente, los animales dominantes desplazaron a los más débiles, propiciando la migración.

### *Estructura poblacional*

Como menciona Krebs (1985), la curva de crecimiento biológico suele ser de tipo sigmoide, en donde el crecimiento de la población está limitado por una capacidad de carga. De acuerdo a esta teoría, el estero Boca Negra presenta una población joven donde el mayor porcentaje está representado por los juveniles (29.97%) y crías (25.40%) y existe la presencia de pocos adultos (19.3 %). El incremento en la proporción de "Solo Ojos" (SO) durante los muestreos de noviembre o diciembre y marzo se puede deber a que comienza el cortejo, por lo que los cocodrilos adultos se hacen más huidizos. En la figura 9 podemos observar cómo los recién nacidos se reclutan a la siguiente clase en los muestreos posteriores a los nacimientos. También podemos observar un incremento en la población de adultos, esto se puede deber a la introducción de animales adultos que causan problemas en el área de Bahía de Banderas, por parte del personal del Ayuntamiento de Puerto Vallarta.

En Majahuas, el mayor porcentaje de cocodrilos lo presentan los juveniles (47.86%), los adultos estuvieron ausentes durante los conteos nocturnos (Figura 10). El porcentaje tan alto de animales no identificados

(29.86%) se debe a la continua presión humana, principalmente la pesca, por tanto, los organismos pequeños quedan atorados en las redes y se ahogan, mientras que los organismos mayores rompen las redes y en algunas ocasiones los pescadores los matan. Sin embargo, el factor más importante es la cacería furtiva, pues esta actividad se realiza durante la noche con lámparas, por lo que los cocodrilos asocian la luz con el peligro y por lo tanto, al ver la luz se sumergen inmediatamente. A pesar de que durante los conteos nocturnos no se registró ningún adulto, se encontraron dos nidos en el área de estudio.

En La Manzanilla, el mayor porcentaje de la población está representado por los organismos adultos (28.24%), por lo que podemos decir que se trata de una población madura (Figura 11). Durante el desarrollo de este proyecto se trabajó paralelamente en otro estudio, enfocado al estudio de las hormonas reproductivas de los cocodrilos y su relación con el ambiente, donde se capturaron 43 organismos adultos en el transcurso de seis meses, mientras que el mayor número de adultos registrado durante los censos nocturnos fue de 25 individuos. Esto se debe a que sólo se detecta una porción de organismos de la población durante los censos nocturnos (King *et al.*, 1990). En la temporada seca del 2001 y parte del 2002, las lagunas 1 y 2 (Figura 16) se secaron completamente. Al secarse estas lagunas donde habita la mayor parte de juveniles, éstos se vienen siguiendo el agua y todos van a concentrarse en el canal principal, y por consecuencia se incrementa el número de avistamientos. Como se mencionó en los resultados, las crías no están muy bien representadas en la clase por tallas, esto se puede deber a que la mayoría de los nidos se encuentran alrededor de las lagunas, a que el área de anidación es muy reducida por presiones antropogénicas y a que los conteos se llevaron a cabo cuando estos organismos ya se encontraban muy dispersos.

Como podemos observar, los resultados obtenidos en este estudio muestran que cada una de las poblaciones se comporta diferente de acuerdo a las características particulares en cada estero, como pueden ser: el sistema

hídrico, la morfología del cuerpo de agua, las características del hábitat y del microhábitat, la variación en los niveles de agua y la problemática antropogénica. El estero Majahuas solía tener la mayor población de la costa (Ponce *et al.*, 1996), después de Cuixmala; sin embargo, debido a la cacería ilegal y la pesca, la población ha disminuido considerablemente.

La estructura poblacional en Boca Negra, mantiene el mismo patrón que en Costa Rica, Florida y Haití (Sasa y Chávez, 1992), en donde se observa un mayor porcentaje de juveniles, seguido por los adultos y un porcentaje menor de subadultos (Tabla XIII). Por otro lado, en Majahuas el porcentaje de adultos es muy pequeño; sin embargo, quedan algunas áreas no tan perturbadas potenciales para esta clase de talla. Además, las poblaciones de Costa Rica y de La Manzanilla presentan una proporción mayor de adultos, muy cercano al porcentaje de juveniles, lo que nos indica que se trata de una población madura. La baja cantidad de subadultos, común en la mayoría de las poblaciones de cocodrilianos (Messel *et al.*, 1981; Mazzotti, 1983; Thorbjarnarson, 1988), se debe, probablemente a tres factores principales: al rápido crecimiento de los juveniles, al comportamiento reservado y difícil de observar que presenta esta clase, ubicándose en zonas marginales, o a la alta mortalidad de juveniles al pasar a la etapa de subadultos (Thorbjarnarson, 1988; Sasa & Chávez, 1992). En los tres esteros de este estudio, parece que la marginación de los subadultos a zonas secundarias por parte de los adultos y la alta mortalidad de juveniles son los factores principales que afectan a esta clase de talla. En La Manzanilla especialmente, se pudo observar a los subadultos relegados en la última laguna, donde la profundidad llega a 1.0 m, y cada año es común que durante la temporada de estiaje queda completamente seca. En el estero Boca Negra es factible que la alta mortalidad de juveniles o la migración se deba a que es un estero muy pequeño, con escasa vegetación de borde para refugiarse. En Majahuas la alta mortalidad de juveniles se debe también a las redes de pesca y la cacería furtiva, pues las tallas preferidas por los cazadores son de 1.5 m.

Tabla XIII. Comparación de las estructuras poblacionales estimadas para *C. acutus* en diferentes regiones

LOCALIDAD	TOTAL (mínimo)	JUVENILES (%)	SUBADULTOS (%)	ADULTOS (%)
Costa Rica <sup>1</sup>	307	43.9	21.3	34.8
Florida <sup>1</sup>	19	56.3	18.7	25.0
Haití <sup>1</sup>	2567	74.3	10.7	15.0
Venezuela <sup>2</sup>	-	56.3	18.7	25.0
Belice <sup>3</sup>	-	24.2	39.1	36.5
Sureste de Q. Roo <sup>4</sup>	39	6.25	53.1	34.3
Boca Negra	46	55.4	14.6	29.9
Majahuas	36	85.6	14.4	0.0
La Manzanilla	143	37.4	29.1	33.5

<sup>1</sup> Tomado de Sasa & Chávez, 1992; <sup>2</sup> Arteaga y Sánchez; <sup>3</sup> Thorbjarnarson *et al.*, 2000

<sup>4</sup> Cedeño-Vázquez, 2002

Sasa & Chávez (1992) mencionan que el alto porcentaje de adultos y subadultos encontrados en Costa Rica, se debe al escaso desarrollo agrícola y urbano en la región, además de que la explotación comercial de cocodrilos no es una actividad económica importante. En el presente estudio se encontraron proporciones similares de juveniles y subadultos en el estero La Manzanilla, sin embargo, en esta región existe un desarrollo agrícola y urbano moderado, y se ha registrado cacería ilegal aunque en menor grado. Aquí la conservación del cocodrilo se debe principalmente a la actitud positiva de la comunidad hacia los cocodrilos, ya que no existe la actividad pesquera en el estero, lo que favorece su conservación y el abastecimiento de alimento para estos reptiles. En Belice y sureste de Quintana Roo, México (Thorbjarnarson *et al.*, 2000; Cedeño-Vázquez, 2002), se observan abundancias altas de subadultos y de adultos (Tabla XIII). La baja proporción de juveniles registrada puede asociarse a un sesgo en el muestreo (Cedeño-Vázquez, 2002) o a la poca cantidad de agua dulce disponible en esa región, lo que causa una baja supervivencia de recién

nacidos y crías (Thorbjarnarson *et al.*, 2000). Arteaga y Sánchez (1996) encontraron en Venezuela una proporción similar a la del estero Boca Negra (Tabla XIII), con el mayor porcentaje representado por crías y juveniles (74.3 y 56.3%, respectivamente).

El estero La Manzanilla fue el único donde se registraron migraciones durante la sequía prolongada de 2001. Esto coincide con lo expuesto por Johnson (1969; citado por Hanski, 1999) quien menciona que generalmente las migraciones se disparan debido a condiciones ambientales adversas. La migración es un mecanismo de regulación de las poblaciones, ya que permite mantener el número de individuos cercano a la capacidad de carga del ecosistema. También permite la colonización de nuevos habitats y puede presentarse cuando las condiciones son adversas, para la búsqueda de alimento o con fines de reproducción. En Jalisco, las migraciones ocurren mayormente durante la temporada de lluvias, según observaciones de la gente del lugar. Durante el periodo de estudio se reportaron dos individuos marcados en Tenacatita, un estero ubicado 5.5 km al noroeste. Estos organismos fueron marcados para el estudio realizado paralelo a éste, sobre la relación de las condiciones ambientales y la reproducción (Ponce, en preparación). Esta migración se registró posterior a la sequía que se presentó en el año 2001. Aquí coincidió la sequía con el incremento de población con relación al área, ya que al secarse el estero, las zonas que quedaron con agua albergaron una proporción mayor de organismos. Otro punto importante es que ésta población está compuesta por una gran cantidad de adultos, que al hacinarse en un espacio menor empieza a haber una lucha por el territorio y por el alimento, donde el más fuerte se queda en el estero y el vencido se ve obligado a migrar para evitar morir en las peleas.

### *Proporción de Sexos*

Durante muchos años se creyó que las poblaciones de cocodrilianos tenían una mayor proporción de hembras. Sin embargo, estudios recientes (Rebêlo *et al.*, 1997; Lance *et al.*, 2000) han demostrado lo contrario. Por ejemplo, de acuerdo con Lance y colaboradores (2000), las poblaciones de juveniles y adultos de lagartos (*Alligator mississippiensis*), muestran un sesgo significativo hacia los machos (58% de machos).

En el estero La Manzanilla, la proporción de sexos en adultos fue de 5.3 machos por hembra (n=43). Sin embargo, estos datos deben tomarse con reserva debido a un error en el muestreo, ya que las capturas se realizaron en un solo punto del estero, durante la temporada reproductiva, cuando las hembras se encuentran principalmente en las zonas de anidación.

En otros estudios con diferentes poblaciones de *C. acutus* de Florida, República Dominicana y Haití, también se encontró un sesgo hacia los machos (Mazzotti, 1983; Thorbjarnarson, 1989); sin embargo, en la población de la planta termoeléctrica de Turkey Point, Florida se registró un mayor número de hembras (Gaby *et al.*, 1985), mientras que en Quintana Roo, la proporción registrada fue de 1:1 (Cedeño-Vázquez, 2002).

### *Uso de Hábitat*

Los tres esteros estudiados presentan las condiciones adecuadas para la permanencia de poblaciones de *Crocodylus acutus*, así como suficiente resguardo para protegerse de las actividades humanas adversas. Estos esteros, a pesar de ser cuerpos de agua pequeños, presentan vegetación abundante que les sirve como refugio.

La vegetación principal en los tres esteros es el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), además, La Manzanilla presenta árboles de majahua (*Hibiscus pernambucensis*) en las orillas exteriores del estero, y los esteros Majahuas y Boca Negra mangle rojo (*Rizophora mangle*) pero en menor proporción. Las raíces del mangle rojo (*Rizophora mangle*) se mantienen semi-sumergidas en el estero y sirven de sustrato para diferentes invertebrados; además, constituyen un hábitat importante que funciona como vivero donde se desarrollan peces y crustáceos como el camarón. El estero La Manzanilla se caracteriza también por la presencia de tule (*Thypha latifolia*), mientras que en Majahuas el lirio (*Eichhornia sp*) es muy abundante, y en ocasiones bloquea el acceso a algunas venas. Existen zonas con vegetación flotante (*Nymphaea sp.*) donde se observaron algunas crías sobre sus hojas, las cuales sirven de refugio a estos organismos al intentar capturarlas. La vegetación adyacente a los esteros Majahuas y La Manzanilla es una selva baja caducifolia, característica de la región.

Los manglares y la vegetación terrestre y acuática asociada a estos esteros proporcionan protección y refugio a los cocodrilos. De manera similar, en Florida, donde los esteros son bastante más grandes, los cocodrilos permanecen la mayor parte del tiempo protegidos entre la vegetación de manglar y en los pequeños arroyos (Kushland y Mazzotti, 1986), característica importante que deben de presentar los sitios donde habita el cocodrilo (Thorbjarnarson, 1989).

Según Thorbjarnarson (1989), otra característica importante en el comportamiento de los cocodrilianos es la marginación. Esto se refiere al desplazamiento de los organismos, generalmente más pequeños o animales adultos enfermos, a zonas marginales del estero. En el presente estudio, el único estero donde se encontró un grupo de población marginal importante fue en La Manzanilla, donde los juveniles y subadultos se encontraron en lagunas someras sujetas a desecación durante la temporada de estiaje.

Por otro lado, Thorbjarnarson (1988) menciona que en Haití, el cocodrilo ha sido extirpado de áreas con alta densidad de población humana por la pérdida del hábitat y la cacería. En el presente estudio se encontró que en los esteros La Manzanilla y Boca Negra existen asentamientos humanos muy cercanos, aunque contienen un número considerable de cocodrilos; mientras que en Majahuas, donde no existe un asentamiento humano grande ni cercano, la población de cocodrilos está más afectada. Esto se debe a que en Majahuas existe la pesca artesanal con trasmallo, además de cazadores furtivos nocturnos que sacrifican a los cocodrilos por sus pieles.

Un aspecto importante para comparar las poblaciones de Haití con las de Jalisco son las siguientes: en Haití existe una alta densidad humana donde el cocodrilo fue extirpado mientras que en Jalisco las poblaciones cercanas a los esteros no son tan numerosas. Por consecuencia, las modificaciones del hábitat son mayores en Haití que en Jalisco. Por otro lado, el caso del estero Majahuas, la falta de asentamientos humanos cercanos al estero favorece la cacería ilegal durante la noche y la pesca con trasmallo causa la muerte de un gran número de crías y juveniles.

Como menciona Thorbjarnarson (1989), la forma de utilización del hábitat de los diferentes estadios de *C. acutus*, tiene una estrecha relación con la profundidad del agua y la cobertura vegetal. En el estero Boca Negra, la mayoría de los cocodrilos adultos avistados se encontraron en la laguna principal, que es la zona con mayor profundidad (>1.5 m); esta es una área amplia del estero donde los cocodrilos de mayor tamaño encuentran mejor su alimento. Los juveniles se encontraron principalmente en la vena de la alcantarilla, que es un canal cubierto por mangle, y que les ofrece mayor protección. Por otro lado, muchas crías se encontraron en la vena del aeropuerto, que es la principal área de anidación. Esta zona está protegida por una maya ciclón que delimita la propiedad del aeropuerto y evita el paso de la

gente a este lugar. Los subadultos se encuentran repartidos en todo el estero, aunque la mayoría en la laguna principal y en la vena de la playa. Casi la mitad de los organismos no identificados fueron observados en la vena playa, esta vena se caracteriza por presentar mucha vegetación, así como troncos muertos de mangle que dificultan la visibilidad y ofrecen protección.

En el estero Majahuas, cerca de la mitad de los organismos avistados no fueron identificados. Esto se debe a que es un lugar con un alto índice de cacería furtiva y pesca artesanal, lo que provoca que los organismos sean muy evasivos y se sumerjan en el agua en cuanto detectan la luz de la lámpara y la presencia humana durante los muestreos nocturnos. Por otro lado, la mayoría de las crías se encontraron en la vena norte, en el área donde también se descubrieron los nidos, mientras que un gran número de juveniles se encontraron en la vena sur, que es un área que se caracteriza por la abundante presencia de majahua y mangle blanco. Por otro lado, los subadultos se encontraron mayormente en la laguna principal, y a pesar de que no se detectó ningún adulto durante los conteos nocturnos, se conoce la presencia de esta clase de talla por el registro de nidos en el área y por avistamientos diurnos de dos ejemplares de 3.5 m aproximadamente y uno más pequeño que un pescador acostumbra alimentar. Esta distribución de las diferentes clases de talla de la población de cocodrilo en los distintos microhabitats del estero Majahuas se relaciona con la protección, alimentación y refugio necesarios para el desarrollo de estos organismos. Las venas del estero, por ejemplo, representan un hábitat importante para crías y juveniles porque ofrecen protección a los organismos más pequeños y vulnerables a depredadores, mientras que los subadultos prefieren la laguna principal del estero porque tiene suficiente profundidad y vegetación en las orillas para protegerse.

En La Manzanilla el uso del hábitat se relaciona directamente con la profundidad del estero, la vegetación y la disponibilidad de playas y sitios de anidación. La mayoría de las crías se encontraron en el canal principal 1, junto

a una playa donde se encuentra la mejor área de anidación; los juveniles prefirieron el canal principal 2, aunque un gran número de individuos se observaron en la laguna 1, de agua somera con profundidad cercana a 1 m. Esta laguna tiene mucha vegetación acuática (*Typha* sp.) por lo que resulta fácil para los cocodrilos pequeños (crías y juveniles) ocultarse. Por último, gran parte de los subadultos (la mayoría con alrededor de 1.5 m de largo) se localizaron en la laguna 2, donde el agua también es somera y la vegetación predominante de mangle rojo les ofrece protección entre sus raíces.

Un porcentaje considerable de cocodrilos se encuentra en el canal principal 1. Esta zona presenta abundante mangle blanco, refugio para los organismos más pequeños. Además, los cocodrilos se concentran en esta zona porque los lugareños acostumbran darles alimento. En el canal principal 2 se registraron pocos avistamientos, quizás debido a que el mangle blanco es muy exuberante en esta zona, la cual incluye canales muy angostos, que dificultaron la visibilidad de los cocodrilos durante los conteos.

Con relación a los organismos que no se pudieron determinar a que clase correspondían, se encontró que el mayor porcentaje (17.8%) se localizó en el canal principal 1, esto se debió a la cantidad tan grande de adultos presente en esta zona, que para evitar contar el mismo organismo varias veces se transitó rápido al pasar por esta zona, y por lo tanto no se determinó la clase de talla de la mayoría de los organismos que se encontraban entre el mangle.

No se encontró ninguna relación en el uso de hábitat por estaciones del año, esto se puede deber a que son cuerpos de agua muy pequeños.

Las áreas de anidación en los tres esteros se caracterizaron porque se encuentran en áreas con arena, a excepción de las zonas reportadas en La Manzanilla, particularmente en la laguna 3, donde se encuentran en unas lomas de tierra arcillosa. En el estero Majahuas no se detectó ninguna cueva, esto se

relaciona a la baja cantidad de adultos reportados. Los tres esteros se encuentran rodeados de áreas agrícolas; sin embargo, Majahuas es el estero que se encuentra menos afectado.

### *Uso de Microhábitat*

Los resultados indican que no existe diferencia en el uso estacional del microhábitat por los cocodrilos en los tres esteros estudiados, los individuos de tallas similares mantienen el mismo microhábitat durante todo el año. Estos esteros son cuerpos de agua relativamente pequeños con espacios restringidos. Los animales dominantes seleccionan los mejores lugares y el resto se ubica en los demás espacios disponibles o migran a otros esteros. De esta manera, la distribución en el estero de los diferentes estadios de desarrollo de los cocodrilos es estable a lo largo del año y los individuos de tallas similares comparten el mismo microhábitat. Thorbjarnarson (1989) menciona que los cocodrilos recién nacidos permanecen por varias semanas, en el área donde la madre los deposita y a veces hasta años, lo cual se pudo observar durante varios muestreos de este estudio, donde se contaban los mismos organismos pequeños en dos o tres muestreos consecutivos. Sin embargo, después de 3 o 4 días las crías se comienzan a dispersar.

En el análisis de clase de talla por uso de microhábitat tomando en cuenta la temporada fue significativa para las crías y juveniles debido a que esta clase de tallas es muy susceptible a morir, además que a esta edad presentan un crecimiento rápido y conforme pasa el tiempo se recluta a la siguiente cohorte. Por otro lado se observó que las crías y juveniles prefieren las áreas con vegetación acuática, donde pueden resguardarse de posibles depredadores. En el estero de Majahuas se observa que las tres clases de tallas registradas se encontraron principalmente en vegetación acuática, esto se debe a que estos animales están amenazados por las actividades

antropogénicas que buscan refugiarse entre la vegetación, por otro lado es el tipo de microhábitat más común de este estero.

Aunque, de la población total en los tres esteros, la mayoría prefiere la vegetación acuática, en el estero La Manzanilla se observó que una proporción considerable de organismos se encontró en el microhábitat de media agua. La población de este estero está conformada principalmente de adultos, los cuales comúnmente se encuentran a media agua ya que ésta clase de talla prefiere aguas más profundas, además que presentan un mayor desplazamiento por el estero que cualquiera de las otras clases de tallas.

En los esteros La Manzanilla y Boca Negra los subadultos prefieren los troncos con aguas someras, donde pueden refugiarse fácilmente, mientras que los adultos se encuentran frecuentemente a media agua. En el estero La Manzanilla una cantidad considerable de adultos se observaron en vegetación acuática, esto se debe a que conforme pasa la lancha durante el conteo nocturno los individuos que se encuentran a media agua se desplazan hacia las orillas para evitar el contacto.

*Crocodylus acutus* selecciona aguas someras y profundas, donde existen playas para asolearse o para anidar, y con vegetación acuática o semiacuática donde refugiarse. Sin embargo, el comportamiento social de esta especie es también importante en la elección del hábitat, como puede ser la territorialidad, cortejo, áreas de alimentación entre otros; así como la presencia humana (Thornjarnarson, 1989). La influencia del hombre se pudo observar claramente en el estero Majahuas, que anteriormente albergaba una población importante de cocodrilos (Ponce-Campos *et al.*, 1996) y actualmente ha disminuido considerablemente. Según comentarios de la gente local, los cocodrilos se han ido a otras áreas de manglar, hacia el sur del mismo sistema, a un lugar llamado Boca Vieja, el cual es un área potencialmente adecuada para el desarrollo de los cocodrilos ya que la presencia humana es escasa debido a la

inaccesibilidad del sitio, así como una zona de refugio conveniente donde la vegetación no ha sido perturbada, además que no existe la pesca en esa zona debido a que está todo completamente cubierto de mangle y se dificulta la navegación.

## CONCLUSIONES

- ❖ Los factores ambientales influyen en la tasa de encuentro de acuerdo a las características particulares de cada cuerpo de agua.
- ❖ La temperatura del aire y el nivel de agua son factores determinantes en la tasa de encuentro en las poblaciones silvestres de *Crocodylus acutus* en los esteros Boca Negra y La Manzanilla, respectivamente.
- ❖ El tamaño poblacional varió según el sitio de estudio con el valor más alto para La Manzanilla y con el más bajo para Majahuas. Esto tiene relación con las actividades humanas.
- ❖ En el estero Boca Negra se encuentra una población joven donde predominan juveniles y crías, y muy pocos adultos.
- ❖ El estero Majahuas alberga una población casi aniquilada por la cacería ilegal y la pesca, en donde el mayor porcentaje de esta población está conformado por juveniles.
- ❖ En el estero La Manzanilla existe una población madura conformada principalmente por adultos.
- ❖ La proporción de sexos en los tres sitios de estudios fue de 1:1.
- ❖ En el estero Boca Negra, la mayoría de los cocodrilos adultos avistados se encontraron en la laguna principal, los juveniles en el canal de la alcantarilla, las crías en la vena del aeropuerto y los subadultos se encuentran repartidos a lo largo del estero, la mayoría en la laguna principal y en la vena de la playa.

- ❖ En el estero Majahuas la mayoría de las crías se encontraron en la vena norte, un gran número de juveniles en la vena sur y más de la mitad de los subadultos en la laguna principal.
- ❖ En La Manzanilla las crías se encontraron en el canal principal, así como los adultos. Los juveniles también prefirieron el canal principal, sin embargo, también se observó un gran número de individuos en la laguna 1, mientras que una gran parte de los subadultos se localizaron en la laguna 2.
- ❖ No existen diferencias significativas en uso de microhábitat por temporadas de muestreo.
- ❖ Las crías y juveniles presentaron diferencia significativa en el uso del microhábitat por temporada.
- ❖ Las crías prefieren la vegetación acuática, los juveniles la vegetación acuática, los troncos y las cuevas en el mangle, y ocasionalmente a media agua. Los subadultos prefieren la vegetación acuática, media agua y algunas veces los troncos; mientras que los adultos normalmente se encuentran a media agua.

### *Recomendaciones*

El estado de Jalisco presenta un complejo sistema de ríos, estuarios y lagunas costeras en donde habita *Crocodylus acutus*. Estos cuerpos de agua proveen un hábitat variable pero adecuado para pequeñas poblaciones. Según las observaciones y los resultados obtenidos de otras investigaciones, las poblaciones a lo largo de la costa de Jalisco han disminuido debido al impacto humano. Sin embargo, en los sitios de estudio, estas poblaciones alcanzaron

estructuras poblacionales estables que reflejan el impacto humano, como es el caso de Majahuas en donde prácticamente desaparecieron los adultos debido a la pesca artesanal y la cacería ilegal; mientras que en La Manzanilla encontramos una población compuesta básicamente de adultos gracias a que la comunidad local ha cuidado el estero y los cocodrilos por varios años. No obstante, existen pocos sitios en donde *C. acutus* se ha mantenido y ha prosperado, como es el caso de La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, que posee una de las poblaciones más importantes de la República Mexicana. Estos esteros nos sirven como modelos para la conservación y manejo de la especie, pese al tamaño tan pequeño del hábitat en comparación con otros esteros. A pesar de la marcada disminución en los conteos que se han llevado a cabo desde hace más de 10 años, Majahuas posee dimensiones y características de hábitat propicias para la conservación de la especie en la costa de Jalisco.

De acuerdo a los resultados de un estudio de genética (Ponce y Dubach, en preparación), en la costa del estado de Jalisco existe una meta-población de *C. acutus* y podemos aplicar la teoría de fuente y sumidero (source and sink), donde algunas de las poblaciones actúan como fuente, y tienen una tasa de crecimiento positiva que proporcionan ejemplares que migran a otros cuerpos de agua o sumideros, donde la tasa de crecimiento es negativa. Las poblaciones de la costa de Jalisco son muy pequeñas para mantenerse aisladas, por lo tanto es importante proteger algunas de estas pequeñas poblaciones para garantizar el intercambio genético ya que estos cuerpos de agua funcionan como escalones que favorecen la conservación de esta meta-población. Así, a pesar de que en algunos sitios *C. acutus* sea diezmado, otros esteros aportan cocodrilos que migran a cuerpos de agua donde existen pocos o ningún individuo y ayudan a mantener las poblaciones.

Por último, las poblaciones en Boca Negra y La Manzanilla se encuentran en buen estado; sin embargo, hace falta un estudio más profundo

sobre la ecología de anidación para determinar si se puede llevar a cabo una extracción de animales para su aprovechamiento. Con esto, es importante desarrollar un plan de manejo adecuado para cada uno de los esteros, que nos ayude a conservar el cocodrilo y su hábitat. Por el momento se recomienda la utilización del recurso por medio de paseos ecoturísticos bien planeados, aprovechando la riqueza natural que los esteros proporcionan, respetando las áreas de anidación, ya que se trata de las zonas más importantes para la preservación de la especie.

Finalmente, debido a que el estero La Manzanilla se encuentra junto a un asentamiento humano, es necesario comenzar un programa de educación ambiental en donde se informe tanto a los habitantes como a los turistas sobre la importancia de los cocodrilos, así como su posible amenaza y de que manera podemos evitar accidentes o interacciones negativas.

## LITERATURA CITADA

- Abadía, G. 1996. Population Dynamics and Conservation Strategies for *Crocodylus acutus* in Bahía Portete, Colombia. In: Proceedings 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland, pp. 176-183.
- Alvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México. Estudio Comparativo. Eds. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, 70 pp.
- Arteaga, A. y C. Sánchez. 1996. Conservación y Manejo de *Crocodylus acutus* en la Cuenca Baja del Río Yaracuy, Venezuela. In: Proceedings 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland, pp 153-161.
- Bayliss, P. 1987. Survey Methods and Monitoring within Crocodile Management Programmes. 157-175. In: Wildlife management: crocodiles and alligators. Webb, G. J.W., C. Manolis and P. J. Whitehead editors. Surrey Beatty and Sons Pty. Ltd., Sydney. 252 pp.
- Bellairs, A d'A. 1987. The Crocodilia. 5-7. In: Wildlife management: crocodiles and alligators. Webb, G. J.W., C. Manolis and P. J. Whitehead editors. Surrey Beatty and Sons Pty. Ltd., Sydney. 252 pp.
- Casas-Andreu, G. 1990. *Crocodylus acutus* on the Coast of Jalisco. Crocodile Specialist Group. Newsletter. IUCN. World Union, Species Survival Commission. 9 (4):19-20.
- Casas-Andreu, G. 1995. Los Cocodrilos de México como Recurso Natural. Presente, Pasado y futuro. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 46: 153-162.
- Casas-Andreu, G. y M. Guzmán-Arroyo. 1970. Estado Actual de las Investigaciones Sobre Cocodrilos Mexicanos. Serie Divulgación. Boletín 3. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras. México, 52 pp.
- Casas-Andreu, G., T. Reyna-Trujillo. y F. Méndez de la C. 1990. Estado actual de *Crocodylus acutus* en la costa del Pacífico de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 41: 57-62.
- Casas-Andreu, G., T. Reyna-Trujillo. 1994. Climate and Distribution of *Crocodylus acutus* in the Mexican Pacific Coast. Biogeographica 70(2): 69-75.

- Castillo, F.A., 1997. Observations on Two American Crocodile Populations in Colima State, Mexico, with Possible Management Implications. M.Sc. Thesis. Auburn University. USA. 55 pp.
- Chabreck, R.H. 1966. Methods of Determining the Size and Composition of Alligator Population in Louisiana. In: Proceedings 20th Annual Conference Southeastern Association Game and Fisheries Commission, pp 105-112.
- Cházaro-Basañes, M., E. Lomelí M., R. Acevedo M. y S. Ellebracke R. 1995. Antología Botánica del Estado de Jalisco. Editorial Universidad de Guadalajara. México. 142 pp.
- Cedeño-Vázquez, J.R. 1995. Distribución y situación actual de *Crocodylus acutus* Cuvier (1807) (Reptilia, Crocodylidae), en la costa de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. 58 pp.
- Cedeño-Vázquez, J.R. 2002. Estado de Conservación de *Crocodylus acutus* y *Crocodylus moreletii* en el Río Hondo, Bahía de Chetumal, y Áreas Anexas, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. El Colegio de La Frontera Sur. Quintana Roo, México.
- CITES. 1992. Appendices I, II and III to the convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. September. 30 pp.
- Contreras, F. 1988. Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Ecodesarrollo. Secretaria de Pesca. México, 263 pp.
- Couthinho, M. y Z. Campos. 1996. Effect of habitat and seasonality on the densities of caiman in southern Pantanal, Brazil. Journal of Tropical Ecology. 12:741-747
- De Luna-Cuevas, L.O. 1995. Fluctuación de la densidad de una población de *Crocodylus acutus* en Cuitzmala, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados. Gobierno Federal. México. 2-260.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestre, tres categorías de riesgo y especificaciones

para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de Especies en riesgo. 11-85.

Endangered and Threatened Wildlife and Plants (ETWP). 1993. 50 CFR 17.11 and 17.12. August 23.

Gaby, R.; M. P. McMahon; F.J. Mazzotti; W.N. Gillies y J.R. Wilcox. 1985. Ecology of a Population of *Crocodylus acutus* at a Power Plant Site in Florida. *Journal of Herpetology*. 19(2):189-198.

García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. Instituto de Biología U.N.A.M. México. 184 pp.

Groombridge, B. 1987. The Distribution and Status of World Crocodylians. 9-21. In: *Wildlife management: crocodiles and alligators*. Webb, G. J.W., C. Manolis and P. J. Whitehead editors. Surrey Beatty and Sons Pty. Ltd., Sydney. 252 pp.

Hanski, I. 1999. *Metapopulation Ecology*. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press. Gran Bretaña. 313 pp.

Huerta-Ortega, S.M. y P. Ponce-Campos. 1997. Status, Problemática y Conservación de *Crocodylus acutus* en Jalisco, México. En: *Memorias de la 4ta. Reunión Regional del Grupo de Especialistas de Cocodrilos en América Latina y el Caribe*. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S.C. Villahermosa Tabasco. 89 pp.

Hutton J. M. y M. E. J. Woolhouse. 1989. Mark-Recapture to Assess Factors Affecting the Proportion of a Nile Crocodile Population Seen During Spotlight Counts at Ngezi, Zimbabwe, and the Use of Spotlight Counts to Monitor Crocodile Abundance. *Journal of Applied Ecology*. 26:381-395.

Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (INE-SEMARNAP) 2000. Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM). México D.F. 107 pp.

King, W. F.; H.W. Campbell y P.E. Moler. 1982. Review of the Status of the American Crocodile. In: *Proceedings 5th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*, IUCN. Gland, Switzerland, pp 84-98.

King, W.F., M. Espinal y C. A. Cerrato. 1990. Distribution and Status of the Crocodylians of Honduras. 313-354. In: *Crocodyles*. Proceedings of

the 10<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland. Volume 1.

- King, W. F., J. Hutton, C. Manolis, J. Miller, D. Jelden, K. McNamara, M. Rodríguez, J.P. Ross, K. Saalfeld, A. Velasco, G. J. W. Webb and A. Woodward. 1994. Guidelines on monitoring crocodylian populations. In: Proceedings 2nd. Regional Meeting (Eastern Asia, Oceania and Australasia) of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland, pp 1-3.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Ed. Harla. México, D.F. 753 pp.
- Kushlan, J.A. 1982. The Status of Crocodylians in South Florida. In: D. Dietz & F.W. King (eds.), *Crocodyles*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland Switzerland. 99-107 pp.
- Kushlan, J.A. y F.J. Mazzotti. 1986. Population Biology and Status of the American Crocodile in South Florida. In: Proceedings 7th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland, pp 184-206.
- Kushlan, J.A. y F.J. Mazzotti. 1989a. Historic and Present Distribution of the American Crocodile in Florida. *Journal of Herpetology* 23:1-7.
- Kushlan, J. A. y F.J. Mazzotti. 1989b. Population Biology of the American Crocodile. *Journal of Herpetology* 23(1):7-21.
- Lance, V.A.; R.M. Elsey y J.W. Lang. 2000. Sex Ratios of American alligators (*Crocodylidae*): male or female biased? *Journal of Zoology*. 252:71-78
- Lazcano-Barrero, M.A. 1989. Report on the Status and Conservation of the American Crocodile Population in Cuixmala, Jalisco, Mexico.
- Lutz, P.L.; T.B. Bentley; K.E. Harrison y D.S. Marszalek. 1980. Oxygen and Water Vapour Conductance in the Shell and Shell Membrane of the American Crocodile Egg. *Comp. Biochem. Physiol.* 66A: 335-338.
- Mazzotti, F.J. 1983. The Ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Ph.D. Dissertation, Penn. State University. 161 pp.
- Mazzotti, F.J., B. Bohnsack; M.P. McMahon y J. R. Wilcox. 1986. Field and Laboratory Observations on the Effects of High Temperature and Salinity on Hatchling *Crocodylus acutus*. *Herpetologica* 42(2): 191-196.

- Mazzotti, F.J., J.A. Kushlan y A. Dumbar-Cooper. 1988. Diseccation and Cryptic Nest Flooding as Probable Causes of Egg Mortality in the American Crocodile, *Crocodylus acutus*, in Everglades National Park, Florida. *Florida Scientist* 51(2):65-72.
- Mazzotti, F.J. y W.A. Dunson. 1989. Osmoregulation in Crocodylians. *American Zoologist*. 29: 903-920.
- Medem, F. 1981. Los cocodrylia de Sur America. Ed. Carrera 7ª. Bogotá.
- Meerman, J.C. 1992. The Status of Crocodiles in the Eastern Corozal District. *The Belize Natural Historu Society* 1(1):1-4.
- Mendez-de la Cruz y G. Casas-Andreu. 1992. *Status* y Distribución de *Crocodylus acutus* en la Costa de Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 63 (1): 125-133.
- Messel, H.; G.C., Vorlicek; A.G., Wells y W.J. , Green. 1981. Surveys of Tidal River Systems in the Northern Territory of Australia and their Crocodile Populations. Monograph No. 1, Pergamon Press, Sydney.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los Tipos de Vegetación de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Num. 28 Sept.
- Ogden, J.C. 1978. Status and Nesting Biology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*, (Reptilia, Crocodylidae) in Florida. *Journal of Herpetology* 12(2): 183-196.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhan. 1968. Árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 413 pp.
- Pérez-Higareda G. y A. Rangel-Rangel. 1991 a. Métodos prácticos para captura en vivo de cocodrilos. Resumen 1er curso Taller sobre la Biología, Manejo y Cultivo de Cocodrilos en México, Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz y la granja de cocodrilos de Buenavista, "El Centro" de Tabasco.
- Pérez-Higareda G. y A. Rangel-Rangel. 1991 b. Técnica de manejo e inmovilización de cocodrilos. Resumen I curso Taller sobre la Biología, Manejo y Cultivo de Cocodrilos en México, Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz y la granja de cocodrilos de Buenavista, "El Centro" de Tabasco.
- Platt, S. G. y J. Thorbjarnarson. 1996. Preliminary Assessment of the Status of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Coastal Zone of

- Belize. In: Proceedings 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland, pp 184-206.
- Ponce-Campos, P.; S.M. Huerta-Ortega. y C. Magallón-Morineau. 1996. Contribution to the *status* of "caiman" or "river crocodile" (*Crocodylus acutus*) in the Jalisco coast, Mexico. Crocodile Specialist Group. Newsletter. IUCN/SSC. April- June (15):2, 20-21 pp.
- Ponce-Campos, P y S.M. Huerta-Ortega. 1997. Plan de Conservación del Caimán (*Crocodylus acutus*) en Jalisco, México.
- Rebêlo, G. H. ; G.A. Nogueira-Borfes; C. Yamashita y A. García de Erruda-filho. 1997. Growth, sex ratio, population structure and hunting mortality of *Caiman yacare* in the Pantanal, Brazil. *Vida Silvestre Neotropical* 6(1-2):29-36
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Ed. Limusa. Mex. 432 pp.
- Rodríguez-Soberón, R. 2000. Situación actual de *Crocodylus acutus* en Cuba. *In* Crocodiles. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland. 17-41 pp.
- Ross, J P. (ed.) 1998. Crocodiles. Status survey and conservation action plan. 2nd Edition. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. viii + 96 pp.
- Ruíz-Corral, J.A., I.J. González A., J. Anguiano C., I. Vizcaíno V., D. Ibarra C., J. Alcalá G., S. Espinoza V. y H. E. Flores L. 2003. Estadísticas Climatológicas básicas para el Estado de Jalisco. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Centro de Jalisco. Libro Técnico No. 1 Jalisco, México.
- Sasa, M. y G. Cháves. 1992. Tamaño, Estructura y Distribución de una Población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 40(1): 131-134.
- Schmidt , K.P. 1924. Notes on Central America Crocodiles. Field Museum of Natural History Publications. Zoology Series. 12:79-92.
- SEADVS, 1995b. Mejoramiento de la situación Ambiental en la Propuesta Reserva de Biosfera Enriquillo (Tomo-2). Secretaría de Estado de Agricultura. Departamento de Vida Silvestre. Santo Domingo, República Dominicana.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y Gobierno del Estado de Jalisco. 1997. Costa de Jalisco.

Ordenamiento Ecológico del Territorio. Instituto Nacional de Ecología

- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1996. Programa Nacional para la Conservación de los Cocodrilos México. Instituto Nacional de Ecología. 24 pp.
- Secretaria de Programación y Presupuesto (SPP) 1981. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis Geográfica de Jalisco. Mex. D.F. 306 pp.
- Shubert, A.; W. James; H. Méndez y G. Santana. 1996. Head-starting and Translocation of Juvenile *Crocodylus acutus* in Lago Enriquillo, Dominican Republic. In: Proceedings 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland, pp 166-175.
- Stoneburner, D.L. y J.A. Kushlan. 1984. Heavy Metal Burdens in American Crocodile Egg from Florida Bay, Florida USA. Journal of Herpetology 18(2): 192-193.
- Thorbjarnarson, J.B. 1988. The Status and Ecology of the American Crocodile in Haiti. Bulletin of Florida State Museum 33(1): 1-86.
- Thorbjarnarson, J.B. 1989. Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. Crocodiles. Their ecology, management, and conservation. IUCN Publications New series. 229-259.
- Thorbjarnarson, J.B., H. Messel, F.W. King y J.P. Ross. 1992. Crocodiles an action plan for their conservation. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. Published by IUCN, Gland, Switzerland. 136 pp.
- Thorbjarnarson, J.B., S.G. Platt y U.S. Tun Khaing. 2000. A Population Survey of the Estuarine Crocodile in the Ayeyarwady Delta, Myanmar. Oryx 34(4):317-324.
- Valtierra-Azotla, M. y A. García. 1997. La reserva de la biosfera chamela-cuixmala y la conservación de una población de *Crocodylus acutus* en la costa de Jalisco, México. Memorias de la 4ta. Reunión Regional del Grupo de Especialistas de Cocodrilos de América Latina y el Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S.C. Villahermosa, Tabasco. 220.
- Valtierra-Azotla, M. 2000. Ecology and conservation of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Jalisco, México. In: Crocodiles. Proceedings 15<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland.

- Webb, G.J. y A.M.A. Smith. 1987. Life history parameters, population dynamics and the management of crocodilians. 199-210. In: *Wildlife management: crocodiles and alligators*. Webb, G. J.W., C. Manolis and P. J. Whitehead editors. Surrey Beatty and Sons Pty. Ltd., Sydney. 252 pp.
- Wilkinson, P.M. 1994. A Walk-Through Snare Design for the Live Capture of Alligators. In: *Proceedings 12th Working Meeting of Crocodile Specialist Group, IUCN*. Gland, Switzerland, 2: 74-76.
- Wood, J.M., A.R. Woodward, S.R. Humphrey y T. C. Hines. 1985. Night Counts as an Index of American Alligator Population Trends. *Wildlife Society Bulletin* 13:262-273.
- Woodward, A.R. y W. R. Marion. 1978. An Evaluation of Factors Affecting Night-light Counts of Alligators. In: *Proceedings of Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*. 32:291-302.
- Woodward, A. R. y C.T. Moore. 1993. Use of Night Count Data for Estimation of Crocodilian Population Trends. In: *Proceedings 2nd Regional Meeting Conference of the Crocodile Specialist Group, Species Survival Commission, IUCN*. Darwin NT, Australia. 12-19.