

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**Distribución, abundancia y composición por tallas de las poblaciones de
Crocodilianos presentes en el Sitio Ramsar, Laguna El Jocotal,
Departamento de San Miguel. El Salvador**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
CARMEN CECILIA MARTÍNEZ TURCIOS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2005.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Distribución, abundancia y composición por tallas de las poblaciones de
Crocodilianos presentes en el Sitio Ramsar, Laguna El Jocotal,
Departamento de San Miguel. El Salvador**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
CARMEN CECILIA MARTÍNEZ TURCIOS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**ASESORES:
M.Sc. ANA MARTHA ZETINO
LIC. JUAN PABLO DOMÍNGUEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2005.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Distribución, abundancia y composición por tallas de las poblaciones de
Crocodilianos presentes en el Sitio Ramsar, Laguna El Jocotal,
Departamento de San Miguel. El Salvador**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
CARMEN CECILIA MARTÍNEZ TURCIOS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

ASESORA: _____
M.Sc. ANA MARTHA ZETINO

ASESOR: _____
LIC. JUAN PABLO DOMÍNGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2005.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

Dra. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL

Licda. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FISCAL

Lic. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

DECANO DE LA FACULTAD

M.Sc. HÉCTOR ELÍAS DÍAZ

DIRECTORA DE LA ESCUELA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2005.

TRIBUNAL EXAMINADOR

ASESORA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERON

ASESOR

LIC. JUAN PABLO DOMÍNGUEZ MIRANDA

JURADO

M.Sc. OSCAR WILFREDO PAZ QUEVEDO

JURADO

LIC. CARLOS AUGUSTO SALAZAR

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2005.

DEDICATORIA

A mis mejores amigos :

Mis padres

Blanca Rosa Turcios de Martínez y José Atilio Martínez Cáceres

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la **Universidad de El Salvador (UES)** y a la **Fundación Zoológica de El Salvador (FUNZEL)**, quienes financiaron gran parte del trabajo de investigación.

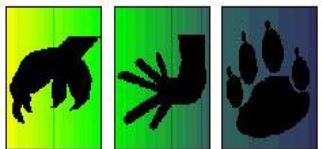


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR (UES)

Deseo agradecer a las siguientes personas que forman parte del personal administrativo de la UES, quienes en diferentes etapas colaboraron en el proceso de aprobación de los fondos que se otorgaron para el trabajo de investigación:

Lic. Jaime Mineros, Administrador Financiero de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

Ing. Francisco Marroquín, Vice-Rector Académico de la Universidad de El Salvador.



FUNZEL

Fundación Zoológica de El Salvador

FUNDACIÓN ZOOLOGICA DE EL SALVADOR

(FUNZEL)

Agradezco infinitamente al Dr. Carlos Roberto Hasbún y al Dr. Luis Ramos por todo su apoyo, sus consejos y su sincera amistad.

A mis padres: Blanca Rosa y José Atilio y a mi hermano José Atilio por su amor y apoyo incondicional, por creer en mi capacidad y esfuerzo en la realización del presente estudio.

Al equipo asesor: M.Sc. Ana Martha Zetino y Lic. Juan Pablo Domínguez, por su ayuda, entrega y esfuerzo a lo largo de la investigación.

Al jurado evaluador: M.Sc. Oscar Wilfredo Paz Quevedo y Lic. Carlos Augusto Salazar.

A la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, por ser el pilar fundamental de mi formación académica.

Al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), a través de la Dirección de Patrimonio Natural por otorgarme el permiso para la realización de la investigación.

Al cuerpo técnico que labora en la Dirección de Patrimonio Natural del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, especialmente a la Licda. Celina Dueñas, M.Sc. Ricardo Enrique Ibarra y Lic. Walter Rojas por todas sus muestras de apoyo, por sus consejos y por su sincera e incondicional amistad.

Al Parque Zoológico Nacional, especialmente al Sr. Jorge Porras por brindarme su colaboración en los ensayos nocturnos, por brindarme su ayuda en la toma de algunas fotografías, por su sincera amistad y apoyo en todo momento.

A los guardarecursos de la Laguna El Jocotal: Juan Hernández y familia, Sedín López y al Jefe de guardarecursos: Sr. Pedro Ticas. Además a Amílcar López y familia, Israel López, Leonidas López, Rudi López, Miguel López y Alfredo Salgado, quienes en diferentes momentos colaboraron en la conducción de la lancha.

A María López y familia, por brindarme su casa el tiempo que duró la investigación, por toda la amistad, cariño y apoyo brindado.

Al M.Sc. Néstor Omar Herrera, por todo su apoyo, por su valiosa amistad y por las sugerencias realizadas a la investigación.

M.Sc. Francisco Chicas Bártres por sus valiosos aportes en el proceso de enseñanza universitaria, por toda su amistad y apoyo incondicional durante la realización del trabajo.

Al Lic. Jorge Sayes, por la paciencia en la elaboración de los mapas presentados en esta investigación, por todos los conocimientos compartidos, por el respeto, cariño y valiosa amistad que nos une y por apoyarme incondicionalmente en todas y cada una de las etapas más difíciles de la carrera.

Al Ing. Willfredo Fuentes del Sistema de Información Ambiental (SIA), Ian Varley y Luis Girón Galván por su colaboración en la elaboración de mapas y por la amistad brindada.

Al Ing. Alejandro Gallardo, por su ayuda incondicional en el manejo de datos.

Al Dr. Luis Sigler, Dr. Gustavo Casas Andreu, Lic. Francisco Castañeda, Lic. Helios Hernández y Armando Escobedo, por confiar en mí y por toda su ayuda en el tema de los Crocodilianos.

A las Lic. María José Menéndez Zometa, Jenny Elizabeth Menjívar y a la Lic. Ángela Gudelia Portillo, por sus muestras de apoyo, cariño y por todos los momentos inolvidables que pasamos juntas.

A Nairee Acosta y Joselyn Paredes, por el apoyo y comprensión y por la gran amistad que nos ha unido desde hace mucho.

A Marco Tulio Navarrete Calero, por su apoyo, cariño y comprensión, pero sobre todo por su incondicional amistad.

A mi gran amigo Jeremías Yanes, por la sincera y gran amistad que nos une y por su apoyo en todo momento.

GRACIAS A TODOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	4
2.1. Aspectos Generales de <i>Crocodylus acutus</i> (“Cocodrilo Americano”).....	5
2.2. Aspectos Generales de <i>Caiman crocodilus</i> (“Caiman de Anteojos”).....	10
2.3. Importancia de los Crocodilianos.....	13
2.4. Aspectos de Conservación de los Crocodilianos.....	14
3. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	17
3.2. Metodología de campo.....	18
3.3. Análisis estadístico.....	25
4. RESULTADOS.....	28
4.1. Avistamientos y distribución.....	28
4.2. Abundancia de poblaciones.....	38
4.3. Composición por tallas.....	41
5. DISCUSIÓN.....	45
6. CONCLUSIONES.....	53
7. RECOMENDACIONES.....	56
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Nombre, longitud total y número de sitios de muestreo ubicados sobre los 13 transectos en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	19
Cuadro 2. Ecuación de regresión utilizada para determinar la longitud total de los <i>C. acutus</i> , relacionando la distancia entre la punta del hocico y los ojos de los individuos.....	23
Cuadro 3. Ecuación de regresión utilizada para determinar la longitud total de los <i>C. crocodilus</i> , estimando la longitud total de la cabeza.....	23
Cuadro 4. Clasificación de <i>C. acutus</i> de acuerdo a sus tallas (longitud total), según King <i>et al.</i> (1990; citado por Sánchez <i>et al.</i> 1996)	24
Cuadro 5. Clasificación de <i>C. crocodilus</i> de acuerdo a sus tallas (longitud total), según Junier (2000).....	24
Cuadro 6. Número total de individuos avistados por transecto en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	28
Cuadro 7. Número de muestreos y avistamientos de crocodilianos por fase lunar en la Laguna El Jocotal, enero – abril 2003.....	30
Cuadro 8. Avistamientos según las horas de muestreo. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	31
Cuadro 9. Individuos avistados por tipo de sustrato. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	33
Cuadro 10. Matriz de Correlación de Pearson para las variables bio-físicas y la perturbación antropogénica. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	35

Cuadro 11. Análisis de Componentes Principales para las variables registradas en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	36
Cuadro 12. Avistamientos de <i>C. acutus</i> en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	39
Cuadro 13. Avistamientos de <i>C. crocodilus</i> en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	40
Cuadro 14. Avistamientos combinados para ambas especies en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	41
Cuadro 15. Distancia estimada entre la punta del hocico y los ojos para 8 individuos de <i>C. acutus</i> observados en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	42
Cuadro 16. Número de individuos de <i>C. acutus</i> según clases de edad. Laguna EL Jocotal, enero – abril del 2003	42
Cuadro 17. Estimaciones de la longitud total de la cabeza para 2 individuos de <i>C. crocodilus</i> en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Promedio total de avistamientos de crocodilianos por fase lunar. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	30
Gráfico 2. Promedio de avistamientos de crocodilianos según la hora de muestreo. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	32
Gráfico 3. Promedio de avistamientos de crocodilianos según sustrato. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	33
Gráfico 4. Diagrama de relación de los valores “Eigen” con respecto a los 6 Componentes Principales analizados.....	37
Gráfico 5. Dispersión de los valores calculados según los Componentes Principales 1 (CP1) y 2 (CP2).....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características morfológicas de <i>C. crocodilus</i>	4
Figura 2. Características morfológicas de <i>C. acutus</i>	5
Figura 3. Distribución geográfica de <i>C. acutus</i>	6
Figura 4. Distribución geográfica de <i>C. crocodilus</i>	11
Figura 5. Ubicación geográfica de la Laguna El Jocotal, Departamento de San Miguel, El Salvador.....	18
Figura 6. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo. Laguna El Jocotal, enero-abril del 2003.....	20
Figura 7. Sitios de avistamientos de crocodilianos en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	29
Figura 8. Sitios de avistamientos de <i>Crocodylus acutus</i> , según clases de edad. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	43
Figura 9. Sitios de avistamientos de <i>Caiman crocodilus</i> , según clases de edad. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.....	44

RESUMEN

Se evaluó la distribución, abundancia y composición por tallas de las poblaciones de crocodilianos presentes en el Área Natural Protegida Laguna El Jocotal, único sitio Ramsar reconocido a la fecha en El Salvador. El estudio se realizó durante la época seca del año 2003, desde el mes de enero hasta el mes de abril.

El área de estudio se dividió en 13 transectos de longitud variable, sobre los cuales se definieron y georeferenciaron sitios de muestreo cada 50 m. Se utilizó el método de conteo nocturno de individuos por encandilamiento, en un total de 31 muestreos realizados desde las 8:00 p.m. hasta las 4:00 a.m.

Para conocer las posibles variables que podrían influenciar la distribución de los crocodilianos, se anotaron en cada sitio de muestreo las siguientes características biofísicas: profundidad, tipo de sustrato, temperatura del agua, ancho de vegetación flotante, ancho de vegetación sumergida y altura de frente de vegetación fija. Otras variables consideradas fueron la perturbación antropogénica (presencia de humanos) en cada sitio de muestreo, la fase lunar y la hora en la que se observaron los individuos.

La abundancia de los crocodilianos en el cuerpo de agua fue expresada de tres diferentes formas: frecuencia de avistamientos, densidad y mínimo poblacional.

La determinación de las tallas de los crocodilianos se basó en la relación existente entre la longitud total de los individuos y algunas medidas corporales. Para el caso de *Crocodylus acutus* se estimó la distancia entre la punta del hocico y los ojos, mientras que para *Caiman crocodilus* se estimó la longitud total de la cabeza.

Las pruebas de chi-cuadrado reflejaron para la variable fase lunar diferencias altamente significativas entre las frecuencias observadas y las esperadas, no así, para las

variables hora y tipo de sustrato, así como tampoco se observó asociación alguna entre los promedios de las variables bio-físicas más la variable perturbación antropogénica y los promedios de avistamientos de crocodilianos en los sitios de muestreo, utilizando regresión polinomial y correlación.

Según el análisis de Componentes Principales Integrados se logró explicar hasta un 28.4% de la variación observada entre los sitios de muestreo correspondiente al Componente Principal 1- CP1, mayormente debido a los cambios en vegetación fija (0.555), temperatura (0.546) y profundidad (0.437).

Los análisis de regresión utilizando los valores del CP1 como variable de predicción y los avistamientos de *C. acutus*, *C. crocodilus* y Combinados como variable dependiente, no reflejaron ninguna asociación significativa entre éstos. Las pruebas t-Student y f-fisher aplicada a dichos análisis demuestran que tal relación no es significativa para *C. acutus* y *C. crocodilus*, sin embargo, para Combinados reflejan significancia en tal asociación.

En total fueron 26 los individuos observados, 8 correspondientes a *C. acutus*, 2 a *C. crocodilus* y 16 “Sólo Ojos”. La frecuencia promedio de crocodilianos para este humedal fue de 0.8387 ± 0.0268 ind. / visita, y una densidad promedio 0.0001 ± 0.0070 ind. / m lineal recorrido. La frecuencia promedio estimada para *C. acutus* fue de 0.2581 ± 0.0263 ind. / visita, y su densidad promedio fue de 0.00004 ind. / m lineal recorrido. El mínimo poblacional se estimó en 3 individuos para esta especie, para una densidad de 0.0005 ind. / m lineal recorrido. Para *C. crocodilus*, la frecuencia promedio fue de 0.0645 ind. / visita, y una densidad promedio de 0.00001 ind. / m lineal recorrido. El mínimo poblacional se estimó en 1 individuo para esta especie, con una densidad de 0.0001 ind. / m lineal recorrido.

Las categorías según tallas observadas para *C. acutus* fueron: 1 Juvenil (clase IV) y 7 adultos (clases V y VI). Mientras que para *C. crocodilus*, se observaron: 2 adultos (clases IV y V), y no se observaron neonatos.

INTRODUCCIÓN

La Laguna El Jocotal declarada oficialmente Área Natural Protegida por el estado Salvadoreño, es una de las más importantes de El Salvador desde el punto de vista ecológico, social y legal. Es además, el único sitio Ramsar reconocido a la fecha en El Salvador y se destaca como el cuerpo de agua natural de mayor importancia en la ruta de aves migratorias, es refugio de unas 250 especies de aves así como también de otro tipo de animales y la mayor diversidad de vegetación acuática del país (SEMA¹ 1994).

Las condiciones de humedad y la alta temperatura de la Laguna El Jocotal, favorecen la ocurrencia de anfibios y reptiles respectivamente, siendo los crocodilianos uno de los grupos de reptiles de mayor importancia en el área.

En El Salvador, a la fecha, se encuentran reportadas 2 especies del Orden Crocodylia: *Crocodylus acutus* (Crocodylidae) y *Caiman crocodilus* (Alligatoridae); (Köhler *et al. en prensa*), cuya presencia se confirmó en la Laguna El Jocotal y para las cuales no se habían reportado debidamente el estado de sus poblaciones, constituyendo una de las limitantes básicas para la conservación y el manejo de estas.

Los crocodilianos constituyen dentro de la región Neotropical, uno de los grupos de reptiles de mayor interés para su conservación, ocupando el eslabón superior en la cadena alimenticia, desempeñando un papel fundamental como controladores de la proliferación de plagas y en la regulación del ciclo de vida de muchos peces de importancia comercial o consumo humano de manera tal, que su disminución gradual o total ocasionada principalmente por la cacería indiscriminada y la pérdida de hábitat, provoca un desequilibrio en los cuerpos de agua, interrumpiéndose el ciclo de

¹ Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente

transformación de nutrientes imprescindibles para el logro de la máxima productividad de los humedales (Chiriví-Gallego 1963; citado por Junier 2000).

El adecuado manejo y conservación de las poblaciones de especies silvestres requiere de información disponible y actualizada como el tamaño y estructura de poblaciones y sus requerimientos de hábitat, actuando como elementos facilitadores en la toma de decisiones (Bailey 1984; citado por Piedra 2000).

A diferencia de otras especies de fauna silvestre, los crocodilianos tienen la habilidad de soportar programas de manejo basados en un aprovechamiento económico, beneficiando principalmente a la población rural de los humedales tropicales y además constituye un potencial para conocer el comportamiento biológico de la especie (Escobedo 2003).

Uno de los obstáculos para el manejo de poblaciones silvestres es el desconocimiento de los potenciales beneficios que de ellos pueden derivarse, en términos tanto ecológicos como económicos, es así que en la actualidad aún predominan ideas que los hacen parecer especies nocivas o perjudiciales para el hombre y sus animales domésticos (Medem 1981, Muñoz 1986; citados por Lara 1990).

En la caracterización de las poblaciones animales, así como en la evaluación de sus relaciones con el medio ambiente, las técnicas estadísticas juegan un papel importante, ya que permiten detectar diferencias y relaciones que por otros medios sería muy difícil llegar a establecer.

El presente trabajo de investigación pretendió abarcar algunos aspectos básicos e imprescindibles, que en un momento dado sirvan como herramientas útiles para formular planes de manejo orientados a la protección y conservación de los crocodilianos en la Laguna El Jocotal.

Los objetivos del presente estudio fueron estimar la abundancia y talla de los individuos e identificar las principales características que podrían influenciar la distribución de los crocodilianos en la Laguna El Jocotal.

FUNDAMENTO TEÓRICO

En la actualidad el Orden Crocodylia cuenta a nivel mundial con 3 familias y un total de 23 especies, de las cuales al menos 18 presentan amenazas de sobrevivencia en la mayor parte de países en donde existen en estado silvestre (Ross 1995).

En El Salvador, a la fecha se reportan 2 especies: *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) y *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Alligatoridae), (SICA 1999). Existen diferencias anatómicas entre ambas especies tales como la presencia de una cresta preorbital, el hocico más ancho y corto y el cuarto diente inferior no visible al estar cerrada la boca, siendo estas las características básicas que identifican a *C. crocodilus* (figura 1). La ausencia de cresta preorbital, hocico agudo y largo y cuarto diente inferior visible cuando la boca esta cerrada, caracterizan a *C. acutus* (figura 2), (Cerrato 1991).

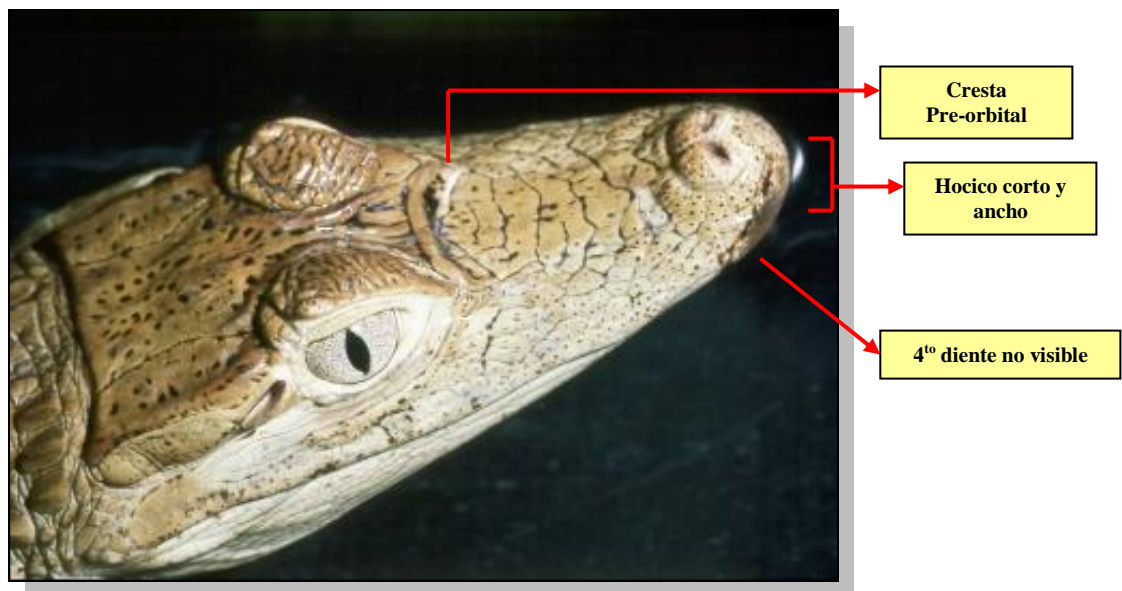
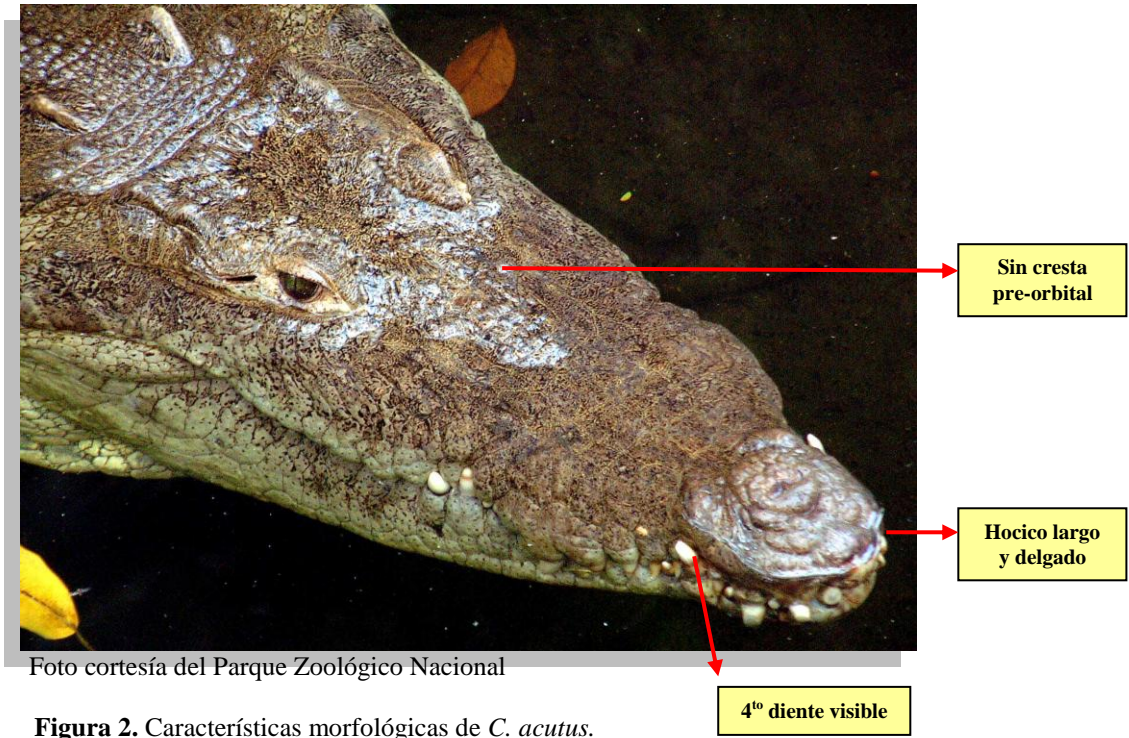


Figura 1. Características morfológicas de *C. crocodilus*.



Aspectos Generales de *Crocodylus acutus* (“Cocodrilo Americano”)

➤ Clasificación Taxonómica

Según Brazaitis (1974), la clasificación taxonómica correspondiente a *C. acutus* es la siguiente:

Phylum: Chordata

Clase: Reptilia

Orden: Crocodylia

Familia: Crocodylidae

Género: *Crocodylus*

Especie: *acutus*

Nombre Científico: *Crocodylus acutus*

➤ Distribución

Según Platt & Thorbjarnarson (1999), la distribución de *C. acutus* comprende las costas del Atlántico y Pacífico de México, el sur de la Florida, Centroamérica, el norte de América del Sur, Cuba, Jamaica y República Dominicana. (figura 3).

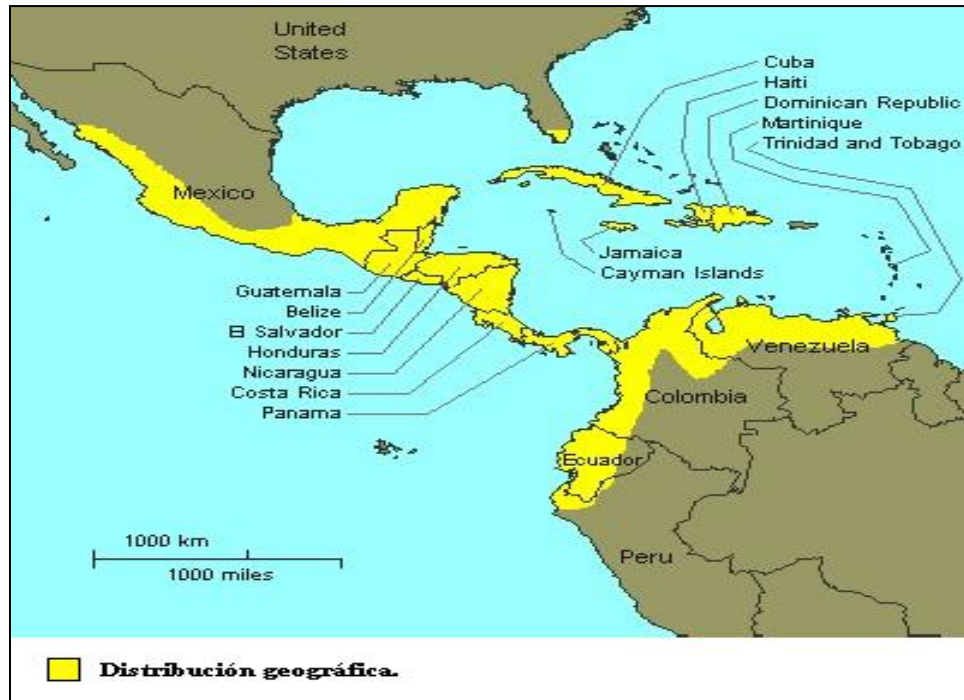


Figura 3. Distribución geográfica de *C. acutus*, según (Platt & Thorbjarnarson 1999).

Según Álvarez del Toro & Sigler (2001), *C. acutus* prefiere las aguas claras, tanto dulces como salobres. Vive en grandes ríos, lagos y esteros, también se le puede encontrar en el mar aunque por lo general no se aparta mucho de la costa. Los cocodrilos pueden utilizar hábitat artificiales como represas y reservorios de agua dulce (Thorbjarnarson 1989). Existen reportes de su presencia en el Lago Enriquillo (Inchaustegui *et al.* 1980, Ellis 1981; citado por Piedra 2000), que posee casi tres veces la salinidad del mar, entre 40 – 90 ppm. De acuerdo con Schubert & Méndez (2000),

para los años 1996-1997 se estimó para el Lago Enriquillo una población aproximada de 400 individuos. La tolerancia en adultos es mayor que en las crías, soportando éstas últimas menos de 40 ppm. (Lang 1975; citado por Thorbjarnarson 1989).

De acuerdo con Schubert (2000), en muchas partes de su distribución *C. acutus* comparte el hábitat con otras especies de cocodrilos y con *Caiman crocodilus*.

➤ **Morfología**

Es un animal sumamente robusto, alcanzando longitudes entre 5 y 6 m., rara vez alcanzan los 7 m. Su hocico es notablemente agudo y largo. Presenta una piel bastante gruesa y recubierta de escudetes córneos llamados Osteodermos, los cuales en la región dorsal se osifican y tienen quillas muy elevadas, más cuanto mayor es el individuo (Álvarez del Toro & Sigler 2001).

Sexualmente suelen distinguirse porque el macho es más grande y alargado, las masas musculares de la mandíbula muy abultadas y la elevación pre-orbital media (EPM) es mayor. La hembra es un tanto gruesa, la cola más corta y el hocico es menos alargado y la EPM es menor (Álvarez del Toro & Sigler 2001).

Existe gran variación en coloración, dependiendo del tipo de hábitat en el que se encuentra, desde el verde grisáceo, verde oliva claro hasta el café grisáceo en la parte dorsal. Ventralmente es blanco amarillento. La coloración oscurece conforme el individuo envejece (Piedra 2000).

La irregularidad en el número de escudos dorsales y la elevación preorbital media (EPM) es suficiente para distinguir a *C. acutus* de entre las 23 especies vivientes del género *Crocodylus*, excepto de *C. moreletii*, que presenta ambas características pero menos desarrolladas (Ross 1987; citado por Piedra 2000).

➤ **Alimentación**

Es una especie estrictamente carnívora en su hábitat natural (Muñoz 1986, Thorbjarnarson 1989; citados por Piedra 2000). La morfología de la cavidad bucal y las piezas dentales están diseñadas exclusivamente para la captura y retención de la presa viva.

Las crías y juveniles suelen alimentarse de invertebrados acuáticos y terrestres, insectos, crías de peces y renacuajos. Los sub-adultos y adultos se alimentan de insectos, peces, anfibios, tortugas pequeñas, aves y pequeños mamíferos (Schubert 2000, Álvarez del Toro & Sigler 2001). Según Álvarez del Toro & Sigler (2001), es normal que el estómago de los cocodrilos contenga cantidad variable de gastrolitos (piedras), utilizadas para ayudar en la trituración de alimentos.

➤ **Reproducción**

El apareamiento ocurre entre los meses de diciembre y enero, mientras que la anidación se da entre enero y febrero (Medem 1981; citado por Escobedo 2003), coincidiendo la eclosión con la primeras lluvias, en mayo (Álvarez del Toro & Sigler 2001). Se reproducen por medio de huevos, los que son depositados en huecos de unos 40 cm de profundidad y 70 cm de diámetro (Escobedo 2003).

Las crías al nacer miden entre 25 y 30 cm, siendo el tamaño y la edad del individuo los principales factores que influyen en su madurez sexual. La cópula se da en el agua y tiene una duración corta; los machos comienzan a secretar sustancias aceitosas altamente olorosas y detectables por las hembras, al mismo tiempo que vocalizan en tonos audibles al ser humano (Anaya 2000).

Según Thorbjarnarson (1989), la talla mínima para la reproducción puede variar según diferencias ambientales o genéticas entre los 2.5 y 3 m de longitud total. El sexo está determinado por la temperatura de incubación. A temperaturas aproximadas entre 28 y 31°C eclosionan hembras, mientras que a temperaturas por encima de 33°C eclosionan machos.

Las hembras cavan sus nidos en los bancos de arena de ríos y playas, normalmente cerca de matorrales. A falta de estas condiciones, fabrican montículos con material vegetal disponible en el área. La incubación dura entre 75 y 90 días, de acuerdo a la temperatura y el grado de radiación solar que el nido reciba. El tamaño de la nidada es de 30 a 60 huevos, aunque en algunas poblaciones el tamaño promedio de la nidada puede estar por debajo de los 20 huevos (Thorbjarnarson 1989, Álvarez del Toro & Sigler 2001).

Aspectos Generales de *Caiman crocodilus* (“Caimán de Anteojos”)

➤ Clasificación Taxonómica

Según Brazaitis (1974), la clasificación taxonómica para *C. crocodilus* es la siguiente:

Phylum: Chordata

Clase: Reptilia

Orden: Crocodylia

Familia: Alligatoridae

Género: *Caiman*

Especie: *crocodilus*

Nombre Científico: *Caiman crocodilus*

➤ Distribución

Según Groombridge (1987, King & Burke 1989; citados por Allsteadt & Vaughan 1994), el rango de distribución de *C. crocodilus* abarca el sur de México, Centroamérica y las costas de Colombia (figura 4).

Se puede encontrar en ríos poco caudalosos, riachuelos, corrientes de cauce lento, lagunas, lagunetas, charcas interiores y cualquier pequeña corriente de agua. En comparación con el cocodrilo es más adaptable a la presencia humana (Bolaños *et al.* 1997).



Figura 4. Distribución geográfica de *C. crocodilus*, según Allsteadt & Vaughan (1994).

➤ **Morfología**

El caimán es una de las especies más pequeñas de crocodilianos que se encuentran en el Continente Americano, los caimanes adultos pueden alcanzar entre 1.08 y 2 m, no sobrepasan los 3 m de longitud total (Staton & Dixon 1975; citado por Escobedo 2002). De acuerdo con Górzula (1978; citado por Escobedo 2002), el crecimiento de los caimanes es lento, algunos individuos tardan hasta 6 años en alcanzar una longitud de 1 m, lo cual varía con la disponibilidad de alimento.

Su hocico es relativamente corto y redondeado en la punta. El color del dorso en los adultos es generalmente amarillo – verdoso y puede llegar a ser casi negro; la superficie ventral es blanca amarillenta. La hembra generalmente es más pequeña que el macho.

➤ Alimentación

La dieta de los adultos y sub-adultos está compuesta principalmente por peces, moluscos, crustáceos, insectos, anfibios, reptiles y ocasionalmente mamíferos y aves, mientras que los neonatos y juveniles se alimentan casi exclusivamente de insectos, peces pequeños, y renacuajos (Álvarez del Toro 1974, Górzula 1978, Allsteadt y Vaughan 1988; citados por Junier 2000).

➤ Reproducción

El comportamiento reproductivo está influenciado por el régimen de lluvias de su localidad. Según Allsteadt (1994), la cópula ocurre a finales de la época seca y anidan durante la estación lluviosa, entre julio y agosto. La incubación dura entre 70 y 90 días, y la eclosión ocurre entre octubre y noviembre. Alcanzan su madurez sexual entre 1.10 y 1.25 m de longitud total (Thorbjarnarson 1981, Chiriví-Gallego 1963, Blohm 1973; citados por Junier 2000).

El nido es un montículo de materia orgánica como zacate, hojas, ramas y tierra, que recogen de las zonas cercanas al área de anidación. El número de huevos depende del tamaño de la hembra, aproximadamente entre 20 y 30 huevos; la cáscara es áspera en comparación con la de *C. acutus*. El tamaño de las crías al nacer varía entre 19 y 23 cm de longitud total (Chiriví – Gallego 1971, Rivero – Blanco 1973, Álvarez del Toro 1974, Staton & Dixon 1975, Medem 1981, Junier 1987; citados por Junier 2000). A la fecha, no se conoce que esta especie se reproduzca más de una vez por año. Las crías pueden mantenerse junto a su madre hasta por 18 meses (Górzula 1978, Górzula y Seijas 1989; citados por Junier 2000).

Importancia de los Crocodilianos

Según Mazzotti & Brandt (1994; citado por Ross 1995) y Cerrato (1991), los crocodilianos constituyen uno de los componentes más valiosos de los humedales tropicales, desempeñando funciones importantes en los ecosistemas que habitan, tales como:

1. El movimiento de los crocodilianos evita la proliferación excesiva de plantas acuáticas en los canales y lagunas costeras (Kushlan 1974; citado por Cerrato 1991).
2. En épocas secas proveen refugio a otras especies silvestres manteniendo pequeños espacios de agua, lo que beneficia a otros organismos acuáticos (Mazzotti & Brand 1994; citado por Ross 1995).
3. Desempeñan un papel regulador en los ciclos de vida de muchos peces de importancia comercial o alimenticia para el hombre, al liberar al ecosistema nutrientes por medio de las heces (Fittkau 1970; citado por Cerrato 1991).
4. Ocupan un eslabón superior en la cadena alimenticia, controlando la proliferación de plagas nocivas para el hombre, como el caso de los caracoles de agua dulce del género *Pomacea* (vector de *Fasciola hepática*, tremátodo que parasita el hígado del ganado bovino y ovino en lugares tropicales), (Medem 198; citado por Cerrato 1991, Fittkau 1970; citado por Ross 1995).

Aspectos de Conservación de los Crocodilianos

El Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) ubica a *Crocodylus acutus* en el apéndice I (especies cuyas poblaciones o hábitat han sido reducidos a un nivel crítico que están en inmediato peligro de desaparecer), y a *Caiman crocodilus* en el apéndice II (especies que si bien no están en peligro de extinción a corto plazo, presentan una disminución en el tamaño y rango de distribución de sus poblaciones) (SICA 1999). De acuerdo con la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), *Crocodylus acutus* se encuentra dentro de la categoría “Vulnerable” (VU), que incluye aquellas especies cuyas poblaciones no han sido reducidas tan drásticamente, a tal grado de estar en Peligro Crítico, pero que enfrentan un alto riesgo de extinción en estado silvestre a mediano plazo (SICA 1999). Estas categorías consideran el estado general de las especies en todo su rango de distribución, pero no necesariamente reflejan el estado de las poblaciones específicas dentro de cada país o territorio, ni en sitios de particular interés para la conservación. En El Salvador, el Listado Oficial de las Especies de Fauna Vertebrada Amenazada y en Peligro de Extinción (MARN 2004), ubica a *C. crocodilus* y *C. acutus* en la categoría de En Peligro (EP).

La importante función que los crocodilianos desempeñan en los humedales ha fomentado la realización de estudios sobre distribución, abundancia y estructura de las poblaciones, constituyendo la base para establecer planes de manejo orientados a la conservación y protección de los mismos (Bayliss 1987; citado por Da Silveira *et al.* 1997).

Este tipo de estudios han sido fundamentales para la conservación de crocodilianos en humedales como el Río Tárcoles en Costa Rica (Sasa & Cháves 1992); Etang Saumatre en Haití y Lago Enriquillo en República Dominicana (Thorbjarnarson 1989; citado por Sasa & Cháves 1992); en este último, como en muchos otros humedales, se realizan monitoreos constantes. En México, desde 1970 existe una veda permanente de *C. acutus*, *C. moreletii* y *C. crocodilus* y algunas instituciones están realizando estudios sobre anidación, estado de poblaciones y uso de hábitat, interacción entre crocodilianos y pescadores, etc., estudios que ofrecen información importante para realizar acciones encaminadas a la protección de los crocodilianos.

Chabreck (1996; citado por Escobedo 2002), demostró que la mayoría de las poblaciones de crocodilianos tienen la habilidad de recuperar sus niveles poblacionales al dejar de perturbarles durante algunos años. *C. acutus* se encuentra protegido en la mayoría de países en donde habita, sin embargo, en algunas ocasiones la legislación no es eficaz. En países como Estados Unidos, *C. acutus* ha respondido favorablemente a los esfuerzos de conservación, observándose un aumento considerable en el número de individuos (Ross 1995).

En algunos países como Estados Unidos, México, Sudáfrica, Zimbabwe, Papua - Nueva Guinea, Venezuela y Australia, utilizan el Ranqueo, técnica que consiste en mantener los reproductores en la naturaleza, extrayendo del medio únicamente los huevos, para luego liberar al medio el mismo porcentaje de animales que hubiera sobrevivido en medio silvestre. A nivel mundial dicha técnica ha tenido gran éxito y difusión en la conservación de poblaciones de crocodilianos, incrementando o manteniendo estables sus poblaciones.

En nuestro país, una de las limitantes básicas para la protección y conservación de los crocodilianos en los diferentes humedales que habitan, es la carencia de estudios que documenten debidamente los sitios de ocurrencia y el estado de sus poblaciones.

METODOLOGÍA

A. Ubicación geográfica del área de estudio

La Laguna El Jocotal está localizada en la Región Oriental de El Salvador, al suroeste del Departamento de San Miguel, con su referencia geográfica en los 13° 13' Latitud Norte y 88° 16' Longitud Oeste; a unos 20 msnm, sobre un valle interior limitado al norte por el volcán Chaparrastique y al sur por las colinas de Jucuarán (Hasbún *et al.* 1993, López & Vásquez 1998), (ve r figura 5).

El área de la laguna oscila entre 500 y 900 Hectáreas durante la época seca, mientras que se ha estimado que puede alcanzar hasta 1,800 Hectáreas durante la época lluviosa, según mediciones del Instituto Geográfico Nacional (1993; citado por López y Vásquez 1998). La profundidad promedio varía de 1.5 m. hasta 3.0 m. entre las épocas seca y lluviosa (Hasbún *et al.* 1993).

De acuerdo con Holdridge (1975), la laguna se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Sub-Tropical Cálido (bh-st c), con una temperatura ambiente media anual de 26°C, la humedad relativa es de 70%, con precipitación media anual de 1,750 mm. y con evapo-transpiración potencial de 2,202 mm. Presenta brisas débiles y constantes durante todo el año, con velocidades entre 5.8 y 9.0 km/h. (Hasbún *et al.* 1993; López & Vásquez 1998, García 2000).



Figura 5. Ubicación geográfica de la Laguna El Jocotal, Departamento de San Miguel, El Salvador.

B. Metodología de campo

B.1. Conteos y establecimiento de sitios de muestreo

El trabajo de campo se desarrolló durante la época seca del año 2003: entre los meses de enero y abril, ya que durante esta época la detectabilidad de los animales es mayor debido a la reducción en extensión y profundidad de los cuerpos de agua, permitiendo identificar las especies y estimar las tallas de los individuos con mayor facilidad (Cerrato 1991 y Castañeda 1999).

El área de estudio fue dividida en 13 transectos de longitud variable, con el objeto de ordenar la toma de datos. Los transectos se ubicaron bordeando la orilla, sobre el agua, a una distancia de 5 m de la orilla navegable de la laguna; sobre los mismos, se definieron sitios de muestreo cada 50 m. Éstos sitios de muestreo se georeferenciaron utilizando un dispositivo GARMIN 12 CX del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), permitiendo una ubicación más exacta en el lugar (cuadro N° 1 y figura 6).

Cuadro N° 1. Nombre, longitud total y número de sitios de muestreo ubicados sobre los 13 transectos en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

N° del transecto	Nombre del transecto	Longitud del transecto (m)	N° de sitios de muestreo
1	Abuelos	550	11
2	Poza Azul - R. Brujos 1	400	8
3	R.Brujos 2	300	6
4	R.Brujos 3	650	13
5	Isla El Troncón - Isla La Valeria	400	8
6	Rincón Cabeza de Vaca	350	7
7	Desagiüe	550	11
8	Tronconada	350	7
9	Pipianera- Puerto Viejo	600	12
10	La Puntona	400	8
11	El Pimientillo	850	17
12	Rincón del Guayabo	350	7
13	Agua Clara	650	13
Total		6400	128

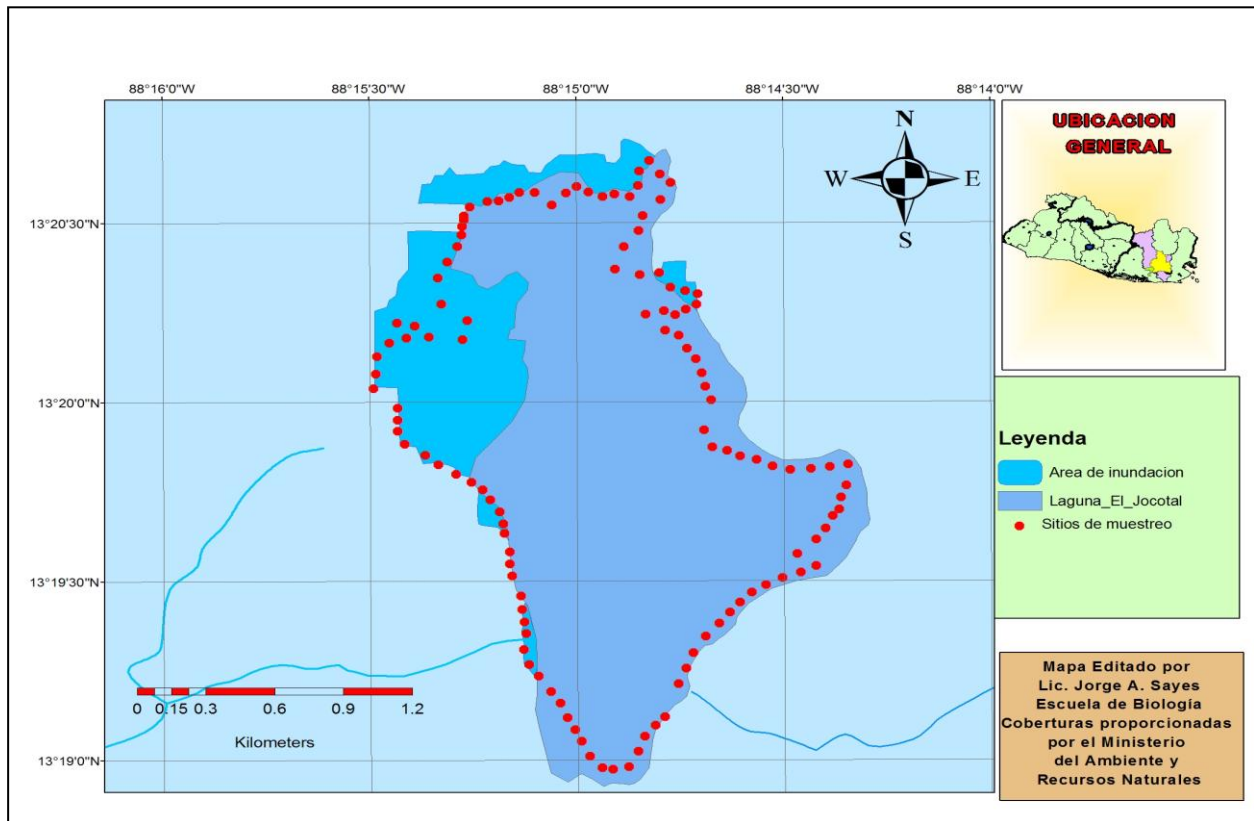


Figura 6. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo. Laguna El Jocotal, enero-abril del 2003.

Para el conteo de los individuos en el cuerpo de agua se utilizó el método de conteo nocturno por encandilamiento (Chabreck 1966). Este es el método más utilizado para la realización de este tipo de estudios, ya que es bastante práctico, más económico y permite observar el mayor número de individuos (Rivero 1986; citado por Lara 1990, Bolaños *et al.* 1997, Castañeda 1999). Este consiste en realizar conteos nocturnos desde una lancha a una velocidad relativamente constante, utilizando una lámpara o reflector que permite detectar la presencia de los individuos en el cuerpo de agua, mediante la reflexión de la luz en su retina (Cerrato 1991; citado por Cabrera & López 1997, Bolaños *et al.* 1997, Castañeda 1999).

Se realizó un total de 31 conteos. Los conteos se llevaron a cabo entre las 8:00 pm. y las 4:00 am; a fin de reducir el sesgo en la hora, se alternó en cada muestreo la dirección y punto de inicio de los mismos.

B.2. Factores bio-físicos

Para conocer las posibles características que podrían influenciar la distribución de los crocodilianos en la Laguna El Jocotal o las posibilidades del observador de detectarles en cada sitio de muestreo, se tomaron medidas de los siguientes factores biofísicos: (i) **profundidad**, introduciendo un tubo de PVC graduado; (ii) **tipo de sustrato**, se utilizó un depósito atado al extremo de una vara larga para extraer las muestras de suelo desde el fondo; (iii) **temperatura del agua**, sumergiendo un termómetro ambiental a una profundidad estimada de 0.3 m y tomando una medición en °C sin sacarlo del agua ; (iv) **ancho de vegetación flotante**, se estimó la distancia ocupada por plantas suspendidas en el agua a partir del frente de vegetación fija (enraizadas al sustrato y sobresalientes del agua); (v) **ancho de vegetación sumergida**, estimando el espacio ocupado por especies sub-acuáticas (enraizadas al sustrato pero no sobresalientes del agua, si acaso tocando la superficie); (vi) **altura de frente de vegetación fija**, altura estimada de las especies que componen el frente de vegetación fija.

B.3. Otros factores

Es claro que existen parámetros no inherentes a la naturaleza del sitio que podrían tener gran influencia en la presencia o no de crocodilianos o en las posibilidades del observador de detectarlos. Tres de éstos parámetros fueron medidos cada noche de muestreo o en cada sitio: (i) **perturbacin antropogénica**, contando el número de

personas o lanchas presentes en un radio de 50 m; (ii) **fase lunar** en la que se realizaron los conteos y (iii) la **hora** en la que fue observado cada individuo.

Todos los individuos avistados fueron georeferenciados utilizando un dispositivo GARMIN 12 CX (GPS) y luego ubicados en el mapa de la laguna.

B.4. Abundancia de las poblaciones de crocodilianos

La abundancia de las poblaciones de cada especie se expresó de las siguientes tres maneras:

- a. Frecuencia de avistamientos:

$$\text{Fr.} = \frac{\text{Total de individuos avistados}}{\text{N}^\circ \text{ de visitas}}$$

- b. Densidad:

$$D = \frac{\text{Número de individuos avistados}}{\text{Metros lineales de recorrido}}$$

- c. Mínimo Poblacional:

Máximo número de individuos registrados durante un mismo recorrido (Bennett 1999).

B. 5. Composición por tallas

Las tallas (longitud total) de los individuos avistados fueron estimadas, no se trabajó con medidas tomadas directamente. La estimación de la talla de los animales observados puede derivarse de la relación existente entre la longitud total del individuo y otras medidas corporales. Para el caso de *C. acutus*, se estimó la distancia entre la punta del hocico y los ojos de los individuos, medida que según Junier (2000) va desde la

punta del hocico hasta la mitad de los ojos (apéndice 1). Dicho valor fue luego sustituido en la ecuación propuesta por Salas (1985) (ver Cuadro N° 2):

Cuadro N° 2. Ecuación de regresión utilizada para determinar la longitud total de los *C. acutus*, relacionando la distancia entre la punta del hocico y los ojos de los individuos.

Relación	Ecuación
LHO – LT	$LT = 4.69 + 9.86 \text{ LHO}$

En donde:

LT= Longitud total

LHO= Longitud hocico-ojos

Para el caso de *C. crocodilus*, se estimó la longitud total de la cabeza de los individuos, medida que según Junier (2000) va desde la punta del hocico hasta la parte posterior central de la tabla craneana (apéndice 2). Tal valor posteriormente fue sustituido en la ecuación propuesta por Junier (2000) (ver cuadro N° 3):

Cuadro N° 3. Ecuación de regresión utilizada para determinar la longitud total de los *C. crocodilus*, estimando la longitud total de la cabeza.

Relación	Ecuación
LCT – LT	$LT = 3.7748 + 7.123 \text{ LCT}$

En donde:

LT= Longitud total

LCT= Longitud total de la cabeza

Para minimizar el error en la estimación de las tallas se realizaron ensayos preliminares; tanto en el área de estudio como con individuos en cautiverio (Parque Zoológico Nacional), durante horas nocturnas.

Los individuos se clasificaron en las correspondientes clases de edad propuestas para cada una de las especies según las tallas determinadas (cuadros N° 4 y N° 5), utilizando dicha información como un indicador de la estructura poblacional (Sánchez *et al.* 1996 y Junier 2000).

Cuadro N° 4. Clasificación de *C. acutus* de acuerdo a sus tallas (longitud total), según King *et al.* (1990; citado por Sánchez *et al.* 1996):

Clase	Categoría	Talla (m)
I	Neonato	menos de 0.5
II	Recluta	0.51-1.0
III	Juvenil	1.01-1.5
IV	Juvenil	1.51-2.0
V	Adulto	2.01-2.5
VI	Adulto	2.51-3.0
VII	Adulto	3.01-3.5
VIII	Adulto	3.51 o más

Cuadro N° 5. Clasificación de *C. crocodilus* de acuerdo a sus tallas (longitud total), según Junier (2000):

Clase	Categoría	Talla (m)
I	Neonato	menos de 0.60
II	Juvenil	0.61 - 0.90
III	Juvenil	0.91 - 1.20
IV	Adulto	1.21 - 1.50
V	Adulto	1.51 - 1.80
VI	Adulto	1.81 - 2.10
VII	Adulto	2.11 o más

La categoría “Sólo Ojos” se asignó a individuos de ambas especies que se encontraron en lugares inaccesibles o se sumergieron antes de ser identificados y estimar su talla (King *et al.* 1990; citado por Bolaños *et al.* 1997).

Adicionalmente, se creó la categoría “Combinados” que agrupa a individuos de *C. acutus*, *C. crocodilus* y “Sólo Ojos”.

C. Análisis estadístico

C. 1. Análisis Descriptivos

Con el fin de ordenar y describir las series de datos, se utilizaron promedios (como medida de tendencia central) con su respectiva desviación estándar (como medida de dispersión) y frecuencias de avistamientos. Los promedios se calcularon para las variables profundidad, temperatura del agua, tipo de sustrato, ancho de vegetación flotante, ancho de vegetación sumergida, altura de frente de vegetación fija, perturbación antropogénica, hora y fase

lunar; medidas en cada sitio durante todos los muestreos; así como también para los datos de *C. acutus*, *C. crocodilus*, Sólo Ojos y Combinados. Se dividió el número de individuos observados entre el número de visitas realizadas en cada sitio de muestreo, para conocer la frecuencia de avistamientos de *C. acutus*, *C. crocodilus*, Sólo Ojos y Combinados.

C. 2. Análisis de Asociación

Se efectuaron análisis de asociación (análisis de regresión y correlación, matriz de correlación de Pearson y Análisis de componentes principales integrados), con el fin de identificar posibles variables que guardaran estrechas relaciones entre sí. Por otra parte se calcularon los coeficientes de correlación ajustados (R^2) para medir el grado de asociación existente entre los promedios de las variables (profundidad, temperatura del agua, ancho de vegetación flotante, ancho de vegetación sumergida, altura de frente de vegetación fija y perturbación antropogénica) y los promedios de avistamientos de *C. acutus* y *C. crocodilus* y Combinados. Para las variables

discretas: tipo de sustrato y fase lunar, y para la variable continua, hora; se utilizó la prueba de chi-cuadrado; con el fin de conocer la significancia de la variación entre los promedios de avistamientos de crocodilianos y los promedios esperados en eventos no relacionados.

Los datos de las variables bio-físicas: profundidad, temperatura del agua, ancho de vegetación flotante, ancho de vegetación sumergida, altura de frente de vegetación fija así como de la variable perturbación antropogénica, se analizaron en una matriz de correlación de Pearson (Tabachnick & Fidell 1996), con el fin de eliminar aquellas con coeficientes de correlación "R" mayores o iguales a 0.9, por considerárseles iguales o similares a otras ya consideradas, evitando de esta manera duplicar el grado en que podrían influenciar 2 o más variables. Las variables con coeficientes de correlación menores de 0.9 fueron sometidas a un análisis de Componentes Principales Integrados (SOKAL & Rohlf 1997; citado por Domínguez & Komar 2001); con el fin de combinar los aportes individuales de las diferentes variables en la determinación de las

particularidades de cada sitio que podrían influenciar la distribución de los crocodilianos.

El arreglo de variables correspondiente al Componente Principal 1 (CP1) -aquella combinación que mejor refleja la variación de las muestras - fue utilizado para calcular el valor único que mejor representa los aportes individuales de las variables bio-físicas y la variable perturbación antropogénica para cada sitio de muestreo. Tal ²⁶ valor fue luego comparado con los datos de crocodilianos observados, mediante análisis de regresión y correlación, para identificar un posible patrón de distribución de los animales. La significancia de la asociación entre una y otra serie de datos fue analizada mediante las pruebas "t"- student y "f"- fischer, considerando como significativo un valor de por lo menos 90% de confiabilidad (10% de incertidumbre).

RESULTADOS

Avistamientos y Distribución ²⁷

Se realizó un total de 31 repeticiones (conteos nocturnos) durante la época seca del año 2003 (enero – abril), a lo largo de 6,400 m alrededor de la laguna (198,400 m recorridos después de las 31 repeticiones), divididos en 13 transectos de 10 m de ancho y longitud variable incluyendo cada vez los 128 sitios establecidos cada 50 m (en total 3,968 sitios muestreados a lo largo del estudio).

Durante los muestreos se observó un total de 26 individuos, 8 correspondientes a la especie *C. acutus*, 2 a *C. crocodilus* y 16 “Sólo Ojos” o indeterminados (cuadro N° 6).

Cuadro N° 6. Número total de individuos avistados por transecto en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

N° Transecto	Longitud del Transecto (m)	Especies							
		<i>C. acutus</i>	Densidad de <i>C. acutus</i> (ind/m)	<i>C. crocodilus</i>	Densidad de <i>C. crocodilus</i> (ind/m)	Sólo Ojos	Densidad Sólo Ojos (ind/m)	Total de individuos avistados (Combinados ²)	Densidad de Combinados (ind/m)
1	550	0	0.0000	0	0.0000	3	0.0055	3	0.0055
2	400	3	0.0075	1	0.0025	5	0.0125	9	0.0225
3	300	1	0.0033	0	0.0000	0	0.0000	1	0.0033
4	650	0	0.0000	0	0.0000	2	0.0031	2	0.0031
5	400	1	0.0025	1	0.0025	3	0.0075	5	0.0125
6	350	0	0.0000	0	0.0000	1	0.0029	1	0.0029
7	550	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
8	350	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
9	600	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
10	400	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
11	850	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
12	350	0	0.0000	0	0.0000	1	0.0029	1	0.0029
13	650	3	0.0046	0	0.0000	1	0.0015	4	0.0062
Total	6400	8	0.0013	2	0.0003	16	0.0025	26	0.0041

Todos los individuos observados durante los conteos nocturnos fueron ubicados según las referencias geográficas en el mapa de la Laguna El Jocotal (figura 7), en la que puede observarse que la 28 mayoría (casi todos) los individuos fueron observados en la porción norte de la laguna.

² La categoría Combinados corresponde al total de individuos observados de ambas especies, más los de la categoría “Solo Ojos” o indeterminados.

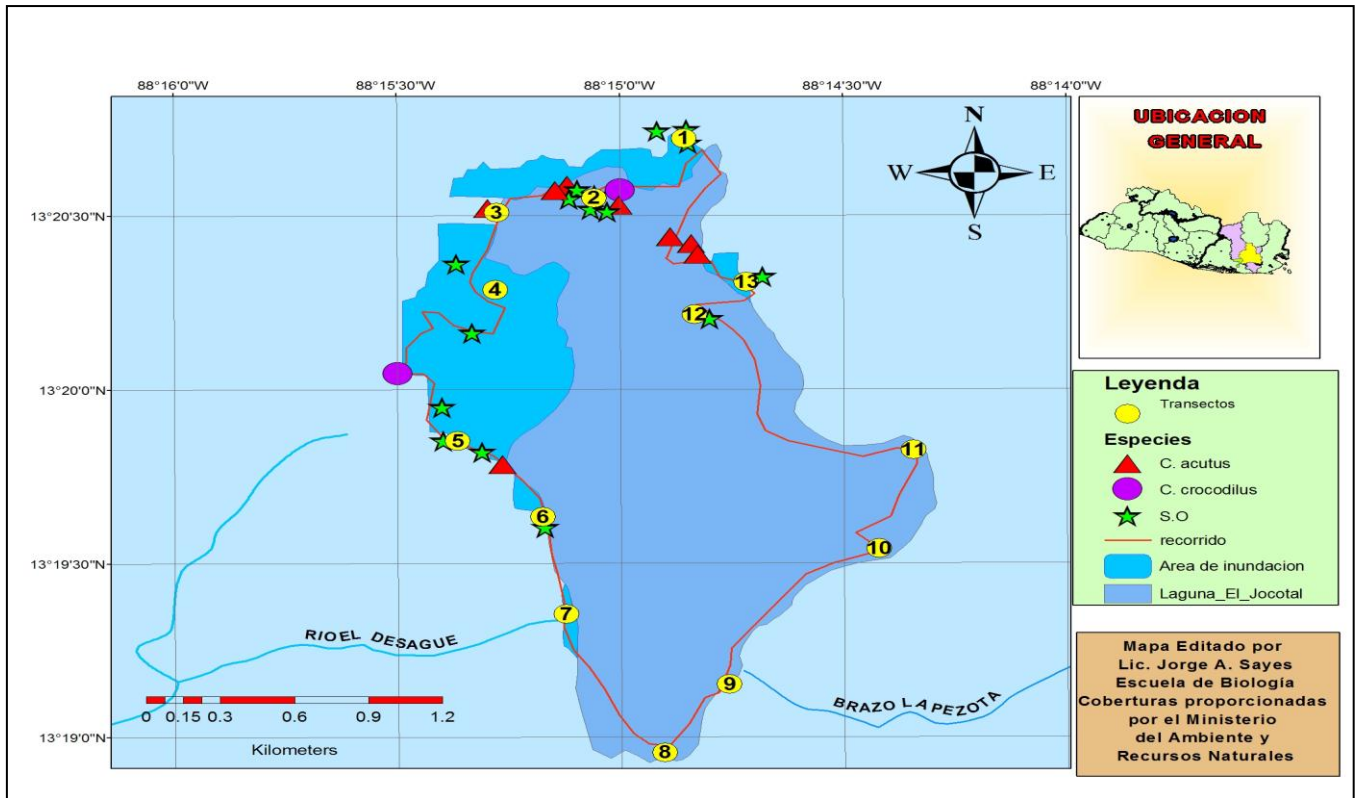


Figura 7. Sitios de avistamientos de crocodilianos en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

➤ **Fase Lunar**

La mayor cantidad de avistamientos (11 en total) se realizaron en luna creciente, pero también es ésta la fase lunar en que se condujeron la mayoría de muestreos (once). Al dividir el número de avistamientos correspondiente a cada fase, entre el número de muestreos efectuados durante la misma, resulta ser la fase menguante la que registra el promedio más alto (1.750 ind / muestreo), (cuadro N° 7 y gráfico 1). La prueba de chi-cuadrado aplicada a los promedios de avistamientos de crocodilianos en cada fase lunar, refleja diferencias ²⁹ significativas entre las frecuencias observadas en campo y las frecuencias esperadas obteniendo una $P = 0.000005$.

Cuadro N° 7. Número de muestreos y avistamientos de crocodilianos por fase lunar en la Laguna El Jocotal, enero – abril 2003.

Fase lunar	N° muestreos	Avistamientos <i>C. acutus</i>	Promedio <i>C. acutus</i> (ind/muestreo)	Avistamientos <i>C. crocodilus</i>	Promedio <i>C. crocodilus</i> (ind/muestreo)	Avistamientos Sólo Ojos	Promedio Sólo Ojos (ind/muestreo)	Total de individuos avistados (Combinados)	Promedio total Combinados (ind/mustreo)
Creciente	11	2	0.1818	2	0.1818	7	0.6364	11	1.000
Llena	9	1	0.1111	0	0.0000	5	0.5556	6	0.667
Nueva	7	0	0.0000	0	0.0000	2	0.2857	2	0.286
Menguante	4	5	1.2500	0	0.0000	2	0.5000	7	1.750
Total	31	8		2		16		26	
Promedio			0.2581		0.0645		0.5161		0.8387
Desv. Standard			0.5810		0.0909		0.1500		0.6223

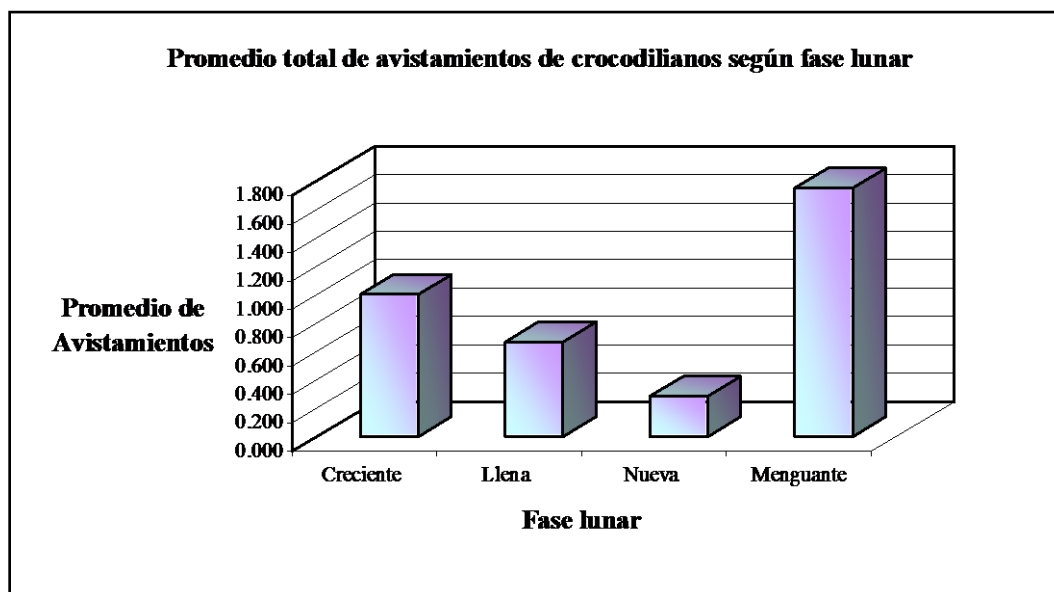


Gráfico 1. Promedio total de avistamientos de crocodilianos por fase lunar. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

➤ **Hora**

Todos los conteos se realizaron entre las 8:00 p.m. y las 4:00 a.m. Con el fin de conocer el rango de tiempo en el que los crocodilianos presentan mayor actividad se anotó la hora en la que se observó cada individuo. Los conteos

iniciaron a la misma hora, sin embargo la hora de finalización dependió muchas veces de la cantidad de vegetación flotante presente en los sitios de muestreo, ya que ésta dificultó el paso de la lancha. El cuadro N° 8 y gráfico 2, reflejan que se observó una mayor cantidad de individuos entre las 9:00 y 10:00 p.m. y entre las 12:00 y 2:00 a.m. Sin embargo, la prueba de chi-cuadrado relacionando las horas y los promedios de avistamientos (N° de ind./N° muestreos), no refleja diferencias significativas entre las frecuencias observadas y las esperadas, $P = 0.74$.

Cuadro N° 8. Avistamientos según las horas de muestreo. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Hora	N° muestreos (horas)	Avistamientos <i>C. acutus</i>	Promedio <i>C. acutus</i> (Ind/hora)	Avistamientos <i>C. crocodilus</i>	Promedio <i>C. crocodilus</i> (ind/hora)	Avistamientos Solo Ojos	Promedio Sólo Ojos (ind/hora)	Total de individuos avistados (Combinados)	Promedio total Combinados (ind/hora)
8:00 - 9:00	31	1	0.0323	0	0.0000	3	0.0968	4	0.1290
9:00 - 10:00	31	1	0.0323	0	0.0000	4	0.1290	5	0.1613
10:00 - 11:00	31	1	0.0323	0	0.0000	3	0.0968	4	0.1290
11:00 - 12:00	31	2	0.0645	1	0.0323	0	0.0000	3	0.0968
12:00 - 1:00	31	1	0.0323	0	0.0000	4	0.1290	5	0.1613
1:00 - 2:00	31	2	0.0645	1	0.0323	2	0.0645	5	0.1613
2:00 - 3:00	7	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
3:00 - 4:00	5	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
Total	198	8		2		16		26	
Promedio			0.0404		0.0101		0.0808		0.1313
Desv. Standard			0.0244		0.0149		0.0572		0.0684

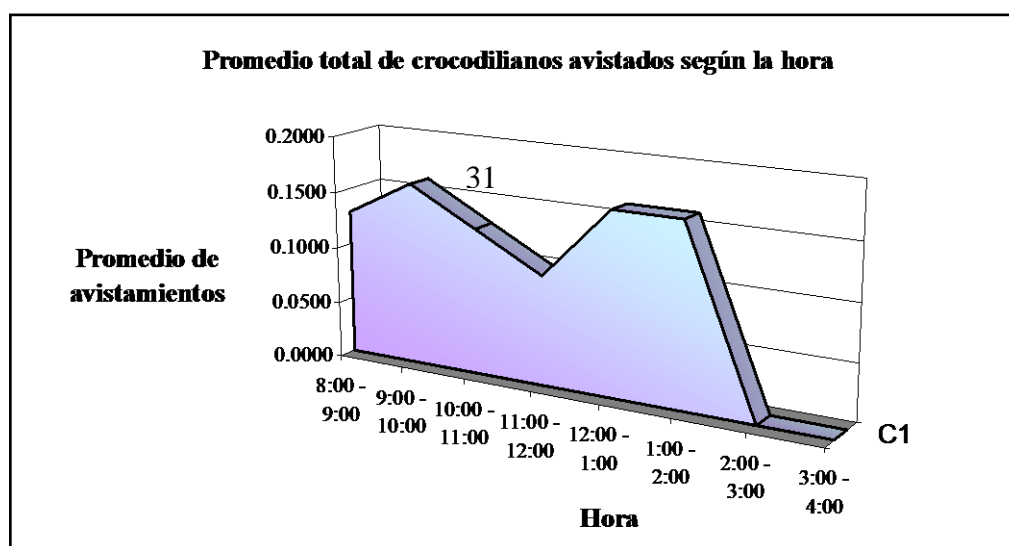


Gráfico 2. Promedio de avistamientos de crocodilianos según la hora de muestreo. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

➤ **Tipo de sustrato**

Dos principales tipos de sustrato fueron encontrados en los sitios de muestreo: lodoso, en 124 de los 128 sitios y sustrato arenoso en 4 de los 128 sitios. El sustrato lodoso presentó las siguientes características: color café oscuro a claro, con arenilla sumamente fina, de fácil dispersión en el medio acuático y con frecuencia conteniendo material vegetal en descomposición. El sustrato arenoso, constituido de arena fina de color grisáceo y con pequeñas rocas de origen volcánico. La mayor cantidad de individuos se observó en sitios con sustrato lodoso (24 individuos); mientras que sólo se observaron 2 individuos en sitios con sustrato de arena. Sin embargo, los sitios con sustrato arenoso tienen un promedio total de avistamientos más alto que los de lodo, 0.016 y 0.006 respectivamente (cuadro N° 9, gráfico 3), dada la gran diferencia en el número de sitios de cada tipo. La prueba de chi-cuadrado, relacionando tipo de sustrato y el promedio de crocodilianos avistados, no refleja diferencias significativas entre las frecuencias observadas y las esperadas, $P = 0.26$.

32

Cuadro N° 9. Individuos avistados por tipo de sustrato. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Tipo de sustrato	N° Sitios	N° muestreos por sitios	N° total de visitas	Avistamientos <i>C. acutus</i>	Promedio <i>C. acutus</i> (ind/visita)	Avistamientos <i>C. crocodilus</i>	Promedio <i>C. crocodilus</i> (ind/visita)	Avistamientos Sólo Ojos	Promedio Sólo Ojos (ind/visita)	Total de individuos avistados (Combinados)	Promedio total Combinados (ind/visita)
Arena	4	31	124	0	0.0000	0	0.0000	2	0.0161	2	0.0161
Lodo	124	31	3844	8	0.0021	2	0.0005	14	0.0036	24	0.0062
Total	128	31	3968	8		2		16		26	
Promedio					0.0020		0.0005		0.0040		0.0066
Desv. Standard					0.0015		0.0004		0.0088		0.0070

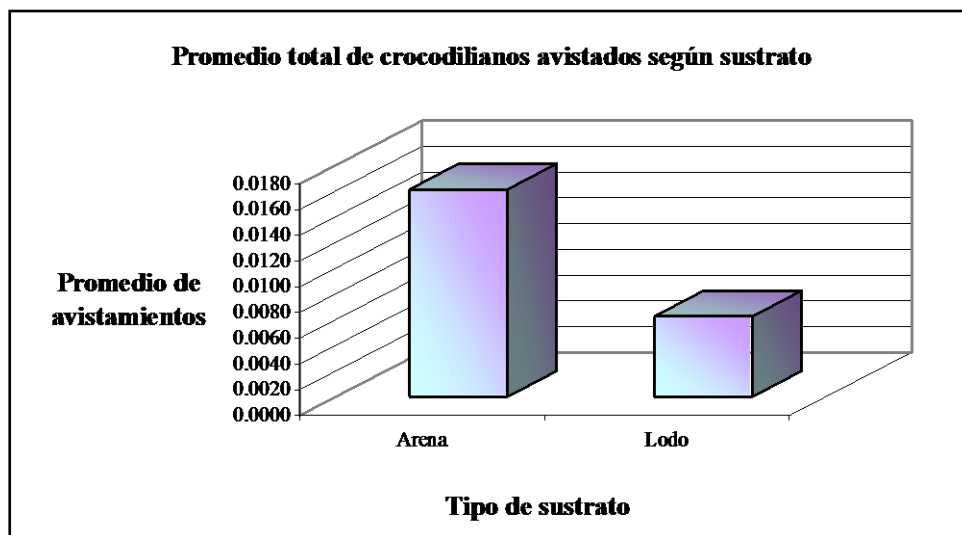


Gráfico 3. Promedio de avistamientos de crocodilianos según sustrato. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Pruebas de asociación entre variables individuales y número de crocodilianos avistados

Se realizaron pruebas de 33 regresión y correlación utilizando como variable independiente los promedios de las variables consideradas en cada sitio de

muestreo, cuyos promedios para cada una de ellas oscilan entre los siguientes valores: profundidad, 0.49 y 1.56 m; (ii) temperatura, 28.8 y 30.4°C; (iii) ancho de vegetación flotante, 0 y 87.7 m; (iv) ancho de vegetación sumergida, 0 y 10 m; (v) vegetación fija, 0 y 3.5 m; (vi) perturbación antropogénica, 0 y 0.71 m. (anexos 3 y 4), y como variable dependiente se utilizaron los promedios de *C. acutus*, *C. crocodilus* y Combinados observados; con el fin de conocer si existía algún grado de asociación entre alguna de éstas variables y los avistamientos de los individuos. Las pruebas de correlación se realizaron de la siguiente manera, (1) tomando en cuenta los promedios de cada variable y promedios de avistamientos en todos los sitios muestreados y (2) tomando en cuenta los promedios de cada variable medida y los promedios de avistamientos únicamente en aquellos sitios en donde se observaron crocodilianos.

Tales pruebas demuestran que el grado de asociación entre los promedios de las variables medidas y los promedios de avistamientos de los individuos son muy bajos, tanto para aquellas que incluyeron todos los sitios, cuyos R^2 oscilan entre 0.0002 y 0.0687, como para aquellas realizadas únicamente en sitios en donde hubo avistamientos, cuyos R^2 oscilan entre 0.001 y 0.342.

Análisis de Asociación entre variables combinadas y número de crocodilianos avistados

Las variables bio-físicas 34 (profundidad, temperatura, ancho de vegetación flotante, ancho de vegetación sumergida y altura de vegetación fija) y la variable perturbación antropogénica, fueron analizadas en una matriz de correlación de

Pearson, con la finalidad de eliminar aquellas variables con coeficientes de correlación “R” mayores o iguales a 0.9, por considerárseles iguales o similares a otras, evitando de esta manera duplicar la influencia de alguna de ellas. Como muestra el cuadro N° 10, ninguna de las correlaciones resultó ser significativa (valores R entre 0.017 y 0.379).

Cuadro N° 10. Matriz de Correlación de Pearson para las variables bio-físicas y la perturbación antropogénica. Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Variables	Profundidad	Temperatura	Vegetación Flotante	Vegetación Sumergida	Vegetación Fija
Temperatura	0.206				
Vegetación Flotante	0.132	0.119			
Vegetación Sumergida	-0.065	-0.131	-0.124		
Vegetación Fija	0.235	0.379	0.077	-0.174	
Perturbación Antropogénica	-0.047	-0.061	0.017	0.018	0.021

Todas las variables bio-físicas y la variable perturbación antropogénica fueron sometidas a un análisis de Componentes Principales Integrados, con el fin de combinar

los aportes individuales de las diferentes variables en un valor numérico único, compuesto por porcentajes diferentes y variables de cada factor, que representa las características presentes en cada sitio de muestreo. El Componente Principal (CP) con el mayor “valor Eigen”, Componente Principal 1 (CP1); es el que mejor explica la variación existente en los sitios de muestreo (28.4%), (cuadro N° 11 y gráfico 4).

De las 6 variables consideradas, tres (vegetación fija, temperatura y profundidad) contribuyen en mayor grado al CP1 (con proporciones de 0.555, 0.546 y 0.437, respectivamente). Éstas tres y la vegetación flotante influyen de manera directa; mientras que las 2 restantes (vegetación sumergida y perturbación antropogénica) influyen de manera inversa, (cuadro N° 11).

Cuadro N° 11. Análisis de Componentes Principales para las variables registradas en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Valores de los Componentes Principales Integrados	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
Eigenvalue	1.7011	1.0212	0.9713	0.9228	0.7842	0.5995
Proporción	0.284	0.17	0.162	0.154	0.131	0.100
Acumulativo	0.284	0.454	0.616	0.769	0.9	1.000
VARIABLES						
Profundidad	0.437	-0.147	-0.098	0.520	0.697	0.144
Temperatura	0.546	-0.146	-0.227	-0.078	-0.477	0.629
Vegetación Flotante	0.294	0.386	0.622	0.485	-0.348	-0.146
Vegetación Fija						-0.136
Vegetación Sumergida						-0.719
Perturbación Antropogénica						0.163

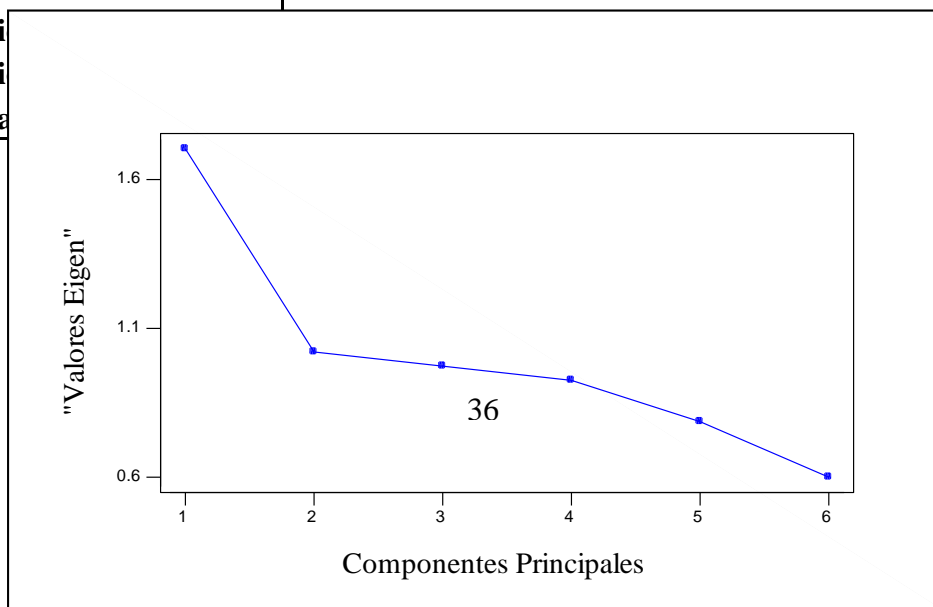


Gráfico 4. Diagrama de relación de los valores “Eigen” con respecto a los 6 Componentes Principales analizados.

En el gráfico 5, se observa que no existe una dispersión clara entre los valores del CP1 y los del Componente Principal 2 (CP2), lo que sugiere que no es posible distinguir diferencias significativas entre los sitios de muestreo, con base a las variables consideradas.

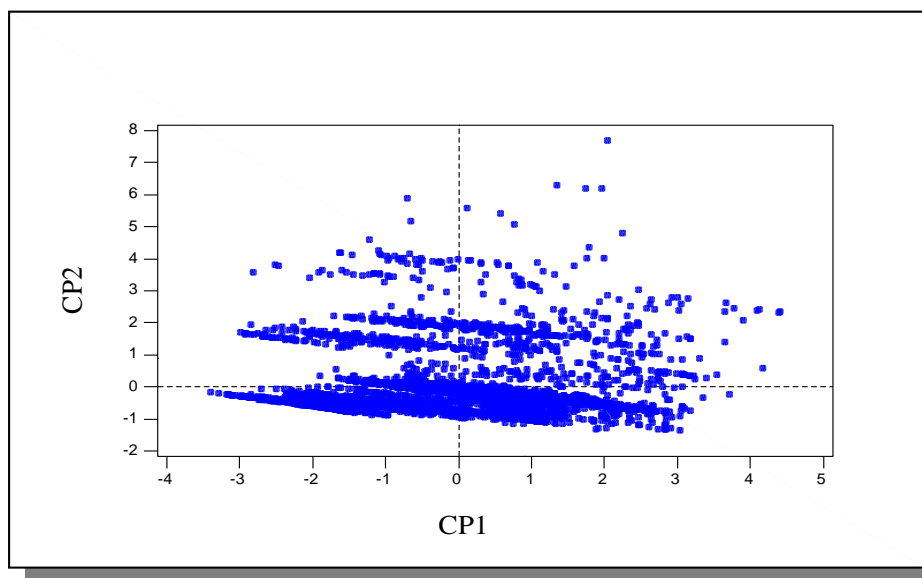


Gráfico 5. Dispersión de los valores calculados según los Componentes Principales 1 (CP1) y 2 (CP2).
Análisis de asociación utilizando el CP1

Con el fin de comprobar el grado de asociación del CP1 y las

cantidades de individuos observados, se utilizó un análisis de regresión en el que los valores del CP1 para cada sitio eran variable de predicción (variable independiente) y los avistamientos de *C. acutus*, *C. crocodilus* y Combinados, la variable de respuesta (variable dependiente).

Dicho análisis demuestra que no existe asociación entre tales variables y el número de individuos de cada grupo avistado (con valores de R^2 de 0.0006, 0.0006 y 0.0023, respectivamente). Las pruebas de significancia “T” y “F” aplicadas a dichos análisis, demuestran que tal relación no es significativa para las especies *C. acutus* y *C. crocodilus*. Los resultados para *C. acutus* de las pruebas “T” y “F” son: $P < 0.11$ y $P < 0.11$, respectivamente; mientras que para la especie *C. crocodilus* sus correspondientes pruebas “T” y “F” dan como resultado: $P < 0.13$ y $P < 0.13$, respectivamente. Sin embargo para Combinados, a pesar de que las pruebas de correlación muestran que no existe asociación con los valores del CP1, sus correspondientes pruebas “T” y “F” muestran que la dispersión no es al azar en tal asociación, con $P < 0.002$ y $P < 0.002$, respectivamente.

Abundancia de Poblaciones

Se aplicaron tres métodos para calcular la abundancia de *C. acutus*, *C. crocodilus* y Combinados en la Laguna El Jocotal, (1) frecuencia de avistamientos (N° de individuos / N° visitas), (2) densidad (máximo n° de individuos / metros lineales de recorrido) y (3) mínimo poblacional (máximo número de individuos detectados en un sólo recorrido).

La frecuencia promedio estimada para *Crocodylus acutus* fue de 0.2581 ± 0.0264 ind. / visita y una densidad promedio de 0.00004 ± 0.00219 ind. /

metros lineales de recorrido. Según el mínimo poblacional, que para *C. acutus* se estimó en 3 individuos, la densidad es de 0.0005 ind. / m lineal del contorno de la laguna.

De los 6 sitios en los que fue observado *C. acutus*, es el sitio 6 del transecto 13, el que obtuvo un mayor número de individuos avistados (3 individuos en 3 diferentes muestreos), por lo tanto, la mayor frecuencia de avistamientos 0.0968 ind. / visita. y el transecto 2, el que obtuvo la mayor densidad de individuos avistados 0.0075 ind. / m lineal (cuadro N° 12).

Cuadro N° 12. Avistamientos de *C. acutus* en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Lugar	N° del transecto	Longitud Transecto (m)	N° de los sitios con avistamientos	N° Avistamientos	Fr. de avistamientos (N° ind. avistados/31 visitas)	Densidad del transecto (máximo n° de ind. / m recorridos)
Poza Azul - R. Brujos 1	2	400	3	1	0.0323	0.0075
			7	1	0.0323	
			8	1	0.0323	
R. Brujos 2	3	300	6	1	0.0323	0.0033
Isla El Troncón - Isla La Valeria	5	400	8	1	0.0323	0.0025
Agua clara	13	650	6	3	0.0968	0.0046
Total				8		
					0.2581	0.00004
					0.0263	0.00219

De las 2 especies, *Caiman crocodilus* fue la menos representada; observándose únicamente 2 individuos, en sitios y visitas diferentes. Su frecuencia promedio fue de 0.0645 ind. / visita y una densidad promedio de 0.00001 ind. / m lineal de recorrido (cuadro N° 13). El mínimo poblacional se estimó en 1 individuo para esta especie, para una densidad de 0.0001 ind. / m lineal del contorno de la laguna.

Cuadro N° 13. Avistamientos de *C. crocodilus* en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Lugar	N° del transecto	Longitud Transecto (m)	N° de los sitios con avistamientos	N° Avistamientos	Fr. de avistamientos (N° ind. avistados/31 visitas)	Densidad del transecto (máximo n° de ind. / m recorridos)
Poza Azul - R. Brujos 1	2	400	2	1	0.0323	0.0025
Isla El Troncón - Isla La valeria	5	400	1	1	0.0323	0.0025
Total				2		
Promedio					0.0645	0.00001
Des. Stand.					0.0000	0.00000

El cuadro N° 14, refleja los resultados obtenidos para el orden Crocodylia, agrupados en la categoría Combinados; que incluye los avistamientos de *C. acutus*, *C. crocodilus* más individuos de la categoría “Sólo Ojos”. La frecuencia promedio del orden Crocodylia (combinados) fue de 0.8387 ± 0.0268 ind. / visita y una densidad promedio 0.0001 ± 0.0070 ind. / m lineal recorrido.

De los 19 sitios en los que se observaron individuos, 4 se destacan por tener más de un avistamiento: sitio 4 (transecto 1), sitios 7 y 8 (transecto 2) y sitio 6 (transecto 13). De éstos, el sitio 8 del transecto 2 es el que posee un mayor número de individuos avistados (4 individuos en 4 diferentes muestreos), por lo tanto la mayor frecuencia de avistamiento; 0.129 ind. / visita y los transectos 2, 5 y 13, los que tienen mayor densidad de individuos avistados; 0.0225 , 0.0125 y 0.0062 ind. / m lineal recorrido. El mínimo poblacional de crocodilianos de la Laguna El Jocotal se estima en 4 individuos.

Cuadro N° 14. Avistamientos combinados para ambas especies en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

Lugar	N° del transecto	Longitud Transecto (m)	N° de los sitios con avistamientos	N° Avistamientos	Fr. de avistamientos (N °ind. avistados/31 visitas)	Densidad del transecto (máximo n° de ind. / m recorridos)
Los Abuelos	1	550	2	1	0.0323	0.0055
			4	2	0.0645	
Poza Azul - R. Brujos 1	2	400	2	1	0.0323	0.0225
			3	1	0.0323	
			6	1	0.0323	
			7	2	0.0645	
R. Brujos 2	3	300	8	4	0.1290	0.0033
			6	1	0.0323	
R. Brujos 3	4	650	3	1	0.0323	0.0031
			9	1	0.0323	
Isla El Troncón - Isla La Valeria	5	400	1	1	0.0323	0.0125
			5	1	0.0323	
			6	1	0.0323	
			7	1	0.0323	
Rincón Cabeza de Vaca	6	350	8	1	0.0323	0.0029
			1	1	0.0323	
Rincón del Guayabo	12	350	6	1	0.0323	0.0029
Agua Clara	13	650	6	3	0.0968	0.0062
			7	1	0.0323	
Total				26		
Promedio					0.83871	0.00013
Des. Stand.					0.02680	0.00693

COMPOSICIÓN POR TALLAS

➤ *Crocodylus acutus*

Se observaron 8 individuos de *C. acutus*, a los cuales se les estimó la distancia entre la punta del hocico y los ojos; medida utilizada posteriormente para determinar la longitud total de los individuos observados (cuadro N° 15), sustituyendo dicho valor en la ecuación propuesta por Salas (1985), (ver metodología pag. 21).

Cuadro N° 15. Distancia estimada entre la punta del hocico y los ojos para 8 individuos de *C. acutus* observados en la Laguna El Jocotal, enero – abril del 2003.

N° de individuo	Distancia entre la punta del hocico y los ojos (m)	Longitud total (m)
1	0.270	2.71
2	0.250	2.51
3	0.270	2.71
4	0.250	2.51
5	0.200	2.02
6	0.150	1.52
7	0.200	2.02
8	0.270	2.71

Las medidas de longitud total estimadas oscilaron entre 1.52 y 2.71 m. El cuadro N° 16 los ubica de acuerdo con las clases de edad por rangos de tallas definidas por King *et al.* (1990; citado por Sánchez *et al.* 1996).

Cuadro N° 16. Número de individuos de *C. acutus* según clases de edad. Laguna EL Jocotal, enero – abril del 2003.

Neonato	Recluta	Juvenil		Adulto				TOTAL
I (menos de 0.5)	II (0.51 - 1.0)	III (1.01 - 1.50)	IV (1.51 - 2.0)	V (2.01 - 2.5)	VI (2.51 - 3.0)	VII (3.01 - 3.5)	VIII (3.51 o más)	
0	0	0	1	2	5	0	0	8

Los individuos de *C. acutus* según sus clases de edad, se observaron en los siguientes sitios: clase IV: sitio 8 (transecto 5); clase V: sitio 8 (transecto 2) y sitio 6 (transecto 3); clase VI: sitios 3 y 7 (transecto 2) y sitio 6 (transecto 13), (ver figura 8).

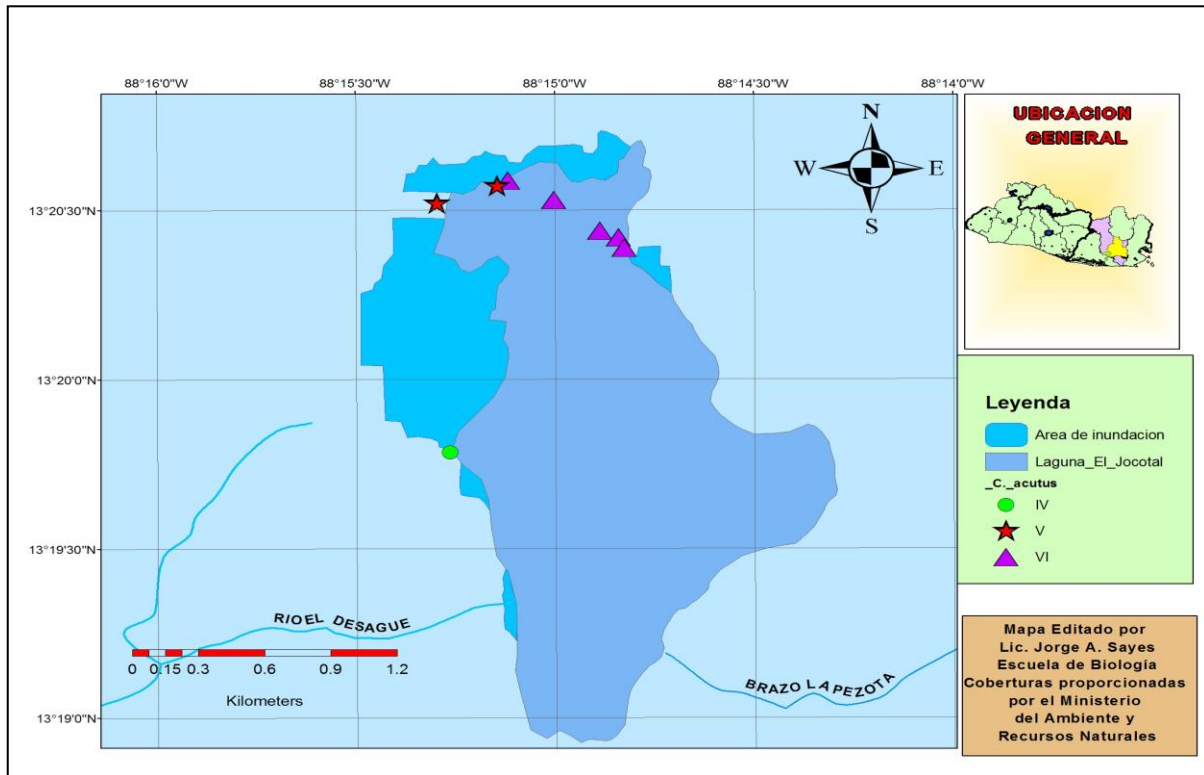


Figura 8. Sitios de avistamientos de *Crocodylus acutus*, según clases de edad. Laguna el Jocotal, enero – abril 2003.

➤ ***Caiman crocodilus***

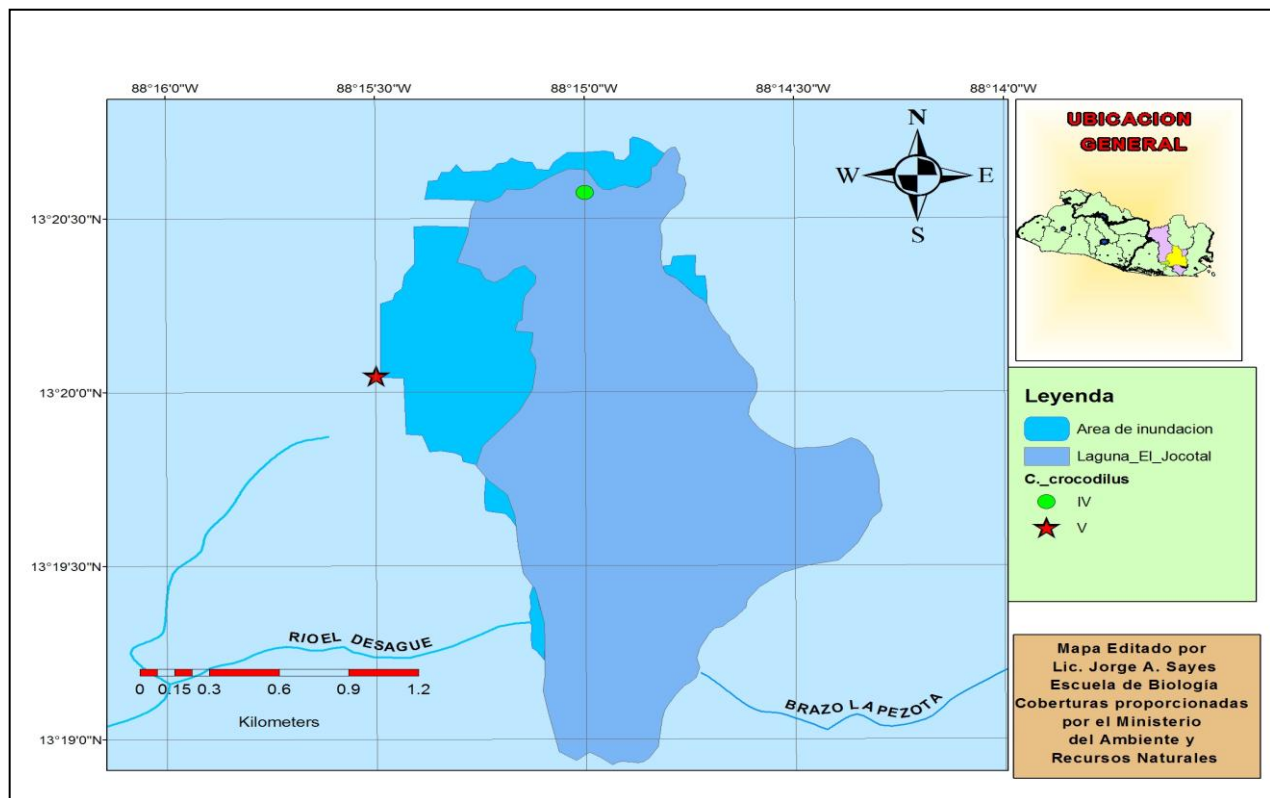
Se observaron únicamente 2 individuos de *C. crocodilus*, a los cuáles se les estimó la longitud total de la cabeza; utilizando dicho valor para determinar la longitud total de los individuos (cuadro N° 17), sustituyéndolo en la ecuación propuesta por Junier (2000), (ver metodología pag. 21).

Cuadro N° 17. Estimaciones de la longitud total de la cabeza para 2 individuos de *C. crocodilus* en la Laguna El Jocotal, enero-abril del 2003.

N° de individuo	Longitud total de la cabeza (m)	Longitud total (m)
1	0.190	1.39
2	0.240	1.75

Las medidas de longitud total estimadas fueron de 1.41 y 1.8 m. Estas corresponden a las clases IV (adulto) y V (adulto), respectivamente; basadas en Junier (2000).

El individuo de *C. crocodilus* correspondiente a la clase IV, fue observado en el sitio 2 (transecto 2); mientras que el individuo de la clase V se observó en



el sitio 1 (transecto 5), (ver figura 9).

Figura 9. Sitios de avistamientos de *Caiman crocodilus*, según clases de edad. Laguna El Jocotal, enero – abril 2003.

DISCUSIÓN

Avistamientos y Distribución

44

Los conteos nocturnos realizados entre los meses de enero y abril del año 2003 reflejan que aunque existen observaciones de crocodilianos en algunos sitios cercanos a la porción sur, la mayoría de los avistamientos (casi todos) ocurrieron en la porción norte de la laguna. Sin embargo, ninguna de las variables consideradas mostró tener una influencia significativa sobre el patrón de distribución observado durante el estudio, ni de forma individual ni combinada. Lo cual sugiere que el patrón de distribución observado depende de una o más variables no consideradas durante el estudio (como disponibilidad de alimento, refugios, etc.), o bien la existencia de uno o más factores que dificultan la detectabilidad de los crocodilianos en la porción sur.

Woodward & Moore (1993), consideran que la profundidad del cuerpo de agua es uno de los factores que influyen en la cantidad de crocodilianos que pueden ser observados. Sin embargo, en los resultados obtenidos en este estudio, los sitios con y sin avistamientos registraron niveles de profundidad similares por lo que la cantidad de crocodilianos observados y el nivel de profundidad de los sitios de muestreo no mostraron ninguna relación significativa.

Lara (1990, Castañeda 2002, *Com. Pers*³), manifiesta que el período lunar ejerce un efecto significativo en la cantidad de crocodilianos observados, siendo éstos menos activos y más sensibles a la presencia humana en noches con luna llena, lo que dificulta

³ Francisco Castañeda Moya, Biólogo, director del Programa de investigación y monitoreo de crocodilianos del Parque Nacional Laguna del Tigre.

su observación. Sin embargo, la menor cantidad de individuos detectados corresponde a la fase luna nueva, mientras que durante la luna llena se registra la segunda menor cantidad de crocodilianos. Los resultados de esta investigación muestran una relación significativa entre la cantidad de individuos observados y el período lunar. En contraposición, Escobedo (2003) no encontró ningún efecto significativo del período de la luna sobre la cantidad de individuos observados, pero también explica que sus resultados pudieron estar siendo afectados por la presencia de neblina durante las horas que comprendieron sus conteos nocturnos.

La vegetación flotante presente en algunos sitios dificultó el desplazamiento de la lancha y la detección de los ojos (tapete lúcido) de los crocodilianos. En numerosas ocasiones se observaron individuos cerca de agrupaciones de vegetación flotante, constituida principalmente por *Eichornia sp.*, los cuales al sentir el movimiento de la vegetación causado por el desplazamiento de la lancha, se asustaron y se sumergieron rápidamente, imposibilitando la identificación de la especie. Este tipo de vegetación puede ser beneficiosa para los crocodilianos, ya que les ayuda a pasar desapercibidos ante cualquier posible depredador, pero afecta negativamente su observación durante los estudios.

Los conteos iniciaron a las 8:00 p.m. y finalizaron, dependiendo de la cantidad de vegetación flotante, entre las 2:00 y las 4:00 a.m. Algunos autores han determinado que tanto *C. acutus* como *C. crocodilus* presentan períodos de mayor actividad durante la noche. Los resultados del presente estudio reflejan que la cantidad de individuos avistados por hora es casi igual, ninguna con diferencia significativa, observándose un leve incremento a tempranas horas de la noche - entre las 9:00 y 10:00 p.m. - y al comienzo de la madrugada - entre las 12:00 y 2:00 a.m. y ningún avistamiento entre las

2:00 y 4:00 a.m.; aunque de 2:00 a 3:00 a.m. sólo 7 recorridos fueron realizados y de 3:00 a 4:00 a.m. sólo 5, a diferencia de los 31 recorridos hechos en cada una de las otras horas. Escobedo (2003) observó para la especie *C. acutus* un intervalo de mayor actividad que oscila entre las 12:00 y 2:30 a.m. De acuerdo con Rivero (1988; citado por Escobedo 2003), se ha determinado que la especie *C. crocodilus* tiene ciertas horas de actividad durante la noche, sin embargo, el autor no detalla el rango de tiempo al que se refiere y en este estudio debido al escaso número de individuos observados, dicho comportamiento no pudo ser evidenciado.

Como parte del estudio de las poblaciones de crocodilianos, a nivel mundial se han llevado a cabo investigaciones acerca de la relación entre los crocodilianos y las actividades desarrolladas en las zonas pesqueras, dentro de las que se evalúan el grado en el que influye la presencia de pescadores en la cantidad de individuos observados, así como también la captura accidental como resultado de las prácticas pesqueras (Thorbjarnarson 1988; citado por Martínez *et al.* 1997). La laguna El Jocotal es un humedal muy utilizado para la pesca y, aunque los resultados no reflejaron que el número de crocodilianos observados esté relacionado con la cantidad de pescadores presentes alrededor de cada sitio de muestreo, sí se observaron individuos cerca de trasmallos, que podrían haber estado alimentándose de los peces que ya estaban atrapados, como sugieren los pescadores locales; sin embargo, esto no fue verificado.

De Luna (1996), afirma que el intervalo de temperatura en el que se desenvuelven los crocodilianos oscila aproximadamente entre 23°C y 34°C. y, de acuerdo con Smith (1979; citado por Woodward & Moore 1993), los crocodilianos tienden a ser menos activos cuando las temperaturas son muy bajas, permaneciendo la mayor parte del tiempo bajo el agua, mientras que su actividad incrementa cuando las

temperaturas son altas y por ende la posibilidad de ser observados. Las temperaturas registradas en los sitios de muestreo durante el estudio son todas muy cercanas, y corresponden al rango en el que se espera sean más activos los crocodilianos (anexo 3), por lo que no se evidenció ningún cambio en la detectabilidad y distribución de los individuos por causa de la temperatura. Según Motte (1994; citado por Escobedo 2003), además de la temperatura del agua, la del aire también influye en la cantidad de individuos observados, sin embargo, ésta última no fue considerada en el estudio.

En su mayor parte, la Laguna El Jocotal está constituida por sustrato lodoso identificado tanto en la porción norte como en la porción sur y el sustrato arenoso encontrado únicamente en algunos sitios de la porción norte. A pesar de que la mayoría de los individuos (casi todos) se observaron en el sustrato lodoso, este obtuvo un promedio de avistamientos bastante bajo comparado con el sustrato arenoso, dada la diferencia en el número de sitios de cada tipo. Sin embargo, los resultados no son concluyentes en si la cantidad de individuos observados dependa del tipo de sustrato presente en los sitios de muestreo.

El presente trabajo cuenta con considerable cantidad de datos para cada variable registrada, que reflejan las características particulares de cada sitio de muestreo; sin embargo, a excepción de la variable fase lunar, ninguna de las variables consideradas individualmente o de manera conjunta, demostró influir significativamente en la cantidad de crocodilianos observados en los diferentes sitios de muestreo. Esto podría deberse a que el número de avistamientos es tan bajo que no permite dar respuestas estadísticamente concluyentes sobre cuantas y cuáles de las variables consideradas pudieron estar influenciando la distribución de los individuos en el cuerpo de agua. El análisis de Componentes Principales no permite distinguir diferencias significativas

entre los sitios de muestreo, mostrando que los sitios de muestreo son bastante homogéneos al menos a la luz de las variables bio-físicas consideradas. Esta falta de relación entre las variables bio-físicas de cada sitio y el número de crocodilianos observados puede deberse a 3 razones (1) el número de individuos observados en campo es tan pequeño que no permite saber con precisión qué variables pudieron influir en la distribución, (2) el estudio no contempló otras variables que podrían jugar un papel importante en la distribución de los crocodilianos (como disponibilidad de alimento y disponibilidad de sitios de anidación, turbidez del agua, etc.) y (3) los individuos se distribuyen al azar en la Laguna El Jocotal.

Abundancia de Poblaciones

Utilizando el método del mínimo poblacional se estimó que la Laguna El Jocotal cuenta con al menos 4 individuos, 3 correspondientes a *C. acutus* y 1 a *C. crocodilus*. De acuerdo con Thorbjarnarson (1989; citado por Buitrago 2000), las poblaciones de ambas especies son mutuamente excluyentes y de éstas, la de *C. acutus* es más dominante que la de *C. crocodilus* (Álvarez del Toro 1974), sin embargo, ambas especies fueron encontradas habitando en los Ríos Sierpe y Terraba y en La Rambla de Sarapiquí (al Sur de Costa Rica), aunque cada población ocupando territorios distintos (Bolaños *et al.* 1997). Según Álvarez del Toro (1974) cuando el cocodrilo es diezmado o eliminado de un hábitat, el caimán suele ocuparlo.

No existió fluctuación en la cantidad de individuos observados en cada sitio de muestreo, observándose en la mayoría tan sólo un individuo, así como tampoco se observó fluctuación en el total a lo largo de cada conteo.

Solamente en 14 de los 31 conteos realizados fue posible observar crocodilianos, en su mayoría únicamente se registraron como “Sólo Ojos”. La frecuencia promedio de crocodilianos durante el período de estudio fue de 0.83871 ± 0.02680 ind. / visita, y de las dos especies, *C. crocodilus* fue la 49 menos frecuente con 0.0645 ind. / visita, mientras que se observaron 0.2581 ± 0.0263 ind. / visita de *C. acutus*. Esto refleja lo difícil que resulta observarlos y sustenta la necesidad de invertir más horas en cada conteo y más conteos en general.

Los datos sobre densidad y frecuencia de individuos son numéricamente bajos, sin embargo, constituyen un aporte importante por ser los primeros datos documentados para la Laguna El Jocotal, lo que abre las puertas a futuras investigaciones para conocer además del estado actual de las poblaciones, su tendencia a través del tiempo.

Este tipo de estudio es el primero que se lleva a cabo en El Salvador, por lo tanto no se puede decir a la fecha que tan bajas o altas sean las densidades de la población de crocodilianos presentes en la Laguna El Jocotal con respecto a las poblaciones de otros humedales en nuestro país. No obstante, se han realizado estudios de las poblaciones tanto de *C. acutus* como de *C. crocodilus* en humedales ubicados dentro del rango de distribución de ambas especies, cuyos resultados según Sasa & Chaves (1992) reflejan que para *C. acutus* el Río Tárcoles (Costa Rica) cuenta con la densidad poblacional más alta reportada en toda Centroamérica (19.1 cocodrilos / km); mientras que a nivel mundial el Lago Enriquillo (República Dominicana), posee la densidad más alta registrada a la fecha (entre 18.9 y 25.7 cocodrilos / km.), (Thorbjarnarson 1989). Los resultados encontrados por Buitrago (2000) en estudios realizados en algunos humedales de Nicaragua, reflejan para la especie *C. crocodilus* densidades que oscilan entre 2.89 ind. / km y 0.23 ind. / km. Aunque se conocen las densidades tanto de *C. acutus* como de

C. crocodilus en otros humedales, se desconoce la mayoría de las condiciones bajo las cuales se llevaron a cabo estos estudios.

Composición por tallas.

Se estimó la talla (longitud total) a un total de 10 individuos, 8 *C. acutus* y 2 *C. crocodilus*, cuyas clases de edad corresponden para *C. acutus* a la clase IV (1 individuo perteneciente a la categoría juvenil) y las clases V y VI (2 y 5 individuos respectivamente, ambos pertenecientes a la categoría adultos); éstas últimas consideradas según Kushlan y Mazzotti (1989; citado por Bolaños *et al.* 1997) como clases sexualmente maduras y altamente territoriales, según Sasa y Cháves (1992). Mientras que para *C. crocodilus* se observaron las clases IV y V, ambas correspondientes a la categoría adultos y consideradas como clases sexualmente maduras para esta especie (Blohm 1973, Chiriví-Gallego 1963; citados por Junier 2000).

Para los restantes 16 individuos, la determinación de tallas e identificación de especie no fue posible.

No se observaron neonatos (clase I) debido a que el período de investigación no coincidió con la época de eclosión de los huevos de ninguna de las especies, que ocurre en el mes de mayo para *C. acutus* (Álvarez del Toro & Sigler 2001), y entre octubre y noviembre para *C. crocodilus* (Allsteadt 1994). Tampoco se observaron individuos correspondientes a la eclosión del 2002 de ninguna de las especies, los que hubieran tenido al momento del estudio alrededor de 8 meses en el caso de *C. acutus* y 3 meses en *C. crocodilus*, considerándose como individuos de tallas pequeñas.

Se observó un mayor número de individuos adultos para ambas especies y tan sólo un juvenil de *C. acutus*, sin embargo, resulta riesgoso concluir que predominan los

individuos adultos, ya que para la mayoría de los individuos avistados no fue posible estimar talla ni reconocer especie.

Ambas especies coinciden en sitios de muestreo cercanos ubicados sobre el mismo transecto. En el transecto 2 únicamente se observaron individuos adultos, tanto de *C. crocodilus* como de *C. acutus*; mientras que en el transecto 5 se observó un *C. acutus* juvenil y un *C. crocodilus* adulto, ubicados en sitios un poco más distantes en comparación con los del transecto 2. Sin embargo, no pudo determinarse si los individuos de ambas especies se encuentran en territorios cercanos, o si la cercanía de los avistamientos es producto de la casualidad, por los habituales desplazamientos de éstos. Algunos investigadores han observado que ambas especies son mutuamente excluyentes (Thorbjarnarson 1989; citado por Buitrago 2000) y King (citado por Cerrato 1991 *com. pers.*) afirma que existe competencia interespecífica entre adultos de ambas especies, y que se ha observado depredación de los caimanes adultos sobre cocodrilos juveniles.

En el presente estudio no se consideraron variables que podrían afectar la estructura poblacional, como: la disponibilidad de alimento, según los requerimientos alimenticios de cada categoría; el comportamiento de los individuos adultos sobre los más jóvenes, y otras ocasionadas por la influencia antropogénica, como la pérdida de cobertura vegetal, la cacería y los instrumentos utilizados para la pesca.

CONCLUSIONES

52

1. Durante el período de estudio, en la Laguna El Jocotal habitaba una comunidad de crocodilianos compuesta por al menos tres *C. acutus* y un *C. crocodilus*.
2. A pesar de observar una aparente preferencia de los crocodilianos por la porción norte de la Laguna El Jocotal, no se pudo determinar si alguna variable bio-física tiene influencia sobre la preferencia de los individuos por algún sitio en particular, afectando así su distribución; bien debido al pequeño número de individuos avistados, a la falta de consideración de la variable correcta, o a que en realidad estos individuos se distribuyen al azar.
3. Estadísticamente se determinó que la única variable que ejerció un efecto significativo en la cantidad de individuos observados fue la fase lunar, indicando que esta es una variable a tomar en consideración durante futuros estudios, para evitar posibles sesgos.
4. No se pudo determinar la estructura de las dos poblaciones de crocodilianos debido a que a la mayoría de los individuos observados (16 de 26 individuos) no fue posible estimar talla ni identificar especie.

5. Ambas especies de crocodilianos coincidieron en sitios de muestreo cercanos, sin embargo, se desconoce si éstos poseen territorios cercanos o si tales avistamientos fueron producto de la casualidad.
6. Especial atención debe prestarse a la falta de avistamiento de crías de ambas especies, ya que de la protección y conservación de individuos en dicha etapa como en las sucesivas, depende la 53 tendencia de las dos poblaciones de crocodilianos.
7. La falta de avistamiento de crías de ambas especies puede deberse a que los individuos durante dicha etapa permanecen ubicados en sitios de difícil acceso, como estrategia de sobrevivencia y protección ante posibles depredadores. Futuros estudios deben ser diseñados para minimizar los sesgos en la baja detectabilidad de crías, debido a la necesidad de identificar los sitios utilizados por individuos en esta etapa y brindar protección ante posibles condiciones ambientales y/o antropogénicas que estén influenciando el patrón de distribución o bien, afectando su sobrevivencia.
8. El análisis combinado de los valores de las variables bio-físicas consideradas, mediante el método de Componentes Principales Integrados, no mostró marcadas diferencias entre sitios; lo que puede deberse a la no consideración de las variables correctas o bien a la homogeneidad de la laguna, lo que respaldaría la hipótesis de que los crocodilianos se distribuyen al azar.
9. El presente estudio marca el punto de partida para conocer las especies de crocodilianos que habitan en la Laguna El Jocotal, además, conocer el número estimado de individuos que conforman cada una de sus poblaciones en términos de

densidad y frecuencia de avistamientos durante la época seca utilizando el método de conteo nocturno por encandilamiento. Sin embargo, se necesitan nuevos estudios que consideren la realización de conteos en ambas épocas del año contemplando otras variables no consideradas en el presente estudio.

10. La presencia de vegetación, especialmente flotante, representa un notable impedimento para la exitosa conducción de censos de las poblaciones de crocodilianos, en el futuro deben aplicarse métodos de muestreo que eliminen o minimicen este sesgo.
11. La metodología utilizada en el presente estudio permitió determinar características bio-físicas particulares de los sitios utilizados y no utilizados por los crocodilianos durante la época seca, sin embargo, aunque no se puede precisar la población total de cada una de las especies ya que todos los individuos tuvieron igual posibilidad de ser contados en cada visita nocturna, no se ocasionó estrés a ningún individuo, lo que hubiera provocado que se volvieran ariscos, afectando no solo los resultados del presente estudio, sino también los de futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES

55

1. En futuros estudios es importante considerar otras variables como: temperatura del aire, velocidad del viento y la evaluación del impacto que tienen los instrumentos utilizados para pescar en las poblaciones de crocodilianos, ya que son factores que pueden influir en el patrón de distribución, estructura y sobrevivencia de cada una de las poblaciones.
2. La fase lunar es una variable que ejerce una influencia significativa en la cantidad de individuos observados, por lo que se recomienda considerarla en futuras investigaciones minimizando posibles sesgos en los conteos nocturnos.
3. Es importante centrar atención en la población de juvenil, pues de ellos depende la sobrevivencia de las poblaciones de ambas especies, empleando metodología que contemple la realización de conteos a pié en aquellos sitios de difícil acceso en lancha, ya que de acuerdo con otros estudios, suelen permanecer en dichos sitios durante esta etapa de su vida altamente vulnerable.
4. Realizar estudios diurnos especialmente durante la época de anidación, enfocados a la identificación de zonas utilizadas para tal fin con el objeto de delimitar dichas

zonas y brindarles especial protección de las actividades antropogénicas que pudieran ocasionar el deterioro de estos sitios.

5. Podría ser particularmente interesante considerar la realización de estudios durante la época lluviosa y determinar si la frecuencia de aparición de crocodilianos disminuye, se mantiene o incrementa, partiendo de la hipótesis de la alta capacidad migratoria especialmente de *C. acutus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allsteadt, J. & C. Vaughan. 1994.** Food Habits of *Caiman crocodilus* in Caño Negro, Costa Rica. pp. 57 24-29. En: Vida Silvestre Neotropical/Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre. Vol. 3, N° 1.
- Allsteadt, J. 1994.** Nesting Ecology of *Caiman crocodilus* in Caño Negro, Costa Rica in: Journal of Herpetology, vol. 28 N° 1 pp. 12-19.
- Álvarez del Toro, M. 1974.** Los Crocodylia de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 70 pp.
- Álvarez del Toro, M. & L. Sigler. 2001.** Los Crocodylia de México. 1a Edición. IMERNAR. PROFEPA. México. 134 pp.
- Anaya, M. 2000.** Zoocría y Manejo de Poblaciones Silvestres de *Crocodylus acutus*. Índices Reproductivos y Comportamiento Social. pp. 382-391. En: Crocodiles Proceedings of the 15th. Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK.
- Bennett, A. F. 1999.** Linkages of the landscape the role of corridors and connectivity. In Wildlife Conservation. IUCN Forest Conservation Program United Kingdom. 254 pp.
- Bolaños, R. J., J. Sánchez & L. Piedra. 1997.** Inventario y estructura poblacional de crocodílicos en tres zonas de Costa Rica. Rev. Biol. Trop.. 44 (3)/45(1): 283-287.

- Brazaitis, P. 1974.** The identification of living crocodilians. *Zoológica*, New York Zoological Society. Vol. 58 (1-4): 59-102.
- Buitrago, F. 2000.** Aprovechamiento de los cocodrilos de Nicaragua. Cuaderno N° 11/Cuadernos de investigación de la UCA. 75 pp.
- Cabrera Martínez, G. & P. López. 1997.** Distribución y abundancia de *Crocodylus acutus* (Cocodrilo Americano) 58 en la Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador (Perfil de tesis para optar al Grado de Licenciatura). 12 pp.
- Castañeda, F. 1999.** Estudio Poblacional de *Crocodylus moreletii* en el Parque Nacional Laguna del Tigre, San Andrés, Peten, Guatemala. 15 pp.
- Cerrato, C. 1991.** Composición y tamaño de poblaciones silvestres de caimanes (*Caiman crocodilus chiapasius*) y cocodrilos (*Crocodylus acutus*) de la costa Caribe de Honduras, Centro América. Tesis de maestría. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Universidad Nacional, Costa Rica. 184 pp.
- Chabreck, R. H. 1966.** Methods of determining the size and composition of Alligator population in Luisiana. Proc. 20 th Ann. Conf. S. E. Assoc. Game Fish comm. 20: 105-112.
- Da Silveira, R., W. E. Magnuson & Z. Campos. 1997.** Monitoring the Distribution, Abundance and Breeding Areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. In: *Journal of Herpetology*. V. 31, N° 4, pp 514-520.

- De Luna Cuevas, L. O. 1996.** Fluctuación anual de la densidad de una población de *Crocodylus acutus* en Cuitzmala, Jalisco, México. Bol. Soc. Herpetol. Mex. Vol. 7(1): 15-16
- Domínguez, J. P. & O. Komar. 2001.** Valoración de criterios para la certificación de cafetales amigables con la biodiversidad. Banco Mundial/PROCAFE. 150 pp.
- Escobedo, A. 2002.** Análisis a nivel DNA mitocondrial en poblaciones de *Caiman crocodilus* ⁵⁹ (Crocodylia: Alligatoridae). Escuela de Biología. Universidad Latina de Costa Rica (Anteproyecto). 11pp.
- _____. **2003.** Períodos de actividad y efecto de las variables ambientales en cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807): Evaluando los métodos de determinación de la fracción visible. Ecología Aplicada, 2 (1): 5 pp.
- García, J. 2000.** Diagnóstico de Gestión de la Laguna El Jocotal (San Miguel) El Salvador. Programa ARAUCARIA. Agencia Española de Cooperación Internacional. Organismo Autónomo Parques Nacionales. 86 pp.
- Hasbún, C., M. Benítez & N. Windevoxhel. 1993.** Convención Ramsar. Ficha Técnica Laguna El Jocotal, El Salvador. 9 pp.
- Holdridge, L. 1975.** Mapa Ecológico de El Salvador, Memoria Explicativa Dirección General de Recursos Naturales y Renovables, M.A.G., San Salvador. 76 pp.
- Junier, E. 2000.** Análisis de la población de *Caiman crocodilus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Costa Rica. 46 pp.
- Köhler, G., M. Vaselý & J. Kreutz. (en prensa).** Los anfibios y reptiles de El Salvador.

- Lara López, O. F. 1990.** Estimación del tamaño y estructura de la población de *Crocodylus moreletii* Duméril & Duméril (Crocodylidae-Reptilia), en los lagos Petén-Itza, Sal-Peten, Petenchel y Yaxha, El Petén, Guatemala. Tesis presentada como requisito parcial para optar al grado de maestría en Manejo de Vida Silvestre.
- López López, P. R. & N. C. Vásquez. 1998.** Vegetación acuática del Refugio de Vida Silvestre Laguna el Jocotal, San Miguel, El Salvador. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias ⁶⁰ Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciatura). 83 pp.
- MARN, 2004.** Listado oficial de especies de vida silvestre, amenazadas o en peligro de extinción. N° 78, Tomo N° 363. San Salvador, jueves 29 de abril de 2004.
- Martínez J. A, E. Naranjo y K. Nelson. 1997.** Las Poblaciones de Cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y Caimanes (*Caiman crocodilus*) en una Zona Pesquera de la Reserva de la Biósfera “La Encrucijada”, Chiapas, México. pp 21-28. En: Vida Silvestre Neotropical 6(1-2).
- Piedra, L. 2000.** Estado de las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) (Reptilia: Crocodylidae) en tres ríos del Pacífico Central de Costa Rica. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Biológicas. Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Acuicultura. 70 pp.
- Platt, S. & J. Thorbjarnarson. 1999.** Occurrence of the American Crocodile in Lighthouse Atoll, Belize. Caribbean Journal of Science, Vol. 35, N° 3-4, 316-318.
- Ross, J. P. 1995.** La importancia del uso sustentable para la conservación de los cocodrilianos. pp. 19-32. In: Larriera, A. & L. M. Verdade (Eds). La

conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina. Vol. 1. Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Santa Fé, Argentina.

Salas, C. 1985. Contribución al conocimiento sobre manejo de *Crocodylus acutus* Cuvier (Crocodylia, Crocodylidae) en el Refugio Nacional de Fauna Silvestre Dr. Rafael Lucas Rodríguez Caballero. Universidad Rodrigo Facio. Tesis de Licenciatura en Biología. 49 pp.

Sánchez, J., J. Bolaños & L. Piedra. 61 1996. Población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en dos ríos de Costa Rica. Rev. Biol. Trop.. 44(2): 835-840.

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

Schubert, A. 2000. Monstruos Simpáticos Los cocodrilos del Lago Enriquillo. 43 pp.

Schubert, A. & H. Méndez. 2000. Métodos para estimar el tamaño de la población del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) en el Lago Enriquillo, República Dominicana. 372-381 pp. En: Crocodiles Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK.

SEMA. 1994. Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas. Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador.

SICA. 1999. Lista de Fauna de Importancia para la Conservación en Centroamérica y México: Listas Rojas. Listas Oficiales y Especies en Apéndices CITES. Sistema de Integración Centroamericana (SICA), Área Temática de Vida Silvestre de UICN-HORMA, Programa Biodiversidad CCAD.

Tabachnick, B. & L. Fidell. 1996. Using Multivariate Statistics. 3^a Edición. 880 pp.

Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus* en:
Crocodiles, Their Ecology, Management, and Conservation, IUCN Publication
New Series pp. 228-259.

_____. **1981.** An Analysis of the Spectacled Caiman (*Caiman
crocodilus*) Harvest Program ⁶² in Venezuela. En: Robinson, J. & K.
Redford (Eds). Neotropical Wildlife Use and Conservation. pp 217-235.

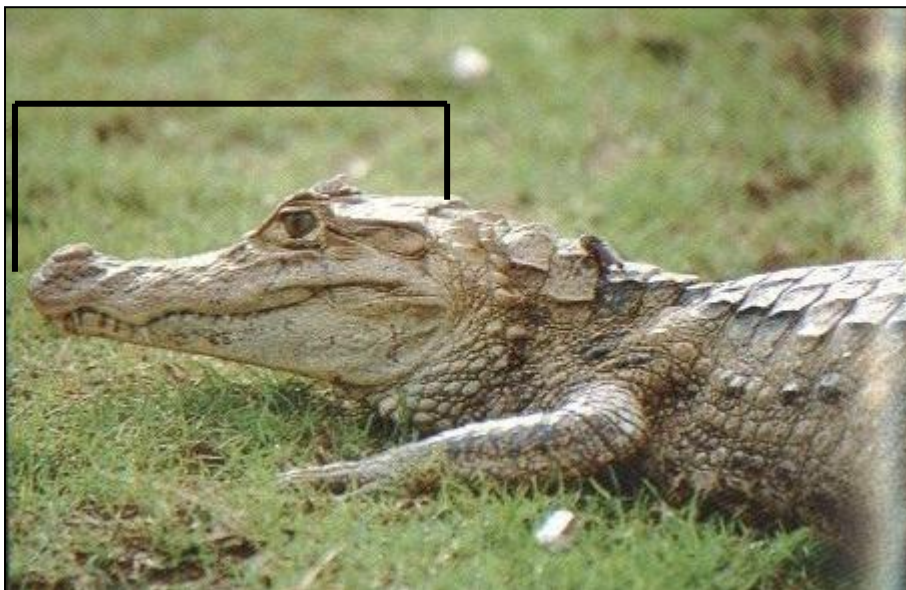
Woodward, A. & C. Moore. 1993. Use of Night Count Data for Estimation of
Crocodilians Population Trends. 10 pp. En: Second Regional Conference of the
Crocodile Specialist Group, Species Survival Commission, IUCN, held in
Darwin, NT, Australia, 12-19 March 1993.

ANEXOS



Tomada de A Guide To Amphibians and Reptiles of Costa Rica.

Anexo 1. Estimación de la distancia entre la punta del hocico y los ojos (LHO) de *C. acutus*.



Tomada de A Guide To Amphibians and Reptiles of Costa Rica.

Anexo 2. Estimación de la longitud total de la cabeza (LCT) de *C. crocodilus*

Anexo 3. Promedio de las mediciones de 5 variables biofísicas y la variable perturbación antropogénica consideradas en 128 sitios de muestreo. Laguna El Jocotal, enero-abril del 2003.

N° de Transecto	Sitios	Profundidad (m)		Temperatura (°C)		Ancho de Vegetación Flotante (m)		Ancho de Vegetación Sumergida (m)		Altura Frente de Vegetación Fija (m)		Influencia Antropogénica	
		promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.
1	1	1.56	0.16	30.04	0.79	1.53	1.79	3.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.86	0.16	30.17	0.81	1.57	1.92	3.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	3	0.78	0.16	30.33	0.74	0.07	0.36	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	0.49	0.16	30.38	0.74	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	0.84	0.16	30.33	0.74	41.29	84.49	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.76	0.16	30.21	0.72	41.94	85.73	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00
	7	0.66	0.16	30.24	0.72	63.87	103.20	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00
	8	1.11	0.16	30.24	0.73	60.10	93.05	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00
	9	1.16	0.16	30.27	0.74	35.10	82.06	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00
	10	1.21	0.16	30.24	0.71	16.71	56.35	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00
	11	1.06	0.16	30.25	0.72	16.71	56.35	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00
2	1	1.04	0.16	30.18	0.73	9.26	30.02	0.00	0.00	2.30	0.00	0.10	0.30
	2	1.04	0.16	30.21	0.77	9.68	30.05	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00
	3	0.90	0.18	30.16	0.81	13.23	36.97	0.00	0.00	2.30	0.00	0.23	0.50
	4	0.90	0.18	30.17	0.81	12.48	31.32	0.00	0.00	1.50	0.00	0.13	0.34
	5	1.00	0.18	30.21	0.74	13.23	31.31	0.00	0.00	2.00	0.00	0.10	0.30
	6	1.00	0.18	30.25	0.79	12.26	31.34	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.50
	7	0.98	0.18	30.22	0.79	10.93	31.40	0.00	0.00	2.50	0.00	0.13	0.34
	8	0.98	0.18	30.23	0.73	10.89	31.40	0.00	0.00	2.50	0.00	0.16	0.37
3	1	0.99	0.16	30.21	0.70	8.19	20.68	0.00	0.00	2.50	0.00	0.06	0.25
	2	1.01	0.16	30.22	0.68	8.42	21.33	0.00	0.00	2.50	0.00	0.10	0.30
	3	1.01	0.16	30.15	0.73	9.84	25.75	0.00	0.00	2.70	0.00	0.32	0.48
	4	1.03	0.16	30.19	0.78	10.87	26.90	0.00	0.00	2.70	0.00	0.10	0.30
	5	1.03	0.16	30.22	0.83	10.76	26.93	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.43
	6	1.06	0.16	30.15	0.84	10.73	26.94	0.00	0.00	3.00	0.00	0.13	0.34
4	1	0.86	0.16	30.20	0.84	14.90	33.36	7.00	0.00	3.30	0.00	0.03	0.18
	2	0.88	0.16	30.22	0.84	16.35	38.41	7.00	0.00	3.50	0.00	0.19	0.54
	3	0.91	0.16	30.23	0.80	23.95	44.56	10.00	0.00	3.50	0.00	0.23	0.43
	4	0.89	0.16	30.22	0.82	23.61	43.51	10.00	0.00	3.50	0.00	0.32	0.54
	5	1.06	0.16	30.23	0.81	28.23	44.91	10.00	0.00	3.50	0.00	0.42	0.72

	6	1.06	0.16	30.22	0.79	27.48	42.01	10.00	0.00	3.50	0.00	0.32	0.60
	7	0.96	0.16	30.21	0.86	31.13	43.14	10.00	0.00	3.50	0.00	0.06	0.36
	8	0.96	0.16	30.23	0.85	30.58	43.49	10.00	0.00	3.50	0.00	0.10	0.40
	9	1.01	0.16	30.17	0.82	29.29	41.46	7.00	0.00	3.50	0.00	0.23	0.50
	10	0.99	0.16	30.15	0.76	30.84	44.04	10.00	0.00	3.50	0.00	0.45	0.57
	11	1.16	0.16	30.08	0.80	30.79	45.89	10.00	0.00	3.50	0.00	0.29	0.53
	12	1.11	0.16	30.07	0.81	25.02	41.18	10.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00
	13	1.13	0.16	30.07	0.84	24.63	41.36	10.00	0.00	3.50	0.00	0.10	0.40
5	1	0.86	0.16	30.02	0.78	6.94	21.24	0.00	0.00	2.80	0.00	0.06	0.25
	2	0.81	0.16	30.03	0.80	6.84	21.27	0.00	0.00	2.80	0.00	0.16	0.45
	3	0.79	0.16	29.97	0.78	5.94	21.34	0.00	0.00	2.80	0.00	0.26	0.44
	4	0.76	0.16	29.98	0.77	5.00	17.84	0.00	0.00	2.80	0.00	0.35	0.61
	5	0.76	0.16	29.98	0.80	4.90	667.87	0.00	0.00	2.60	0.00	0.26	0.44
	6	0.76	0.16	29.93	0.74	4.48	17.91	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00
	7	0.76	0.16	29.89	0.74	3.45	12.60	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.50
	8	0.76	0.16	29.88	0.78	3.42	12.60	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.50
6	1	0.86	0.16	29.85	0.79	1.13	3.46	0.00	0.00	2.70	0.00	0.10	0.30
	2	0.86	0.16	29.83	0.80	1.06	3.43	0.00	0.00	2.70	0.00	0.10	0.30
	3	0.88	0.16	29.78	0.69	1.16	3.31	0.00	0.00	2.70	0.00	0.29	0.46
	4	0.81	0.16	29.72	0.73	1.81	3.51	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.43
	5	0.80	0.16	29.70	0.74	1.84	3.84	0.00	0.00	2.50	0.00	0.10	0.30
	6	0.74	0.16	29.75	0.71	1.66	3.81	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00
	7	0.95	0.16	29.71	0.68	1.45	3.77	0.00	0.00	2.50	0.00	0.23	0.56
7	1	0.86	0.16	29.67	0.64	0.32	1.01	10.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00
	2	0.86	0.16	29.66	0.61	0.29	1.01	10.00	0.00	2.30	0.00	0.23	0.43
	3	0.83	0.16	29.63	0.57	0.23	0.96	10.00	0.00	2.30	0.00	0.32	0.54
	4	0.81	0.16	29.57	0.61	0.23	1.26	10.00	0.00	2.30	0.00	0.29	0.53
	5	0.83	0.16	29.59	0.66	0.23	1.26	10.00	0.00	2.30	0.00	0.29	0.53
	6	0.83	0.16	29.62	0.68	0.16	0.90	10.00	0.00	2.30	0.00	0.16	0.45
	7	0.84	0.17	29.60	0.64	0.16	0.90	10.00	0.00	2.30	0.00	0.13	0.34
	8	0.84	0.17	29.60	0.65	0.16	0.90	10.00	0.00	2.50	0.00	0.19	0.48
	9	0.83	0.16	29.54	0.69	0.13	0.72	10.00	0.00	2.50	0.00	0.19	0.48
	10	0.81	0.16	29.55	0.70	0.13	0.72	10.00	0.00	2.50	0.00	0.23	0.50
	11	0.81	0.16	29.51	0.72	0.08	0.45	10.00	0.00	2.30	0.00	0.16	0.45
8	1	0.76	0.16	29.33	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.23	0.50
	2	0.80	0.16	29.29	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.06	0.36
	3	0.81	0.16	29.27	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.26	0.51
	4	0.71	0.16	29.22	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.29	0.59
	5	0.66	0.16	29.22	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.71	0.78
	6	0.60	0.16	29.25	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.10	0.30
	7	0.60	0.16	29.26	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.03	0.18
9	1	0.71	0.16	29.22	0.79	1.04	1.92	10.00	0.00	1.00	0.00	0.13	0.43
	2	0.76	0.16	29.20	0.79	1.02	1.92	10.00	0.00	1.00	0.00	0.19	0.40
	3	0.71	0.16	29.17	0.76	1.15	1.95	10.00	0.00	1.10	0.00	0.32	0.48
	4	0.91	0.16	29.21	0.71	1.09	1.70	10.00	0.00	1.30	0.00	0.42	0.62
	5	0.86	0.16	29.17	0.77	1.19	1.72	10.00	0.00	1.50	0.00	0.06	0.25
	6	0.79	0.16	29.17	0.72	1.35	1.78	10.00	0.00	1.60	0.00	0.16	0.45

	7	0.80	0.16	29.14	0.74	1.31	1.71	10.00	0.00	1.70	0.00	0.16	0.37
	8	0.76	0.16	29.16	0.75	1.29	1.66	10.00	0.00	1.60	0.00	0.23	0.50
	9	0.56	0.16	29.02	0.72	1.25	1.88	10.00	0.00	1.60	0.00	0.29	0.53
	10	0.56	0.16	28.98	0.72	1.42	1.98	10.00	0.00	1.60	0.00	0.42	0.56
	11	1.26	0.16	28.95	0.64	1.40	2.06	10.00	0.00	1.60	0.00	0.23	0.62
	12	1.51	0.16	28.96	0.62	1.45	2.11	10.00	0.00	2.70	0.00	0.03	0.18
10	1	0.76	0.16	28.93	0.62	0.73	1.14	10.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.34
	2	0.71	0.16	28.90	0.64	0.80	1.17	10.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.18
	3	0.71	0.16	28.91	0.60	0.65	1.14	10.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.37
	4	0.65	0.16	28.90	0.60	0.93	1.58	10.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.37
	5	0.72	0.16	28.99	0.61	0.71	1.32	10.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.34
	6	0.71	0.16	28.97	0.64	2.49	67.75	10.00	0.00	1.50	0.00	0.19	0.48
	7	0.71	0.16	28.98	0.65	2.73	2.76	10.00	0.00	1.50	0.00	0.10	0.30
	8	0.76	0.16	29.00	0.66	3.01	3.36	10.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00
11	1	0.80	0.16	29.04	0.72	2.74	3.44	10.00	0.00	1.70	0.00	0.13	0.34
	2	0.76	0.16	29.04	0.64	3.11	4.53	10.00	0.00	1.70	0.00	0.32	0.54
	3	0.81	0.16	29.09	0.66	3.85	4.73	10.00	0.00	1.50	0.00	0.06	0.25
	4	0.83	0.16	29.12	0.64	4.11	4.62	10.00	0.00	1.50	0.00	0.03	0.18
	5	0.81	0.16	29.06	0.67	4.23	5.49	10.00	0.00	1.50	0.00	0.10	0.30
	6	0.81	0.16	29.05	0.64	2.15	3.95	10.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.48
	7	0.76	0.16	29.07	0.58	2.44	5.70	10.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.34
	8	0.81	0.16	28.99	0.58	3.18	9.10	10.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.53
	9	0.84	0.16	28.94	0.54	3.18	9.22	10.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.34
	10	0.87	0.16	28.96	0.53	5.15	17.90	10.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.18
	11	0.95	0.17	28.92	0.56	8.38	18.42	10.00	0.00	1.30	0.00	0.13	0.43
	12	0.97	0.17	28.89	0.58	8.94	17.92	8.00	0.00	1.30	0.00	0.03	0.18
	13	0.93	0.16	28.90	0.58	9.98	23.77	8.00	0.00	1.30	0.00	0.19	0.48
	14	0.90	0.16	28.89	0.56	10.96	26.73	8.00	0.00	1.30	0.00	0.35	0.55
	15	0.90	0.16	28.86	0.60	10.48	26.87	8.00	0.00	1.30	0.00	0.39	0.56
	16	0.78	0.16	28.87	0.58	9.61	24.33	8.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00
	17	0.71	0.16	28.84	0.59	9.58	24.31	8.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00
12	1	0.96	0.16	28.86	0.52	3.57	6.51	0.00	0.00	2.50	0.00	0.10	0.30
	2	0.91	0.16	28.80	0.50	3.73	6.52	0.00	0.00	1.70	0.00	0.16	0.45
	3	0.86	0.16	28.83	0.43	9.67	26.84	0.00	0.00	1.70	0.00	0.16	0.37
	4	0.81	0.16	28.91	0.42	14.39	36.79	0.00	0.00	1.80	0.00	0.35	0.55
	5	0.78	0.16	28.88	0.48	15.84	43.50	0.00	0.00	1.70	0.00	0.29	0.59
	6	0.75	0.17	28.78	0.53	15.61	43.55	0.00	0.00	1.70	0.00	0.10	0.30
	7	0.75	0.17	28.79	0.58	15.27	43.62	0.00	0.00	1.70	0.00	0.06	0.25
13	1	0.80	0.16	28.79	0.57	7.97	14.32	0.00	0.00	2.20	0.00	0.16	0.45
	2	0.91	0.16	28.76	0.51	7.90	14.23	0.00	0.00	2.00	0.00	0.29	0.59
	3	0.81	0.16	28.87	0.52	9.68	16.67	0.00	0.00	2.00	0.00	0.23	0.50
	4	0.96	0.16	28.87	0.54	14.85	23.10	0.00	0.00	2.00	0.00	0.23	0.56
	5	0.96	0.16	28.92	0.56	17.10	24.41	0.00	0.00	2.00	0.00	0.26	0.58
	6	0.96	0.16	28.94	0.60	20.32	29.22	0.00	0.00	1.70	0.00	0.10	0.30
	7	0.81	0.16	28.90	0.63	21.81	32.80	0.00	0.00	1.70	0.00	0.06	0.25
	8	0.78	0.16	28.88	0.65	37.42	61.05	0.00	0.00	2.00	0.00	0.19	0.48
	9	0.78	0.16	28.83	0.63	64.29	90.99	0.00	0.00	1.70	0.00	0.39	0.76

10	0.86	0.16	28.86	0.60	75.71	100.25	0.00	0.00	1.80	0.00	0.52	0.72
11	0.98	0.16	28.84	0.62	84.42	108.10	0.00	0.00	1.30	0.00	0.48	0.77
12	1.19	0.16	28.81	0.64	84.45	108.07	0.00	0.00	1.30	0.00	0.16	0.52
13	1.06	0.16	28.79	0.66	87.71	115.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.36

Anexo 4. Promedio de las mediciones de 5 variables biofísicas y la variable perturbación antropogénica consideradas en los sitios con avistamientos. Laguna El Jocotal, enero-abril del 2003.

Transectos	Sitios	Profundidad (m)		Temperatura (°C)		Ancho de Vegetación Flotante (m)		Ancho de Vegetación Sumergida (m)		Altura Frente de Vegetación Fija (m)		Influencia Antropogénica	
		promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.	promedio	D.E.
1	2	0.86	0.16	30.17	0.81	1.57	1.92	3.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	4	0.49	0.16	30.38	0.74	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2	1.04	0.16	30.21	0.77	9.68	30.05	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00
	3	0.90	0.18	30.16	0.81	13.23	36.97	0.00	0.00	2.30	0.00	0.23	0.50
	6	1.00	0.18	30.25	0.79	12.26	31.34	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.50
	7	0.98	0.18	30.22	0.79	10.93	31.40	0.00	0.00	2.50	0.00	0.13	0.34
3	6	1.06	0.16	30.15	0.84	10.73	26.94	0.00	0.00	3.00	0.00	0.13	0.34
	9	1.01	0.16	30.17	0.82	29.29	41.46	7.00	0.00	3.50	0.00	0.23	0.50
4	1	0.86	0.16	30.02	0.78	6.94	21.24	0.00	0.00	2.80	0.00	0.06	0.25
	5	0.76	0.16	29.98	0.80	4.90	17.87	0.00	0.00	2.60	0.00	0.26	0.44
	6	0.76	0.16	29.93	0.74	4.48	17.91	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00
	7	0.76	0.16	29.89	0.74	3.45	12.60	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.50
5	8	0.76	0.16	29.88	0.78	3.42	12.60	0.00	0.00	2.70	0.00	0.23	0.50
	1	0.86	0.16	29.85	0.79	1.13	3.46	0.00	0.00	2.70	0.00	0.10	0.30
6	6	0.75	0.17	28.78	0.53	15.61	43.55	0.00	0.00	1.70	0.00	0.10	0.30
12	6	0.96	0.16	28.94	0.60	20.32	29.22	0.00	0.00	1.70	0.00	0.10	0.30
	7	0.81	0.16	28.90	0.63	21.81	32.80	0.00	0.00	1.70	0.00	0.06	0.25