

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Abundancia relativa y situación actual de la especie
Crocodylus moreletii en regiones prioritarias de Petén en
base al Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo
de Pantano

Trabajo de graduación presentado
por Valerie Andrea Corado García
para optar al grado académico de Licenciada en Biología.

Guatemala
2014

Abundancia relativa y situación actual de la especie
Crocodylus moreletii en regiones prioritarias de Petén en
base al Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo
de Pantano

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

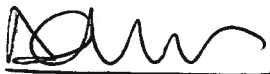
Facultad de Ciencias y Humanidades

Abundancia relativa y situación actual de la especie
Crocodylus moreletii en regiones prioritarias de Petén en
base al Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo
de Pantano


Trabajo de graduación presentado
por Valerie Andrea Corado García
para optar al grado académico de Licenciada en Biología.

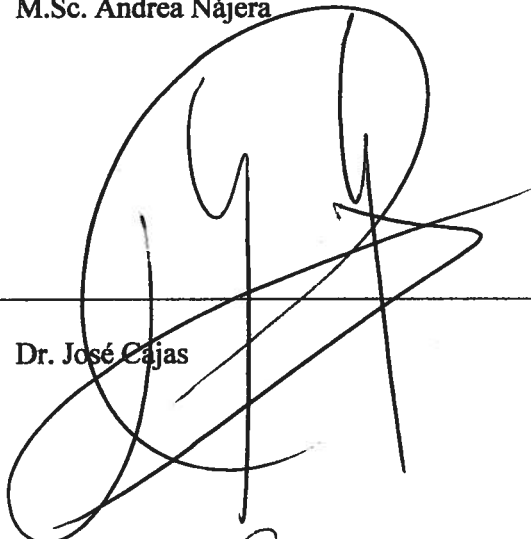
Guatemala
2014

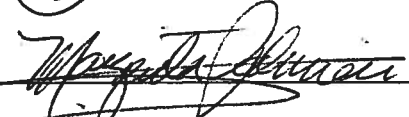
Vo. Bo. :

(f) 
M.Sc. Andrea Nájera

Tribunal Examinador:

(f) 
M.Sc. Andrea Nájera

(f) 
Dr. José Cajas

(f) 
Licda. Margarita Palmieri

Fecha de aprobación: 27 de junio del 2014

PREFACIO

Dado que en más de diez años Guatemala no ha presentado datos continuos *Crocodylus moreletii*, el presente estudio tiene como propósito proporcionar información actualizada sobre la situación de las poblaciones dentro del país. La falta de información, no permite establecer planes de manejo ni de conservación adecuados para el cocodrilo de pantano. Esta problemática se ve ejemplificada en las reuniones tri-nacionales (México-Belice-Guatemala), donde Guatemala no posee los datos necesarios para discutir con certeza con México y Belice la posibilidad de cambiar su categoría de manejo de *C. moreletii*.

Considero que este estudio es de especial relevancia pues se logró recolectar datos importantes en sitios que no se habían estudiado anteriormente. Esta investigación puede dar pie a propiciar proyectos a mediano plazo para considerar realizar un manejo sustentable de *C. moreletii*. También se busca que tanto estudiantes y comunidades locales, se involucren en el tema de conservación de esta especie a través de su importancia económica, es decir, el valor comercial que representa tanto a nivel nacional como internacional.

Cabe mencionar, que la recolección de datos en este estudio se basó en la metodología establecida por el Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano. Mediante este manual se incentiva, de manera tri-nacional, que se lleve un monitoreo estándar de las poblaciones silvestres de *C. moreletii*. Con la implementación de este programa, permite que Guatemala tenga un mayor involucramiento dentro de acuerdos internacionales, que conlleva a la participación activa en la toma de decisiones sobre el manejo adecuado de las poblaciones silvestres de nuestro país, y al mismo tiempo compartir información valiosa con México y Belice.

Este trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios y a la Virgen María por permitirme trabajar con estos maravillosos animales sin ningún accidente fatal. Además que siempre fueron mi compañía en todos los viajes de campo que realicé. Luego se lo dedico a mi abuelito Roberto García, a mi abuelita Natividad de García y a mi querida madre Ingrid García, quienes fueron mi principal apoyo y soporte en todo este largo recorrido, desde el comienzo de mi carrera hasta la finalización de mi proyecto de tesis. Aunque se rehusaban a que yo trabajara directamente con estos animales, fueron los que allí estuvieron para cualquier emergencia, alegría, desesperación, entre otros sentimientos. También, quiero dedicarle este proyecto a Lic. Franklin Herrera, técnico de Vida Silvestre del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, con cariño “Frank”, quien fue el principal promotor a que yo me involucraré completamente en el tema de cocodrilos. Dado que, por él se escribió el proyecto F16/2013, que fue financiado por el Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza –FONACON- , además de postular la investigación para el tema de tesis en la Universidad del Valle de Guatemala. Por lo tanto, el Lic. Franklin Herrera, ha sido un apoyo incondicional en todo este proceso.

Un especial agradecimiento al José Octavio Cajas Castillo (Pepe), Director de Vida Silvestre del CONAP, por su invaluable involucramiento y aportación en este proyecto, quien sabe que no ha sido un camino fácil de recorrer pero ha valido la pena. Pepe fue mi principal apoyo en el análisis de mis resultados e interpretación de los mismos. Fue quien estuvo a mi lado para resolver mis dudas sobre la estadística, no importando cuántas veces me lo tuviera repetir, muchas gracias por tu ayuda y tu invaluable conocimiento. Me enseñaste a que no importa que tanto sepas de un tema en particular, compartir tus conocimientos con pasión y sin criticar, hace de ti, una persona brillante. También quiero agradecer a la M.Sc. Andrea Nájera, quien sin pensarlo aceptó ser mi asesora, aunque su fuerte no sean los cocodrilos, pero su apoyo me permitió continuar hasta el final, y tanto sus comentarios como correcciones en la tesis fueron tan puntuales,

que me permitieron dejar el documento mucho mejor de lo que creí. Por casualidades de la vida, es gran amiga de Pepe Cajas, por lo tanto, me permitió crear un gran equipo de apoyo y colaboración en este proyecto.

Por otro lado, quiero agradecer a Francisco Peche (lanchero del CONAP Región VIII, Petén), con cariño Peche, a Julio Madrid (técnico del CONAP Región VIII, Petén), a un gran amigo y futuro colega Renato Morales (estudiante de la Universidad San Carlos de Guatemala –USAC-), y a una persona muy especial en mi vida Alejandro Mármol (estudiante de la Universidad del Valle de Guatemala –UVG-). Ellos cuatro estuvieron apoyándome y alentándome en cualquier situación que se presentó durante el proyecto. Sin su apoyo (Peche, Renato y Alejandro) la obtención de resultados, las experiencias y recuerdos que creamos juntos no habrían sido lo mismo. Quisiera relatar todo lo que pasamos, las dificultades y alegrías, pero son demasiadas, éstas quedan grabadas en la memoria para siempre. Le agradezco a la vida por colocarlos en mi destino, y que fueran parte de este sueño. Alejandro, estuviste colaborando conmigo, no solo en campo sino en el trabajo de escritorio. Estabas presente en mi constante estrés, por la entrega de reportes a FONACON, por la entrega de mi protocolo y trabajo final de la tesis. Agradezco mucho tu compañía y tu colaboración, no solo en el documento final del proyecto F16/2013, sino también del documento final de mi tesis. Gracias por escucharme en mis momentos más difíciles y compartir los momentos más alegres en todo este recorrido. Sé que estarás allí para festejar mi triunfo y en conjunto con Peche y Renato, continuarán colaborando conmigo en próximos proyectos de cocodrilos. Sólo me queda decir, que formamos el mejor equipo para trabajar en campo.

Estoy agradecida también con Oscar González, con cariño Koka, quien estuvo conmigo desde el inicio de mi proyecto, colaborando de manera ejemplar con el asesoramiento en la elaboración de los mapas. Aunque, el diseño de los mapas cambiaba constantemente, siempre estuvo allí para guiarme de la mejor forma con los lineamientos

de estos. Además, aprecio de gran manera su invaluable amistad, la cual me ayudó bastante para seguir adelante y brindarme palabras de aliento para no rendirme. Espero que nuestra amistad perdure por siempre.

Gracias a la Licda. Margarita Palmieri (Directora del Depto. de Biología), aunque no estuvo directamente involucrada en el proyecto, me apoyó en la aceptación de mi trabajo de tesis y estuvo al tanto de cómo se iba desarrollando el proyecto F16/2013. Agradezco sus enseñanzas a lo largo de mi carrera, y obligarme cumplir con los estatutos de la Universidad del Valle de Guatemala y del Depto. de Biología. Sé que estas enseñanzas no solo son para la carrera en sí, sino para la vida como tal.

Finalmente, mi mayor agradecimiento va para el FONACON, ya que sin ellos no habría sido posible nada de esto. Gracias al financiamiento que me brindaron, no solo pude concluir mi carrera, sino elaborar un proyecto que fue de gran aportación al país. Este proyecto me ha abierto tantas puertas y me ha permitido conocer muchos expertos en el tema de cocodrilos. Esto va ligado, a que gracias a los fondos del proyecto F16/2013, pude asistir a mi primer taller de *Crocodylus moreletii* y *Crocodylus acutus* en México y pude crear vínculos importantes para que en un futuro éstos sean la fuente principal de un aporte económico para proyectos de cocodrilos en Guatemala. Además, agradezco a la UVG por brindarme el aval académico necesario para procesar mi licencia de investigación y al CONAP por otorgarme la licencia de investigación de dicho proyecto, la cual se registra con el No. 008/2014.

CONTENIDO

PREFACIO	vii
CONTENIDO	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
ABSTRACT.....	xix

Capítulos	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
A. ANTECEDENTES	2
1. Datos de la especie	2
2. Nicho ecológico de <i>C. moreletii</i>	4
3. Amenazas sobre <i>C. moreletii</i>	5
4. Trabajo en Guatemala sobre <i>C. moreletii</i>	7
5. Marco político de <i>C. moreletii</i> en Guatemala e importancia del Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano	9
B. JUSTIFICACIÓN	11
C. OBJETIVOS	12
II. METODOLOGÍA.....	13
A. PROCEDIMIENTOS	14
1. Descripción de sitios de muestreo.....	14
a. Río San Pedro- Laguna del Tigre	15
1) Río San Pedro.....	15
2) Río Sacluc	16

3) Laguneta El Perú	16
b. Río Usumacinta	16
4) Río Usumacinta.....	16
c. La Pasión-Petexbatún	17
5) Río La Pasión	17
6 y 7) Río Petexbatún y Laguna Petexbatún	18
d. Laguna Zona Central de Petén.....	18
8) Lago Petén Itzá	18
9) Laguna Yaxhá.....	18
10) Laguna Sacnab.....	19
2. Establecimiento y recorrido de rutas de muestreo	19
3. Evaluación de calidad de hábitat	20
4. Estimación de abundancia relativa y estructura etaria de <i>C. moreletii</i>	22
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
a. Kruskal-Wallis	24
b. Bray Curtis.....	24
c. Coeficiente de Correlación Spearman.....	24
III. RESULTADOS.....	25
A. ABUNDANCIA RELATIVA	25
B. ESTRUCTURA ETARIA.....	26
C. HÁBITAT EN RELACIÓN A LA ESTRUCTURA ETARIA	29
D. ANÁLISIS DE AMENAZAS	30
IV. DISCUSIÓN	33
A. ABUNDANCIA RELATIVA	33
B. ESTRUCTURA ETARIA.....	34
C. HÁBITAT EN RELACIÓN A LA ESTRUCTURA ETARIA.....	37
D. ANÁLISIS DE AMENAZAS	38
V. CONCLUSIONES	41

VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
VIII. APÉNDICE.....	53
IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	66

Lista de cuadros

CUADRO 1. Clasificación de sitios abiertos y cerrados considerados durante el muestreo 2013.....	19
CUADRO 2. Tasa de encuentro para los sistemas acuáticos abiertos (ríos) y cerrados (lagunas y lagos).....	26
CUADRO 3. Estructura etaria de <i>C. moreletii</i> en diez sitios muestreados en Petén.....	27
CUADRO 4. Índice Bray Curtis para la comparación de las categorías etarias de los diez sitios muestreados.	28
CUADRO 5. Relación entre tipo de vegetación y las categorías etarias con base a un Coeficiente de Correlación Spearman	30
CUADRO 6. Amenazas principales presentes en los sitios de muestreo.	31
CUADRO 7. <i>C. moreletii</i> heridos, denotan las consecuencias de las amenazas directas que enfrenta esta especie.	32

Listado de figuras

FIGURA 1. Mapa de distribución global de <i>Crocodylus moreletii</i>	4
FIGURA 2. Mapa del área de estudio.....	14
FIGURA 3. Cladograma con el índice de Bray Curtis para la comparación de las categorías etarias de los diez sitios muestreados.	29
FIGURA 4. Diferencias entre juveniles de <i>C. moreletii</i> (arriba) y <i>C. acutus</i> (abajo).	53
FIGURA 5. Vistas dorsal y lateral de las cabezas de <i>C. acutus</i> (A) y <i>C. moreletii</i> (B) para su diferencia en el campo.....	53
FIGURA 6. Hoja de datos para el muestreo de la vegetación y evaluación del hábitat. ...	54
FIGURA 7. Hoja de datos para la detección visual nocturna –DVN-.	55
FIGURA 8. Tipo de vegetación: Carrizal.....	56
FIGURA 9. Tipo de vegetación: Lirial.....	56
FIGURA 10. Tipo de vegetación: Nenufaral.....	57
FIGURA 11. Tipo de vegetación: Pastizal.	57
FIGURA 12. Tipo de vegetación: Tular.....	58
FIGURA 13. Tipo de vegetación: Otra vegetación acuática.....	58
FIGURA 14. Mapa de conteo general de <i>C. moreletii</i> en los diez sitios de muestreo.....	59
FIGURA 15. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en el río San Pedro en julio, 2013.....	59
FIGURA 16. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en el río Sacluc en julio, 2013.....	60
FIGURA 17. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en laguneta El Perú en agosto, 2013.....	60
FIGURA 18. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en río Usumacinta en agosto, 2013.....	61
FIGURA 19. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en el lago Petén Itzá en octubre, 2013....	61
FIGURA 20. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en la laguna Yaxhá en octubre, 2013.....	62
FIGURA 21. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en la laguna Sacnab en octubre, 2013.....	62
FIGURA 22. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en el río La Pasión en noviembre, 2013. ..	63

FIGURA 23. Mapa de conteo de <i>C. moreletii</i> en el río Petexbatún en noviembre, 2013.....	63
FIGURA 24. Presencia de finca ganadera en el río San Pedro.....	64
FIGURA 25. Presencia de asentamiento humano en río La Pasión.....	64
FIGURA 26. Presencia de basura en el río Usumacinta (izquierda) y lago Peten Itzá (derecha).	65
FIGURA 27. Presencia de trasmallos en el río la Pasión	65

RESUMEN EJECUTIVO

El Cocodrilo de Morelet (*Crocodylus moreletii*) es una especie cuyo rango de distribución se extiende desde Tamaulipas y el Golfo de México hasta la parte norte de Guatemala y Belice. Esta especie es altamente perseguida por su piel y su carne. En Guatemala, debido a la explotación no regulada y excesiva de las poblaciones silvestres locales, ha sido necesario incluirla en el Apéndice I de CITES para favorecer su conservación y protegerla del comercio ilegal internacional. El objetivo principal del estudio fue generar información básica y actualizada sobre las poblaciones silvestres de *C. moreletii* que permitan tomar decisiones concretas y acertadas que favorezcan su conservación, manejo y uso sostenible, a nivel local, nacional y regional. Para cumplir este objetivo, se establecieron los siguientes objetivos específicos: 1. estimar la abundancia relativa y estructura etaria de *C. moreletii* en las áreas prioritarias del estudio definidas en el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano; 2. identificar las amenazas directas que afectan a las poblaciones silvestres de *C. moreletii* y 3. Contribuir a la implementación del Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano.

Se realizó un muestreo por sitio de julio a noviembre (época lluviosa), en río San Pedro, río Sacluc, río Usumacinta, río La Pasión, río Petexbatún, laguneta El Perú, laguna Petexbatún, laguna Sacnab, laguna Yaxhá y lago Petén Itzá. Clasificando a los ríos como “sistemas acuáticos abiertos” y a las lagunas como “sistemas acuáticos cerrados”. Entre los resultados principales se muestra la tasa de encuentro (TE), que se obtuvo a partir de la razón de la abundancia relativa de cocodrilos avistados en un sitio con los kilómetros recorridos, ésta hace referencia a la tasa media de cocodrilos avistados por km recorrido. Se encontró que en los sistemas acuáticos abiertos, la TE fue de 1.023 cocodrilo/km recorrido, mientras que para los sistemas acuáticos cerrados la TE fue de 0.437coc/km

recorrido. Los sitios con la mayor TE fueron: río Sacluc, con 2.41 coc/km recorrido; río San Pedro, con 2.09 coc/km recorrido; y laguna Yaxhá, con 2.14 coc/km recorrido.

Con base a la estructura etaria se encontró que el sitio con la mayor proporción de “crías” fue el río Usumacinta, laguna Yaxhá mostró mayor proporción de “juveniles” y río San Pedro obtuvo mayor proporción de “sub-adultos,” “adultos” y “adultos grandes”. Por otro lado, se encontró que las “crías”, los “juveniles” y “sub-adultos” tiene una correlación positiva con “hábitat boscoso” y los “adultos” con “sibal” y “tular”. Mientras que, todas las categorías etarias mostraron una correlación negativa con “pastizal” y los “sub-adultos” con “tular”, “lirial” y “nenufaral”.

Finalmente, dentro de las amenazas encontradas hacia las poblaciones de *C. moreletii* en los diez sitios muestreados, se encontraron: cacería, alta presencia de asentamientos humanos, alta presencia de basura y trasmallos.

Palabras claves: *Crocodylus moreletii*, CITES, poblaciones silvestres, sistema acuático cerrado, sistema acuático abierto, tasa de encuentro, abundancia relativa, coc/km, estructura etaria y categoría etaria.

ABSTRACT

Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) is a species whose distribution range extends from Tamaulipas and the Gulf of Mexico to the northern part of Guatemala and Belize. This specie is highly hunted for its fur and meat. In Guatemala, due to unregulated and excessive exploitation of local wild populations, it has been necessary to include it in Appendix I of CITES in order to promote their conservation and protect it from the international illegal trade. The main objective of the study was to generate and update basic information of wild populations of *C. moreletii* that allows taking concrete decisions to encourage their conservation, management and sustainable use at local, national and regional level. To fulfill the main objective, the following specific objectives were established: 1. estimate the relative abundance and age structure of *C. moreletii* in the priority areas identified in the Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano: 2. identify the direct threats to wild populations of *C. moreletii* and 3. contribute to the implementation of the Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano.

Sites were sampled between July and November (rainy season), in the rivers San Pedro, Sacluc, El Peru lagoon, Usumacinta river, La Pasion river, Petexbatún river, Petexbatún lagoon, Sacnab lagoon, Yaxhá lagoon and Petén Itzá lake. Which were classified as "open aquatic systems" (rivers) and "closed aquatic systems" (lagoons). Among the main results, the encounter rate (TE for its acronym in Spanish) was 1.023 crocodile/km for open aquatic systems, while for closed aquatic systems the TE was 0.4337 coc/km. Sites with the highest TE were: Sacluc river with 2.41 coc/km; San Pedro river with 2.09 coc/km and Yaxhá lagoon with 2.14 coc/km.

Regarding the age structure, the site with the highest proportion of “offspring” was the Usumacinta river, while Yaxhá lagoon showed higher proportion of “juveniles” and San Pedro river scored higher proportion of “sub-adults”, “adults” and “older adults”. On the other hand, a direct correlation was found between “offspring”, “juveniles” and “sub-adults” with “other aquatic vegetation”, meanwhile the “adults” showed a direct correlation with “tule vegetation” and “reed”. In the meantime, all of the age categories showed a negative correlation with “grassland” and “sub-adults” with “tule vegetation”, “lirial” and “water lily”.

Finally, populations of *C. moreletii* are highly threatened in all of the studied sites. Among the threats, the most important ones were: hunting, human settlements, high presence of trash and trammel nets.

Keywords: *Crocodylus moreletii*, CITES, wild populations, closed water system, open aquatic system, encounter rate, relative abundance, coc/km, age structure and age category.

I. INTRODUCCIÓN

Los cocodrilos y sus parientes cercanos son la representación más significativa de supervivencia entre los grandes reptiles. Este grupo ha desarrollado una historia evolutiva compleja que implica una alta variación de diversificación, tanto del pasado como del presente (Grigg y Gans 1993; Sánchez *et al.* 2011). Estos individuos han experimentado leves cambios a nivel morfológico dado que poseen un eficiente diseño anatómico y fisiológico que les permite adaptarse de manera óptima a ambientes acuático-terrestres. Estos reptiles habitan en lagos, ríos y costas tropicales y subtropicales (Grigg y Gans 1993; Sánchez *et al.* 2011).

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), es una especie cuyo rango geográfico se extiende desde el Golfo de México, de Tamaulipas a la Península de Yucatán, Belice y la parte norte de Guatemala. La investigación sobre cocodrilos en Guatemala se remonta a los años 60's y 70's, donde era común observar esta especie en el norte del país. Posteriormente, la caza ilegal se tornó un factor determinante para la actividad comercial, mediante la exportación de pieles y destrucción de hábitat provocando una disminución considerable de las poblaciones silvestres (Ponciano 1982). Esta situación llevó a catalogar a esta especie en la categoría En Peligro de Extinción, en 1982 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés). Actualmente las poblaciones de Guatemala se encuentran en el Apéndice I de la Convención Internacional del Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), lo cual implica que esta especie no pueda ser comercializada internacionalmente, excepto con fines no comerciales (*e.g.* investigación científica).

El presente proyecto de investigación fue financiado por el Fondo Nacional para la Conservación –FONACON-, por un monto de Q. 316, 000.00. Éste tuvo una duración de seis meses, para poder abarcar todos los sitios seleccionados durante la época lluviosa

(julio a noviembre). Esta investigación tuvo como objetivo general generar información básica y actualizada sobre las poblaciones silvestres de *Crocodylus moreletii* en Petén, Guatemala, que permitan tomar decisiones concretas y acertadas que favorezcan su conservación, manejo y uso sostenible, a nivel local, nacional y regional. Para lograr dicho objetivo, se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1. Estimar la abundancia relativa y estructura etaria de *C. moreletii* en las áreas prioritarias definidas en el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano para Guatemala, las cuales son a) El Río San Pedro - Laguna del Tigre (Río Sacluc y Laguneta El Perú); b) Río Usumacinta; c) Río La Pasión - Petexbatún (Río Petexbatún y Laguna Petexbatún); y d) La Laguna Zona Central de Petén (Lago Petén Itzá, Laguna Yaxhá y Laguna Sacnab); 2. Identificar amenazas directas que afectan a las poblaciones silvestres de *C. moreletii* en Guatemala y 3. Contribuir a la implementación del Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano.

A. Antecedentes

1. Datos de la especie. Los cocodrilos pertenecen a la clase Reptilia, subclase Archosauria y orden Crocodylia, que para su estudio se clasifica en tres familias (Alligatoridae, Crocodylidae y Gavialidae) y nueve géneros. Dentro de la familia Crocodylidae, se encuentran 13 especies, 3 de las cuales se distribuyen en México y en el norte de Centroamérica, las cuales son: *Caiman crocodilus* L., *Crocodylus acutus* Cuvier y *Crocodylus moreletii* Duméril y Bibron (Sánchez *et al.* 2011). Específicamente para *C. moreletii* se conoce que posee un rango geográfico desde el Golfo de México, de Tamaulipas a la Península de Yucatán, Belice y en Guatemala (en los departamentos de Petén, Izabal y Alta Verapaz-Quiché-Huehuetenango) (ver Figura 1).

Los cocodrilos modernos poseen una cabeza generalmente aplanada con el hocico alargado (Grigg y Gans 1993). Las cápsulas nasales se encuentran en la punta del hocico, donde las fosas nasales conducen el aire más allá del repliegue, y permite la respiración cuando sobresale el extremo del hocico. Sin embargo, cada subfamilia del Orden Crocodylia posee diferencias notables en la forma de este órgano, miembros de la

subfamilia Alligatoridae poseen hocicos anchos, mientras que los de la subfamilia Crocodylidae poseen un hocico más ancho y esbelto (Grigg y Gans 1993).

C. moreletii se caracteriza por tener una hilera de 4-6 escamas post-occipitales, dos pares de escamas nucales en tándem, la primera hilera con cuatro y la segunda con dos. Poseen un fleco escamoso sobre los márgenes de ambas partes de extremidades (Sánchez *et al.* 2011). La superficie dorsal de los adultos es generalmente amarillo-verdosa y puede llegar a ser casi negra. Los juveniles presentan pequeños flecos amarillentos formando bandas cruzadas y la superficie ventral es blanca amarillenta sin marcas (ver apéndice 1) (Sánchez *et al.* 2011).

Los crías de *C. moreletii* miden de 22 a 29 cm de longitud, los cuales se consideran en dicha talla hasta que hayan superado el primer invierno posterior a su nacimiento; en la categoría de juveniles tendrán una talla de 0.51 a 1.0 m; en la categoría de sub-adulto, tendrá un tamaño de 1.01 a 1.5 m; para la categoría de adulto, tendrá una longitud de 1.51 m a 2.0 m; y adultos grandes, será una longitud de 2.01 m o más (Sánchez *et al.* 2011). Los machos miden hasta 3.5 m de longitud o más, siendo muy raros los individuos que alcanzan una longitud mayor y las hembras pueden llegar a medir hasta 2.5 m (Jiménez, 2009), alcanzando su madurez sexual a los 7-8 años de edad (1.5 m), pero en cautiverio la alcanzan entre los 4-5 años (1.3 m) (Platt, Sigler y Rainwater 2010). A diferencia de los *C. moreletii*, los adultos de *C. acutus* pueden medir más de 3.5 m (Sánchez *et al.* 1995).

La época de anidación se presenta entre abril y agosto (en algunos casos se alarga hasta septiembre), usualmente esto se lleva a cabo antes del inicio de la época lluviosa (Ross 2000). *C. moreletii* prepara sus nidos acumulando montículos con vegetación en descomposición, en el cual deposita de 20-50 huevos, eclosionando 80 días después de su incubación.

FIGURA 1. Mapa de distribución global de *Crocodylus moreletii*.



(Fuente: IUCN 2013).

2. **Nicho ecológico de *C. moreletii*.** El cocodrilo de pantano se encuentra principalmente en agua dulce. Usualmente éstos se encuentran en áreas con vegetación costera, manglar, vegetación subacuática, pastizales y selvas bajas inundables; mientras que en tierra, únicamente suelen habitar selvas bajas perennifolias e inundables (Sánchez *et al.* 2011). Además, se les puede encontrar ocasionalmente en hábitats salinos, permitiendo su dispersión por el mar entre cuerpos de agua costeros (Platt, Sigler y Rainwater 2010).

Los cocodrilos son considerados como una especie clave en su ecosistema, al modificar la estructura y dinámica de su entorno, mediante la formación de pequeñas pozas generando nichos para otras especies durante la época de sequía (Sánchez *et al.* 2011). Además, es un depredador selectivo que participa en el reciclaje de nutrientes y se ven estrechamente relacionados con la migración de otras poblaciones de distintas especies acuáticas (Sánchez, 2001; Sánchez *et al.* 2011).

La importancia del cocodrilo, también conlleva un punto de vista antropológico, dado que éste formó parte de diversos grupos mayas y su cosmovisión (Arias 2007). El

cocodrilo fue tomado como un ser divino de alta jerarquía, encontrándose en tres niveles del cosmos: la tierra, el cielo y el inframundo. Este pensamiento resultó del animal y su relación con los espacios que lo rodean, es decir, éste puede vivir en cuevas, ríos, pantanos y lagunas, llevando a categorizarlo como un animal divino (Arias 2007). Una de las creencias que los mayas tenían sobre este organismo fue que a través de sus “chillidos” o su ausencia, anunciaban las lluvias y así los habitantes sabían si ya iniciaba el mal tiempo (Arias 2007).

Por su rango de distribución, en especial en la parte sur de México, *C. moreletii* presenta una distribución simpátrica con *C. acutus*. Por lo tanto, la hibridación entre estas dos especies se ha reportado en las regiones costeras de Belice y México (Platt, Sigler y Rainwater 2010). Ya que se ha demostrado que existen híbridos en estas zonas, no se puede descartar la posibilidad que ocurra lo mismo en la región de Guatemala, especialmente en Petén. Sin embargo, la presencia de híbridos dificulta el análisis de su distribución detalladamente y la zona límite de cada especie (Escobedo y Salazar 2011).

3. Amenazas sobre *C. moreletii*. *Crocodylus moreletii* ha afrontado distintas amenazas a lo largo del tiempo, principalmente por su piel, la cual es muy codiciada en la industria peletera en su área de distribución. Esto afectó sumamente a las poblaciones silvestres por la sobreexplotación y el poco control que se tenía sobre la caza de éste (Sánchez *et al.* 2011). La sobreexplotación se dio principalmente en las décadas de los 60's y 70's donde casi se llevó a su extinción en Guatemala (Campbell 1998). Además, este organismo fue considerado por los mayas, como un medio de sobrevivencia, siendo un factor adecuado para esa época, por su valor intrínseco y el respeto que le tenían. A lo largo del tiempo, esta especie fue adquiriendo un concepto de importancia socioeconómica para las comunidades, que ha conducido a la explotación del cocodrilo sin ningún control que favorezca su conservación en Guatemala (Arias 2007).

De igual forma la utilización de redes de pesca, la destrucción de su hábitat debido a la migración humana y el comercio de organismos cazados en áreas poco controladas contribuyen a la disminución acelerada de las poblaciones silvestres de *C. moreletii*

(Castañeda 1998). Varios factores son considerados amenazas para especies con área de distribución restringida y en peligro de extinción, entre ellas la introgresión genética, pérdida y modificación del hábitat, captura ilegal y desordenada. Estas amenazas dan lugar a la hibridación entre *C. moreletii* y *C. acutus*, mayor frecuencia de encuentros entre cocodrilos y humanos y un manejo no sustentable de la especie. Cabe destacar que la poca efectividad de conservación en áreas naturales protegidas también es un factor de amenaza para la especie, conjuntamente con el poco conocimiento sobre el tamaño de las poblaciones, requerimientos productivos y de hábitat, así como aspectos de la biología (Lara 1990).

Parte del hábitat potencial de *C. moreletii* ha sido empleado para asentar poblados, sembrar cultivos y crear pastizales o bebederos para ganado bovino. Además, por el continuo contacto hombre-cocodrilo se pueden producir ataques a animales domésticos y al mismo hombre (Castañeda 1998). Incluso, por la falta de conocimiento a nivel ecológico, importancia de conservación y socioeconómica los pobladores locales no logran apreciar el valor de la presencia de la especie (Lara 1990).

Los estudios que se han realizado sobre las amenazas que enfrenta la población de *C. moreletii* y la reducción de su hábitat en el país no han sido actualizados desde el año 2000. No se conoce si existen otras amenazas, además de las mencionadas anteriormente o cuánto más ha disminuido su población por asentamientos humanos en la zona de Petén.

Parte del hábitat de *C. moreletii* está amenazado, como el Parque Nacional Laguna del Tigre, que representa un área de humedal importante para Guatemala y para el mundo. Esta es un área protegida legalmente declarada en la que los procesos ecológicos esenciales se deben desarrollar sin perturbación alguna. Sin embargo, dicha área se encuentra seriamente amenazada por la intervención humana, así como actividades forestales ilegales de carácter extractivo, además de actividades intensivas como la ganadería y la agricultura, las cuales contradicen los objetivos legales de su conservación,

por lo tanto, es necesario crear medidas de contingencia para lograr su óptima y adecuada conservación (CALAS 2004).

4. Trabajo en Guatemala sobre *C. moreletii*. En los años 1960's y 1970's, todavía era común ver *C. moreletii* en la mayoría de cuerpos de agua en Petén, tales como el lago Petén Itzá, laguneta Petenchel y laguna Yaxhá (Campbell 1998). Desde entonces las poblaciones han disminuido coincidiendo con grandes migraciones humanas al área (Campbell 1998). Para 1982 todavía se reportó la presencia de 2 o 3 cocodrilos en la laguneta del Parque Nacional El Rosario. Indicando que ésta y otras especies estaban bajo el nivel crítico de supervivencia debido a la presión cinegética, siendo un factor importante el tamaño de la laguneta, dado que su capacidad de carga es limitada (Ponciano 1982).

En el plan maestro del Parque Nacional de Río Dulce realizado en 1981, se reporta la presencia de la especie en el área. Por otro lado, Ponciano (1982) indica que *C. moreletii*, entre otras especies, es de las más amenazadas del área y que sus poblaciones se encuentran en riesgo de desaparecer si no se crea un programa de conservación. Dentro del Plan Maestro realizado en 1992 del mismo sitio, se indica que las poblaciones del cocodrilo de pantano han sido cazadas principalmente para comercializar su piel, al punto que para ese entonces no se reporta presencia de éstos (DIGEBOS 1992).

En 1982 se realizó un estudio para comprobar la presencia de *Crocodylus acutus* y *C. moreletii* en el Biotopo Chocón Machacas (Tres 1983), dado que según la literatura determinaron la existencia pasada y/o presente de las dos especies en el área. Se realizaron entrevistas a pescadores de la región, quienes aseguraron la presencia de cocodrilos (describen dos tipos de cocodrilos) en el área del Golfete y Río Dulce, pero hacía ya años que no se observaban. En los muestreos realizados, no se encontró ningún cocodrilo, aunque para *C. moreletii* no se aseguraba su ausencia porque no se abarcó el área de distribución por completo (Tres 1983).

Por otro lado, Lara (1990), estimó la estructura y tamaño de la población de *C. moreletii* en el Lago Petén Itzá, y las Lagunas Petenchel, Sal Petén y Yahxá. En el cual determinó que en el pantano, vegetación emergente y bosque latifoliado, se encontraban las mayores densidades de la especie. También encontró una estructura etaria conformada principalmente por sub-adultos, seguido por los juveniles y por último, los adultos.

Castañeda (1998) estimó las densidades poblacionales de cocodrilos en el río Sacluc y San Pedro, en la Estación Biológica “Las Guacamayas” en Petén. En el cual reportó en el río Sacluc, la categoría de juveniles y sub-adultos se encontraron en un hábitat “no denso”, mientras que la categoría de adultos se encontraron en hábitats “denso”. Por otro lado, en el río San Pedro, la categoría de juveniles tuvo una preferencia por hábitats “densos” y los sub-adultos y adultos, se asociaron más a hábitats “no densos”. Además, determinó que las estructuras poblacionales para los ríos Sacluc y San Pedro, estuvieron dominadas por la categoría de juveniles, luego sub-adultos y por último adultos.

Finalmente, y de los estudios más recientes, Castañeda en 1999, estimó las densidades del río San Pedro, río Sacluc, río Escondido, laguna Flor de Luna, laguna Vista Hermosa, laguna El Tintal, laguna La Pista, laguna Guayacán, laguneta El Perú y aguadas a orilla de la carretera Xan-Flor de Luna ubicadas en Petén. En el cual reportó que *C. moreletii* tuvo una mayor preferencia por sibal, seguido por aguas lejanas de la orilla y bosque ripario. Además, determinó que dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre, las poblaciones se encontraban dominadas por la categoría de juvenil, seguido de adultos. Los mismos sitios fueron evaluados nuevamente en el 2000 por Castañeda, Lara y Qeral-Regil. En dicho estudio encontraron que las poblaciones de *C. moreletii* estaban asociadas a la misma vegetación que en el estudio de Castañeda (1999), de igual forma con la conformación de estructura etaria.

5. Marco político de *C. moreletii* en Guatemala e importancia del Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano. El cocodrilo de pantano se introdujo a la lista del Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres –CITES- en 1975, esta categoría se limita únicamente al comercio internacional de individuos silvestres con fines de investigación (Sánchez *et al.* 2011). Durante la decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes –CoP- del Convenio de Diversidad Biológica en el 2010, México propuso la transferencia de la especie del Apéndice I al II. Esta inclusión fue exitosa por la información recabada de su distribución y el estado de las poblaciones silvestres tanto de México como de Belice (CITES 2010; Platt, Sigler y Rainwater 2010). Por otro lado, Guatemala fue el único de los 3 países con la especie aún catalogada en el Apéndice I de CITES, por falta de datos actualizados de las poblaciones.

Guatemala no cuenta con los procedimientos necesarios para una correcta política del manejo de *C. moreletii* (Congreso de la República de Guatemala 2004). Sin embargo, *C. moreletii* se encuentra dentro del Listado de Especies Amenazadas –LEA- del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, el cual hace referencia al estado de conservación de las especies de fauna y flora registradas dentro de Guatemala. Dentro de este listado, el cocodrilo de pantano se encuentra en la Categoría II, la cual implica la protección de especies que se encuentren en peligro de extinción por factores tales como pérdida de hábitat, el comercio ilegal, entre otras (CONAP 2009).

Especies tales como *C. moreletii* dependen de la protección de su hábitat para su conservación, y éste factor ha sido de mucha influencia para la disminución de las poblaciones silvestres de esta especie dentro del país. Por esto, la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), la cual crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) es de importancia para la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país, especialmente de la flora y fauna silvestre (CONAP 2004). Dentro de la Ley de Áreas Protegidas existe un programa de recuperación de especies, tales como la guacamaya roja (*Ara macao*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) (CONAP 2004).

Como política más reciente enfocada en la conservación y la importancia de la diversidad biológica para el desarrollo humano, eficiencia de los procesos productivos y el aprovechamiento de los recursos naturales en Guatemala, se creó en el 2011, la Política Nacional de Diversidad Biológica (CONAP 2011). Cuya política está conformada por cinco ejes principales, siendo el eje 2 importante para la conservación de *C. moreletii*, dado que engloba las estrategias y mecanismos de conservación y restauración de la diversidad biológica (CONAP 2011).

Durante el 2001, Guatemala participó en el Primer Taller Trinacional sobre Cocodrilo de Pantano en Petén. Luego en el 2006, se efectuó el segundo Taller Trinacional Guatemala-México-Belice donde se permitió el inicio y desarrollo de una estrategia que se enfocaba en el manejo y conservación del cocodrilo de pantano (Sánchez *et al.* 2011). Con el desarrollo de dicha estrategia, se buscó establecer un programa estandarizado para la evaluación de las poblaciones de *C. moreletii* de manera tri-nacional (México-Guatemala-Belice), por lo que se crea “El Manual de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala”. La generación de datos de las poblaciones de la especie, a partir de este manual, permite el análisis de tendencias de cada población monitoreada y un análisis de integración de la especie (Sánchez *et al.* 2011). Por lo tanto, la aplicación de este manual en Guatemala es de suma importancia para poder comparar los datos generados sobre esta especie, con los datos de Belice y México.

B. Justificación

El cocodrilo de pantano es una especie muy perseguida por su piel debido a sus atributos para la industria peletera. Este factor ha propiciado la disminución excesiva de muchas poblaciones silvestres locales, las cuales resultaron drásticamente afectadas por la sobreexplotación (Sánchez *et al.* 2011). Debido a que el estudio de Castañeda, Lara y Queral-Regil (2000) ha sido el más reciente para determinar el estado poblacional de *C. moreletii* en algunas áreas de Petén, es necesario realizar una nueva investigación, luego de 13 años, que permita generar información actualizada sobre esta especie, tanto de la abundancia relativa, como de sus actuales amenazas. Esto permitirá determinar el estado actual de las poblaciones de esta especie en Guatemala y definir estrategias para su monitoreo y conservación. Este estudio contribuirá también a la implementación del Manual Trinacional (Guatemala, México y Belice) de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (Sánchez *et al.* 2011), el cual es un compromiso del país ante México y Belice.

Gran parte del territorio de Petén en el cual se encuentra distribuido *C. moreletii* está amenazado, entre los cuales se encuentra el Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT), la cual representa un área de humedal importante para Guatemala y el mundo. Esta es un área protegida en la que los procesos ecológicos esenciales se deben desarrollar sin perturbación alguna. El PNLT se encuentra seriamente amenazado por la intervención humana, así como actividades forestales ilegales de carácter extractivo, además de la ganadería y la agricultura, las cuales contradicen los objetivos legales de su conservación, por tanto, es necesario crear medidas de contingencia para lograr su óptima y adecuada conservación (CALAS 2004).

El conocimiento sobre la abundancia relativa y la estructura etaria de las poblaciones del cocodrilo de pantano permitirán enfocar la toma de decisiones a partir de su importancia socioeconómica a nivel local, nacional y regional que permitan el aprovechamiento sustentable a través de la conservación de esta especie y su hábitat.

C. Objetivos

1. Objetivo general

- Generar información básica y actualizada sobre las poblaciones silvestres de *Crocodylus moreletii* en Petén, Guatemala, que permitan tomar decisiones concretas y acertadas que favorezcan su conservación, manejo y uso sostenible, a nivel local, nacional y regional.

2. Objetivos específicos

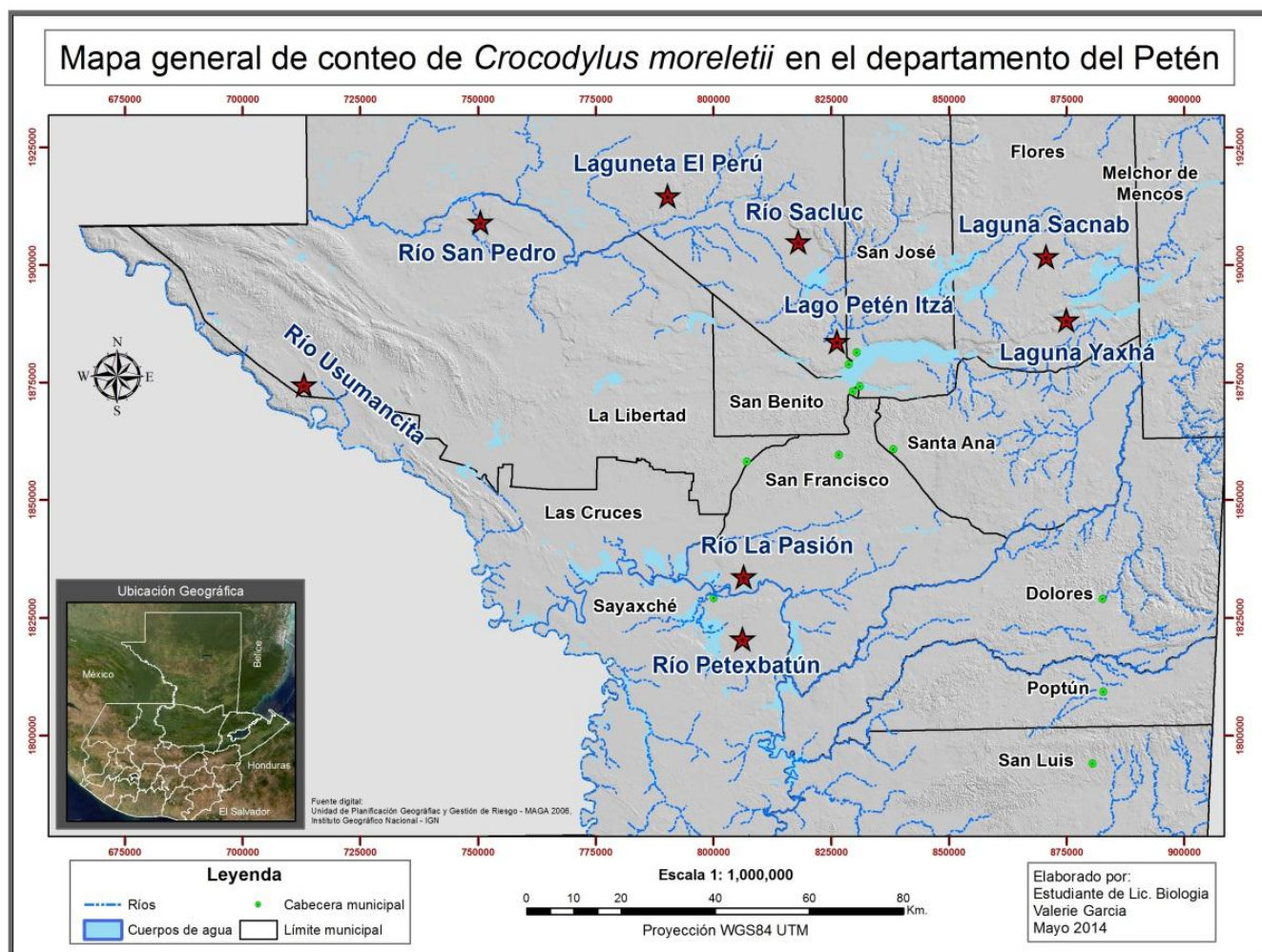
- Estimar y comparar la abundancia relativa de *C. moreletii* entre sistemas acuáticos abiertos (río San Pedro, río Sacluc, río Usumacinta, río La Pasión, río Petexbatún) y sistemas acuáticos cerrados (laguneta El Perú, laguna Petexbatún, lago Petén Itzá, laguna Yaxhá y laguna Sacnab).
- Comparar las estructuras etarias de poblaciones de *C. moreletii* entre sistemas acuáticos abiertos (río San Pedro, río Sacluc, río Usumacinta, río La Pasión, río Petexbatún) y sistemas acuáticos cerrados (laguneta El Perú, laguna Petexbatún, lago Petén Itzá, laguna Yaxhá y laguna Sacnab)
- Identificar amenazas directas que afectan a las poblaciones silvestres de *C. moreletii* en Guatemala
- Implementar el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano.

II. METODOLOGÍA

Este proyecto se implementó en el norte de Guatemala, en el departamento de Petén, en distintas áreas prioritarias donde habita el cocodrilo de pantano que se definen en el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (se hará referencia a éste como: Sánchez *et al.* 2011), se clasifican con las siglas “GTUM” que indican que “GT” es para la región de Guatemala y “UM” indica las unidades de monitoreo. Estas unidades de monitoreo se determinaron a partir de cinco criterios principales: 1) Disponibilidad de datos sobre el área; 2) tasas de encuentro previas; 3) experiencia disponible en el área; 4) niveles de presión sobre la especie; 5) facilidad estimada del recorrido para realizar el muestreo (Sánchez *et al.* 2011).

Las regiones son: a) GTUM 1.1: el Río San Pedro-Laguna del Tigre (Río San Pedro (57.5 km.), Río Sacluc (8.7 km.) y Laguneta El Perú (21.3 km.); b) GTUM 1.2: Río Usumacinta (96.18 km.); c) GTUM 1.3: Río La Pasión-Petexbatún (Río La Pasión (40.3 km.), Río Petexbatún (18.18 km.) y Laguna Petexbatún (20.18 km.); y d) GTUM 1.4: La Laguna Zona Central de Petén (Lago Petén Itzá (95.51 km.), Laguna Yahxá (22.4 km) y Laguna Sacnab (12.3 km)). En la Figura 2 se muestra el mapa donde se llevará a cabo el estudio.

FIGURA 2. Mapa del área de estudio. En el mapa solo se encuentran 9 sitios, pues la “laguna Petexbatún” se encuentra dentro del río Petexbatún



(Elaborado por: Valerie Corado)

A. Procedimientos

1. Descripción de sitios de muestreo. A continuación se describen los sitios de muestreo, los cuales se encuentran listados acorde a la clasificación que se utiliza en Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano. Sin embargo, para el análisis estadístico de los datos, se dividieron en sistemas acuáticos abiertos (ríos) y sistemas acuáticos cerrados (lagos).

a. Río San Pedro- Laguna del Tigre. El Parque Nacional Laguna del Tigre se encuentra al norte de Guatemala, en el municipio San Andrés, Petén. Es un área de conservación muy importante para Guatemala, dado que constituye el humedal protegido más grande de la región de Centroamérica. El área se encuentra dentro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Conservación de RAMSAR. El parque limita al norte, oeste y partes del este con la zona de uso múltiple de la Reserva de la Biosfera Maya –RBM-; al sur con los ríos San Pedro y Sacluc, y con la zona de uso múltiple de la RBM, al este con el corredor biológico que colinda con la Laguna del Tigre y con el Parque Nacional el Mirador-Río Azul (CriticalEcosystem 2005).

1) Río San Pedro. Este río limita con la zona núcleo del Parque Nacional Laguna del Tigre y su zona de amortiguamiento. Su cauce comienza en la comunidad Paso Caballos hasta adentrarse a territorio mexicano en el vértice El Ceibo, límite entre Guatemala y México (Ixquiac-Cabrera et al.2010), con una longitud de aproximadamente de 186 km. Dicho río, es el principal en tamaño debido a que distintos tributarios desembocan en él, tales como: el río Sacluc, río Chocop, río Escondido, río Xan y Tamarís; formando parte de la cuenca Usumacinta-Grijalva (Barrientos 1999).

Actualmente, el río San Pedro, enfrenta una serie amenazas, tales como: la extracción de petróleo, que conlleva a un cambio en la calidad del agua (amenaza directa), apertura de nuevos caminos y el establecimiento de asentamientos nuevos o invasiones, y contaminación por basura en el río (amenazas indirectas). Esto permite igualmente el aumento de presión sobre los recursos biológicos que constituyen una importancia económica y alimenticia, tanto para las comunidades como la fauna del lugar (Barrientos 1999).

2) Río Sacluc. Este río forma parte del límite sur del Parque Nacional Laguna del Tigre, este posee una extensión de aproximadamente 8.7 km, siendo tributario del río San Pedro. Además drena áreas ubicadas al sureste del Parque Nacional Laguna del Tigre y Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido, y su cauce nace en la zona de amortiguamiento del área del Parque (CONAP 2006).

3) Laguneta El Perú. Es un sitio arqueológico del período clásico correspondiente a la Civilización Maya, se ubica en la zona intangible y al este de la Laguna del Tigre (CONAP 2006). Posee un perímetro de 21.3 km, según Sánchez *et al.* 2011.

b. Río Usumacinta

4) Río Usumacinta. El río Usumacinta se encuentra situado en sur de México y al norte de Guatemala, en la zona oeste de la Península de Yucatán, es uno de los ríos más caudalosos del país y posee una longitud aproximada de 1200 km. Su corriente va de sur a norte, desembocando en el golfo de México con una carga aproximada de 105,200 millones de metros cúbicos de aguas anuales. El río se forma por la unión de distintos tributarios, como lo son: ríos Lacantún, La Pasión y Chixoy en el vértice conocido como Altar de los Sacrificios, puerto Fluvial Maya (Piedras Negras, Yaxchilán, Bethel, El Porvenir y la Felicidad) y sitio arqueológico (Cabrera y Cuc 2002).

Durante su trayectoria el río Usumacinta recibe varios ríos secundarios, entre estos destacan río Lacantún, cuyas aguas nacen en los departamentos de Huehuetenango y Quiché en territorio guatemalteco, atravesando el territorio del Marqués de Comillas, y la Reserva de la Biosfera de los Montes Azules en territorio chiapaneco; y río San Pedro, que deriva de los municipios de San Andrés y La Libertad, Petén, desembocando finalmente en el golfo de México (Cabrera y Cuc 2002).

En cuanto a la distribución poblacional de la cuenca del río Usumacinta se reporta un nivel extremadamente bajo de índice de desarrollo humano, tanto para Guatemala como para México (Cabrera y Cuc 2002). Dado que los pobladores aledaños fueron

desplazados de sus tierras durante la guerra y muchos se refugiaron en México siéndoles imposible regresar a sus lugares de origen. Sin embargo, como respuesta a este despojamiento de tierras, los campesinos necesitaban una fuente de abastecimiento para su sobrevivencia, recurriendo así a la cacería, siendo la demanda de pieles una estrategia positiva de capitalización (Rodas 2010).

c. La Pasión-Petexbatún. La región de la Pasión-Petexbatún se encuentra ubicada dentro del municipio de Sayaxché, Petén. Los cuerpos acuíferos de esta área se encuentran altamente impactados por la inadecuada administración que estos poseen, entre los que destacan el mal manejo del suelo, deforestación descontrolada, incendios provocados por el humano, depredación de vida silvestre y utilización de trasmallos (Barrientos 1999). Algunos de estos factores negativos son similares con otros cuerpos de agua en Petén, algunos con mayor impacto que otros.

5) Río La Pasión. El río La Pasión se inicia al sur de Petén, en el municipio de Sayaxché, y colinda con el departamento de Alta Verapaz. Se origina a partir de la unión con los ríos Cancuén y Sebol, continuando su recorrido por varias poblaciones y accidentes hidro-geográficos, llega a ser afluente por el norte del río Petexbatún, luego al recorrer aproximadamente 270 km se une al río Salinas, el cual origina del río Usumacinta. El río Subínes un tributario del río La Pasión, acarreando la contaminación provocada a partir de los lavaderos y personas bañándose en la orilla de éste (Valdez *et al.* 2008). Por otro lado, en estudios anteriores determinaron que el área de este río poseía una alta productividad agrícola, cuyos pantanos eran explorados por un extenso sistema de campos drenados (Dunning *et al.* 1992). Esto pudo ser un inicio para una acelerada colonización en el área, aunque no se sabe con exactitud qué tipo de agricultura practicaban nuestros ancestros porque estudios actuales demuestran que esas fluctuaciones no propiciaban un suelo adecuado para dicha actividad.

6 y 7) Río Petexbatún y Laguna Petexbatún. El río Petexbatún es tributario del río La Pasión y colinda con éste al norte y oriente, y al este con el río Salinas. Este río da lugar a una laguna con el mismo nombre, la cual es poco profunda durante la época seca, la cual varía en promedio entre 2 a 3 m, con áreas aisladas que descienden hasta 30 m, ésta es alimentada por los riachuelos Aguacateca y El Faisán. Además, por ser un bosque tropical húmedo posee una alta humedad, con temperaturas alta provocando que la precipitación sea pesada durante los meses de julio a diciembre (Tuerenhout *et al.*1994).

d. Laguna Zona Central de Petén. La zona central de Petén se compone principalmente por una cadena de lagos grandes y pequeños. Algunos de esos lagos y lagunas son: Sacnab, Yaxhá, Macanche, Salpetén, Quexil, Petenxil, Peten Itzá, Picu, Sacpuy, entre otros. Todas poseen asentamientos históricos sobre sus riberas e islas (Martínez 2008).

8) Lago Petén Itzá. El lago Petén Itzá se encuentra ubicado dentro de la Plataforma de Yucatán, posee una extensión de topografía baja que comprende desde la Península de Yucatán y la parte central y norte de Petén. La zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Maya incluye toda la parte norte del lago, siendo el cuerpo de agua más extenso de la reserva. Este lago se sustenta por aguas subterráneas, las cuales son pertenecientes al drenaje del río San Pedro. Además, sus afluentes principales son los ríos Ixlu e Ixpop, incluyendo otros pequeños ríos tributarios, lanetas, aguadas y arroyos que permiten que se mantengan los elementos principales del este lago. El lago Petén Itzá se considera como el principal reservorio de agua en Petén, además de albergar diversa fauna acuática endémica regional (Cano 2008).

9) Laguna Yaxhá. El Parque Nacional Yaxhá – Nakúm - Naranjo se ubica dentro de los municipios de Flores y Melchor de Mencos, es un área protegida que abarca 37,160 hectáreas y forma parte de la Reserva de la Biosfera Maya (Negreros 2005). Dentro de éste, se encuentra la laguna Yaxhá, que se ubica en la región noreste de Petén, y es una de las más vulnerables a los impactos ambientales negativos por ser una cuenca endorreica (Santos, 2005). Yaxhá posee varios tributarios, en los que destacan los arroyos Corozal,

La Naya, Ixtinto y El Venado. La parte norte de Yaxhá incluye el arroyo Yaxhá y al gran bajo La Justa. En el centro de la cuenca Yaxhá se ubica una franja lacustre de 17 km, que se integra por los lagos Yaxhá, Sacnab, Lakanhá y Champosté. Dicha franja funcionó como una importante ruta para el intercambio económico y político desde tiempo prehispánicos, y siguió siendo usada en el tiempo colonial (Fialko 2013).

La laguna Yaxhá y Sacnab albergan poblaciones de especies silvestres en peligro de extinción, ente las que destacan, poblaciones del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), pez blanco (*Petenia splendida*) y la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*). Dado que estos lugares son menos perturbados que los anteriores, se ha comprobado que en Yaxhá la población de cocodrilos es la más numerosa que existe en Guatemala, tanto de crías, jóvenes y adultos (Negreros 2005).

10) Laguna Sacnab. Esta laguna se localiza al este de la laguna Yaxhá, estas dos lagunas se encuentran conectadas por canales subterráneos que poseen un flujo de agua constante. La laguna se alimenta a partir de los arroyos Napetén, Nojpetén y Sacnab (CONAP 2006). La laguna posee una profundidad máxima de 13 m con una extensión de 12.3 km de perímetro (Sánchez 2011).

2. Establecimiento y recorrido de rutas de muestreo. Cada sitio de muestreo se clasificó en sistemas acuáticos abiertos y cerrados. Los cuales se muestran a continuación:

CUADRO 1. Clasificación de sitios abiertos y cerrados considerados durante el muestreo 2013.

Sistema Acuático Abierto	Sistema Acuático Cerrado
Río Sacluc	Laguneta el Perú
Río San Pedro	Lago Petén Itza
Río Usumacinta	Laguna Sacnab
Río Petexbatún	Laguna Yaxhá
Río La Pasión	Laguna Petexbatún

En el 2013 se realizó un único recorrido en las siguientes unidades de monitoreo: I. el Río San Pedro-Laguna del Tigre (Río Sacluc y Laguneta El Perú), en julio; II. Río Usumacinta, en agosto; III. Río La Pasión-Petexbatún (Río Petexbatún y Laguna Petexbatún), en noviembre; y IV. La Laguna Zona Central de Petén (Lago Petén Itzá, Laguna Yaxhá y Laguna Sacnab), en octubre. La distancia de los recorridos se realizó con base Sánchez *et al.* 2011.

Para que los muestreos fueran efectivos se tomó en cuenta condiciones climáticas, dado que se necesitaba trabajar sin luna llena, lluvias y/o neblina espesa, por lo que la hora de los recorridos se realizó a partir de las 19:30 hrs. El tiempo de navegación dependió de la distancia de cada zona, mediante la utilización de una lancha con motor fuera de borda. Además, los formatos de datos se completaron por la misma persona, para evitar variaciones en la toma de estos (Castañeda 1998).

3. Evaluación de calidad de hábitat. Con base al formato de evaluación y monitoreo del hábitat –EMH- de Sánchez, *et al.* 2011 (ver apéndice 2), se tomó en consideración los siguientes aspectos para la evaluación del hábitat: a) tipos de cuerpos de agua, clasificados en abiertos (ríos) y cerrados (lagos y lagunas), b) los tipos de vegetación y c) la presencia de actividades humanas. Antes de iniciar el recorrido se determinó el nombre de la región de coordinación (RC), la unidad de monitoreo (UM), la ruta de muestreo, el sitio (S), punto de referencia para generar las coordenadas, la fecha y participantes (Sánchez *et al.* 2011).

Se identificó el tipo de vegetación a lo largo de la ruta para estimar el porcentaje aproximado de su cobertura con base con Sánchez *et al.* 2011, el cual constituyó una apreciación estrictamente visual del investigador en todos los sitios evaluados. Esto implicó realizar únicamente un recorrido por sitio durante el día para anotar todas las características del hábitat, puntos de orientación y áreas de alto riesgo para el personal, así como: zona de vegetación densa, zonas estrechas para la navegación, entre otras (Sánchez *et al.* 2011).

Los tipos de vegetación (ver apéndice 3) que se tomaron en cuenta durante el muestreo fueron:

a. Manglar: asociación de matorrales y árboles que habitan zonas costeras inundadas de agua salobre), en Guatemala se registran 5 especies: *Rizophora mangle*, *Rizophora rrisonii*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* (MARN 2013).

b. Tular: compuesto por plantas enraizadas en las orillas de lagos y lagunas (Sánchez *et al.* 2011).

c. Popal: es un tipo de vegetación herbácea que se desarrolla en lugares pantanosos, las plantas se enraízan al fondo pero sus grandes y anchas hojas sobresalen del agua (Sánchez *et al.* 2011).

d. Lirial: plantas perennes de hojas flotantes con tallos erectos que poseen bulbos (Sánchez *et al.* 2011).

e. Nenufaral: plantas perennes, rizomatosas y acuáticas con hojas largamente pecioladas que son flotantes enteras o dentadas a menudo de gran tamaño, con flores solitarias (Sánchez *et al.* 2011).

f. Carrizal: plantas helófitas en zonas de orillas de ríos de circulación lenta, la comunidad vegetal es mono-específica, predominan gramíneas (Sánchez *et al.* 2011).

g. Tasital/pastizal: vegetación donde predominan gramíneas herbáceas, comúnmente son el resultado de actividades humanas, como el pastoreo y deforestación (Sánchez *et al.* 2011).

h. Lechugal: plantas flotantes con raíces sumergidas, conocidas como lechugas de agua, de la familia Araceae (Sánchez *et al.* 2011).

i. Galería: vegetación riparia que sobrevive por humedad del suelo (Sánchez *et al.* 2011).

j. Otra vegetación acuática: vegetación de bosque ribereño y hábitat modificado (Sánchez *et al.* 2011).

Por poseer una composición vegetal similar y para facilitar la comparación de esta investigación con otros estudios, se sustituirá la vegetación: “carrizal” por “sibal”, que fue descrito por Castañeda (1998, 1999); y “otra vegetación acuática” por “hábitat boscoso” descrito por Villegas y Reynoso (2013).

Además, se identificaron por observación directa, las amenazas predominantes en las áreas de estudios que influyen negativamente a las poblaciones de *C. moreletii*, entre las cuales se encuentran: pesca (trasmallos), fincas ganaderas, cacería, basura y asentamientos humanos.

4. Estimación de abundancia relativa y estructura etaria de *C. moreletii*. Para estimar la abundancia relativa se empleó el método Detección Visual Nocturna (DVN) propuesto por Sánchez *et al.* 2011. Esta técnica consistió en contar a los cocodrilos de forma directa a través de avistamientos, durante la noche por su fácil visualización por medio de un haz de luz, mostrando un destello en los ojos color naranja rojizo. Para determinar qué especie era, la embarcación se acercó sigilosamente al individuo y se observó de manera directa la complexión del hocico, dado que *C. moreletii* posee un hocico más ancho y corto en comparación con el hocico de *C. acutus* (ver apéndice 1). A partir de los datos obtenidos se estimó la abundancia relativa de cocodrilos por medio de la tasa de encuentro (TE). Este índice se refiere al número de animales encontrados a lo largo de un recorrido, y se expresa: $TE = \text{número de cocodrilos avistados} / \text{distancia recorrida en km lineales}$ (Sánchez *et al.* 2011). Los datos recolectados para cada individuo avistado se basaron en el formato DVN de Sánchez *et al.* 2011 (ver Apéndice 2).

La tasa de encuentro determina una estimación relativa de la abundancia, dado que no es posible avistar a todos los cocodrilos presentes en el área. La relación entre la TE y el tamaño de la población (individuos observados) se mantiene constante entre los muestreos. Aparte de contar los cocodrilos observados a lo largo del recorrido, se estableció el tamaño aproximado de cada individuo para definir la estructura etaria de las poblaciones (Sánchez *et al.* 2011). La categoría de talla para cada individuo avistado, se

estableció de la siguiente manera, según Sánchez *et al.* 2011: crías: menores a 0.5 m; juveniles: de 0.51 m a 1.0 m; sub-adulto: de 1.01 m a 1.5 m; adulto: de 1.51 m a 2.0 m y adultos grandes: de 2.01 m o más.

Los sitios se recorrieron con base a la extensión proporcionada por Sánchez *et al.* 2011. La embarcación utilizada fue una lancha de fibra de vidrio, con una longitud de 7.3 m., con una capacidad de 6 personas y posee un motor 70 caballos de potencia. Para los recorridos se manejó por remo o con motor, según sea el caso para un desplazamiento sigiloso, estimando de manera más precisa el tamaño del individuo. A los individuos que no se les logró estimar la talla, se registraron como “sólo ojos (SO)”, los cuales no fueron utilizados en ningún análisis estadístico.

Los recorridos se realizaron de manera constante y con una velocidad de la embarcación relativamente baja, aproximadamente de 5 km/h, para evitar contar al mismo cocodrilo dos veces, dado que se mueven rápidamente de un lugar a otro. Se navegó en una línea imaginaria en el centro del río y lago para dirigir y orientar el haz de luz de la lámpara en todo el cuerpo de agua, a manera de formar un ángulo 180° (Castañeda 1998).

5. Análisis estadístico. Los datos obtenidos durante el muestreo no presentaron una distribución normal, por lo que se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas. Las hipótesis que se plantearon para realizar dichas pruebas no buscan responder a los objetivos de este estudio. Las hipótesis fueron las siguientes:

H₀₁: No existe diferencia significativa entre las estructuras etarias de las poblaciones de *Crocodylus moreletii* en los diez sitios de muestreo.

H₀₂: No existe correlación significativa entre las diferentes categorías etarias consideradas y las diferentes asociaciones vegetales presentes en las áreas de estudio.

a. **Kruskal-Wallis.** Para determinar si existe diferencia significativa entre las categorías etarias en cuanto a la preferencia por el tipo de vegetación y para la conformación de la estructura etaria entre los distintos sitios, se realizó un análisis de Kruskal-Wallis. Se utilizó esta prueba no paramétrica, ya que no necesita una distribución normal de los datos. Kruskal-Wallis utiliza datos de tres o más variables independientes para determinar el rechazo o aseveración de la hipótesis nula (H_0), la cual indica una igualdad de las medianas de estas variables.

b. **Bray Curtis.** Para determinar en qué cuerpos de agua existe una estructura etaria semejante, se aplicó el índice de Bray Curtis. El cual pretende analizar los datos compartidos entre sitios para comprender la similitud o disimilitud entre sitios. Los resultados obtenidos se evalúan según los siguientes parámetros:

- 0: no existe similitud entre la estructura etaria.
- 1: existe similitud entre la estructura etaria.

c. **Coefficiente de Correlación Spearman.** Se realizaron análisis de correlación para determinar el grado de relación existente entre dos o más variables, cuando los datos no se distribuyen de manera normal. Los resultados obtenidos se evalúan según los siguientes parámetros:

- $-1 < R < 0$, indica una correlación negativa y dependencia inversa
- $0 < R < 1$, indica correlación positiva y dependencia directa

Con este análisis se buscó determinar si existe una correlación directa entre: 1) las variables independientes (tipos de vegetación) y 2) la variable independiente (tipo de vegetación) en relación a la variable dependiente (categoría de tallas), ya sea negativa o positiva. En donde se estableció que las correlaciones significativas fueron menores a -0.3 y mayores a 0.3, respaldado por el valor “p” (<0.05) de la correlación.

III. RESULTADOS

A. Abundancia relativa

Los muestreos realizados durante la época lluviosa, se observó un total de 301 individuos de *C. moreletii* en los diez sitios (ver apéndice 4). El río San Pedro fue el que presentó mayor número de individuos avistados, con un total de 120. Del total de cocodrilos avistados, 226 individuos se encontraban en 220.86 km que conforman los sistemas acuáticos abiertos (ríos), y 75 individuos en 171.69 km de sistemas acuáticos cerrados (lagos y lagunas).

Se obtuvo una TE promedio de 1.11 y con un error estándar de 0.486 en los sistemas acuáticos abiertos. Siendo el río Sacluc, el sitio que presentó mayor número de avistamientos de cocodrilos por kilómetro recorridos con una TE de 2.41, mientras que el sitio que presentó menor TE fue río La Pasión con 0.05 cocodrilo/km (Cuadro 2). En el caso de los sistemas acuáticos cerrados, se obtuvo una TE promedio de 0.70 y con un error estándar 0.392. Donde el sitio con mayor TE fue la laguna Yaxhá con 2.14 cocodrilo/km, mientras que, laguna Petexbatún fue el sitio que presentó menor TE con un valor de 0 cocodrilo/km (ver Cuadro 2). En general, se puede observar que el sistema acuático abierto presenta mayor TE, en comparación con el sistema acuático cerrado.

CUADRO 2. Tasa de encuentro para los sistemas acuáticos abiertos (ríos) y cerrados (lagunas y lagos).

Sistema Acuático Abierto			
Sitios	Km recorridos	# individuos	Tasa de encuentro (TE)
Río Sacluc	8.7	21	2.41
Río San Pedro	57.5	120	2.09
Río Usumacinta	96.18	80	0.83
Río Petexbatún	18.18	3	0.17
Río La Pasión	40.3	2	0.05
Total	220.86	226	-
Promedio	-	-	1.11
Sistema Acuático Cerrado			
Sitios	Km recorridos	# individuos	Tasa de encuentro (TE)
Laguneta el Perú*	21.3	9	0.42
Lago Petén Itza*	95.51	7	0.07
Laguna Sacnab*	12.3	11	0.89
Laguna Yaxhá*	22.4	48	2.14
Laguna Petexbatún*	20.18	0	0
Total	171.69	75	-
Promedio	-	-	0.70

*Representa los sitios en donde los muestreos se realizaron con base a su perímetro. Los km recorridos y el # de individuos son totales, mientras la TE es un promedio.

B. Estructura etaria

En el Cuadro 3, se muestran las proporciones de la estructura etaria para las poblaciones de *C. moreletii* en los diez sitios muestreados. Con base a la proporción global (tercera fila) de la categoría de tallas se encontró que: el río Usumacinta, presenta el mayor porcentaje de crías (81%); la laguna Yaxhá, posee el mayor porcentaje de juveniles (38%); el río San Pedro, presentó el mayor porcentaje de sub-adultos (63%), adultos (42%) y adulto grande (46%).

CUADRO 3. Estructura etaria de *C. moreletii* en diez sitios muestreados en Petén.
 Los datos dados son (filas): Total # de individuos; % que ocupa la categoría de talla dentro del sitio que se está evaluando; % global de las categorías de tallas respecto a los diez sitios

Río	Cría	Juvenil	Sub-Adulto	Adulto	Adulto Grande	Sólo ojos	TOTAL
Río Sacluc	0	7	2	0	0	12	21
	0%	33%	10%	0%	0%	57%	
	0%	15%	5%	0%	0%	10%	
Río San Pedro	3	8	26	11	11	61	120
	3%	7%	22%	9%	9%	51%	
	7%	17%	63%	42%	46%	50%	
Río Usumacinta	34	6	6	3	6	25	80
	43%	8%	8%	4%	8%	31%	
	81%	13%	15%	12%	25%	21%	
Río Petexbatún	0	1	1	0	0	1	3
	0%	33%	33%	0%	0%	33%	
	0%	2%	2%	0%	0%	1%	
Río La Pasión	0	0	0	1	0	1	2
	0%	0%	0%	50%	0%	50%	
	0%	0%	0%	4%	0%	1%	
Laguneta el Perú	0	3	2	1	0	3	9
	0%	33%	22%	11%	0%	33%	
	0%	6%	5%	4%	0%	2%	
Lago Petén Itzá	1	4	0	1	0	1	7
	14%	57%	0%	14%	0%	14%	
	2%	9%	0%	4%	0%	1%	
Laguna Sacnab	0	0	0	3	5	3	11
	0%	0%	0%	27%	45%	27%	
	0%	0%	0%	12%	21%	2%	
Laguna Yaxhá	4	18	4	6	2	14	48
	8%	38%	8%	13%	4%	29%	
	10%	38%	10%	23%	8%	12%	
Laguna Petexbatún	0	0	0	0	0	0	0
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
TOTAL # de individuos	42	47	41	26	24	121	301

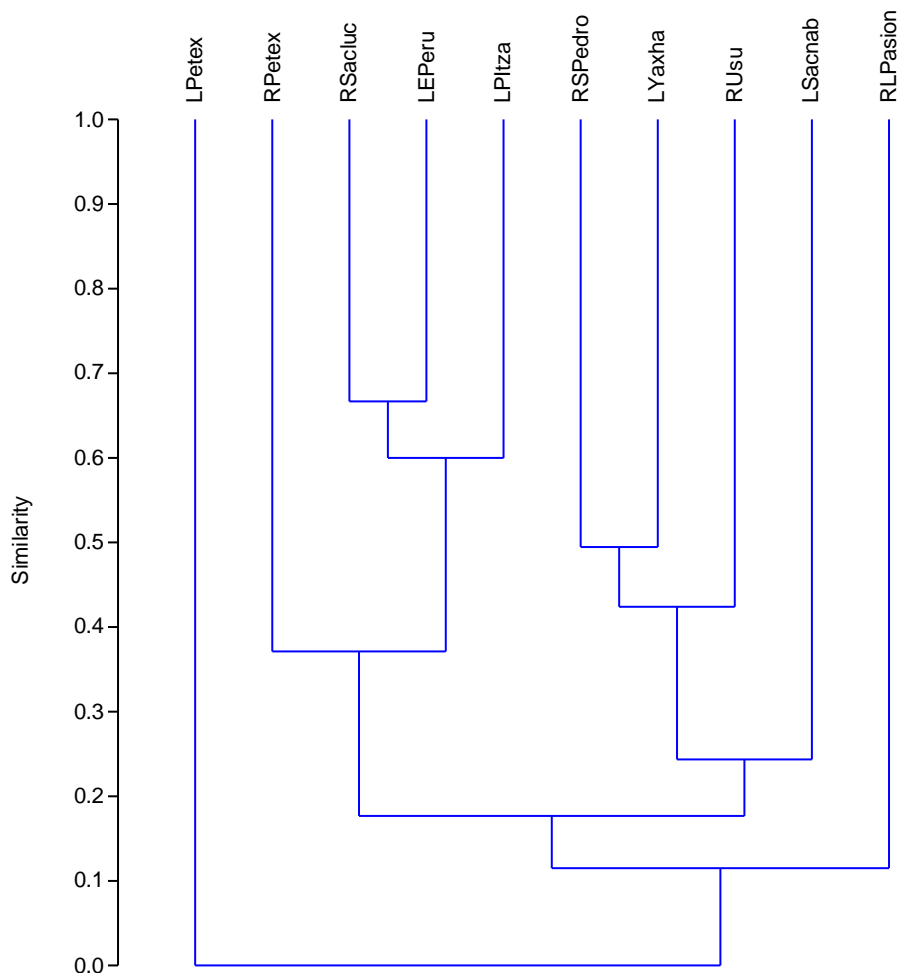
Sí existe diferencia significativa entre las estructuras etarias de las poblaciones de cocodrilo de pantano en al menos uno de los diez sitios muestreados, mediante Kruskal-Wallis con $p= 0.0002371$ y $H= 31.5613$, rechazando así H_0 . Tanto en el Cuadro 4 como en la Figura 3, se muestra el análisis del índice de Bray Curtis. En el cual se observó que la estructura etaria de la laguneta El Perú posee un alto índice de similitud con río Sacluc, río Petexbatún y lago Petén Itzá. En cuanto al lago Petén Itzá muestra una alta similitud con el río Sacluc y la laguna Yaxhá con el río San Pedro.

CUADRO 4. Índice Bray Curtis para la comparación de las categorías etarias de los diez sitios muestreados.

Sitios	RPetex	RSacluc	RSPedro	RUsu	LPItza	LPetex	LSacnab	LYaxhá	LEPeru
RLP	0	0	0.033333	0.035714	0.28571	0	0.22222	0.057143	0.28571
RPetex		0.36364	0.065574	0.070175	0.25	0	0	0.11111	0.5
RSacluc			0.26471	0.25	0.53333	0	0	0.4186	0.66667
RSPedro				0.42105	0.18462	0	0.23881	0.49462	0.18462
RUsu					0.19672	0	0.25397	0.42697	0.19672
LPItza						0	0.14286	0.3	0.66667
LPetex							0	0	0
LSacnab								0.2381	0.14286
LYaxhá									0.3

Siglas: RLP (Río La Pasión), RPetex (Río Petexbatún), RSacluc (Río Sacluc), RSPedro (Río San Pedro), RUsu (Río Usumacinta), LPItza (Lago Petén Itzá), LPetex (Laguna Petexbatún), LSacnab (Laguna Sacnab), LYaxhá (Laguna Yaxhá)

FIGURA 3. Cladograma con el índice de Bray Curtis para la comparación de las categorías etarias de los diez sitios muestreados.



Siglas: LPetex (Laguna Petexbatún), RPetex (Río Petexbatún), RSacluc (río Sacluc), LEPerú (Lagunetal El Perú), LPItza (Lago Petén Itzá), RSPedro (río San Pedro), LYaxhá (Laguna Yaxhá), RUusu (río Usumacinta), LSacnab (Laguna Sacnab), RLPasión (río La Pasión).

C. Hábitat en relación a la estructura etaria.

Se encontró que existen correlaciones importantes entre la conformación del tipo de vegetación y diferentes categorías etarias entre los diez sitios muestreados, mediante Kruskal-Wallis con valores $H= 27.86$ y $p= 0.0003455$, rechazando así H_0 . En el Cuadro 5 se muestra la correlación entre las variables de tipo de vegetación y categorías etarias, a partir del coeficiente de Spearman. Se puede apreciar que la presencia de “hábitat

boscoso” y “sibales” favorecen a la mayoría de categorías etarias, exceptuando a “adultos grandes”. Mientras que, “pastizal” afecta negativamente a todas las categorías etarias estudiadas. Además, los “sub-adultos” se vieron afectados negativamente por “tular”, “lirial” y “nenufaral”.

CUADRO 5. Relación entre tipo de vegetación y las categorías etarias con base a un Coeficiente de Correlación Spearman

Categoría etaria	Sibal	Hábitat boscoso	Pastizal	Tular	Lirial	Nenufaral
Cría	0.14442	0.30855	-0.62508	0.17723	0.19612	0.19612
Juvenil	0.32917	0.38006	-0.68104	0.022751	0.058742	0.058742
Sub-adulto	0.084143	0.47142	-0.46304	-0.31404	-0.36037	-0.36037
Adulto	0.38907	-0.12343	-0.61341	0.39291	-0.059676	-0.059676
Adulto grande	0.11624	0.079738	-0.62508	0.21521	-0.26149	-0.26149

D. Análisis de amenazas.

En el Cuadro 6 se presentan los tipos de amenazas encontradas en cada uno de los diez sitios muestreados, siendo éstas las más evidentes que ponen en riesgo la supervivencia tanto de las crías como de los adultos de *C. moreletii*.

CUADRO 6. Amenazas principales presentes en los sitios de muestreo.

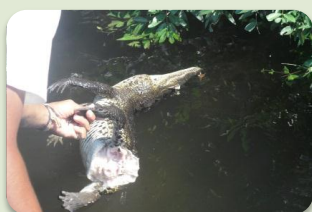
Amenazas		
Tipo de amenaza	Descripción	Sitio
Presencia de fincas ganaderas	Las fincas ganaderas ocupan una amplia extensión de tierra y conllevan a la acelerada degradación del suelo. Aunque no se ha registrado se considera que estas fincas representan un sitio de alto peligro para los cocodrilos, debido a que los propietarios utilizan armas de fuego para ahuyentarlos.	Río San Pedro Río Sacluc Laguna Yaxhá
Asentamientos humanos	La deforestación y la frontera agrícola dan lugar a la disminución del hábitat de la especie. Acelerando la presencia de asentamientos humanos, provocando un contacto más directo de las personas con los cocodrilos.	Río Sacluc Río San Pedro Río Usumacinta Río La Pasión Río y Laguna Petexbatún Laguna Sacnab Lago Petén Itzá Laguna Yaxhá
Trasmallos	A pesar de sus restricciones, la pesca artesanal representa una amenaza para los cocodrilos porque quedan atrapados en las redes muriendo ahogados.	Río San Pedro Río Usumacinta Río La Pasión Río Petexbatún,
Cacería	La caza furtiva es una problemática en la mayoría de sitios monitoreados por el costo que posee la piel de esta especie.	Río Sacluc Río San Pedro Río Usumacinta Río La Pasión Río y Laguna Petexbatún Lago Petén Itzá Laguna Yaxhá Laguna Sacnab
Basura	La basura es un problema en todos los cuerpos de agua, provocando que ésta contamine tanto el agua como los alrededores. Aunque en Guatemala no se ha evidenciado que esto afecte a los cocodrilos, se puede considerar que llega a ser una problemática al momento de la construcción de los nidos.	Río San Pedro Río Usumacinta Río La Pasión Río Petexbatún Lago Petén Itzá

En el Cuadro 7, se observan cocodrilos encontrados en el río San Pedro que fueron mutilados a causa del hombre en dos años consecutivos. En el 2012 se encontraron dos individuos muertos por herida de bala y sin cola. Luego en el 2013, se encontró un individuo herido probablemente con arma de fuego en el ojo, éste se encontraba en una situación crítica dado que sus reflejos ya no eran inmediatos a cualquier movimiento.

CUADRO 7. *C. moreletii* heridos, denotan las consecuencias de las amenazas directas que enfrenta esta especie.



Organismos mutilados de *C. moreletii*. Fotografía: César González. Abril, 2012.



Especímen de *C. moreletii* sin cola. Fotografía: César González. Abril, 2012



Especímen de *C. moreletii* con una bala al costado de la cabeza. Fotografía: César González. Abril, 2012.



Especímen de *C. moreletii* con herida en ojo izquierdo, posiblemente por arma de fuego. Fotografía: V. Corado. Julio, 2013.

IV. DISCUSIÓN

A. Abundancia relativa

A partir de los datos de la tasa de encuentro, se pudo determinar que existe una mayor probabilidad de avistar un cocodrilo en un sistema acuático abierto que en un sistema acuático cerrado (ver Cuadro 2). Esto puede deberse a que en un río, el cual es más angosto, la visibilidad es mayor observándose de orilla a orilla, mientras que en un lago, la visibilidad disminuye notablemente por ser más ancho.

Al comparar las tasas de encuentro en los ríos Sacluc y San Pedro (2.41 coc/km y 2.09 coc/km respectivamente) con las obtenidas por Castañeda en 1998 y 1999 en los ríos Sacluc (4.35 coc/km y 2.00 coc/km) y San Pedro (2.10 coc/km y 0.60 coc/km) se observa variación en los resultados. Una razón puede ser la diferencia en los esfuerzos de muestreo, Castañeda (1998) realizó dos transectos con ocho repeticiones y Castañeda (1999) realizó diez transectos con una sola repetición. Los datos de Castañeda (1999) son más parecidos a los presentados en esta investigación, quizá por la similitud en el esfuerzo. Es importante considerar que los estudios de Castañeda se llevaron a cabo en la época seca, cuando esperaríamos tener mayores abundancias relativas debido a que los individuos se encuentran concentrados en los cuerpos de agua. Por el contrario, la expansión de cuerpos de agua en época lluviosa permite una mayor dispersión de los cocodrilos. Esto concuerda con Dever *et al.* (2002) quienes mencionan que las inundaciones pueden ser un factor ventajoso para los cocodrilos, dado que facilita la migración de éstos de un cuerpo de agua a otro. A partir de los estudios de Castañeda (1998 y 1999) y la presente investigación se observa la tendencia que el río Sacluc siempre posee la mayor tasa de encuentro, lo cual puede deberse a que dicho sitio presenta una menor vulnerabilidad de caza (Castañeda 1998; Castañeda 1999).

Al relacionar el presente estudio con los de Castañeda (1998 y 1999) se observó que existe constancia en los datos de abundancia relativa generados entre época seca y época lluviosa. Aun así, se debe tomar en cuenta que no se poseen registros anuales para

establecer variaciones de dichos datos en ambas estaciones climáticas, permitiendo una mayor confiabilidad en los datos.

Por otro lado, el sistema acuático cerrado que obtuvo mayor alta tasa de encuentro fue Laguna Yaxhá con 2.14 coc/km, probablemente por ser uno de los cuerpos de agua más conservados del país, por el manejo adecuado que se le da al área protegida Parque Nacional Yaxhá-Nakúm-Naranjo (Negreiros 2005).

El muestreo realizado en la III Unidad de Monitoreo fue la que presentó las tasas de encuentro más bajas de individuos. Siendo éstas, 0.17 coc/km para el río Petexbatún, 0.05 coc/km para el río La Pasión, y 0 coc/km para la laguna Petexbatún (ver Cuadro 1). Lo anterior pudo deberse al aumento del nivel de agua, donde se registró acumulados de lluvias anómalamente prolongados hasta mediados de noviembre (INSIVUMEH 2013). Por consiguiente, esto pudo haber influenciado en que no se avistara a ningún individuo durante el muestreo, impidiendo evaluar directamente la densidad poblacional de estos sitios.

B. Estructura etaria

Al agrupar las distintas categorías etarias se observó que los “juveniles” mostraron mayor abundancia dentro de los diez sitios, seguido por “crías” y “sub-adultos”, mientras que los “adultos” y “adultos grandes” fueron los de menor representación. Estos resultados sustentan lo reportado por Castañeda (1998 y 1999) quien indica que existe un aumento de crías y juveniles, durante la época lluviosa (junio-noviembre) para el aprovechamiento de recursos.

Según entrevistas informales al personal de CONAP Petén Región VIII, el lago Petén Itzá presenta fuertes amenazas, tales como la cacería y asentamientos humanos, así como presencia de industrias, alterando el ambiente y la densidad de la población. Dentro de este cuerpo de agua existe un impacto directo sobre la población de cocodrilos principalmente por el comercio ilegal de pieles. Aunque se avistaron pocos individuos en

este sitio, se obtuvo una estructura etaria conformada principalmente por “juveniles” (57%), confirmando el impacto de la cacería principalmente sobre los “adultos” y “adultos grandes”, por su tamaño.

Los resultados de la laguna Sacnab muestran una estructura etaria conformada principalmente por “adulto” (27%) y “adultos grandes” (45%), quienes presentan una menor amenaza por la cacería ya que se encuentran dentro del Parque Nacional Yaxhá – Nakúm – Naranjo (Negreros 2005). La presencia de esta categoría sugiere que puede ser un sitio de importancia para el apareamiento, dado que son individuos en edad reproductiva.

Los resultados obtenidos de la laguneta El Perú demuestran no ser suficientes para brindar una información determinante de la manera en qué está conformada la estructura etaria, ya que únicamente se avistaron 9 individuos, los cuales no poseen ninguna tendencia a una categoría dominante. Aun así, se encontró una mayor proporción de “juveniles” (33%) y “sub-adultos” (22%), cuyos datos difieren de los obtenidos por Castañeda (1999), donde menciona que dicho sitio posee una alta proporción de “adultos”.

Las proporciones más altas de la categoría de “crías” (81%) fueron encontradas en el río Usumacinta, esto puede estar asociado al tipo de vegetación que predomina en el área (bosque ripario), indicando que sea un buen sitio de anidación. Posiblemente esta vegetación crea un amplio nicho para la protección de las crías, debido a que posee lugares estratégicos que se podrían utilizar para anidación. Este sitio puede ser ideal para albergar más recurso alimenticio para las crías, donde se conoce que existe una alta diversidad de ictiofauna (Barrientos, 1999; Bueno, Álvarez y Santiago, 2005; González-Espinosa, Ramírez-Marcial y Ruiz-Montoya, 2005). Esta proporción de crías, sugiere un alto éxito reproductivo durante la época lluviosa, sin embargo, no existen estudios previos para corroborar estos resultados. El resto de categorías presentó un bajo porcentaje en el río Usumacinta, dado que el 31% de los individuos no se pudieron

catalogar dentro de una talla por la influencia negativa de factores climáticos que impidieron acercarse a éstos.

En la laguna Yaxhá se obtuvo una mayor proporción de “juveniles” (38%), esto puede indicar que la población se mantiene estable y permite que éstos lleguen a su edad reproductiva. Este resultado se ve influenciado por una menor presencia de actividades humanas (Castañeda 1998). Lo anterior podría apoyar a Negreros (2005), quien estima que este sitio alberga unas de las poblaciones más numerosa de *C. moreletii*.

En el río San Pedro se encontró mayor porcentaje de las categorías “sub-adulto” (63%), “adulto” (42%) y “adulto grande” (46%), esto pudo ser influenciado por las migraciones que ocurren al aumentar el nivel del agua entre este sitio y el río Sacluc, encontrándose en este último una mayor proporción de “juveniles” (33%). Por lo tanto, estos datos confirman los resultados de Castañeda (1998 y 1999), que indican un mayor éxito reproductivo durante la época seca, por la mayor cantidad de crías encontradas para estos sitios.

De acuerdo al análisis de Bray Curtis (ver Cuadro 4) junto con el cladograma (ver Figura 3) del mismo índice, se logró determinar dos grupos principales en cuanto a la similitud de la estructura etaria entre sitios, siendo estos: 1) río Sacluc con laguneta El Perú y lago Petén Itzá; y 2) río San Pedro con laguna Yaxhá y río Usumacinta. Mientras que el resto de sitios presentaron un bajo índice de similitud, por la baja cantidad de individuos avistados.

La primera agrupación se basa primordialmente por la predominancia de la categoría de “juveniles”, lo cual podría ser un reflejo de una alta presión de humanos sobre los “adultos” y “adultos grandes”. Ahora bien, en el caso de la laguneta El Perú, Castañeda (1999) reportó que estaba conformada principalmente por “adultos”, sugiriendo que la cantidad de individuos avistados se vio afectada por la época del estudio. La segunda agrupación, se vio influenciada por ser los únicos sitios que presentan una estructura etaria completa. Lo cual podría indicar que son cuerpos de agua

con una alta disponibilidad de recursos, aunado a ser los sitios donde más cocodrilos se avistaron (ver Cuadro 2).

C. Hábitat en relación a la estructura etaria

De acuerdo a los índices de correlación entre la vegetación respecto a la categoría de talla (ver Cuadro 5), se dedujo que existe una correlación positiva entre “adulto” con “sibal” y “tular”. Lo cual se puede evidenciar con la investigación de Castañeda, Lara y Queral-Régil (2000), quienes registraron que “adultos” se ven asociados a “sibal”, por tener un alto nivel de insolación, la alta disposición de alimento y la dificultad que tiene el humano para acceder y perturbar estos sitios. Además, Villegas y Reynoso (2013) que se ha encontrado que existe una alta asociación en el uso de “tular” para la construcción de nidos de *Crocodylus moreletii*

Los resultados del Cuadro 5, mostraron una relación directa para “crías”, “juveniles” y “sub-adultos” en los sitios que presentan “hábitat boscoso”, esto probablemente se deba a que este tipo de vegetación brinde mayor protección y oportunidad de forrajeo. Una tendencia similar fue observada en el estudio de Villegas y Reynoso (2013), durante la época lluviosa los “juveniles” presentaron una mayor dependencia por la “vegetación acuática” y “hábitat boscosos”.

Ahora bien, la categoría de “sub-adulto” presentó una correlación inversa con “tular”, “lirial” y “nenufaral”. Lo cual se evidencia de Villegas y Reynoso (2013), quienes registraron que los “sub-adultos” se encuentran mayormente en “hábitats boscosos”. Villegas y Reynoso (2013), indican que esto se da principalmente, porque los “sub-adultos” poseen un comportamiento evasivo y tratan de evitar encuentros con cocodrilos de mayor tamaño.

En cuanto a “pastizal”, se encontró una correlación inversa en relación a todas las categorías de tallas. Esto probablemente se deba a que este tipo de vegetación se ve estrechamente relacionada con actividad ganadera. Además, esta vegetación se encontró

en sitios cuyo muestreo concordó con lluvias fuertes en el mes de noviembre, provocando un gran aumento en el nivel del agua. Por consiguiente, esto aumenta la cantidad de refugios dentro del sitio (dificultando el avistamiento de los individuos) y facilita la migración de los cocodrilos a otros cuerpos de agua (Escobedo-Galván *et al.* 2011).

Por último, se encontró que los “juveniles” poseen una correlación positiva con “sibal”. Esto se puede deber a que esta densa vegetación provea una alta oportunidad de forrajeo y refugio (Villegas y Reynoso 2013).

D. Análisis de amenazas

Las principales amenazas que afectan a las poblaciones silvestres de *C. moreletii* en los sitios muestreados son: fincas ganaderas, asentamientos humanos, trasmallos, cacería y basura (ver apéndice 5).

La presencia de fincas ganaderas provoca conflictos entre los dueños de las fincas y los cocodrilos, ocasionando transformaciones del hábitat y alterando sitios de anidación de los cocodrilos (Domínguez Laso 2006). Esto provoca serias consecuencias para las poblaciones de cocodrilos porque los propietarios de dichas fincas, suelen ahuyentar a los cocodrilos con arma de fuego, para evitar que éstos se alimenten del ganado (ver Cuadro 6). En este estudio se registraron fincas ganaderas en el río San Pedro, río Sacluc y laguna Yaxhá que se encuentran dentro de áreas protegidas.

Los asentamientos humanos (ver Cuadro 6), conducen a la acelerada pérdida de hábitat, dado que se talan extensas áreas forestales dejando al cocodrilo con menos hábitat y área de distribución, aumentando así, las posibilidades de encuentros con humanos. Dicha amenaza se ha registrado desde las investigaciones de Castañeda (1998 y 1999) y Castañeda, Lara y Queral-Regil (2000), siendo un problema actual para las poblaciones silvestres de *C. moreletii*. Esta amenaza se registra en la mayoría de sitios de muestreo.

Se ha registrado que la pesca con trasmallos llega a afectar la supervivencia de *C. moreletii*, porque éstos pueden quedar enredados en las redes y morir ahogados (Castañeda 1998; Domínguez Laso 2006). Esta amenaza se pudo registrar en cuatro cuerpos de agua (ver Cuadro 6), siendo común debido a la pesca artesanal de las comunidades aledañas.

La cacería es la amenaza que más repercute en las poblaciones del cocodrilo, y se registra en la mayoría de los sitios evaluados. Esto se debe a que su piel es uno de los productos más cotizados, la cual se distribuye de forma ilegal. Además, la cacería contribuye a modificar directamente el comportamiento de los cocodrilos, provocando que sean más ariscos (Castañeda 1998; Castañeda 1999). La cacería de *C. moreletii* es sancionada en Guatemala, dado que se encuentra dentro de los listados nacionales (LEA) e internacionales (CITES), de las especies en peligro de extinción. Mediante el Decreto No. 36-04 de la Ley General de Caza, se prohíbe la recolección, captura, caza, transporte, intercambio, comercio y exportación de las especies de fauna en peligro de extinción. Sancionando al responsable con prisión de cinco a diez años y una multa de 10,000 a 20,000 mil quetzales (CENADOJ 2004).

En Guatemala existe un déficit del cumplimiento de las normativas mencionadas anteriormente, tanto por el poco control y una vigilancia débil hacia la cacería de esta especie. Por consiguiente, surge la necesidad de realizar encuestas a las comunidades aledañas, para determinar la percepción que tienen sobre el cocodrilo. Con esta información se puede implementar programas de educación ambiental adecuados, en los que se fomente la importancia biológica y económica de la especie.

Durante los muestreos y fuera de los mismos, se han podido comprobar las consecuencias que han tenido las amenazas sobre las poblaciones de la especie. En el Cuadro 7, se muestran fotografías de cocodrilos que han sido afectados por las interacciones con humanos, y con base a los años de estas imágenes, se evidencia que los accidentes hacia los cocodrilos se han repetido anualmente. Por lo que se hace necesario

establecer zonas de alto riesgo, en sitios donde pueda existir una mayor probabilidad de un encuentro con los cocodrilos.

La contaminación por basura se registró en cinco sitios de muestreo lo cual puede provocar una modificación del hábitat tanto química como física. Aunque no se tienen registros de cómo afecta esta problemática directamente a los cocodrilos, estudios realizados en México han registrado que los cocodrilos llegan a construir sus nidos con cierto porcentaje de basura (López-Luna, Hidalgo y Aguirre 2011). Esto es un factor importante a evaluar durante el muestreo de nidos en Guatemala.

A pesar de las amenazas reportadas en el estudio, al comparar con otros estudios realizados por Castañeda (1998 y 1999) y Castañeda, Lara y Qeral-Regil (2000) se pudo inferir que las poblaciones se mantienen estables, ya que se observaron tendencias similares de las tasas de encuentro en sitios muestreados en común. Igualmente, se pudo evidenciar por la presencia de crías en el río Usumacinta, lo cual indica que puede ser un sitio potencial de anidación. Así mismo, la alta proporción de juveniles y sub-adultos que se avistaron entre los sitios, demuestran el éxito reproductivo de la especie y la supervivencia de las crías. Lo anterior no implica que las poblaciones de *C. moreletii* no se vean altamente afectadas por las amenazas mencionadas en el estudio, si éstas no se logran mitigar a un mediano plazo, la especie podría no sobrevivir a tal impacto.

V. CONCLUSIONES

- Se comprobó que la estructura etaria fue significativamente diferente entre los diez sitios de muestreo.
- El río San Pedro, río Usumacinta y Laguna Yahxá son los únicos cuerpos de agua que presentan una estructura etaria completa, lo cual refleja que estos sitios son importantes para las poblaciones de *C. moreletii*.
- Se encontró una alta proporción de crías en el río Usumacinta, sugiriendo que es un sitio potencial de anidación, debido a que puede ser un sitio con alta disponibilidad de recursos.
- La categoría etaria que predominó de manera global entre los sitios fue la de “juveniles”, indicando la supervivencia de las “crías” luego de su eclosión entre junio a octubre.
- Los ríos La Pasión, Petexbatún, lagunas Sacnab y Petexbatún fueron los sitios que no presentaron ninguna similitud importante en comparación con otros sitios, dado que fueron influenciados principalmente por la falta de individuos avistados.
- La tasa de encuentro fue mayor en sistemas acuáticos abiertos, con 1.023 coc/km recorrido, que en los sistemas acuáticos cerrados, con 0.436 coc/km recorrido.
- Se encontró que el “hábitat boscoso” es de alta importancia para las “crías”, los “juveniles” y “sub-adultos”, mientras que los “adultos” se asociaron más a “sibal” y “tular”.
- Los “pastizales” influyen negativamente en la presencia de todas las categorías de *C. moreletii*, dado que son representativos de actividad ganadera.

- Los cocodrilos en el lago Petén Itzá, río La Pasión, y laguna Petexbatún están principalmente amenazados por una alta presencia de asentamientos humanos, basura y trasmallos.
- Se implementó en Guatemala el Manual del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) propuesto en talleres tri-nacionales para el monitoreo y recolección de datos adecuados de dicha especie.

VI. RECOMENDACIONES

- Abarcar los sitios restantes de Petén propuestos en el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (laguna Salpetén, laguna Macanche, Burreal y Tintal), los cuales no fueron tomados en cuenta en esta investigación, debido al tiempo de monitoreo que proporcionó el ente financiero.
- Desarrollar un programa de monitoreo nacional estandarizado utilizando como base el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano.
- Desarrollar la Estrategia Nacional de Conservación de *Crocodylus moreletii* con la participación de la Universidad del Valle de Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, CONAP, Centros de Rescate, ONG's, criaderos, entre otros.
- Realizar muestreos en cuerpos de agua aledaños a los propuestos en el Manual Trinacional de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano, para verificar la presencia de cocodrilos en esas áreas y lograr definir de forma completa su distribución.
- Realizar, al menos, dos repeticiones en cada sitio por mes, tanto en época seca como lluviosa, para obtener datos más concretos y definir el estado de *C. moreletii* dentro de los listados nacionales e internacionales, dado que esta investigación no permite concretar si dicha especie se mantiene o cambia de estado de conservación dentro de CITES.
- Procurar que el muestreo se lleve a cabo en las dos primeras semanas de cada mes, para evitar coincidir con la fase de cuarto menguante a luna llena, la cual provoca que el avistamiento de los cocodrilos resulte difícil.

- Realizar un estudio sobre cómo afecta la basura directamente a la población de cocodrilos en los diferentes sitios de muestreo.
- Marcar a los individuos de *C. moreletii* para formar patrones de migración entre época seca y lluviosa, determinando qué sitios son prioritarios para reproducción y anidación.
- Determinar zonas de alto riesgo para las personas, donde existe una mayor probabilidad de encuentros y accidentes con los cocodrilos. Esto se generará a partir de los datos colectados a corto y mediano plazo, mediante los monitoreos en los distintos cuerpos de agua. Esto permitirá prevenir a los turistas y a comunidades aledañas de tomar las debidas precauciones.
- Implementar programas de educación ambiental para el desarrollo de proyectos comunitarios, mostrando la importancia y el valor intrínseco de esta especie. De esta forma se puede asegurar un manejo adecuado de conservación para obtener posteriormente un beneficio económico de manera sustentable.
- Evaluar la viabilidad para la ejecución de un proyecto piloto para el uso sostenible del recurso cocodrilo, obteniendo un ingreso económico fijo con el fin de favorecer la conservación de la especie a través de asignarle un valor.
- Involucrar a los guarda-recursos del área de monitoreo para que apoyen a la constante generación de datos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias O., Teri. 2007. <<El cocodrilo en la Región Maya Yokot'an>>. *Un acercamiento antropológico a la actualidad del Ambiente en Tabasco*. Itinerarios 6:101-122.
- Barrientos, Christian.1999. *Caracterización de la ictiofauna con importancia alimenticia de los ríos San Pedro y Sacluc, en el área de influencia de la Estación Biológica "Las Guacamayas", Departamento del Petén, Guatemala*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 46 págs.
- Bueno, Joaquín; F. Álvarez y S. Santiago. 2005. *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. México, D.F. 370 págs.
- Cabrera, Jorge y P. Cuc. 2002. *Diagnóstico socio-ambiental de la Cuenca del Río Usumacinta*. Fundación del Servicio Exterior para la Paz y el Desarrollo Democrático. Universidad Nacional de Costa Rica. 41págs.
- Campbell, Jonathan. 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán and Belize*. University of Oklahoma. Press Norman, Oklahoma. 400 págs.
- Cano, Manuel. 2008. *Tolerancia del estadio juvenil de *Petenia splendida* Günther 1862 a diferentes salinidades*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 62 págs.

- Castañeda, Francisco. 1998. *Situación actual y propuesta de plan de manejo para *Crocodylus moreletii* (Bibrón & Dumeril, 1851) (Reptilia: Crocodylidae), en el área de influencia de la Estación Biológica “Las Guacamayas”, Parque Nacional Laguna del Tigre, Departamento de Petén, Guatemala*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 75 págs.
- Castañeda, Francisco. 1999. *Estudio poblacional de *Crocodylus moreletii* en el Parque Nacional Laguna del Tigre, San Andrés, Peten, Guatemala*. Conservación Internacional y PROPETEN. 18 págs.
- Castañeda, Francisco, O. Lara y A. Queral-Regil. 2000. <<The herpetofauna of Laguna del Tigre National Park, Peten, Guatemala, with an emphasis on populations of the morelet’s crocodile (*Crocodylus moreletii*)>>. En Bestelmeyer, Brandon y E. Leeane (eds.), 2000. *Evaluación biológica de los sistemas acuáticos del Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala*. Boletín RAP de evaluación biológica 16, Conservation International. Washington, D.C. 61-66 págs.
- Centro Nacional de Análisis y Documentación Judicial –CENADOJ-. 2004. *Decreto número 36-2004. Ley general de caza*. Congreso de la República de Guatemala. 12 págs.
- Centro de Acción Legal- Ambiental y Social de Guatemala -CALAS-. 2004. *Decreto número 16-2004. Ley de emergencia para la defensa, restauración y la conservación del Parque Nacional Laguna del Tigre*. Guatemala. 5 págs.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP-. 2004. *Informe Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala*. Guatemala. 37 págs.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP-. 2006. *Plan Maestro 2007-2011 Parque Nacional Laguna del Tigre y Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido*. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. 169 págs.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, Ministerio de Cultura y Deporte –MICUDE-, Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural –DGPCyN-. 2006. *Plan Maestro del Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo 2006-2010*. Guatemala. 168 págs.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP-. 2009. *Lista de Especies Amenazadas de Guatemala –LEA- y Listado de Especies de Flora y Fauna Silvestres CITES de Guatemala*. Documento Técnico 67(02-2009). Guatemala. 124 págs.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP-. 2011. *Política Nacional de Diversidad Biológica*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala, Políticas, Programas y Proyectos No. 13 (01-2011). 41 págs.

Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre –CITES-. 2010. *Decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes: Examen de las propuestas de enmienda a los Apéndices I y II. CoP 15 Prop.8*. Doha, Qatar. 31 págs.

CriticalEcosystem. 2005. *Perfil de Parque-Guatemala. Parque Nacional Laguna de Tigre y Biotopo Protegido Laguna del Tigre-Río Escondido*. PartnershipFund. Guatemala. 47 págs.

Dever, Jennifer, *et al.* 2002. <<Genetic diversity, population subdivision, and gene flow in Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) from Belize, Central America>>. *Copeia Review: Genetics and Evolution*. 4:1078–1091.

DIGEBOS. 1992. *Plan maestro Parque Nacional Río Dulce*. Guatemala. 60 págs.

Domínguez, Jerónimo. 2006. *Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES*. Instituto de Historia Natural y Ecología. México D. F., Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS009. 47 págs.

Dunning, Nicholas, *et al.* 1992. <<Ecología, agricultura y nutrición de los siglos VII y VIII en la Región de Petexbatún>>. En Laporte, Juan., H. Escobedo y S. Brady (eds.). 1991. *V Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala. 148-154 págs.

Durán, Guillermo, W. Torres e I. Espejel. 2010. <<Ecosistemas y Comunidades>>. En Durán, Rafael y M. Méndez (eds.), 2010. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México, D.F. 496 págs.

Escobedo, Armando y C. Salazar. 2011. <<Aplicando modelos de nicho ecológico para predecir áreas potenciales de hibridación entre *Crocodylus acutus* y *C. moreletii*>>. *Quehacer Científico*. 11:27-35.

Escobedo-Galván, Armando, *et al.* 2011. <<Observations on nests of *Crocodylus moreletii* in San Luis Potosí, Mexico>>. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82:315-317.

- Fialko, Vilma. 2013. <<El proceso de desarrollo político del Estado Maya de Yaxhá: un caso de competencia de élites y readecuación dentro de un marco de circunscripción territorial>>. En Arnauld, Charlotte y A. Breton (eds.), 2011. *Millenary Maya Societies: Past Crises and Resilience*. Papers from the International Colloquium. Paris. 265-283 págs.
- González-Espinosa, Mario; N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya. 2005. *Diversidad Biológica en Chiapas*. México, D.F. 484 págs.
- Rodas, Isabel. 2010. <<Colonización, cacería y territorio en el Usumacinta Medio, Guatemala>> En Guerra, Michelle, *et al.* (eds.), 2010. *Uso y Manejo de Fauna Silvestre en el Norte de Mesoamérica*. Secretaría de Educación de Veracruz. México. 315-349 págs.
- Grigg, Gordon y C. Gans. 1993. Morphology and physiology of the Crocodylia. *Fauna de Australia (Amphibia and Reptilia)*. 40(2):326-336.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-*. 2013. Guatemala, Análisis del mes de noviembre 2013. Departamento de Investigación y Servicios Climáticos. 3 págs.
- International Union for Conservation of Nature –IUCN-*. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. [Fecha de consulta: 10 de octubre 2013]. Disponible en <www.iucnredlist.org>.

- Ixquiac-Cabrera, Manuel, *et al.* 2010. *Identificación, crecimiento del pez blanco (Petenia splendida) en tres hábitats: cultivo, lago (Petén Itzá) y en río San Pedro por medio de marcaje y recaptura.* Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología – FONACYT-, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT- y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT. Guatemala. 49 págs.
- Kappelle, Maarten. 2008. *Diccionario de la Biodiversidad.* Instituto Nacional de la Biodiversidad. Editorial Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Lara, Oscar. 1990. *Estimación del tamaño y estructura de la población de Crocodylus moreletii en los lagos Petén-Itzá, Sal-Petén, Petenchel y Yaxhá, El Petén, Guatemala.* Tesis Universidad Nacional Heredia. Costa Rica. 67 págs.
- López-Luna, Marco; M. Hidalgo-Mihart y G. Aguirre-León. 2011. Descripción de los nidos del Cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en un paisaje urbanizado en el sureste de México. *Acta Zool. Mex.* 27:1-16.
- Martínez, Gerson. 2008. <<Reconocimiento Arqueológico en el Área de los Municipios de San Benito y San Andrés, Petén>>. En Laporte, Juan (ed.), 2008. *Atlas Arqueológico de Guatemala, Reporte 22.* Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala. 79-185 págs.
- Mendoza, Diego. 2008. *Diagnóstico Socioeconómico, Potencialidades Productivas y Propuestas de Inversión.* Tesis de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 300 págs.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2013. Informe técnico: Estudio de la cobertura de mangle en la República de Guatemala. Guatemala, MARN. 54 págs.

- Negreros, María del Pilar. 2005. *Ficha RAMSAR, Parque Nacional Yaxhá-Nakúm-Naranjo*. Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR (FIR). 14 págs.
- Palacio, Álvaro; R. Noriega y P. Zamora. 2002. Caracterización Físico-geográfica del Paisaje conocido como “Bajos Inundables”. El caso del Área Natural Protegida Balamkín, Campeche. *Investigaciones Geográficas*.49:57-73.
- Platt, Steven, L. Sigler y T.R. Rainwater. 2010. *Morelet's Crocodile Crocodylus moreletii*. Crocodiles Status Survey and Conservation Action Plan. 3rd ed. Darwin. Crocodile Specialist Group. 79-83 págs.
- Ponciano, Ismael. 1982. *Proyecto del Plan Maestro del Parque Nacional El Rosario (PANER) como área de Manejo Múltiple*. Guatemala. 47 págs.
- Ponciano, Ismael. 1982. *Proyecto del Plan Maestro del Parque Nacional Río Dulce*. Guatemala. 55 págs.
- Roldán, Gabriel y J. Ramírez. 2008. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 2^a. ed. Colombia, Universidad de Antioquía. 440 págs.
- Ross, James. 2000. *Crocodylus moreletii*. IUCN Red List of Threaten Species. IUCN 2010.
- Sánchez, Juan., J. Bolaños y L. Piedra. 1995. Población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en dos ríos de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (2):835-840

- Sánchez, Juan. 2001. *Estado de la Población de Cocodrilos (Crocodylus acutus) en el Río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica*. Área de Conservación Tempisque, Instituto Nacional de Biodiversidad. 49 págs.
- Sánchez Herrera, Oscar *et al.* 2011. *Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) México-Belice-Guatemala*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 270 págs.
- Santos, Gabriela. 2005. Descripción de la Cuenca del Río Mopán. Facultad de Agronomía -FAUSAC-. Universidad de San Carlos de Guatemala. 9 págs.
- Tuerenhout, Van; H. Henderson, P. Maslyk y R. Wheat. 1994. <<Recorrido en la región de Petexbatún: Temporada 1993>>. En Laporte, Juan y H. Escobedo (eds.), 1993. *VII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología. 182-187 págs.
- Valdez, Ester, *et al.* 2008. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. Municipio de Sayaxché, Departamento de Petén*. Informe Final de Ejercicio Profesional Supervisado. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. 194 págs.
- Villegas, Alejandro y V. Reynoso. 2013. Relative abundance and habitat preference in isolated populations of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) along the coast of the gulf of Mexico. *Herpetological Conservation and Biology*. 8(3):571–580.

VIII. APÉNDICE

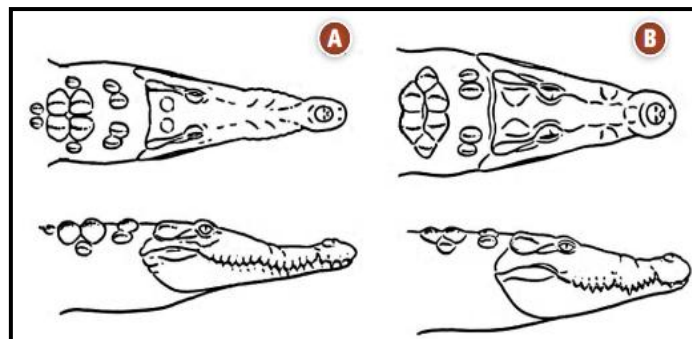
APÉNDICE 1. Diferencias entre *C. moreletii* y *C. acutus*

FIGURA 4. Diferencias entre juveniles de *C. moreletii* (arriba) y *C. acutus* (abajo), se observa la presencia de hileras de escamas irregulares en *C. moreletii* (ver flechas blancas).



(Fuente: Sánchez *et al.* 2011)

FIGURA 5. Vistas dorsal y lateral de las cabezas de *C. acutus* (A) y *C. moreletii* (B) para su diferencia en el campo.



(Fuente: Sánchez *et al.* 2011)

APÉNDICE 2. Formato de toma de datos en el campo

FIGURA 6. Hoja de datos para el muestreo de la vegetación y evaluación del hábitat.

Formato EMH: Muestreo de evaluación y monitoreo de hábitat					
(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)					
Región de Coordinación (RC) _____					
Unidad de Monitoreo (UM) _____					
Ruta (R) _____					
Sitio (S): _____				Clave de Sitio: _____	
Subdivisión política (p.e. estado, municipio): _____					
Año: _____		Mes: _____		Día: _____	
Participantes (Iniciales y apellido): _____					
Datum: NAD27 () ó WGS84 ()					
Coordenadas GPS Inicio Latitud	°	'	"		
Coordenadas GPS Inicio Longitud	°	'	"		
Coordenadas GPS Final Latitud	°	'	"		
Coordenadas GPS Final Longitud	°	'	"		
Distancia recorrida					km
Cuerpo de agua	Marque sólo una con Sí	Hábitat	(%)	Activ. humana	(Si)
Laguna costera		Manglar		Pesca	
Estero		Tular		Ganadería	
Canal		Popal		Agricultura	
Arroyo		Lirial		Cacería	
Río		Nenufaral		Industria	
Cuerpo de agua	Marque sólo una con Sí	Hábitat	(%)	Activ. humana	(Si)
Lago		Carrizal		Turismo	
Presa		Tasistal		Asentamiento humano	
Ciénega, aguada, poza, jagüey		Pastizal, Zacatal		Otra	(*)
Otro	(*)	Lechugal			
		Galería			
		Otra vegetación acuática			
		Modificado			
		Otro	(*)		
<ul style="list-style-type: none"> • Actividad humana predominante en el Sitio (una de las categorías de la tabla): _____ • Califique, en una escala de 0 a 10 puntos (cero, malo; diez, bueno), el estado aparente de conservación de la vegetación natural a lo largo del recorrido: _____ puntos. • Indique si a lo largo del recorrido se detectó contaminación ostensible del agua, en forma visual u olfativa especificando (por ejemplo: drenaje, hidrocarburos u otros químicos, basura u otros): _____ 					
Nombre y firma de quien llenó el formato: _____					
Notas: _____					

(Fuente: Sánchez, *et al.* 2011)

FIGURA 7. Hoja de datos para la detección visual nocturna –DVN–.

Formato DVN: Muestreo por detección visual nocturna
(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)

Región de Coordinación (RC) _____
 Unidad de Monitoreo (UM) _____
 Ruta (R) _____
 Sitio (S): _____ Clave de Sitio: _____
 Año: _____ Mes: _____ Día: _____
 Participantes (iniciales y apellido): _____

Hora de inicio: _____ Hora de término: _____ Número de recorrido de ese día: _____
 Medio de transporte: _____ Velocidad promedio del recorrido, estimada: _____ (km/h)

Datum: NAD27 () ó WGS84 ()

Coordenadas GPS Inicio Latitud	°	'	"
Coordenadas GPS Inicio Longitud	°	'	"
Coordenadas GPS Final Latitud	°	'	"
Coordenadas GPS Final Longitud	°	'	"
Distancia recorrida	km		

Profundidad del agua en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: _____ (m)
 Profundidad del agua en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: _____ (m)
 Temperatura del agua en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: _____ (°C)
 Temperatura del agua en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: _____ (°C)
 Temperatura del aire en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: _____ (°C)
 Temperatura del aire en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: _____ (°C)

Datos de avistamiento de cocodrilos durante el recorrido

Avist.	Especie	Coordenadas Latitud			Coordenadas Longitud			Hora	Min	Longitud estimada (m, precisión 0.5 m)	Categoría de Talla	Distancia Avist. (m)
1		°	'	"	°	'	"					
2		°	'	"	°	'	"					
3		°	'	"	°	'	"					
4		°	'	"	°	'	"					
5		°	'	"	°	'	"					
6		°	'	"	°	'	"					
7		°	'	"	°	'	"					
8		°	'	"	°	'	"					
9		°	'	"	°	'	"					
10		°	'	"	°	'	"					
11		°	'	"	°	'	"					
12		°	'	"	°	'	"					
13		°	'	"	°	'	"					
14		°	'	"	°	'	"					
n		°	'	"	°	'	"					

Nombre y firma de quien llenó el formato: _____

Notas: _____

(Fuente: Sánchez, *et al.* 2011)

APÉNDICE 3. Tipos de vegetación evaluadas en el campo

FIGURA 8. Tipo de vegetación: Carrizal.



(Fotografía por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 9. Tipo de vegetación: Lirial.



(Fotografía por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 10. Tipo de vegetación: Nenufaral.



(Fotografía por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 11. Tipo de vegetación: Pastizal.



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 12. Tipo de vegetación: Tular.



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

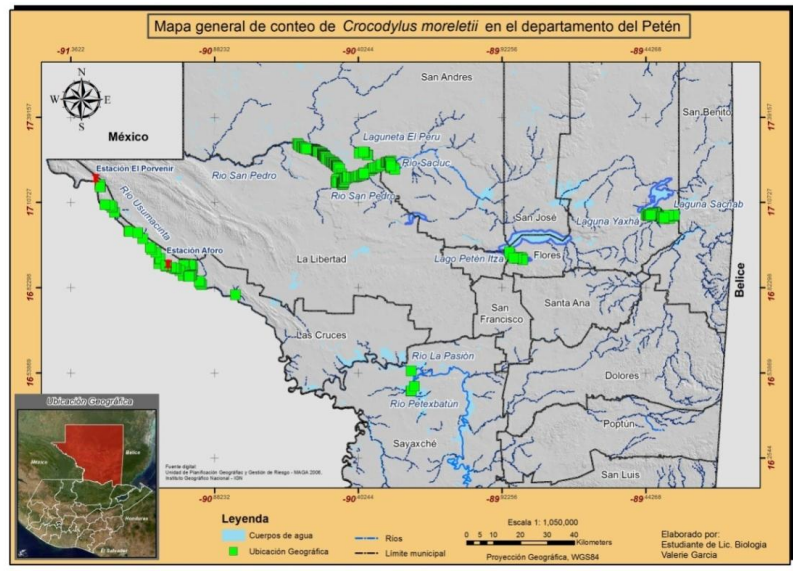
FIGURA 13. Tipo de vegetación: Otra vegetación acuática.



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

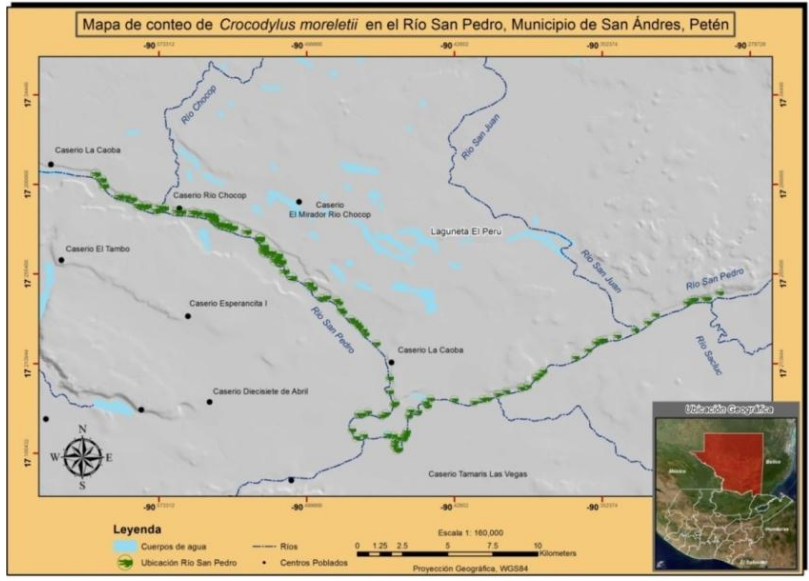
APÉNDICE 4. Mapas de recorridos en los diez cuerpos de agua en Petén

FIGURA 14. Mapa de conteo general de *C. moreletii* en los diez sitios de muestreo.



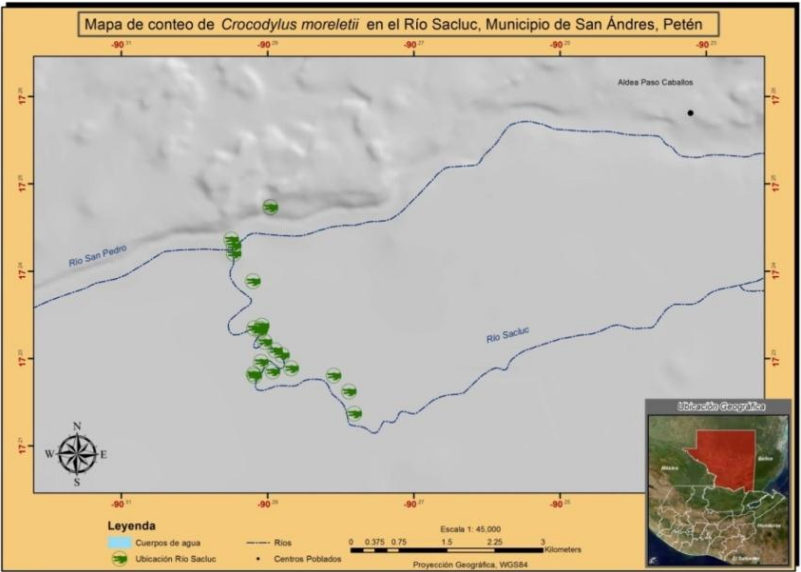
(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 15. Mapa de conteo de *C. moreletii* en el río San Pedro en julio, 2013. Se avistaron 120 cocodrilos, con una distancia recorrida de 57.5 km.



(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 16. Mapa de conteo de *C. moreletii* en el río Sacluc en julio, 2013. Se avistaron 21 cocodrilos, con una distancia recorrida de 8.7 km.



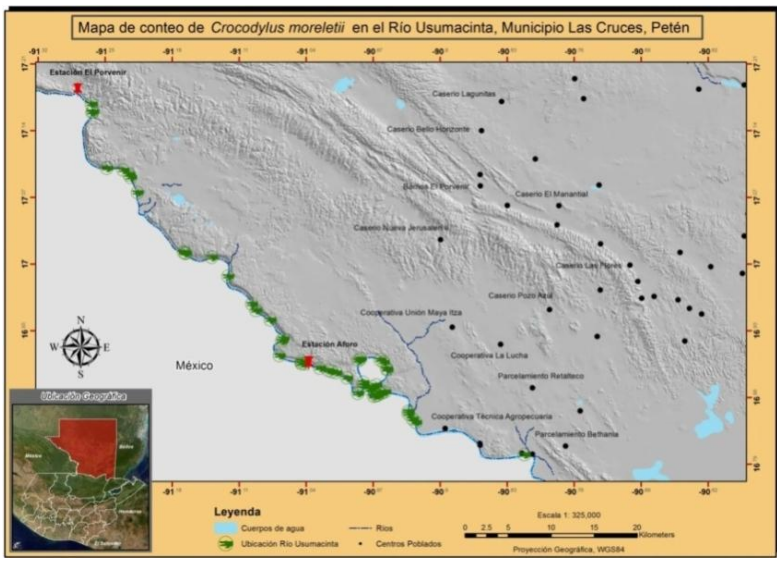
(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 17. Mapa de conteo de *C. moreletii* en laguneta El Perú en agosto, 2013. Se avistaron 80 cocodrilos, con una distancia recorrida de 95.64 km.



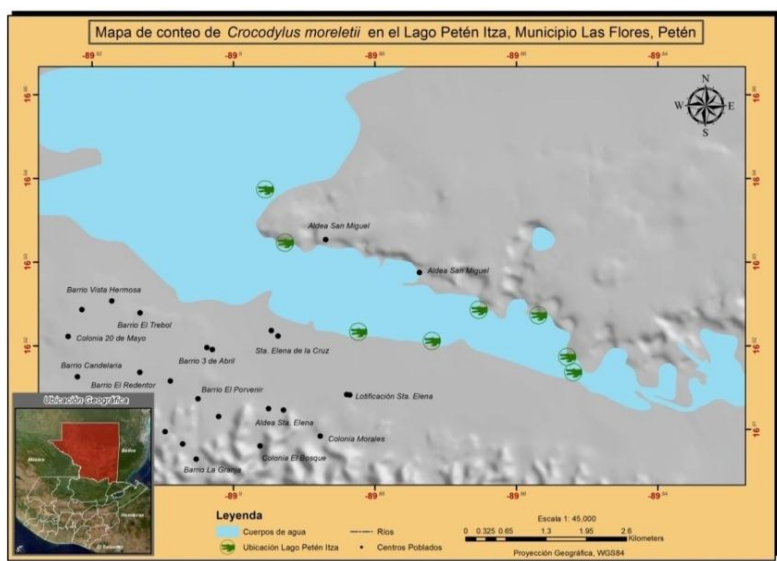
(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 18. Mapa de conteo de *C. moreletii* en río Usumacinta en agosto, 2013. Se avistaron 80 cocodrilos, con una distancia recorrida de 95.64 km.



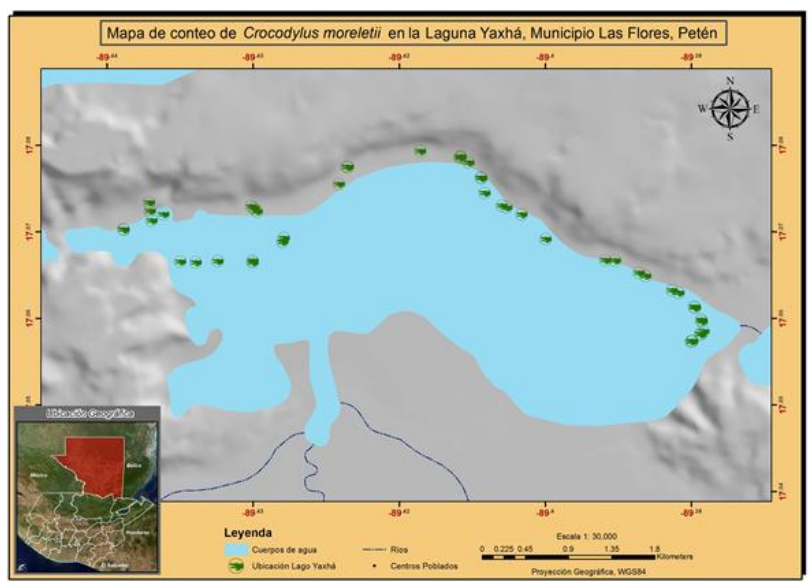
(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 19. Mapa de conteo de *C. moreletii* en el lago Petén Itzá en octubre, 2013. Se avistaron 8 cocodrilos, con un perímetro recorrido de 95.51 km.



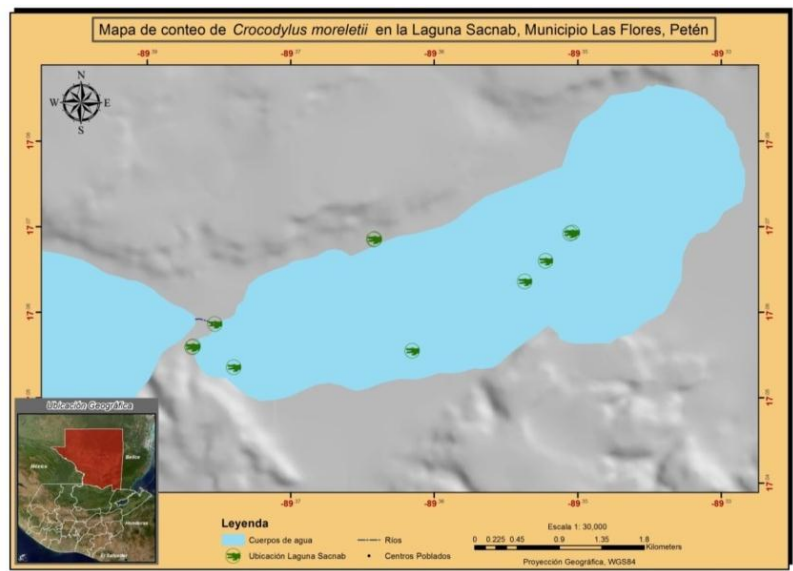
(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 20. Mapa de conteo de *C. moreletii* en la laguna Yaxhá en octubre, 2013. Se avistaron 48 individuos de cocodrilos, con un perímetro recorrido de 22.4 km.



(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 21. Mapa de conteo de *C. moreletii* en la laguna Sacnab en octubre, 2013. Se avistaron 11 cocodrilos, con un perímetro recorrido de 12.3 km.



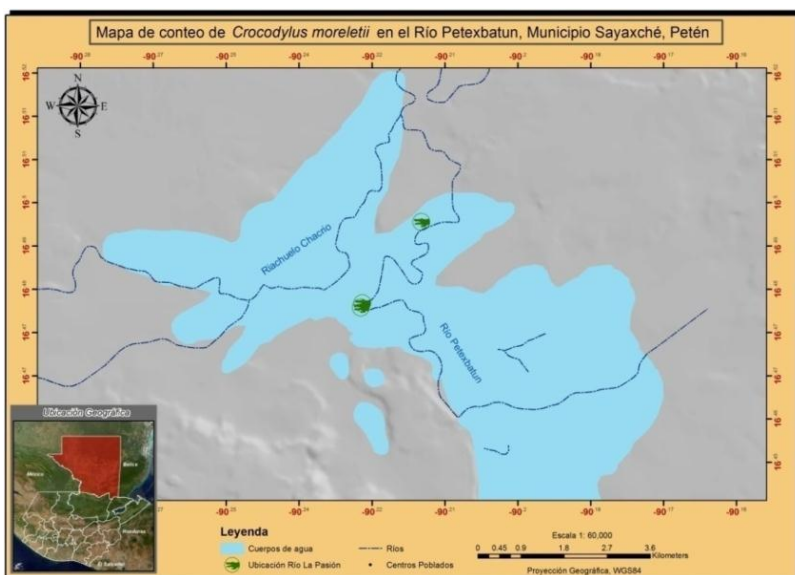
(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 22. Mapa de conteo de *C. moreletii* en el río La Pasión noviembre, 2013. Se avistó 1 cocodrilo, con una extensión de 44.99 km.



(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 23. Mapa de conteo de *C. moreletii* en el río Petexbatún en noviembre, 2013. Se avistaron 3 cocodrilos, con una extensión de 18.18 km.



(Elaborado por: Valerie Corado, 2013)

APÉNDICE 5. Amenazas encontradas para *C. moreletii* encontradas durante el muestreo 2013 en Petén

FIGURA 24. Presencia de finca ganadera en el río San Pedro.



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 25. Presencia de asentamiento humano en río La Pasión.



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 26. Presencia de basura en el río Usumacinta (izquierda) y lago Peten Itzá (derecha).



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

FIGURA 27. Presencia de trasmallos en el río la Pasión



(Fotografía: Valerie Corado, 2013)

IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Abundancia relativa:** proporción de la abundancia total correspondiente de la especie.
2. **Afluente o tributario:** es un río o arroyo que desemboca en otro mayor (Kapelle 2008).
3. **CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres):** vela por el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para su sobrevivencia.
4. **Estructura etaria:** proporción de cada una de las clases de edad de cierta población de una especie en particular.
5. **Humedal:** ecosistema con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, dulces o salados, incluyendo las extensiones marinas (Kapelle 2008).
6. **Motor fuera de borda:** motor que va situado en el exterior de la borda de popa de las embarcaciones por medio de unas abrazaderas, denominada espejo.
7. **Selvas bajas inundables:** es una composición de especies que se adaptan gradualmente al terreno inundado, desarrollándose en suelos profundos sin afloramiento de rocas y con alto contenido de arcillas. La densidad de vegetación

8. dificulta su penetración, especialmente en época lluviosa, debido al desarrollo de trepadoras herbáceas y lianas (Palacio *et al.*2002).
9. **Vegetación subacuática:** plantas bajas y de tamaño mediano que viven arraigadas en el fondo de depósitos o corrientes de agua poco profundas, pero una parte de su cuerpo emerge al medio aéreo (Mendoza 2008).
10. **Zona de amortiguamiento:** zona donde se promueven actividades de manejo y conservación de suelos con alternativas tecnológicas adecuadas al área. Funciona como una barrera para reducir la presión sobre los recursos de la Biosfera Maya (Mendoza 2008).
11. **Zona núcleo:** es el corazón de la selva de la reserva y son áreas destinadas para investigación, conservación y protección, ecoturismo de bajo impacto (Mendoza 2008).