

**Informe final\* del Proyecto JE008**  
**Implementación del programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*)**  
**México-Belice-Guatemala en la región MXRC1-Golfo norte: San Luis Potosí y norte de Veracruz**

**Responsable:** Dr. Gustavo Casas Andreu  
**Institución:** Universidad Nacional Autónoma de México  
Instituto de Biología  
Departamento de Zoología  
**Dirección:** Av. Universidad # 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, DF, 04510, México  
**Correo electrónico:** [gcasas@ibiologia.unam.mx](mailto:gcasas@ibiologia.unam.mx), [gcasas@servidor.unam.mx](mailto:gcasas@servidor.unam.mx)  
**Teléfono/Fax:** 56 22 90 78 ext. 47820  
**Fecha de inicio:** Mayo 13, 2011.  
**Fecha de término:** Abril 19, 2016.  
**Principales resultados:** Informe final, fotografías, base de datos.  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Casas-Andreu, G. y G. Barrios-Quiroz. 2016. Implementación del programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) México, Belice y Guatemala en la región MXRC1-Golfo Norte: Tamaulipas, San Luis y norte de Veracruz. (Temporada 2013). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. **Informe final 3ª etapa SNIB-CONABIO proyecto No. JE008.** México D. F.

**Resumen:**

El Programa de Monitoreo de *Crocodylus moreletii* pretende dar seguimiento al estado y tendencias de las principales poblaciones silvestres de la especie en toda su área de distribución (México, Belice y Guatemala). Como parte de los resultados del Taller Trinacional sobre el Programa (enero 2010) y trabajos posteriores con los participantes, se elaboró un Manual de Procedimientos cuyo fin es la estandarización de los métodos y del tipo de información que se obtendrá a través del Programa de Monitoreo de *C. moreletii*. Dicho Manual describe en detalle el diseño geográfico del monitoreo, su periodicidad, los métodos que deberán aplicarse y los formatos para la toma de datos en campo. Con el objeto de facilitar la implementación del Programa en México, el país ha sido dividido en cuatro regiones de coordinación, cada una de las cuales será responsabilidad de un Coordinador. Para asegurar la aplicación homogénea de los métodos descritos en el Manual, se realizarán talleres de capacitación para los equipos de cada Región antes de comenzar el trabajo en campo del Programa

La presente propuesta describe las particularidades que tendrá la implementación del programa en la Región de Coordinación MXRC1 - Golfo Norte: Tamaulipas, San Luis Potosí y norte de Veracruz, en cuanto a las responsabilidades de su Coordinador y los equipos de campo, la calendarización de las actividades y el uso de los recursos que proporcionará CONABIO durante el primer año de muestreo.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. JE008.**

**Implementación del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano  
(*Crocodylus moreletii*) en la Región de Coordinación MXRC1 - Golfo  
Norte: sur de Tamaulipas, San Luís Potosí y norte de Veracruz”  
(Temporadas 2011-2013)**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Palabras Clave .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>5. Área de estudio .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Métodos .....</b>	<b>4</b>
<b>7. Resultados y analisis.....</b>	<b>6</b>
7.1 Resultados principales temporada 2013 .....	6
7.2 Cobertura geográfica y de métodos de trabajo de campo 2011-2013.....	9
7.3 Evaluación y monitoreo de hábitat (EMH) .....	10
7.4 Detección Visual Nocturna (DVN).....	13
7.5 Marcado y Recaptura de Ejemplares (MRE) .....	14
7.6 Ubicación y seguimiento de nidos (USN).....	16
<b>8. Discusión.....</b>	<b>17</b>
<b>9. Conclusiones 2011-2013 .....</b>	<b>18</b>
<b>10. Referencias .....</b>	<b>19</b>

Responsable del proyecto: Dr. Gustavo Casas Andreu. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. México D. F

Colaboradores:

Biól. Gabriel Barrios Quiroz (Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México)

Dr. Armando H. Escobedo Galván (Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste A.C. Villahermosa, Tabasco, México)

M. en C. Cesar Cedillo Leal (Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas)

M. en C. Xóchitl Aguilar Miguel (Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México)

## 1. Resumen

El Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) tiene por objetivo dar seguimiento al estado y tendencias de las principales poblaciones silvestres de la especie en toda su área de distribución (México, Belice y Guatemala). Con el fin de facilitar la implementación del programa en México, el país se dividió en cuatro regiones de coordinación, cada una a cargo de un Coordinador. La presente propuesta describe las particularidades que tendrá la implementación del programa en la Región de Coordinación MXRC1 – Golfo Norte: sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Norte de Veracruz.

## 2. Introducción

El cocodrilo de pantano se encuentra clasificado en categorías de menor protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Sujeta a Protección Especial) y la Lista Roja de la UICN (Preocupación Menor, 2011), y las poblaciones de México y Belice están listadas en el Apéndice II de la CITES (2010) con una cuota cero para ejemplares silvestres con fines comerciales, mientras que para Guatemala se encuentran en el Apéndice I.

El monitoreo sistemático de las poblaciones silvestres de *C. moreletii* a lo largo del tiempo constituye un elemento fundamental para conocer su estado de conservación y su potencial de uso para el futuro, así como para la toma de decisiones sobre su protección, manejo y aprovechamiento sustentable.

La CONABIO coordina el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en México. Derivado del Taller Trinacional MX-GT-BZ sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (Ciudad de México, 2010), se publicó en 2011 un Manual de Procedimientos (Sánchez *et al.*, 2011) cuyo fin es la estandarización de los métodos y del tipo de información que se obtendrá con el programa. Describe las regiones, unidades, rutas y sitios de monitoreo; la periodicidad de los muestreos; los parámetros a considerar; los métodos de campo y análisis; formatos de toma de datos en campo, entre otros.

La implementación del programa comenzó en 2011 con el establecimiento y capacitación de los equipos de campo, la adquisición del equipo y material inicial, la obtención de la información en campo y su captura en la base de datos generada para tal efecto. A partir de entonces, los muestreos se realizan cada año con base en el Manual

de Procedimientos y los acuerdos de talleres de capacitación y análisis de resultados (Tabasco, julio 2011; Ciudad de México, marzo 2012). La información capturada en la base de datos se analiza periódicamente para realizar estimaciones sobre el estado de conservación y las tendencias poblacionales de la especie (informes disponibles en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/index.html>).

### **3. Palabras clave**

Monitoreo, cocodrilo, pantano, manual, CITES.

### **4. Objetivos**

#### *General*

- Contribuir a la implementación del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en México.

#### *Particulares*

- Obtener datos e información del hábitat, avistamientos, capturas-recapturas y nidos del Cocodrilo de Pantano en la Región de Coordinación MXRC1 – Golfo Norte: sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Norte de Veracruz, para la temporada 2013, de conformidad con el Manual de Procedimientos del Programa de Monitoreo y los informes nacionales de temporadas anteriores.
- Capturar la información obtenida en la base de datos, realizar análisis sobre la misma, comparar resultados con aquellos de temporadas anteriores y presentar conclusiones sobre el estado de conservación y tendencias de las poblaciones de *C. moreletii* evaluadas

### **5. Área de estudio**

El presente proyecto se realizó en la Región de Coordinación MXRC1 – Golfo Norte: sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Norte de Veracruz del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en México. La región se ubica en los estados de sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Norte de Veracruz e incluye 3 Unidades de Monitoreo, 6 Rutas y 17 (Fig. 1; Cuadro 1).



Figura 1. Unidades de Monitoreo en la Región MXRC1.

Región	Unidad	Ruta	Nombre de ruta	Sitio	Nombre de sitio	Extensión en km
MXRC1	MXUM1.3	MXR1.3.1	Laguna El Carpintero	MXS1.3.1.1	Laguna el carpintero	5
				MXR1.3.2	Sistema Lagunar Tamesí-Pánuco	MXS1.3.2.1
		MXS1.3.2.2	Chairel sur			30
		MXS1.3.2.3	Laguna Contadero			4
		MXR1.3.3	API Altamira	MXS1.3.3.1	Anexo Garrapatas	1
				MXS1.3.3.2	Garrapatas	4
				MXS1.3.3.3	Cañón	6
				MXS1.3.3.4	Conejo	6
				MXS1.3.3.5	Mantarraya	1
		MXUM1.5	MXR1.5.1	Ciénega de Cabezas	MXS1.5.1.1	Ciénega de Cabezas A
	MXS1.5.1.2				Ciénega de Cabezas B	7
	MXS1.5.1.3				Ciénega de Cabezas C	3
	MXS1.5.1.4				Arroyo Santa Anita	11
	MXS1.5.1.5				Presa de San Diego	1
	MXUM1.6	MXR1.6.1	Río Valles 1	MXS1.6.1.1	La Fortaleza	2
				MXS1.6.1.2	Río Valles 1	30.96
		MXR1.6.2	Río Valles 2	MXS1.6.2.1	Río Valles 2	16

Cuadro 1. Rutas y sitios de la Región de Coordinación MXRC1.

## 6. Métodos

El Manual de Procedimientos del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) y los informes nacionales de temporadas anteriores (Sánchez *et al.*, 2012), describen en detalle los siguientes métodos que se emplearon en todas las rutas y sitios de esta región de coordinación:

1. Evaluación y Monitoreo del Hábitat (EMH): seguimiento a los cambios en los cuerpos de agua y vegetación (hábitat) en que se encuentra la especie, así como de las actividades humanas en la Ruta/Sitio correspondiente.
2. Detección Visual Nocturna (DVN): registro de avistamientos de cocodrilos por categoría de edad para obtener las tasas de encuentro (ind/km) y estimar la abundancia relativa en la Ruta/Sitio correspondiente.
3. Marcaje y Recaptura de Ejemplares (MRE): captura, marcaje y recaptura de cocodrilos en la Ruta/Sitio correspondiente para obtener datos morfométricos, sexo, talla, peso, muestras y fotografías.
4. Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN): si se localiza un nido durante los recorridos de los otros métodos se obtendrá información sobre su ubicación, medidas, tipo de nido, características de la cámara de huevos y de los huevos en particular.

Los datos obtenidos en campo fueron capturados en los Formatos que se describen en el Manual de Procedimientos para cada método y que fueron modificados durante talleres de capacitación y análisis de resultados de temporadas anteriores.

**NOTA:** Los 3 primeros métodos (EMH, DVN y MRE) son obligatorios, mientras que el último (USN) sólo se aplicará si se encuentra un nido durante los otros recorridos, y en su caso, se tomarán datos utilizando el método USN.

## 7. Resultados y análisis

### 7.1 Resultados principales temporada 2013

Unidad de Monitoreo	Ruta	Sitio	Fecha de visita	Extensión recorrida (km)	Métodos aplicados*	Captura de información en la base de datos	Notas**
MXUM1.3	MXR1.3.1	MXS1.3.1.1	17-18-Junio	5	EMH, DVN, MRE, USN	Completa	
	MXR1.3.2	MXS1.3.2.1	19-20-Junio	21	EMH, DVN, MRE, USN	Completa	
		MXS1.3.2.2	21-22-Junio	30	EMH, DVN, MRE, USN	Completa	
		MXS1.3.2.3	23-Junio	4	EMH, DVN,	Completa	



	50 Modificado - 50																
<u>MXS1.3.2.3</u>	Manglar - 50 Tular - 25 Modificado - 25	10	2		1	1				0.5							
<u>MXS1.3.3.1</u>	Manglar - 90 Tular - 5 Otra vegetación acuática - 5	9	5		1	4				5							
<u>MXS1.3.3.2</u>	Manglar - 100	10	33	11	1	6	12	2	1	9.1	5	4	1	2	0.25:1		
<u>MXS1.3.3.3</u>	Manglar - 80 Tular - 10 Modificado - 10	8	10		2	5	1	1	1	1.8							
<u>MXS1.3.3.4</u>	Tular - 90 Modificado - 10	5	10		1	6	3			2	1	1	1				
<u>MXS1.3.3.5</u>	Manglar - 10 Modificado - 90	2	1			1				1							
<u>MXS1.5.1.1</u>	Zacatal - 35 Modificado - 65	8	7	3	1	3				1.1							
<u>MXS1.5.1.2</u>	Tular - 90 Lirial - 5 Lechugal - 5	10	5		4	1				0.71	1		1	I			
<u>MXS1.5.1.3</u>	Tular - 90 Lechugal - 10	10	7	4	3					2.3							



<u>MXS1.5.1.4</u>	Galería – 10 Modificado – 90	4	6		3	1	2			0.54							
<u>MXS1.5.1.5</u>	Modificado – 50 Otro - -50	8	8		7		1			8							
<u>MXS1.6.1.1</u>	Otro - 100	10	5			1	3	1		2.5							
<u>MXS1.6.1.2</u>	Galería – 5 Modificado – 90 Otro - 5	4	4		1	3				0.1							
<u>MXS1.6.2.1</u>	Zacatal – 10 Galería – 10 Modificado – -80	4	6			4	2			0.37							

Cuadro 3. Resumen de actividades durante la temporada 2013 en la MXRC1.

\*Total de capturas (de las cuales XX son recapturas)

## 7.2 Cobertura geográfica y de métodos de trabajo de campo 2011-2013

Un total de 17 Sitios fueron muestreados en la Región de Coordinación MXRC1 durante las temporadas 2011-2013.

El total de recorridos efectuados para esta región incluyendo todos los tipos de muestreos fue de 130 para un promedio de 8.9km por recorrido, cuya longitud total suma 1162km.

La visita a los diferentes Sitios de muestreo permitió documentar diferencias en accesibilidad, estimar que la cobertura de los mismos durante las tres temporadas resultó suficiente y que algunos sitios quizá necesiten modificaciones, algunos deban suprimirse debido a la imposibilidad práctica para trabajar en ellos y otros más, agregarse a la lista formalizada.

La cobertura geográfica de las rutas y sus respectivos sitios aunque no cubren la totalidad del área de distribución de *Crocodylus moreletii* en esta Región de Coordinación es representativa, ya que se trabajó bajo los supuestos de pequeñas muestras por lo que los resultados muestran la situación actual de la especie en esta región. Cubrir un área mayor se estima deseable, aunque realizarlo implicaría un incremento muy sustantivo de recursos. Básicamente se está efectuando un muestreo sin remplazo dado que no se extraen ejemplares; y, aunque ciertamente no todos los individuos en la población tienen la misma probabilidad de ser avistados o capturados

para su medición y marca, esto ocurre en muestreos de cocodrilos en todo el mundo y es un error sistemático inevitable. En términos generales se pudieron aplicar los métodos establecidos en el Manual de monitoreo (DVN, MRE y EMH) en los cuales las distancias recorridas, velocidades y puntos de inicio y fin en su mayoría fueron siempre los mismos o estuvieron dentro del área de influencia del monitoreo. Particularmente para el caso de la USN en esta Región de Coordinación aunque se intentó no se lograron los objetivos, no obstante se detectaron grupos de crías durante las temporadas 2011-2013.

### 7.3 Evaluación y monitoreo de hábitat (EMH)

- Geoformas presentes en los sitios de muestreo de la Región de Coordinación MXRC1.

Los datos de evaluación y monitoreo de hábitat en los 17 sitios trabajados, mostraron que durante las temporadas 2011-2013 la principal geoforma en la Región de Coordinación MXRC1 fue la Laguna costera seguida por Lagos, Aguadas y Ríos. Estas Geoformas se mantuvieron en la misma proporción durante las temporadas de estudio (Fig. 2).

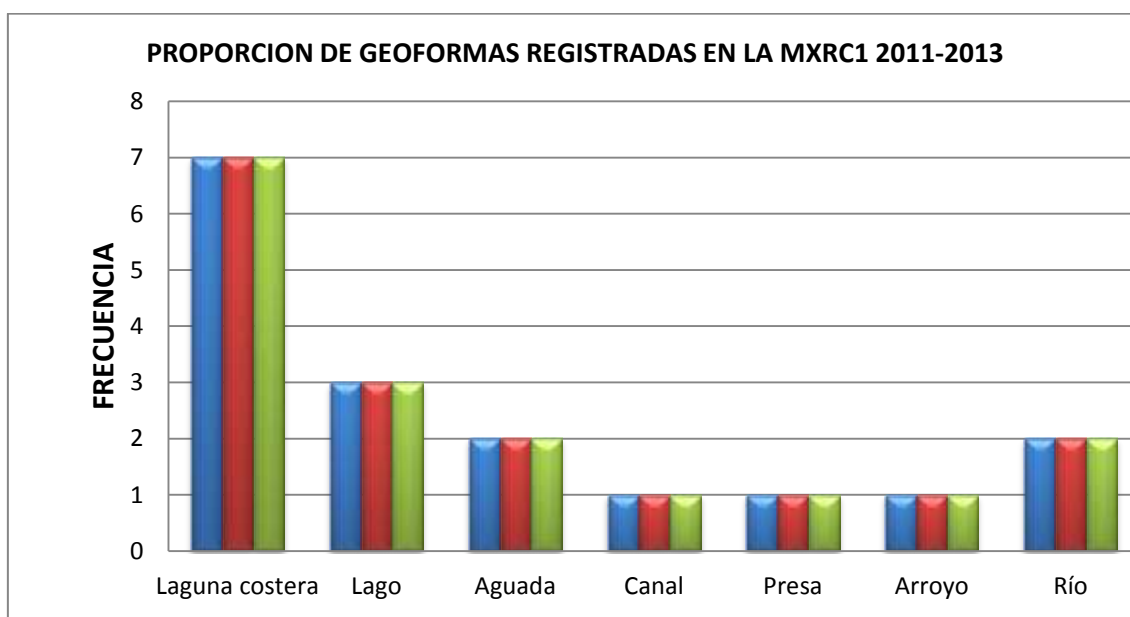


Figura 2. Geoformas observadas en los sitios de muestreo en la MXRC1 2011 (azul), 2012 (rojo) y 2013 (verde).

- Tipos de vegetación

Los tipos de vegetación principales asociados a los cuerpos de agua que aparecen como resultado de los muestreos durante las temporadas 2011-2013 fueron áreas con vegetación modificada, manglares y tulares, con excepción del manglar los otros dos tipos de vegetación fueron en aumento durante el transcurso de las temporadas de monitoreo, además de otros seis tipos de vegetación acuática presentándose los diferentes tipos de vegetación dentro de un mismo sitio (Fig. 3).

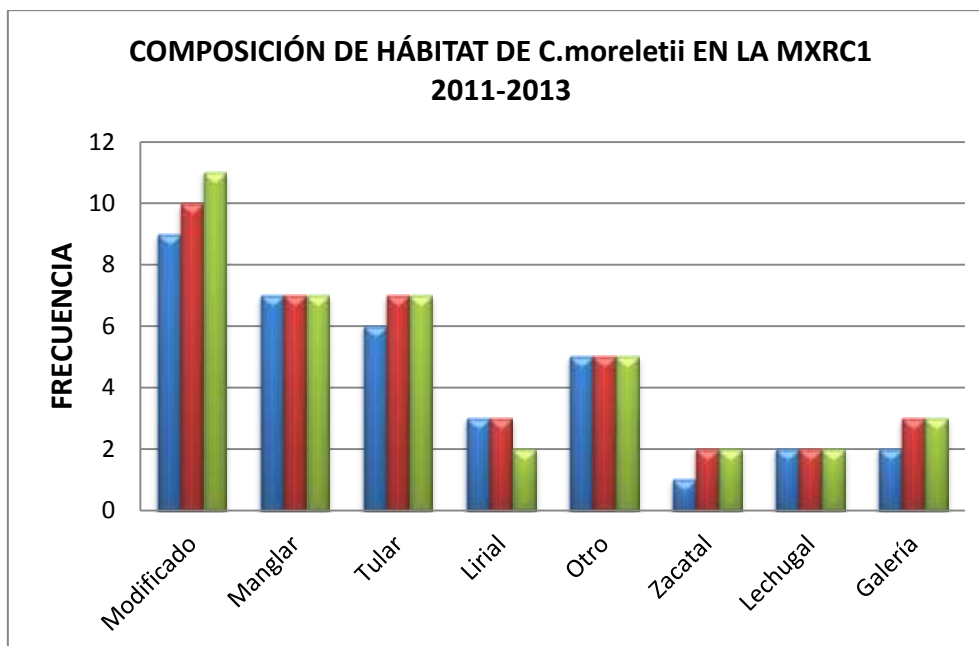


Figura 3. Tipos de hábitat observados en los sitios de muestreo en la MXRC1 2011 (azul), 2012 (rojo) y 2013 (verde).

- Estado de conservación del hábitat

La estimación sobre el estado de conservación de los 17 sitios muestreados en la Región de Coordinación MXRC1 durante la temporada 2013 nos indica que los hábitat muy malos a moderados se mantuvieron (47%), en tanto que los hábitat buenos disminuyeron (17.6%) y contrariamente los muy buenos aumentaron (35.2%, Fig. 5). En resumen durante los ciclos 2011-2013 el 27% de los hábitat fueron buenos y muy buenos (para un total de 54%), contrariamente en esta Región de Coordinación los hábitat malos y muy malos representan 12% y 18% respectivamente (30% en Total) finalmente el 16% de los sitios estudiados presentan una conservación moderada. Un aspecto importante de esta evaluación es que resulta la primera hecha con criterios homogéneos para los distintos sitios visitados en la Región de Coordinación MXRC1 durante las temporadas 2011-2013 (Figs. 4y 5)

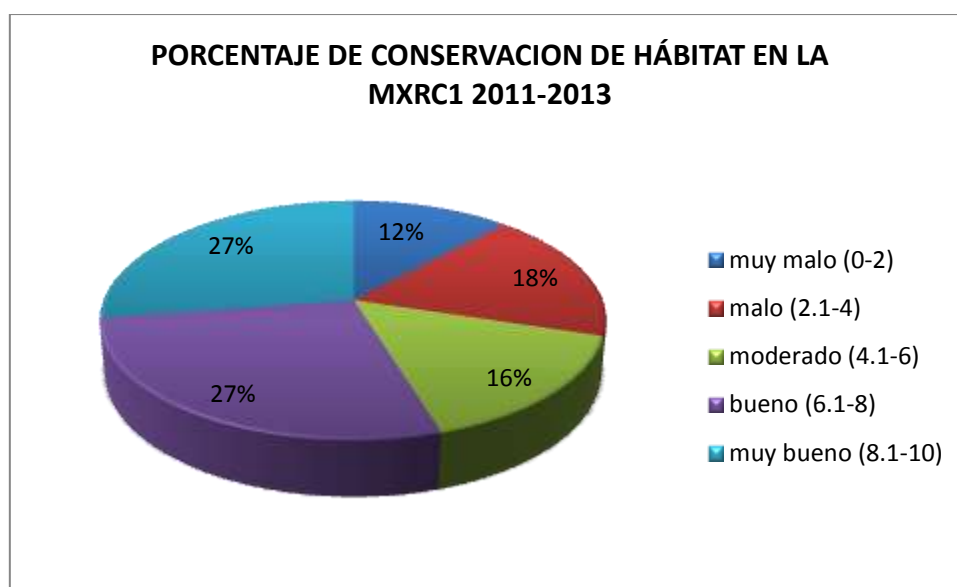


Figura 4. Evaluación del estado de conservación del hábitat en la MXRC1 2011-2013.

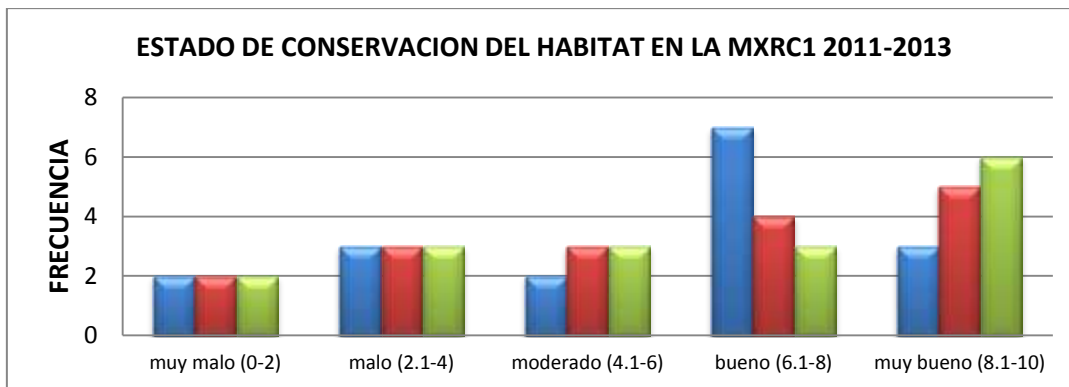


Figura 5. Estado de conservación del hábitat por año en la MXRC1; 2011 (azul), 2012 (rojo) y 2013 (verde).

- Actividades humanas en los Sitios de muestreo de la Región de Coordinación MXRC1:

Para la temporada 2013 las actividades humanas registradas en la Region de Coordinación MXRC1 fueron las siguientes la pesca (31.25%) fue la de mayor actividad seguida por asentamientos humanos, ganadería (14.48%), turismo y agricultura (12.5%), además de una pequeña fracción de cacería (4.16%). Respecto a las actividades humanas presentes en la MXRC1 durante las temporadas 2011-2013, la pesca (32%), los asentamientos humanos (17%), la agricultura (13%), turismo y ganadería (12%) son las que predominan, considerando el tema a escala del conjunto de localidades muestreadas, algunas de estas actividades se desarrollaron en un mismo sitio (Fig. 6).

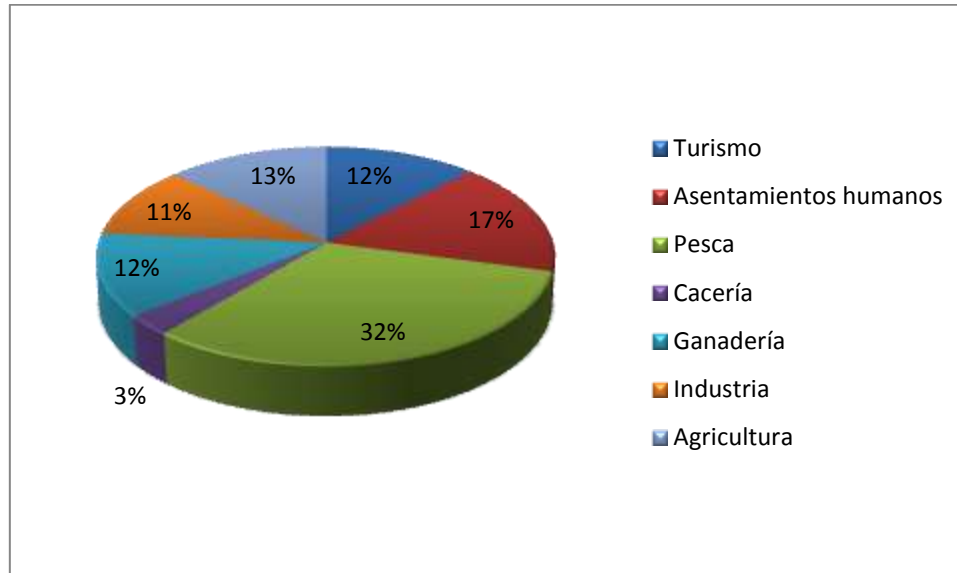


Figura 6. Porcentaje de actividades humanas en la MXRC1 2011-2013.

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de considerar las distintas actividades humanas y los actores sociales involucrados por sitios, especialmente para cuando llegue el momento de establecer estrategias de conservación a esa escala o a la de Rutas.

- Tendencias

Con base en los resultados del programa de monitoreo 2011-2013, Las geoformas en esta Región de Coordinación se mantuvieron a lo largo de las tres temporadas. Por lo

que respecta a la composición de hábitat, el modificado fue en aumento a lo largo de las temporadas. El estado de conservación del hábitat en la MXRC1 es muy heterogéneo, los hábitat malos y muy malos se mantuvieron y en la misma proporción los moderados. Los hábitat considerados buenos fueron en descenso y contrariamente los muy buenos aumentaron durante las tres temporadas monitoreadas. Se identificaron sitios con condiciones óptimas (MXS1.5.1.3) hasta sitios con el hábitat muy deteriorado (MXS1.3.1.1). Esta disparidad del hábitat inclusive se presenta dentro de un mismo sitio. Al establecer el estado de conservación fue más complejo de lo que se esperaba, por las características geográficas que se presentaron en los diferentes sitios, así como la presencia de actividades humanas, conflictos sociales y el tipo de uso de suelo que constituyen hábitats inadecuados o poco favorables para la especie. No se determinó una relación directa entre el estado de conservación del hábitat y la tasa de encuentro, ya que algunos sitios con zonas perturbadas tuvieron tasas de encuentro mayores a sitios que presentaban áreas bien conservadas. La contaminación fue otro factor que estuvo presente en la mayoría de los sitios.

#### 7.4 Detección Visual Nocturna (DVN)

- Tasa de encuentro

Durante las temporadas de monitoreos 2011-2013 en la región de coordinación MXRC1, se observaron un total de 348 registros visuales de cocodrilos en 470.86km recorridos dando como resultado una tasa de encuentro (TE) general de 0.74 ind/km. Con el número de avistamientos de cocodrilos de la especie y los datos de la longitud de los recorridos efectuados se calculó la TE promedio por sitio, la cual dio como resultado una TE promedio de 2.33, oscilando entre 1.96 y 2.70 ind/km (Fig. 7).

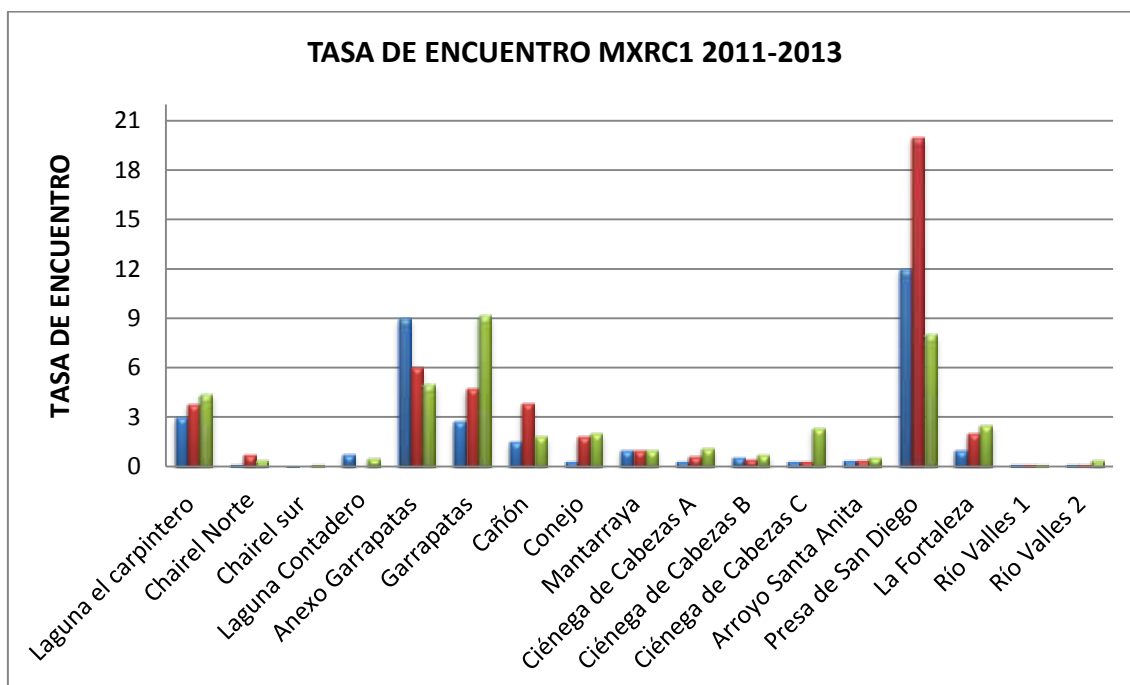


Figura 7. Tasas de encuentro por sitio en la MXRC1; 2011 (azul), 2012 (rojo) y 2013 (verde)

- Estructura poblacional por tallas

La estructura por talla obtenida en la MXRC1 durante las temporadas 2011-2013 fue de 348 observaciones de manera general. Si a esta muestra le restamos los ejemplares de la clase VI (solo ojos), esto nos da como resultado 304 cocodrilos, por la cual la estructura poblacional en esta región de coordinación indica que la mayor parte fueron juveniles (25%) y adultos (25%), seguida por subadultos (21%), crías (18%) y una fracción significativa de adultos grandes (11%) (Fig. 8).

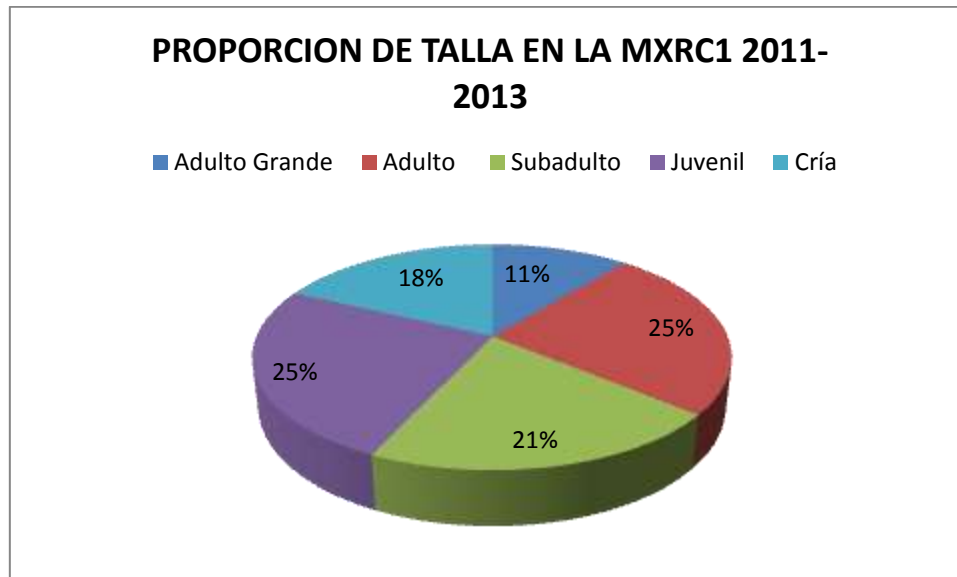


Figura 8. Estructura de tallas por tasa de encuentro en la MXRC1 2011-2013.

- **Tendencias**

La tasa de encuentro durante las temporadas 2011-2013 se mantuvo o fueron en aumento en la mayoría de los sitios con excepción del Anexo garrapatas (MXS1.3.3.1) y la Presa de San Diego (MXS1.5.1.5) donde disminuyó; de manera general la tasa de encuentro para esta Región de Coordinación aumentó. Durante las 3 temporadas se observaron varios grupos de neonatos los cuales no fueron considerados durante el conteo DVN. La estructura por tallas nos detalla una pirámide poblacional cuya forma es indicativa de una población global en general viable, al menos en términos de estructura demográfica general.

#### 7.5 Marcado y Recaptura de Ejemplares (MRE)

- **Proporción de sexos**

La proporción de ejemplares por sexos en la muestra capturada durante las temporadas 2011-2013 indica de manera general que por cada ejemplar hembra se hallaron 1.62 machos, pero esta puede variar entre sitios con relaciones desde 0:3 hasta 5:0 hembra/macho.



- Estructura de tallas MRE y comparación con DVN

Los resultados del esfuerzo de captura y marca de ejemplares indican que se lograron 83 capturas de forma general. Del total, 42 cocodrilos fueron marcados con grapa representando el (12.06 %) esto sin tomar en cuenta los 41 organismos que por su talla no se les pudo colocar grapa y fueron marcados mediante corte de escamas caudales (11.78 %). A pesar de lo anterior en esta Región de Coordinación se cumplieron los objetivos planteados para las temporadas 2011-2013.

Aunque el tamaño de muestra general de ejemplares capturados para su medición  $n = 83$  (23.85%) en la MXRC1 es mucho menor que el de los avistamientos ( $n=348$ ), la estructura de edades de los organismos capturados presentó en forma general una estructura similar a la observada con base en la tasa de encuentro (Fig. 9).

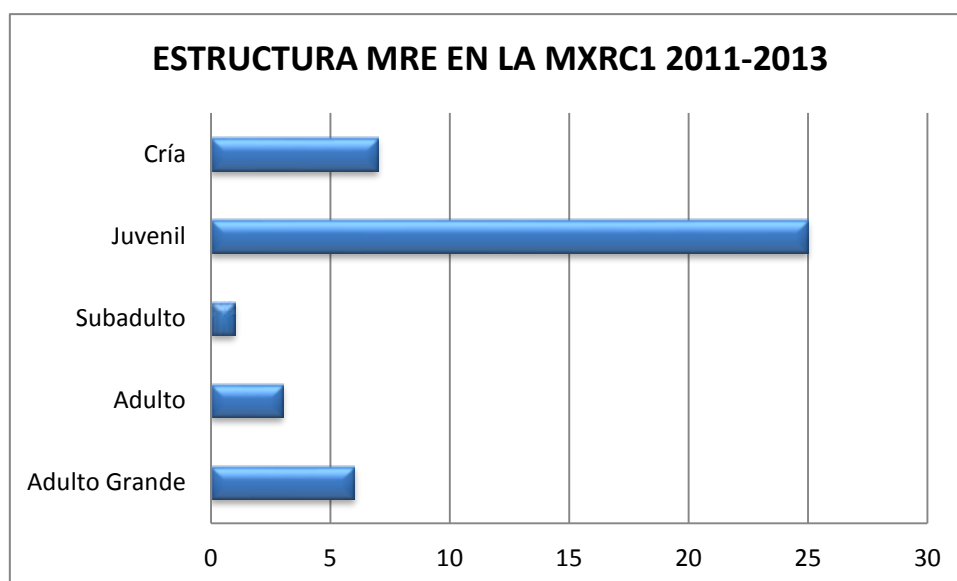


Figura 9. Estructura por tallas de ejemplares capturados y marcados con grapa en la MXRC1 2011-2013

A pesar de que el esfuerzo de captura fue similar al primer año o mayor en las siguientes temporadas, el número de cocodrilos capturados disminuyó esto pudo estar establecido por el condicionamiento de los cocodrilos a nuestra presencia lo que dificultó la captura (Fig. 10).

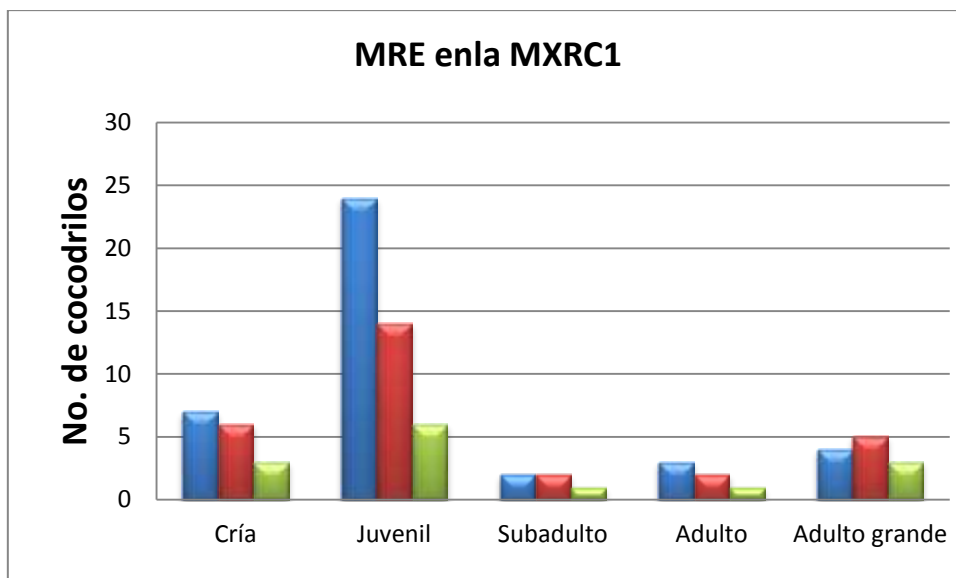


Figura 10. Número de cocodrilos capturados durante las temporadas 2011 (azul), 2012 (rojo) y 2013 (verde) en la MXRC1.

- Estado físico aparente de los ejemplares capturados (Índice General de Robustez)

La media aritmética del índice General de Robustez (IGR) de los organismos capturados para el acumulado de las temporadas 2011-2013 (hembras/machos) dio como resultado 0.19 (línea verde). Las líneas rojas indican la desviación estándar. Como se aprecia, dentro del intervalo de confianza del Índice General de Robustez señalado hay cocodrilos más pesados y menos pesados. Los datos indican que solamente que el 12.19% de los cocodrilos presentan condiciones de extrema delgadez, en tanto que la mayoría mostraron una complejión “normal” o fueron inusualmente robustas (87.81%; Fig. 11).

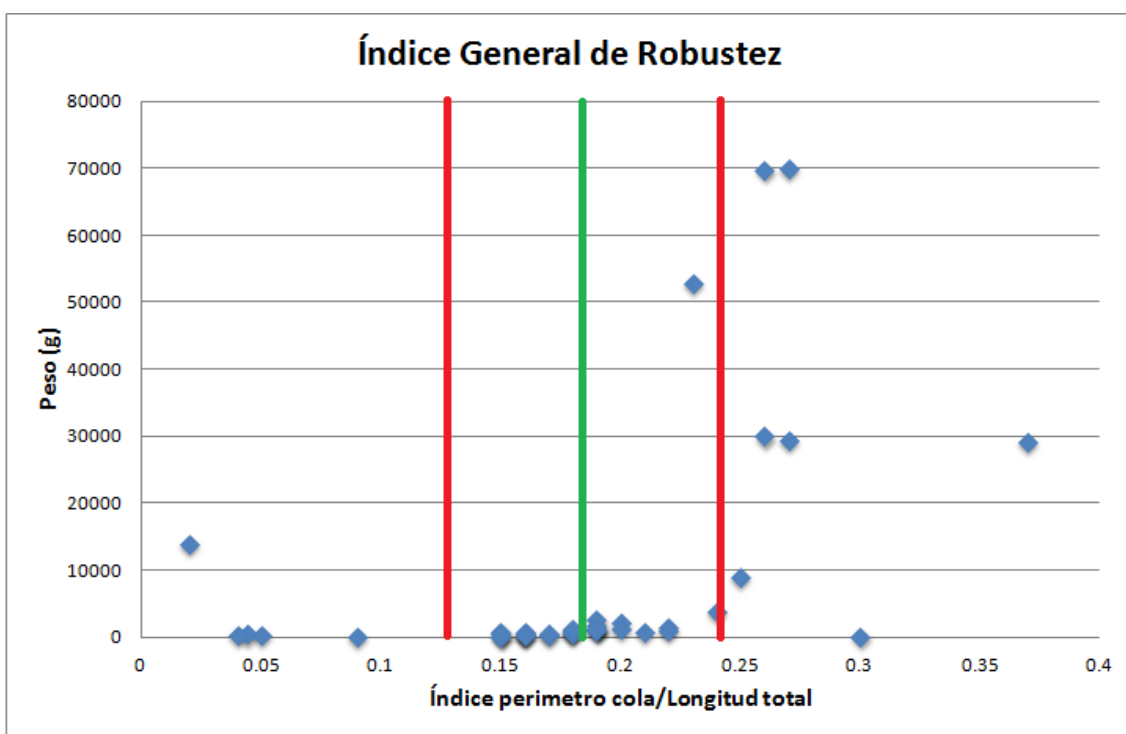




Figura 11. Relaciones del Índice General de Robustez (IGR) en la MXRC1 2011-2013 como indicador de estado físico.

- Tendencias

EL marcaje captura-recaptura (MRE) aunque fue bajo durante las tres temporadas presento de manera general una forma similar a la estructura de edades lo que nos indica que la detección visual nocturna (DVN) estuvo bien aplicada. Durante las temporadas las capturas disminuyeron lo que puede ser una respuesta de los cocodrilos a nuestra presencia en los mismos sitios. La mayoría de los cocodrilos capturados durante las temporadas 2011-2013 y analizados se hallan dentro del intervalo de confianza del IGR o arriba de este, por lo que consideramos que la población de los sitios estudiados se encuentra en un estado físico aparentemente bueno

### 7.6 Ubicación y seguimiento de nidos (USN)

La época de actividad reproductiva de la especie ocurre entre el final de la época de secas y de inicio de las lluvias de acuerdo a lo publicado para esta especie. Aunque el muestreo durante las temporadas 2011-2013 se realizaron dentro de la época de mayor actividad reproductora de *C. moreletii*, no se obtuvo el éxito esperado; no obstante se detectaron nidos perdidos por inundación o nidos ya eclosionados por lo cual no se tomaron los datos indicados en el manual de monitoreo, ni se incluyeron en la base de datos. A pesar de lo anterior se detectaron grupos de neonatos durante las tres temporadas, por lo anterior podemos sugerir que en esta Región de Coordinación se tiene una población dinámica y en reproducción.

## 8. Discusión

Durante las temporadas de muestreo 2011-2013 observamos diversos problemas que afectan a las poblaciones silvestres de cocodrilos y por consiguiente a muchas otras especies, sin embargo de manera general el monitoreo se realizó con éxito.

La cobertura geográfica se cumplió totalmente con las rutas y sitios acordados en el Taller de Evaluación de Resultados (marzo 2012). En todos los sitios se pudo realizar la evaluación y monitoreo de hábitat (EMH) así como la detección visual nocturna (DVN), para el caso de marcaje captura y recaptura (MRE) aunque se realizó en los sitios acordados no en todos se tuvo éxito. Durante el primer año y por las fechas en que se realizó el muestreo la temporada de anidación había concluido y no se realizó la ubicación y seguimiento de nidos (USN) en las siguientes dos temporadas aunque se intentó no se tuvo el éxito esperado, no obstante se ubicaron grupos de neonatos en algunos de los sitios. En todos los casos las extensiones recorridas fueron las señaladas en el taller de evaluación.

Con base en los resultados del monitoreo 2011-2013, el estado de conservación del hábitat en la MXRC1 es muy heterogéneo, y al igual que en la temporada 2011 se identificaron sitios con condiciones óptimas hasta sitios con el hábitat muy deteriorado. Esta disparidad del hábitat inclusive se presenta dentro de un mismo sitio lo que afecta

la observación y captura de animales. Al establecer el estado de conservación de las poblaciones de cocodrilos en relación al hábitat fue más complejo de lo que se esperaba por las características geográficas que se presentaron en los diferentes sitios, así como el fuerte desarrollo industrial y la creación de zonas urbanas aledañas a los humedales que representa un factor de riesgo para los cocodrilos y seres humanos. Esto ha generado una fragmentación del hábitat y una obstrucción del flujo natural de los cuerpos de agua, lo que provoca alteraciones como la acumulación de agentes contaminantes. La pérdida de hábitat ha provocado que los cocodrilos se desplacen a los cuerpos de agua creados artificialmente para riego y abrevaderos de ganado lo que conlleva a un alto factor de riesgo para la conservación de las poblaciones de cocodrilos. Esto trae implicaciones como: cambios en el tamaño de los cuerpos de agua, profundidad de las lagunas y vegetación en las orillas. Estos tres factores afectaron los recorridos durante las tres temporadas de estudios. En algunos sitios, los recorridos se encuentran dentro de ejidos lo cual dificulta la realización del monitoreo pre-establecido.

La principal geoforma en la Región de Coordinación MXRC1 fue la Laguna costera seguida por Lagos y Ríos, estas se mantuvieron en la misma proporción durante las temporadas 2011-2013. En cuanto al hábitat los principales fueron: Vegetación modificada la cual aumento durante los 3 años de muestreo, Manglar y Tular. Por lo que se refiere al estado de conservación del hábitat el 54% son buenos y muy buenos, el 16% son moderados y el 30% son hábitat malos y muy malos. Finalmente las actividades humanas más recurrentes fueron la pesca que afecta el tamaño poblacional de *C. moreletii* por la captura incidental en las redes principalmente de crías y juveniles. Por otra parte los asentamientos humanos, agricultura, turismo y ganadería son las actividades que más han transformado el hábitat hasta las márgenes de los cuerpos de agua.

Sin tomar en cuenta la categoría (solo ojos) se observaron todas las categorías de edades siendo la más abundante la Clase II (juveniles) en igual proporción la Clase IV (adultos), Clase III (subadultos), Clase I (crías) y una fracción significativa de la Clase V (adultos grandes). Normalmente la estructura poblacional está constituida principalmente por organismos clase I, lo cual no se presentó en esta Región de Coordinación lo que puede estar relacionado con las actividades antropogénicas de la región. A pesar de lo anterior se observaron varios grupos de neonatos durante las temporadas 2012 y 2013, estos avistamientos no se presentaron durante la temporada 2011. Estos grupos no fueron considerados durante el conteo DVN durante las temporadas en que se observaron.

La tasa de encuentro para la MXRC1 fue de 2.33 ind/km estando en el promedio considerado para las otras Regiones de Coordinación. No se observó una relación entre la calidad de hábitat y el número de cocodrilos.

En cuanto a la proporción de sexos las capturas nos señalaron una relación 1:1.62 hembra/macho, pero esta puede variar entre sitios con relaciones desde 0:3 hasta 5:0 hembra/macho. De manera general durante las temporadas 2011-2013, se lograron 83 capturas (23.85%) de los 348 cocodrilos observados. El porcentaje de cocodrilos marcados con grapa fue de 12.06% sin tomar en cuenta organismos que por su talla no se les colocó grapa siendo marcados mediante corte de escamas caudales (11.78%). En

lo que corresponde a la condición de salud los cocodrilos presentaron de manera general buenas condiciones (87.81%) en toda la Región de Coordinación. En todos los sitios pertenecientes a la MXRC1, con excepción de los que se encuentran dentro de las instalaciones de la Administración Portuaria Integral (API Altamira, MXR1.3.3 ver Cuadro 1), se está llevando a cabo la cacería.

Es importante tener en cuenta la época de muestreo ya que los cambios estacionales tanto en los cuerpos de agua como en la vegetación pueden afectar la identificación de los tipos de hábitat por lo que se recomienda realizar 2 monitoreos (secas y lluvias). Esto permitirá la continuidad y el conocimiento de las tendencias a largo plazo para esta Región de Coordinación y establecer programas de conservación y manejo donde se involucre directamente a las comunidades interesadas. Lo anterior, podrá dar una garantía en torno a la conservación y capacidad de carga del ecosistema donde habitan los cocodrilos.

## 9. Conclusiones 2011-2013

En todos los sitios trabajados hasta este momento se llevaron a cabo todos los métodos indicados en “El Manual de Procedimientos del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)” (EMH, DVN, MRE y USN) se logró con una cobertura de regular a buena pero no en todos los caso se tuvo éxito. Se obtuvieron datos de 17 sitios e información del hábitat, tasa de encuentro y capturas-recapturas en la Región de Coordinación MXRC1. La información se analizó realizando estimaciones sobre el estado de conservación y las tendencias poblacionales de la especie. Los resultados mostraron que, la principal geoforma fue la Laguna costera seguida por Lagos y Ríos. Los tipos de vegetación principales fueron, vegetación modificada manglares, y tulares. El estado de conservación de hábitat mostró que el 54% es bueno y muy bueno, contrariamente los hábitats malos y muy malos representan el 30%, el 16% de los sitios presentan una conservación moderada. Las actividades humanas presentes, la pesca (32%), los asentamientos humanos (17%), la agricultura (13%), turismo y ganadería (12%) son las que predominan. La tasa de encuentro (TE) dio como resultado 2.33 cocodrilos/km, oscilando entre 1.96 y 2.70 cocodrilos/km. La estructura poblacional estuvo formada por juveniles (25%), adultos (25%), subadultos (21%), crías (18%) y una fracción significativa de adultos grandes (11%). Los datos acumulados en la Región de Coordinación MXRC1 indicaron una proporción de 1:1.62 favorable a los machos Se lograron 83 capturas y el porcentaje de cocodrilos marcados con grapa fue de 12.06% sin tomar en cuenta organismos que por su talla no se les colocó grapa siendo marcados mediante corte de escamas caudales (11.78%). El Índice General de Robustez (IGR) nos señala que el 87.81% de la población se encuentra en buen estado físico aparente.

El muestreo USN durante las temporadas 2011-2013 se realizó dentro de la época de mayor actividad reproductora de *C. moreletii*, no obteniéndose el éxito esperado; no obstante se detectaron nidos perdidos por inundación o nidos ya eclosionados. Se detectaron grupos de neonatos durante las tres temporadas. Sugerimos que en esta Región de Coordinación se tiene una población dinámica y en reproducción.

## 10. Referencias

Abercrombie, C.L., D. Davidson, C.A. Hope and D.E. Scott. 1980. Status of Morelet's Crocodile *Crocodylus moreletii* in Belize. *Biological Conservation* 17:103-113.

Aguilar Robledo, M. y M. Flores Pacheco. 2007. Conflictos agrarios y tenencia de la tierra en la huasteca potosina: El caso del ejido La Morena-Tanchanchin, Aquismón, San Luís Potosí, 1937-2004. *Relaciones. El Colegio de Michoacán*. 28(109):119-154

Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México (estudio comparativo). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México. 70 pp.

Casas Andreu, G. 2012. Implementación del programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) México, Belice y Guatemala en la región MXRC1-Golfo Norte: Tamaulipas, San Luís y norte de Veracruz. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. JE008. México D. F.

Castañeda-Moya, F. J. 1998. Situación actual y propuesta de plan de manejo para *Crocodylus moreletii* (Bibron & Dumeril, 1851) (Reptilia: Crocodylidae), en el área de influencia de la estación biológica “Las Guacamayas”, Parque Nacional Laguna del Tigre, Departamento del Peten, Guatemala. Tesis Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 75p

Cedeño-Vázquez, J. R. y S. D. Pérez-Rivera. 2010. El Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en Laguna Esmeralda, Quintana Roo, México. *Revista Latinoamericana de Conservación*. 1 (2): 91 - 98

Cedeño-Vázquez, J. R., J. Perran Ross and S. Calme. 2006. Population status and distribution of *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* in Southeastern Quintana Roo, México. *Herpetological Natural History*, 10(1): 17-30.

Cedillo-Leal, C., J. C. Martínez-González, F. Briones-Encinia, E. Cienfuegos-Rivas y J. García-Grajales. 2011. Importancia del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en los humedales costeros de Tamaulipas, México, *Ciencia UAT* 2(3):18-23

Domínguez Laso, J. 2005. Informe final\* del Proyecto CS009. COPAN. Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES. CONABIO. 83p

Escobedo Galván, A. H. 2008. Estructura poblacional y proporción de sexos en *Caiman crocodilus* en Caño Negro, Costa Rica. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, 98(4):489-492,

Escobedo Galván, A. H. y F. Mejía Vargas. 2003. El “cocodrilo de tumbes” (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807): Estudio preliminar de su estado actual en el norte de Perú. *Ecología Aplicada*. 2 (1):133-135

García Grajales, J., G. Aguirre León y A. Contreras Hernández 2007. Tamaño y estructura de la población de *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) (Reptilia: Crocodylidae) en el estero La Ventanilla, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 23(001):53-71

Guzmán Chávez, M. 2007. La conservación del cocodrilo de pantano en la Huasteca Potosina. *Cienci@*. Órgano de difusión científica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, El Colegio de San Luis, el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología y el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. 3(31):7

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. pp. 182-215 In M. Wiley (ed.) *Estuarine Processes*. Academic, New York.

Lara, Ó. 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 de Maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 67 pp.

Llobet Q. A. y E. Goitia. 1997. Abundancia y estructura poblacional de *Caiman yacare* en lagunas de la llanura inundable de los ríos Ichilo y Chapare (Bolivia). *Rev. Bol. de Ecol.* 2: 39-47

Ortega, A. 2003. Cocodrilos de la Laguna del Carpintero (Crocodiles of the Carpenter Lagoon). *News Source: The Daily Tampico*. 13(113):1-3

Ortiz Rosales, J. 1997. Dinámica de las comunidades Fitoplanctónicas en la Laguna del Carpintero, Tampico, Tamaulipas, México. Tesis Doctor en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. División de Estudios de Posgrado: 103p

Platt, S. G. 1996. The Ecology and Status of Morelet's Crocodile in Belize. Ph.D. thesis, Clemson University, U.S.A.

Platt, S. G. y J. B. Thorbjarnarson. 2000. Population status and conservation of Morelet's crocodile, *Crocodylus moreletii*, in northern Belize. *Biological Conservation* 96, 21-29.

Sánchez González, D. y J. J. Batres González. 2007. Retos de la planeación turística en la conservación de las lagunas urbanas degradadas de México. El caso de Tampico. *Cuadernos Geográficos*, 41 (2007-2), 241-252

Sánchez Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2011. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 270 pp

Sánchez Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2012. Informe del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano en México, Temporada 2011. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 72.pp

Sánchez Ramírez, J. 2001. Informe final. Estado de las poblaciones de cocodrilos en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Área de conservación Tempisque, Instituto Nacional de Biodiversidad. 49p

Santacruz De León, G. 2008. Hacia una Gestión Integral de los Recursos Hídricos en la cuenca del Río Valles, Huasteca. México. Tesis doctor en Ciencias. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 88p

Santacruz De León, G. 2010. Variación cronoespacial de los caudales ecológicos en la cuenca del río Valles, México. *Aqua-LAC*. 2(1):26 - 36.

Tapia Goné, J. J., J. Alcalá Jáuregui, J. C. Rodríguez Ortiz, J. Aceves Alonso, J. L. García Hernández, C. Villar Morales, M. A. Tiscareño Iracheta. 2010. Uso potencial del suelo del humedal de la Ciénega de Cabezas, San Luis Potosí, México. *Multequina*, 19(1):93-103

Torres, G. 2007. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Ciénega de Cabezas. 25p