

DISTRIBUCIÓN Y PREFERENCIA DE HÁBITAT DEL COCODRILO DE PANTANO (*CROCODYLUS MORELETII*) EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN

DISTRIBUTION AND HABITAT PREFERENCE OF THE SWAMP CROCODILE (*CROCODYLUS MORELETII*) IN THE SIAN KA'AN BIOSPHERE RESERVE

Jesús Vázquez-Ramos¹, Ángel Echeverría¹, Carlos González-Rebeles², Raúl Ulloa-Arvizu³, Kathleen Ann Babb-Stanley⁴ & Alejandro Villegas^{4*}

¹Ciencia y Comunidad por la Conservación A. C., Providencia, número 795, Colonia Las Garzas, C. P. 23079, La Paz, Baja California Sur.

²Depto. de Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México C. P. 04510, Ciudad de México.

³Depto. de Genética y Bioestadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México C. P. 04510, Ciudad de México.

⁴Laboratorio de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México C. P. 04510, Ciudad de México.

*Correspondence: alejandrovillegas@ciencias.unam.mx

Received: 2023-05-29. Accepted: 2023-08-01. Published: 2023-08-23.

Editor: Norberto Martínez-Méndez, México.

Abstract. – Crocodiles are considered a key species since they help the proper functioning of the ecosystem with their activities, keeping water courses open and increasing the recycling of nutrients, and providing shelters in the body of water for other species during the dry season. The objective of this study was to assess the characteristics of the habitat that intervene in the distribution of crocodiles in the northern zone of the Sian Ka'an Biosphere Reserve (RBSK). In the months of July to September 2018, we carried out 18 surveys with a team of three people, with a total sampling effort of 120 hours and 349 km covered, which were navigated with a boat on the edge of the lagoons. In both lagoons (Muyil and Chunyaxché) a total of 63 records of *Crocodylus moreletii* were obtained. Nine habitats were recorded in both lagoons: Mangrove, Sawgrass, Aquatic Vegetation, Everglades palm, Cane grass, Southern bulrush, Mangrove/Everglades palm, Mangrove/Southern bulrush, and Mangrove/Florida thatch palm. Principal Component Analysis showed that *Rhizophora mangle* and *Cladium jamaicense* are important in habitat preference in relation to crocodile size categories. The hatchlings, subadults and adults present a higher frequency of distribution and preference in the Mangrove habitat. On the other hand, the juveniles recorded a predominant distribution in the Sawgrass habitat. Emphasis should be placed on the relevance of the red Mangrove and Sawgrass species as essential habitat characteristics that determine the distribution and preference of the Morelet's crocodile in the northern zone of the RBSK.

Key words. – Protected Natural Area, conservation, Crocodylidae, wetland, mangrove, vegetation.

Resumen. – Los cocodrilos se consideran especie clave ya que con sus actividades ayudan al buen funcionamiento de los ecosistemas que habitan, manteniendo abiertos los cursos de agua e incrementando el reciclaje de nutrientes, y proporcionando refugios en el cuerpo de agua para otras especies durante la época de sequía. El objetivo de este estudio fue conocer las características del hábitat que intervienen en la distribución de los cocodrilos en la zona norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK). En el mes de julio a septiembre de 2018, realizamos 18 muestreos con un equipo de tres personas, con un esfuerzo total de muestreo de 120 horas y 349 km recorridos los cuales se navegaron con una embarcación al margen de las lagunas. En ambas lagunas (Muyil y Chunyaxché) se obtuvieron en total 63 registros de *Crocodylus moreletii*. En ambas lagunas se registraron nueve hábitats: Manglar, Zacatal, Vegetación

acuática, Tasistal, Carrizal, Tular, Manglar/Tasistal, Manglar/Tular y Manglar/Palmar. El Análisis de Componentes Principales mostró que *Rhizophora mangle* y *Cladium jamaicense* tienen importancia en la preferencia de hábitat con relación a las categorías de talla de los cocodrilos. Las crías, subadultos y adultos presentan una mayor frecuencia de distribución y preferencia en el hábitat de Manglar. Por otra parte, los jóvenes registraron una distribución predominante en el hábitat de Zacatal. Se debe hacer énfasis en la relevancia de las especies mangle rojo y el zacatal como características indispensables del hábitat que determinan la distribución y preferencia del cocodrilo de pantano en la zona norte de la RBSK.

Palabras clave. – Área Natural Protegida, conservación, Crocodylidae, humedal, manglar, vegetación.

INTRODUCCIÓN

El concepto de hábitat es importante en ecología, ya que es la piedra angular en el manejo de fauna silvestre. Mitchell (2005) define al hábitat como un espacio donde un organismo o un grupo de organismos encuentran las condiciones fundamentales para formar una población de acuerdo con el arreglo estructural y la condición física del entorno. Por otra parte, la distribución de las especies en el hábitat es un atributo que resume la historia evolutiva, ecológica y las necesidades fisiológicas de una especie, y está relacionado con las características biológico-ambientales como la vegetación, la alimentación, la reproducción, la temperatura, la salinidad, la profundidad de los cuerpos de agua, entre otras (Dobzhansky, 1950; Zunino & Palestrini, 1991; Peterson, 2001; Zunino & Zullini, 2003; Frankham et al., 2012; Maciel-Mata et al., 2015). La preferencia de hábitat se puede evaluar a nivel poblacional, y es consecuencia (del comportamiento) de la selección o uso asimétrico de unos recursos sobre otros por parte de cada individuo de la población de forma no aleatoria entre los hábitats potenciales (Krausman, 1999; Morris, 2003; Meager & Utne-Palm, 2007). Puede ser inferida, o evaluada de manera indirecta, por medio del uso que hace el organismo de algunos recursos físicos y biológicos en diferentes hábitats (Litvaitis et al., 1994; Matthiopoulos, 2003).

Los cocodrilos se consideran especie clave de su hábitat, ya que con sus actividades ayudan al buen funcionamiento del ecosistema, manteniendo abiertos los cursos de agua e incrementando el reciclaje de nutrientes, y proporcionando refugios en el cuerpo de agua para otras especies durante la época de sequía (Ross, 1998). Sin embargo, la literatura que respalda estas afirmaciones es limitada. Quedan muchos vacíos de conocimiento en nuestra comprensión sobre la importancia ecológica de los cocodrilos y la escala y las vías a través de las cuales podrían influir en la estabilidad y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos (Somaweera et al., 2020). La modificación, pérdida y degradación de los humedales por actividades humanas, es un factor importante que impacta a las poblaciones de cocodrilos. Dichas alteraciones pueden tener efectos en la

biología de la especie, modificando la preferencia de los hábitats, así como su distribución buscando además lugares óptimos para anidar (Faeth et al., 2005; Corado-García et al., 2020; Flores-Escalona et al., 2021). El cocodrilo de pantano, *Crocodylus moreletii* (Duméril & Bibron, 1851), es una especie que se encuentra en el Apéndice II de CITES, solo para las poblaciones de México y Belice. Además, está catalogada como “Sujeta a Protección Especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en México (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2010), y como de “Importancia Menor” (Least Concern) en la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN; Cedeño-Vázquez et al., 2012). Se distribuye en un área de 450,000 km², abarcando las tierras bajas del Atlántico, en el Caribe de Guatemala, Belice y México (Ross, 1998). *Crocodylus moreletii* habita cuerpos de agua como los humedales, arroyos, ciénagas, lagunas y ríos (Casas-Andreu, 1997; Platt & Thorbjarnarson, 2000; Corado-García et al., 2020; Flores-Escalona et al., 2021). Los cocodrilos realizan movimientos de un cuerpo de agua a otro al inundarse los terrenos que habitan, saliendo de sus escondites ampliando su territorio, y cuando llega la sequía, se refugian en charcas o en sus cuevas (Álvarez del Toro, 1974; Navarro, 2005; Platt, 2000).

La presencia de *C. moreletii* en la Península de Yucatán está ligada a extensas sabanas de pastos con numerosos canales de agua dulce y con abundantes petenes (zonas más altas que permiten el establecimiento de islotes de selva). También hay cocodrilos aislados al interior de la selva, habitando pequeños cuerpos de agua como aguadas y cenotes, a los que acceden por su alta capacidad de desplazamiento por tierra (Navarro, 2005). En Quintana Roo es común que esta especie se encuentre en casi todos los cuerpos de agua dulce: cenotes, lagunas, sabanas, manglares, ríos, charcas y en ocasiones en lagunas costeras (Hoil et al., 1986; Lazcano-Barrero, 1990; Cedeño-Vázquez, 1999; Merediz, 1999; Zamudio et al., 2004; Álvarez, 2005; Villegas, 2006).

El objetivo de este trabajo fue determinar la preferencia de hábitat de *Crocodylus moreletii* en la zona norte de la Reserva de la

Biósfera Sian Ka'an mediante el análisis de la distribución de los individuos en cada tipo de vegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

En el estado de Quintana Roo se encuentra la Reserva de la Biósfera Sian ka'an, dentro de la cual se hallan las Lagunas Muyil y Chunyaxché. Al Este, se conectan con el sistema lagunar Boca Paila-Caapechen, el cual representa un ecotono entre ambientes continentales y costeros. Muyil es una zona de uso público, quiere decir que son superficies que presentan atractivos naturales en donde es posible mantener concentraciones de visitantes para realizar actividades de investigación, monitoreo del ambiente, educación ambiental y turismo, sin exceder la capacidad de carga del ecosistema (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2014). La ruta de registro para la colecta de datos del cocodrilo de pantano corresponde al Sistema Lagunar

Muyil-Chunyaxché. La cuál está conformada por dos sitios, correspondientes a cada una de las lagunas, las cuales abarcan un perímetro de 30.18 km (Fig. 1)

Caracterización del hábitat

El trabajo de campo se llevó a cabo de julio a septiembre de 2018. En julio se realizaron cinco muestreos, en agosto siete y en septiembre seis. Antes de la puesta del sol, se recorrieron los sitios de la ruta de muestreo para reconocer y caracterizar el área, dentro de la caracterización del hábitat se tomó en cuenta a la vegetación. Para evaluar el tipo de hábitat y la estructura de la vegetación, se identificó a las especies herbáceas y leñosas en el punto donde cada cocodrilo se avistó durante los muestreos nocturnos (Matteucci & Colma, 1982; Clevenger & Waltho, 2000; Platt & Thorbjarnarson, 2000; Villegas & Reynoso, 2013; González-Trujillo et al., 2014). Se estimó el porcentaje de vegetación en los sitios de avistamientos realizando cuadrantes de 10 m x 10 m delimitados por una cuerda graduada cada 10 m. Dentro

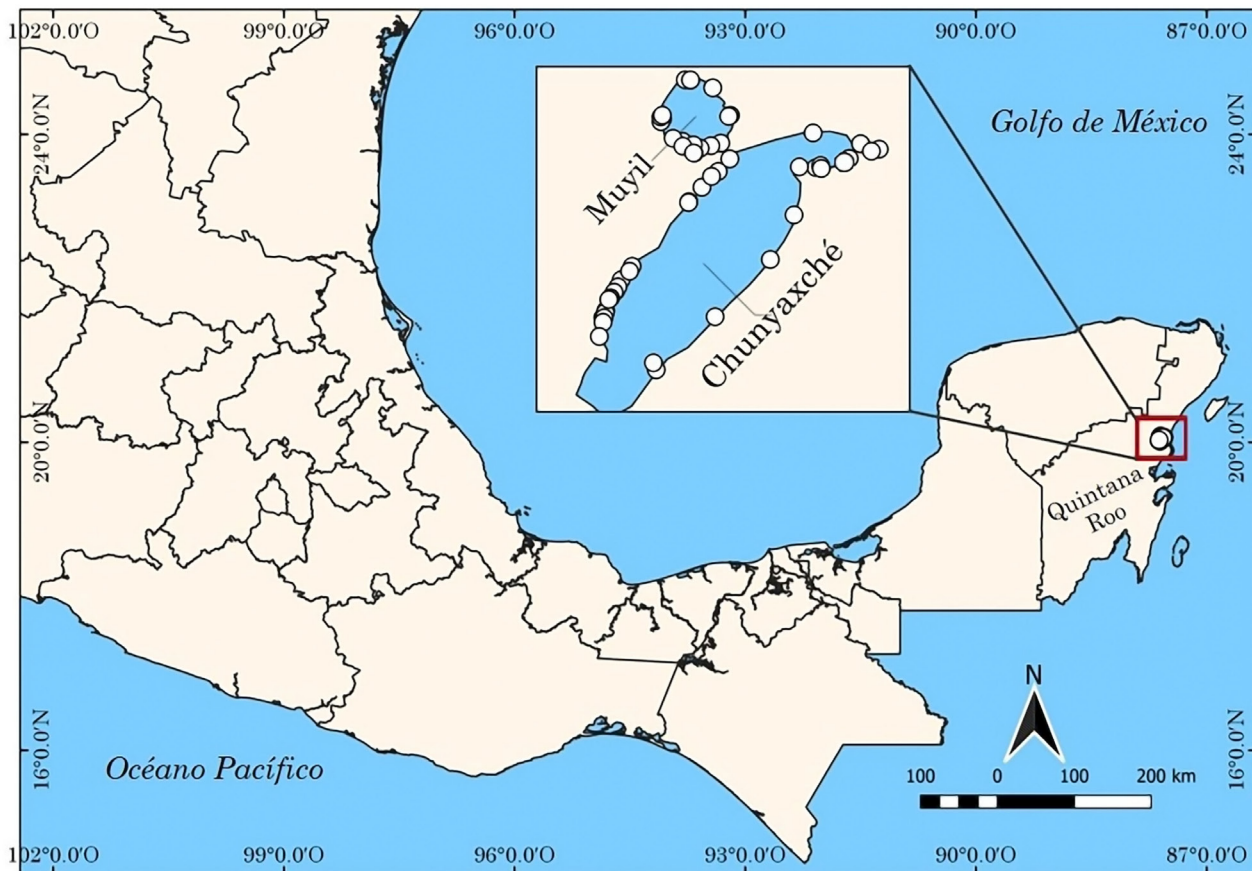


Figure 1. Study site, Muyil-Chunyaxché lagoon system, Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo.

Figura 1. Sitio de estudio, sistema lagunar Muyil-Chunyaxché, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo.

de cada cuadrante se identificó a la vegetación con la ayuda de las siguientes guías ilustradas de campo: Plantas indicadoras de humedales (Lot et al., 2015), Guía de campo: identificación de los manglares en México (Agraz-Hernández et al., 2006) y el Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an (CONANP, 2014).

Muestreos nocturnos de cocodrilos

Los muestreos se realizaron con un equipo de tres personas, y un esfuerzo total de muestreo de 120 horas y 349 km recorridos los cuales se navegaron con una embarcación al margen de las lagunas. La toma de datos se categorizó en cuatro apartados siguiendo el método de Sánchez-Herrera et al. (2011): a) Detección Visual Nocturna (DVN); b) Marcaje y Recaptura de Ejemplares (MRE); c) Ubicación de Nidos (UN).

Método de Detección Visual Nocturna (DVN)

El conteo por DVN comenzó de 15 a 30 minutos después del anochecer siguiendo una ruta definida por el margen de las lagunas y utilizando una embarcación de 5 m de eslora, impulsada con motor fuera de borda o con palanca, dependiendo de las características y condiciones que se presentaron en las lagunas. Los cocodrilos se ubicaron con un reflector de mano marca Truper de 150 lúmenes y haz de luz led a 334 m. Se tomaron las georreferencias con un GPS marca Garmin modelo eTrex 20. Se estimó la longitud total del ejemplar (distancia de la punta del hocico a la punta de la cola) y se estableció la clase de talla según el criterio de Sigler et al. (2011): Cría (menor a 0.5 m); Joven (de 0.51 m a 1.0 m); Subadulto (de 1.01 m a 1.5 m); y Adulto (> 1.5 m). Para evitar sesgos durante los muestreos, se procuraron noches nubladas, sin luz de luna, con un mínimo de viento y sin lluvias. La ausencia de luminosidad lunar permitió ubicar con mayor facilidad el destello de los ojos de los cocodrilos con el haz de luz de la lámpara. Cada sitio se recorrió en su totalidad, de esta manera se evitaron omisiones en los conteos al momento del muestreo (Sigler et al., 2011).

Método de Marcaje y Recaptura de Ejemplares (MRE)

Es un complemento al DVN que permite obtener información complementaria a partir de los ejemplares capturados. Para la captura de los ejemplares se utilizaron técnicas de manipulación directa: captura manual y captura con lazo de acero y pértiga. La elección de la técnica dependió de la talla y las condiciones ambientales de cada situación. Los ejemplares capturados se inmovilizaron de las mandíbulas y extremidades con ligas, cintas adhesivas o lazos para prevenir accidentes en la toma de datos (Villegas & Reynoso, 2013), y fueron se cubiertos de los ojos con una tela de algodón húmeda para evitar el estrés. El método de marcaje fue mediante el empleo de grapas metálicas inoxidables, grabadas con un código alfanumérico, la cual se colocó en una

pata trasera entre el tercer y cuarto dedo (Domínguez-Laso et al., 2011). Asimismo, se identificó el sexo examinando la cloaca, excepto en los neonatos (Brazaitis, 1973). Se registró la masa corporal (con básculas portátiles), también se determinó la Longitud Total (LT) con el uso de una cinta métrica estandarizada y se categorizó en la clase de talla correspondiente.

Método de Ubicación de Nidos (UN)

Se realizaron de dos a tres búsquedas diurnas por semana en las lagunas. Se hicieron recorridos por agua a una velocidad no mayor a 15 km/h y a una distancia de entre 5 y 10 m de la orilla, y por tierra cuando las condiciones lo permitieron, haciendo énfasis en las zonas en donde hubo rastros visibles de la presencia de cocodrilos (resbaladeros, asoleaderos y veredas). Una vez localizadas las áreas potenciales, se ejecutaron recorridos a pie, buscando otros rastros que indicaran la presencia de nidos, que incluían senderos, montículos falsos o huellas a lo largo de la orilla de las lagunas (Villegas et al., 2011; Villegas et al., 2017). Una vez localizados los nidos, se registró la posición geográfica, así como la caracterización de la vegetación dentro de un cuadrante de 10 m x 10 m.

Análisis de datos

Para evaluar si los cocodrilos se distribuyen al azar o tienen alguna preferencia de hábitat se aplicó una prueba de chi-cuadrada de bondad de ajuste usando el programa estadístico MegaStat Ver. 10.4 para Excel (Guerra, 2014; Orris, 2017), considerándose significativas a un $\alpha = 0.05$. Adicional, a esto se realizó una prueba *post hoc* ajustando los residuales con la corrección de Bonferroni para determinar cuáles son los hábitats que presentan diferencias significativas. También se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para establecer qué tipo de vegetación determina las preferencias del hábitat por cada clase de edad, para este análisis se usó el programa PAST ver. 4.10.

RESULTADOS

De manera general, en ambas lagunas (Muyil y Chunyaxché) se obtuvieron en total 63 registros de *Crocodylus moreletii*, de los cuales 37 fueron con el método DVN y 21 con MRE. También se registraron cinco nidos en la zona (Tabla 1). En ambas lagunas se registraron nueve hábitats: Manglar, Zacatal, Vegetación acuática, Tasistal (Palmera erecta, hermafrodita, generalmente con el tronco recto y formado en grupos de diversas alturas, de hasta 4 m de altura y 6-10 cm de diámetro de tronco, cubierto por las vainas persistentes de las hojas y por los restos de la base de los pecíolos, tornándose desnudo en su parte baja con el paso de los años, se le puede encontrar en lugares inundados

periódicamente o permanentemente resistiendo condiciones de alta salinidad, en bajos y sabanas), Carrizal, Tular, Manglar/Tasistal, Manglar/Tular y Manglar/Palmar (Fig. 2). Estos nueve hábitats se conformaron por 12 especies: *Rhizophora mangle*

(mangle rojo), *Cladium jamaicense* (cortadera), *Phragmites australis* (carrizo), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Eleocharis cellulosa* (popote), *Typha domingensis* (tule), *Nynphaea ampla* (nenúfar), *Acoelorrhaphe wrighii* (tasiste), *Chrysobalanus*

Table 1 Record of *Crocodylus moreletii* with the DVN and MRE method, the site and mean with standard deviation (DE) of total length of organisms. Sex and undetermined organisms I= Undetermined.

Tabla 1. Registro de *Crocodylus moreletii* con el método DVN y MRE, el sitio y la media con desviación estándar (DE) de la longitud total de los organismos. Sexo y organismos indeterminados I= Indeterminado.

Método	Sitio	N	Longitud Total (Media y ES)	Sexo
DVN	Muyil	11	134.54 ± 63.30	-
	Chunyaxché	26	122.30 ± 69.01	-
MRE	Muyil	7	199.32 ± 69.10	3♀, 4♂
	Chunyaxché	14	158.4 ± 69.27	6♀, 6♂, 2 I

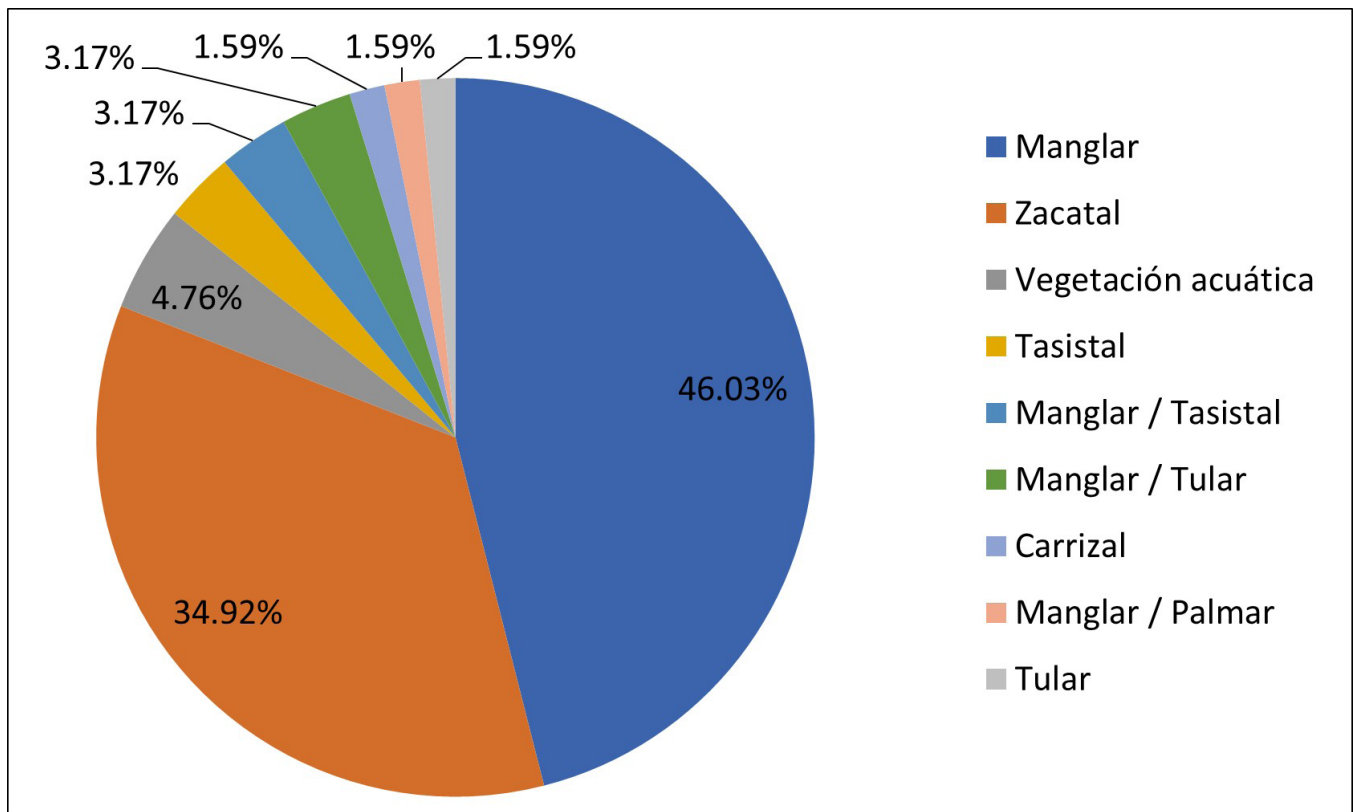


Figure 2. Type of habitat and percentage cover of habitats in Muyil and Chunyaxché.

Figura 2. Porcentaje de las especies vegetales registradas en las lagunas Muyil y Chunyaxché.



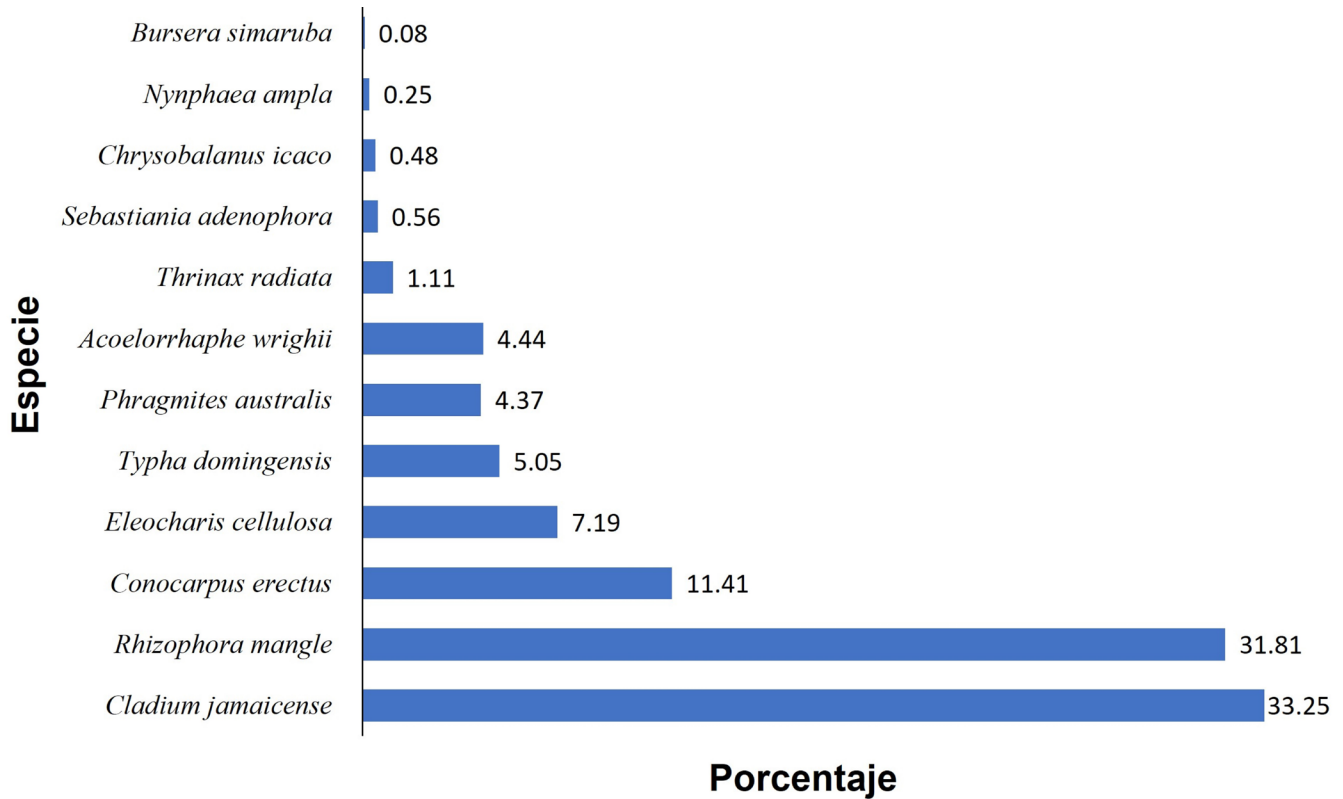


Figure 3. Percentage of plant species registered in the Muyil and Chunyaxché lagoons.

Figura 3. Porcentaje de las especies vegetales registradas en las lagunas Muyil y Chunyaxché.

icaco (jicaco), *Sebastiania adenophora* (chechén), *Bursera simaruba* (chacá) y *Thrinax radiata* (chit) (Fig. 3).

Distribución y preferencia de hábitat de *Crocodylus moreletii*

Se encontró que *C. moreletii* está presente en ambas lagunas y se distribuye en los nueve hábitats con una frecuencia de registros de 29 (46.03%) en Manglar, 22 (34.92%) en Zacatal, 3 (4.76%) en Vegetación acuática, Tasistal, y Manglar/Tasistal, 2 (3.17%) en Manglar/Tular, y por último en Carrizal, Manglar/Palmar y Tular solo se obtuvo un registro (1.59%). El análisis de chi-cuadrada muestra diferencias significativas ($\chi^2 = 129.71$, $gl = 8$, $p = 3.24 \times 10^{-24}$), indicando preferencias por hábitats (Tabla 2). Por categoría de talla, en total se registraron 10 Crías, 14 Jóvenes, 9 Subadultos y 25 Adultos.

Las Crías se distribuyeron en cuatro hábitats que fueron Manglar con seis individuos registrados (60%), Manglar/Tular con dos registros (20%), y Manglar/Tasistal (10%) y Tasistal (10%) con solo un registro cada uno. El análisis de chi-cuadrada no mostró diferencias significativas ($\chi^2 = 6.80$, $gl = 3$, $p = 0.078$), por lo que no existe preferencia por un hábitat en particular en las

Crías. Sin embargo, con la prueba *post hoc* después de la corrección de Bonferroni no se encontró diferencia significativa en ningún tipo de hábitat (ver Tabla 2). Los Jóvenes se distribuyeron en cuatro hábitats, ocho en Zacatal (57.14%), cuatro en Manglar (28.57%), uno Manglar/Palmar (7.14%) y Vegetación acuática (7.14%), encontrando diferencias significativas ($\chi^2 = 9.43$, $gl = 3$, $p = 0.024$) en la preferencia por hábitats. Sin embargo, con la prueba *post hoc* después de la corrección de Bonferroni no se encontró diferencia significativa en ningún tipo de hábitat.

Los subadultos se distribuyeron en cuatro hábitats, cinco en Manglar (55.56%), dos en Zacatal (22.22%), y uno en Vegetación acuática (11.11%) y Tasistal (11.11%). No se encontraron diferencias significativas para determinar que existe preferencia por algún hábitat en esta clase de talla ($\chi^2 = 4.78$, $gl = 3$, $p = 0.188$). Sin embargo, con la prueba *post hoc* después de la corrección de Bonferroni no se encontró diferencia significativa en ningún tipo de hábitat. Por último, los Adultos se distribuyeron en cinco hábitats: 13 en Manglar (52%), nueve en Zacatal (36%), y uno en Tular (4%), Vegetación acuática (4%) y Carrizal (4%), mostrando diferencias significativas ($\chi^2 = 2.60$, $gl = 4$, $p = 0.00002$) en la

Table 2. Recording frequency of crocodiles by size class in different habitats in the northern area of the Sian Ka'an Biosphere Reserve. The p-values from the *post hoc* test are shown under the values of the observed frequencies. p value (*) and p value with Bonferroni correction (**).

Tabla 2. Frecuencia de registro de los cocodrilos por clase de talla en los diferentes hábitats en la zona norte de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an. Los valores de p de la prueba *post hoc* se muestran bajo los valores de las frecuencias observadas. Valor de p (*) y valor de p con la corrección de Bonferroni (**).

Clase de talla	Hábitat								
	Manglar	Zacatal	Manglar / Tular	Manglar / Palmar	Vegetación acuática	Manglar / Tasistal	Tasistal	Tular	Carrizal
Crías	6	0	2	0	0	1	1	0	0
	0.414*	0.015*	0.001*	0.645*	0.416*	0.027*	0.211*	0.645*	0.645*
	1.000**	0.549**	0.058**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**
Jóvenes	4	8	0	1	1	0	0	0	0
	0.090*	0.025*	0.416*	0.073*	0.702*	0.569*	0.416*	0.569*	0.569*
	1.000**	0.922**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**
Subadultos	5	2	0	0	1	0	1	0	0
	0.634*	0.463*	0.537*	0.665*	0.381*	0.665*	0.170*	0.665*	0.665*
	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**
Adultos	13	9	0	0	1	0	0	1	1
	0.621*	0.647*	0.210*	0.379*	0.725*	0.379*	0.210*	0.246*	0.246*
	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**

distribución en los hábitats. Sin embargo, con la prueba *post hoc* después de la corrección de Bonferroni no se encontró diferencia significativa en ningún tipo de hábitat. Con relación al sexo, se capturaron 10 machos, nueve hembras y dos individuos a los que no se les pudo determinar el sexo. Los machos se distribuyeron en tres hábitats, siete en Manglar, uno en Tular y dos en Zacatal, encontrando diferencias significativas ($\chi^2=6.20$, $gl=2$, $p=0.045$) en la distribución entre hábitats de manglar principalmente. Las hembras solo se distribuyeron en dos hábitats, cuatro en Manglar y cinco en Zacatal, sin diferencias significativas ($\chi^2=0.11$, $gl=1$, $p=0.738$).

En el Análisis de Componentes Principales (Fig. 4), la gráfica permite visualizar que los vectores más representativos corresponden a las especies *Rhizophora mangle* y *Cladium jamaicense* que explican el 98.83% de la varianza. La proyección de la variable *R. mangle* se encuentra en el extremo derecho del eje CP1, al igual que las categorías de crías y subadultos, por lo que se puede inferir que estas categorías de talla de cocodrilos prefieren a este hábitat. Por otra parte, la proyección de la variable *C. jamaicense* se encuentra en el CP2, al igual que las categorías

jóvenes y adultos. Esto indica que estas dos especies vegetales tienen importancia en la preferencia de hábitat con relación a las categorías de talla.

Preferencia del hábitat de anidación

En ambas lagunas se registraron cinco nidos de *C. moreletii* de los cuales, tres se encontraron en la laguna Muyil y dos en la laguna Chunyaxché. Se identificaron tres tipos de hábitat en los cuales los cocodrilos construyeron sus nidos, los cuales fueron tres en Zacatal (60%) y solo uno en Manglar (20%) y Manglar/Tasistal (20%).

Los tres hábitats registrados para anidar se conformaron estructuralmente por ocho especies distintas: *R. mangle*, *C. jamaicense*, *P. australis*, *C. erectus*, *E. cellulosa*, *A. wrightii*, *S. adenophora* y *T. radiata*. De las cuales *C. jamaicense* (cortaderera) fue la especie más representativa conformando el 53%, seguido de *C. erectus* (mangle botoncillo) con el 19%, y el restante 28% lo conformaron las otras especies antes mencionadas. El 95% de material de construcción de los nidos fue con *C. jamaicense*.

DISCUSIÓN

En este estudio, se observó que *Crocodylus moreletii* está presente en ambas lagunas y se distribuye en los nueve hábitats que conforman al sistema lagunar Muyil- Chunyaxché, siendo los hábitats con mayor preferencia el Manglar y el Zacatal. Esto coincide con otros estudios que indican que, dentro de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an (RBSK), *C. moreletii* se distribuye en una gran variedad de hábitats, pero principalmente en islas de mangle y en las sabanas (Zamudio et al., 2004; Sánchez-Méndez, 2016). Al comparar la distribución del cocodrilo con relación a las categorías de talla, se encontró que las crías, los subadultos y los adultos tienen una mayor frecuencia de distribución en el hábitat de manglar, mientras que la categoría de jóvenes se distribuye con mayor frecuencia en el hábitat Zacatal (Ver Tabla 2). Esto también lo han registrado otros autores, quienes comentan que la distribución de las especies en el hábitat está relacionada con las características biológico-ambientales, como la vegetación,

alimentación, reproducción, temperatura, salinidad y profundidad de los cuerpos de agua (Kushlan & Mazzotti, 1989; Thorbjarnarson, 1989; Brown et al., 1996; Espinosa-Blanco & Seijas, 2010; Corado-García et al., 2020; Flores-Escalona et al., 2021). Sin embargo, en la prueba *post hoc* mostró que no existe una preferencia de hábitat, por lo que *C. moreletii* probablemente se distribuye de manera azarosa en la zona.

Por otra parte, se registró una mayor frecuencia de crías en el hábitat de Manglar, sin embargo, la prueba estadística no mostró diferencias significativas. A este respecto, se ha observado que los manglares pueden tener la función de zonas de "guardería" donde los cocodrilos permanecen en sus etapas más vulnerables hasta que alcanzan la madurez para trasladarse a otros hábitats (Messel et al., 1981; Cedeño-Vázquez & Pérez-Rivera, 2010; Villegas & Reynoso, 2013; Villegas et al., 2017). En la categoría de jóvenes, la mayor frecuencia de individuos se registró en el hábitat Zacatal, aunque el análisis estadístico indica que no hay

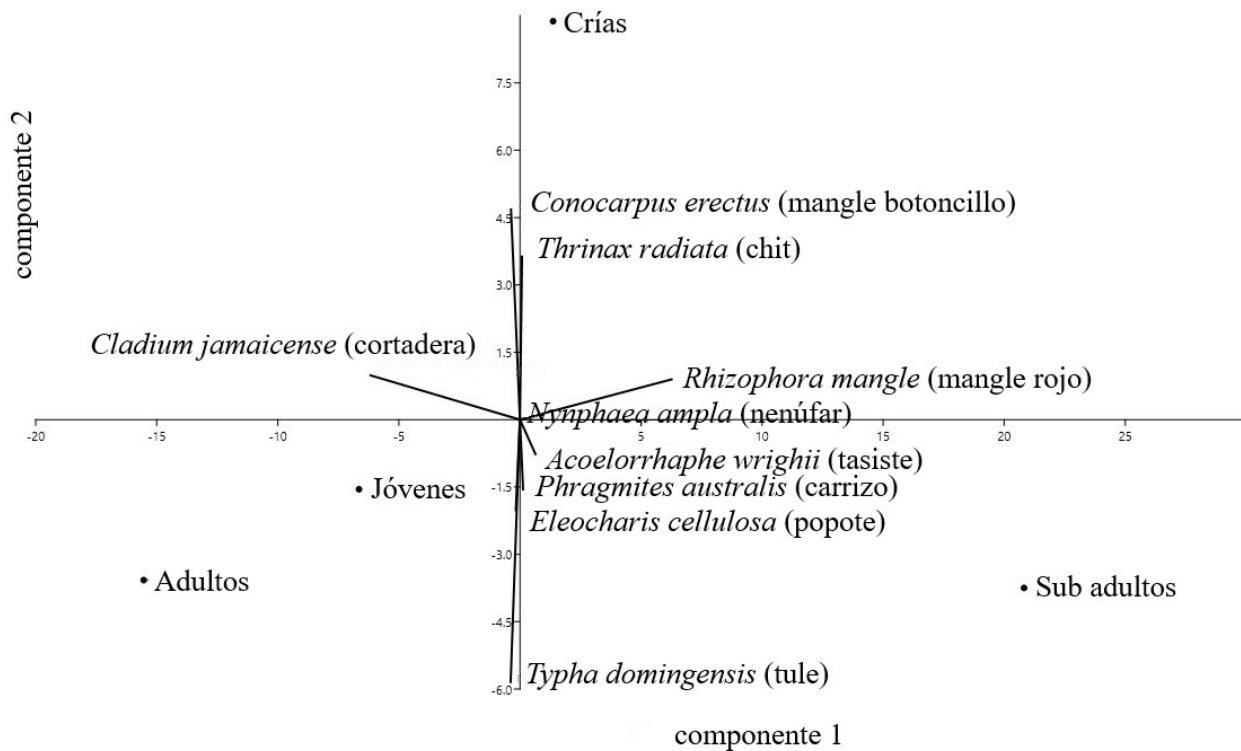


Figure 4. Representation obtained from the plant species in the plane of the first two principal components in relation to the size categories. The vectors represent the biotic variables (plant species), and the points represent the size categories. Principal component one explains 85.96% of the variance, while principal component two explains 12.87%.

Figura 4. Representación obtenida de las especies vegetales en el plano de los dos primeros componentes principales con relación a las categorías de talla. Los vectores representan las variables bióticas (especie vegetal), y los puntos representan a las categorías de talla. El componente principal uno explica el 85.96% de la varianza, mientras que el componente principal dos el 12.87%.

selectividad hacia este tipo de hábitat por los cocodrilos (ver Tabla 2), sin embargo, la presencia de cocodrilos en el Zacatal puede estar asociada a que este podría estar proporcionando zonas inundables, que forman canales de agua dulce, pozas y petenes a través de las cuales estarían ampliando su zona de desplazamiento (Brazaitis, 1973; Álvarez del Toro, 1974; Navarro, 2005; Pérez-Higareda, 1979; Hoil et al., 1986; Lazcano-Barrero, 1990; Cedeño-Vázquez, 1999; Merediz, 1999; INE, 1999; Platt & Thorbjarnarson, 2000; Casas-Andreu, 2002; Zamudio et al., 2004; Álvarez, 2005; Villegas, 2006; Sánchez-Méndez, 2016). Para los subadultos no se encontraron diferencias significativas de registros entre hábitats, por lo que no parecen tener preferencia por algunos de los hábitats disponibles, esto podría deberse a que tienen una mayor capacidad de desplazamiento realizando movimientos de uno a otro hábitat (Álvarez del Toro, 1974; Navarro, 2005). Se ha confirmado que esta categoría no es tan vulnerable a depredadores naturales como las otras categorías, y poco dependiente de un solo hábitat en particular, su rango hogareño es mucho más extenso que en categorías de menor talla muy probable a las interacciones de dominancia con cocodrilos machos de mayor talla (Brazaitis, 1973; Álvarez del Toro, 1974; Pérez-Higareda, 1979; Hutton, 1989; INE, 1999; Casas-Andreu, 2002; Villegas, 2006), y por lo tanto se distribuyen de manera equitativa en hábitats de vegetación acuática, manglar, arbolados, rocosos, asentamientos humanos y aguas abiertas (Platt & Thorbjarnarson, 2000; Cedeño-Vázquez et al., 2006; Villegas & Reynoso, 2013).

En la categoría de Adultos, se registró una mayor frecuencia de individuos en el hábitat de Manglar, lo que es también encontrado argumentado por otros autores (Hoil et al., 1986; Lazcano-Barrero, 1990; Cedeño-Vázquez, 1999; Merediz, 1999; Platt & Thorbjarnarson, 2000; Zamudio et al., 2004; Álvarez, 2005; Sánchez-Méndez, 2016; Corado-García et al., 2020; Flores-Escalona et al., 2021). Sin embargo, se han registrado otros hábitats de preferencia para esta categoría, como vegetación acuática, arbolados, agua abierta y arbustos-epífita (Leyte-Manrique & Ramírez-Bautista, 2005; Villegas & Reynoso, 2013).

Respecto al sexo, se observó que los machos tienen una mayor frecuencia de registros en el Manglar, mientras que en las hembras solo se encontraron en Manglar y en Zacatal. Este tipo de cobertura vegetal les proporciona a las hembras los materiales necesarios como materia vegetal compuesta por hojas, tallos y ramas para la elaboración de sus nidos (López-Luna et al., 2011). Para el hábitat de anidación, no se observaron diferencias significativas, lo que podría deberse a que el cocodrilo de pantano solo anida en hábitats que se estructuran con un alto porcentaje de Zacatal o Manglar. En el presente estudio, no es

posible apreciar que el cocodrilo de pantano esté anidando en diversos hábitats como lo descrito por otros autores, los cuales indican que se han encontrado nidos a la orilla de los cuerpos de agua, en islas naturales (en zonas de manglar y sabana) y artificiales (en zonas perturbadas o con fines de agricultura), en selva tropical, vegetación flotante, espadañal, tular, sobre los lirios, entre matorrales, gramíneas y otro tipo de vegetación secundaria (Campbell, 1972; Hoil et al., 1986; Lara, 1990; Pacheco, 1996; Figueroa, 2000; Sigler & Sarmiento, 2004; Platt et al., 2008; Escobedo-Galván et al., 2011; Rueda-Cordero et al., 2017; Villegas et al., 2017; Pérez-Flores et al., 2018). Sin embargo, sí se observa que prefieren anidar en hábitats con vegetación densa como lo son las zonas de Manglar y Sabana (De Lucenay, 1940; Hoil et al., 1986; Platt, 1994, 1995; Figueroa, 2000; SEMARNAP, 2000).

En la zona norte de Sian Ka'an, el cocodrilo de pantano construye sus nidos con tres tipos de vegetación, sin embargo, prefiere a la especie *Cladium jamaicense* (Cortadera). Los resultados obtenidos podrían demostrar que el cocodrilo de pantano no está construyendo sus nidos con materiales del hábitat de manera aleatoria, sino que se está presentando un comportamiento específico para seleccionar a la especie *Cladium jamaicense*. Sin embargo, en otros trabajos se ha reportado que las hembras son oportunistas y no hay selección en cuanto al material de construcción del nido, ya que puede ser utilizado cualquier tipo de vegetación o material disponible (Hoil et al., 1986; Casas-Andreu & Rogel-Bahena, 1986; Lara, 1990; Figueroa, 2000; Platt et al., 2008; Escobedo-Galván et al., 2011; López-Luna et al., 2011).

La asociación de los cocodrilos a los hábitats de manglar puede deberse a que este le proporciona múltiples servicios (Villegas & Schmitter-Soto, 2008). Esto es debido a que las raíces de los manglares proporcionan un sustrato adecuado para muchas otras especies que viven en el agua como los peces, crustáceos y moluscos en diversas etapas de su ciclo de vida. Además, la compleja estructura vertical de los manglares es utilizada para descanso y anidación de diversas especies de aves, iguanas, monos, mapaches, coatíes, entre otros, proporcionando así una zona de refugio y alimentación para el cocodrilo en cualquiera de sus etapas de desarrollo (Agraz-Hernández et al., 2006; CONABIO, 2009).

CONCLUSIONES

En este estudio se determinaron las características del hábitat en los que más registros de frecuencia de cocodrilos se tuvieron y que influye en su distribución en la zona norte de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an. También se caracterizaron en ambas

lagunas (Muyil y Chunyaxché) nueve hábitats y se cuantificó su estructura con 12 especies vegetales. El hábitat predominante fue el manglar, constituido por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), seguido por el zacatal, integrado por *Cladium jamaicense* (cortadera). Se determinó que *C. moreletii* se distribuye en ambas lagunas de la zona norte de la RBSK. Las crías, subadultos y adultos presentan una mayor frecuencia de distribución en el hábitat de manglar. Por otra parte, los jóvenes registraron una distribución predominante en el hábitat de zacatal. Lo anterior permite entender que el hábitat de Manglar es una característica del ecosistema importante para los cocodrilos, y que se debe hacer énfasis en la relevancia de las especies *Rhizophora mangle* y *Cladium jamaicense* como características indispensables del hábitat que tienen efecto en la distribución del cocodrilo de pantano, *C. moreletii*, en la zona norte de la RBSK. Es relevante entender el comportamiento de esta especie, respecto a los factores que determinan su frecuencia y distribución dentro de su hábitat, debido a que son aspectos importantes para considerar en la conservación, no solo de los cocodrilos, sino del ecosistema y así evitar la fragmentación o deforestación del manglar o zacatal.

Agradecimientos.– Agradecemos el financiamiento otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IN222017) de la Universidad Nacional Autónoma de México. A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por los permisos otorgados (SGPA/DGVS/003063/18). Agradecemos también a Omar Ortíz y Yadira Gómez por el apoyo logístico, a los guardaparques y a todo el personal de la reserva.

LITERATURA CITADA

- Agraz-Hernández, C.M., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo & J.J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de campo: identificación de los manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche, México.
- Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México (Estudio comparativo). IMRNR. México, D.F.
- Álvarez, J. 2005. Notice of finding on a petition to delist the Morelet's crocodile from the list of threatened and endangered species. Federal Register 71:36743-36745.
- Brazaitis, P. 1973. The identification of living crocodilians. Zoologica. Scientific Contributions of the New York Zoological Society 58:59-101.
- Brown, J. H., G.C. Stevens & D.M. Kaufman. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 27:597-623.
- Campbell, H.W. 1972. Preliminary report: status investigations of Morelet's crocodile in México. Zoológica 57:135-136.
- Casas-Andreu, G. 1997. Dispersión o varianza en la distribución de *Crocodylus* en el continente americano. Pp: 21-25. En 4a Reunión regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la UICN. CRIA, SECOCOM, UJAT. Tabasco, México.
- Casas-Andreu, G. 2002. Hacia la conservación y manejo sustentable del Lagarto o Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en México. Pp. 27-45. En I.M. Verdade & A. Larriera (Eds.). La Conservación y el Manejo de Caimanes y Cocodrilos de América Latina. Vol. 2. L. M.Y.A. Larriera. Brasil,
- Casas-Andreu, G. & A. Rogel-Bahena. 1986. Observaciones sobre los nidos y las nidadas de *Crocodylus moreletii* en México. Pp. 123-303. En Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cedeño-Vázquez, J.R. 1999. Preliminary records of *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* in Chetumal Bay, Q. Roo, México. Crocodile Specialist Group Newsletter 18:13.
- Cedeño-Vázquez, J.R., J.P. Ross & S. Calmé. 2006. Population status and distribution of *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* in southeastern Quintana Roo, México. Herpetological Natural History 10:53-66.
- Cedeño-Vázquez, J. R. & S.D. Pérez-Rivera. 2010. El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en laguna esmeralda, Quintana Roo, México. Revista Latinoamericana de Conservación 1:91-98.
- Cedeño-Vázquez, J.R., S.G. Platt & J.B. Thorbjarnarson (IUCN Crocodile Specialist Group). 2012. *Crocodylus moreletii*. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T5663A3045579.en>. [Consultado en noviembre 2022].
- Clevenger, A.P. & N. Waltho. 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. Conservation Biology 14:47-56.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2014. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva



- de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México D.F.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2009. Manglares de México: Extensión y Distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Corado-García, V.A., J.O. Cajas-Castillo & J.A. Benítez-Moreno. 2020. Estado poblacional y distribución del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en regiones prioritarias de Petén, Guatemala. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 3:23-33.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio. Lista de Especies En Riesgo. Diario Oficial, México.
- De Lucenay, A.M. 1940. El *Crocodylus acutus mexicanus*. Los ejemplares degenerados del cano del plantar. Depto. de Pesca e Industrias Marítimas.
- Domínguez-Laso, J., O. Hinojosa & S. Padilla. 2011. Método de marcaje y recaptura de ejemplares (MRE). Pp. 129-185. En Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Dobzhansky, T. 1950. Evolution in the tropics. *American Scientist* 38:209-221.
- Escobedo-Galván, A.H., G. Casas-Andreu, G. Barrios-Quiroz, V.H. Sustaita-Rodríguez & M.A. Lopez-Luna. 2011. Observations on nests of *Crocodylus moreletii* in San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:315-317.
- Espinosa-Blanco, A.S. & A.E. Seijas. 2010. Uso de hábitat entre cocodrilos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. *Revista Latinoamericana de Conservación* 1:112-119
- Faeth, S.H., P.S. Warren, E. Shochat & W.A. Marussich. 2005. Trophic dynamics in urban communities. *Bioscience* 55:399.
- Figueroa, P.L.F. 2000. Ecología de anidación del cocodrilo de río *Crocodylus acutus* y del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en la zona norte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. (Avances en los estudios de la biología reproductiva). Pp: 45-53. En Memorias de la 2a Reunión COMACROM. SEMARNAP. México, D.F.
- Flores-Escalona, C.I., P. Charruau, M.A. López-Luna, C.E. Zenteno-Ruiz, J.A. Rangel-Mendoza & C. Peralta-Carreta. 2021. Population status and habitat preference of *Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron, 1851 (Crocodylia: Crocodylidae) within the limits of two protected natural areas in southeastern Mexico. *Herpetology Notes* 14:55-62.
- Frankham, R., Ballou, J., Dudash, M., Eldridge, M., Fenster, C., Lacy, R., Mendelson, J., Porton, I., Ralls, K. & Rider, O. 2012. Implications of different species concepts for conserving biodiversity. *Biological Conservation*, 153:25-31.
- González-Trujillo, R., R. Méndez-Alonzo, V. Arroyo-Rodríguez, E. Vega, A. González-Romero & V.H. Reynoso. 2014. Vegetation cover and road density as indicators of habitat suitability for the Morelet's crocodile. *Journal of Herpetology* 48:188-194.
- Guerra, T. 2014. Bioestadística. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hoil B.E., M. Carrera, C.A. De Castro & M.A. Bayona. 1986. La Vida del Cocodrilo. Casa de la Naturaleza. Quintana Roo, México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México. SEMARNAP, México.
- Hutton, J. 1989. Movements, home range, dispersal and the separation of size classes in Nile crocodiles. *American Zoologist* 29:1033-1049.
- Krausman, R.P. 1999. Some basic principles of habitat use, grazing behavior of livestock and wildlife. *Idaho Forest. Wildlife and Range Experiment Station Bulletin* 70:85-90.
- Kushlan, J. & F. Mazzotti. 1989. Population biology of the American Crocodile. *Journal of Herpetology* 23:7-21.
- Lara, O. 1990. Estimación del tamaño y estructura de la población de *Crocodylus moreletii* en los lagos Peten-Itza, Petenchel y Yaxha, El Peten, Guatemala. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.
- Lazcano-Barrero, M.A. 1990. Conservación del cocodrilo en Sian Ka'an. *Amigos de Sian Ka'an* 5:8-10.



- Leyte-Manrique, A. & A. Ramírez-Bautista. 2005. Contribución a la ecología de *Crocodylus moreletii* en el sistema Yucalpetén-Progreso-Chicxulub, Yucatán, México. Sociedad Herpetológica Mexicana 13:69-77.
- Litvaitis, J.A., K. Tittus & E.M. Anderson. 1994. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. Bookhout, Th.A. ed. Bethesda, Maryland.
- López-Luna, M.A., M.G. Hidalgo-Mihart & G. Aguirre-León. 2011. Descripción de los nidos del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en un paisaje urbanizado en el sureste de México. Acta Zoológica Mexicana 27:1-16.
- Lot, A., M. Olvera, C. Flores, A. Díaz, E. Esparza, Z. Mora. 2015. Guía ilustrada de campo: plantas indicadoras de humedales. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Maciel-Mata, C.A., N. Manríquez-Morán, P. Octavio-Aguilar & G. Sánchez-Rojas. 2015. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. Acta Universitaria 25:3-19.
- Matteucci, S.D. & A. Colma. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. OEA, Monografía Científica 22. Washington, D.C., USA.
- Matthiopoulos, J. 2003. The use of space by animals as a function of accessibility and preference. Ecological Modeling, 159:239-268.
- Meager, J.J. & A.C. Utne-Palm. 2007. Effect of turbidity on habitat preference of juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua*. Environmental Biology of Fishes 81:149-155.
- Merediz, A. 1999. Ecology, sustainable use by local people, and conservation of Morelet's crocodile *Crocodylus moreletii* in Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, México. Master of Science Thesis. S.U. of N.Y. New York, USA.
- Messel, H., G.C. Vorlicek, A.G. Wells & W.J. Green. 1981. Surveys of tidal river systems in the northern territory of Australia and their crocodile populations. Monograph No. 1. Pergamon Press, Sydney.
- Mitchell, S.A. 2005. How useful is the concept of habitat? –a critique. Oikos 110:634-638.
- Morris, D.W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. Oecologia 136:1-13.
- Navarro, S.C.J. 2005. The return of Morelet's crocodile *Crocodylus moreletii*. Reptilia 54-60.
- Orris J. 2017. MegaStat Using Excel. <http://www.mhhe.com/megastat>. [Consultado en marzo 2021].
- Pacheco, C.C. 1996. Análisis preliminar sobre el estado actual de la población de *Crocodylus moreletii* en la Laguna de las Ilusiones, Villa Hermosa, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura en Biología. UJAT. Tabasco, México.
- Peterson, A.T. 2001. Predicting species geographic distributions based on ecological niche modeling. The Condor 103:599-605.
- Pérez-Higareda, G. 1979. Morelet's Crocodile (*Crocodylus moreletii* Duméril & Duméril) in the region of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 15:20-21.
- Platt, S.G. 1994. *Crocodylus moreletii* and *Crocodylus acutus* in Belize. Crocodile Specialist Group Newsletter 13:15-16.
- Platt, S.G. 1995. Crocodile research in Belize. Crocodile Specialist Group Newsletter 14:11.
- Platt, S.G. 2000. Dens and denning behavior of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*). Amphibia-Reptilia 21:232-237.
- Platt, S.G., T.R. Rainwater, J.B. Thorbjarnarson & S.T. McMurry. 2008. Reproductive dynamics of a tropical freshwater crocodilian: Morelet's crocodile in northern Belize. Journal of Zoology 275:177-189.
- Platt, S.G. & J.B. Thorbjarnarson. 2000. Population status and conservation of Morelet's crocodile, *Crocodylus moreletii*, in northern Belize. Biological Conservation 96:21-29.
- Ross, J.P. 1998. Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. 2nd Edition. IUCN / SSC Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Rueda-Cordero, B.A., M.A. López-Luna & L.D. Olivera-Gómez. 2017. Uso de hábitat del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en una laguna urbanizada en México. Quehacer Científico en Chiapas 12:35-40.
- Sánchez-Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García-Naranjo & 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.
- Sánchez-Méndez, W.D. 2016. Distribución e idoneidad del hábitat de *Crocodylus acutus*, *Crocodylus moreletii* y cocodrilos híbridos en Quintana Roo, México. Tesis de maestría. El Colegio De La Frontera Sur, México.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Crocodylia en México. COMACROM, DGVS, SEMARNAP, México.
- Sigler, L., J.R. Cedeño-Vázquez & F. Cupul. 2011. Método de detección visual nocturna (DVN). Pp. 105-127. En Sánchez-Herrera, O., López-Segurajáuregui, G., García-Naranjo, A.O., Benítez-Díaz, B., Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Sigler, L. & E.M. Sarmiento. 2004. Highest nesting record for Morelet's crocodile *Crocodylus moreletii* in Chiapas, México. Crocodile Specialist Group Newsletter 23:10.
- Somaweera, R., J. Nifong, A. Rosenblatt, M.L. Brien, X. Combrink, R.M. Elsey, G. Gordon, W.E. Magnusson, F.J. Mazzotti, A. Pearcy, S.G. Platt, M.H. Shirley, M. Tellez, J. van der Ploeg, G. Webb, R. Whitaker & B.L. Webber. 2020. The ecological importance of crocodylians: towards evidence-based justification for their conservation. Biological Reviews 95:936-959.
- Thorbjarnarson, J.B. 1989. Ecology of the American crocodile (*Crocodylus acutus*). Pp. 228- 258. En Hall, P. M. (Ed.), Crocodiles: Their Ecology, Management and Conservation. IUCN- The World Conservation Union Publications, Gland, Switzerland.
- Villegas, A. 2006. Record of Morelet's crocodile in coastal lagoons in south Quintana Roo. Crocodile Specialist Group Newsletter 25:8-9.
- Villegas, A. & J.J. Schmitter-Soto. 2008. Feeding habits of the American crocodile, *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) (Reptilia: Crocodylidae) in the southern coast of Quintana Roo, Mexico. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 24:117-124.
- Villegas, A., L. Sigler & V.H. Reynoso. 2011. Método de ubicación y seguimiento de nidos (USN). Pp. 187-203. En Sánchez-Herrera, O., López-Segurajáuregui, G., García-Naranjo, A.O., Benítez-Díaz, B., Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Villegas, A. & V.H. 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 8:571-580.
- Villegas, A., G.D. Mendoza, J.L. Arcos-García & V.H. Reynoso. 2017. Nesting of Molerlet's crocodile *Crocodylus moreletii* (Dumeril y Bibron), in Los Tuxtlas, México. Brazilian Journal of Biology 77:724-730.
- Zamudio, F., E. Bello & E. Estada. 2004. Cacería y conocimiento ecológico maya del cocodrilo del pantano (*Crocodylus moreletii* Bibron y Dumeril, 1951) en Quintana Roo, México. Pp. 344-353. En Memorias VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Iquitos, Perú.
- Zunino, M. & C. Palestini. 1991. El concepto de especie y la biogeografía. Anales de Biología 17:85-88.
- Zunino, M. & A. Zullini. 2003. Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución. Fondo de Cultura Económica, México.

