

# Aspectos ecológicos de la anidación de *Caiman crocodilus chiapasius* (Bocourt, 1876) en la reserva de la biosfera La Encrucijada, México

G. A. González–Desales, O. Monroy–Vilchis, P. Charruau & M. M. Zarco–González

González–Desales, G. A., Monroy–Vilchis, O., Charruau, P. & Zarco–González, M. M., 2016. Aspectos ecológicos de la anidación de *Caiman crocodilus chiapasius* (Bocourt, 1876) en la reserva de la biosfera La Encrucijada, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 39.2: 155–160.

## Abstract

*Ecological aspects of nesting in Caiman crocodilus chiapasius (Bocourt 1876) in La Encrucijada Biosphere Reserve, Mexico.*— Studies on caiman, *Caiman crocodilus chiapasius*, in Mexico are scarce. The present study was conducted to evaluate the key characteristics regarding the reproductive ecology of caiman in Mexico. We conducted nest searches from April to September 2014. We observed that nests were built in June and that hatching occurred in September and October. The phase of the moon had an effect on nesting events. The height of the nest, the distance to the nearest tree, and the distance from the top of the nest to the first egg were related to hatching success and incubation temperature.

Key words: Caiman, Nesting, Description of nests, Description of eggs

## Resumen

*Aspectos ecológicos de la anidación de Caiman crocodilus chiapasius (Bocourt, 1876) en la reserva de la biosfera La Encrucijada, México.*— Existen pocos estudios sobre el caimán de anteojos, *Caiman crocodilus chiapasius*, realizados en México. En el presente estudio evaluamos las características clave de la ecología reproductiva del caimán en México. Se realizó una búsqueda de nidos entre abril y septiembre de 2014, y se observó que la construcción de los mismos tiene lugar en junio y las eclosiones, en septiembre y octubre. La fase lunar influye en la anidación. Asimismo, la altura del nido, la distancia al árbol más cercano y la distancia desde el borde superior del nido al primer huevo están relacionadas con el éxito de eclosión y la temperatura de incubación.

Palabras clave: Caimán, Anidación, Descripción de nidos, Descripción de huevos

Received: 8 IX 15; Conditional acceptance: 27 X 15; Final acceptance: 11 III 16

G. A. González–Desales, O. Monroy–Vilchis & M. M. Zarco–González, Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas, Univ. Autónoma del Estado de México, México.— P. Charruau, Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste A.C., Tabasco, México.

Corresponding author: O. Monroy–Vilchis. E-mail: tavomonroyvilchis@gmail.com

En América, *Caiman crocodilus* tiene una amplia distribución (Casas–Andreu, 1995). *C. c. chiapasius* es la subespecie con distribución en México, restringida al estado de Chiapas (Escobedo–Galván et al., 2015), cuyas poblaciones están amenazadas en este país por las actividades antropogénicas (Aguilar–Galindo, 2005). La determinación del sexo en *C. crocodilus* es por temperatura (Lang & Andrews, 1994), lo que anteriormente se conocía como periodo termosensible (PTS) y que aún no se ha determinado. Respecto a la anidación, solo existen datos

anecdóticos (Álvarez del Toro, 1974), por lo que nos propusimos caracterizar los parámetros clave de la anidación de *C. c. chiapasius* en la reserva de la biosfera La Encrucijada, en México, y determinar los factores que influyen en las etapas de anidación y el éxito de eclosión.

La reserva de la biosfera La Encrucijada se ubica en la región costera de Chiapas, ocupa 144.868 hectáreas de superficie divididas en dos zonas núcleo, El Palmarcito y La Encrucijada (INE–SEMARNAP, 1999; fig. 1); la búsqueda de nidos se llevó a cabo en esta última.

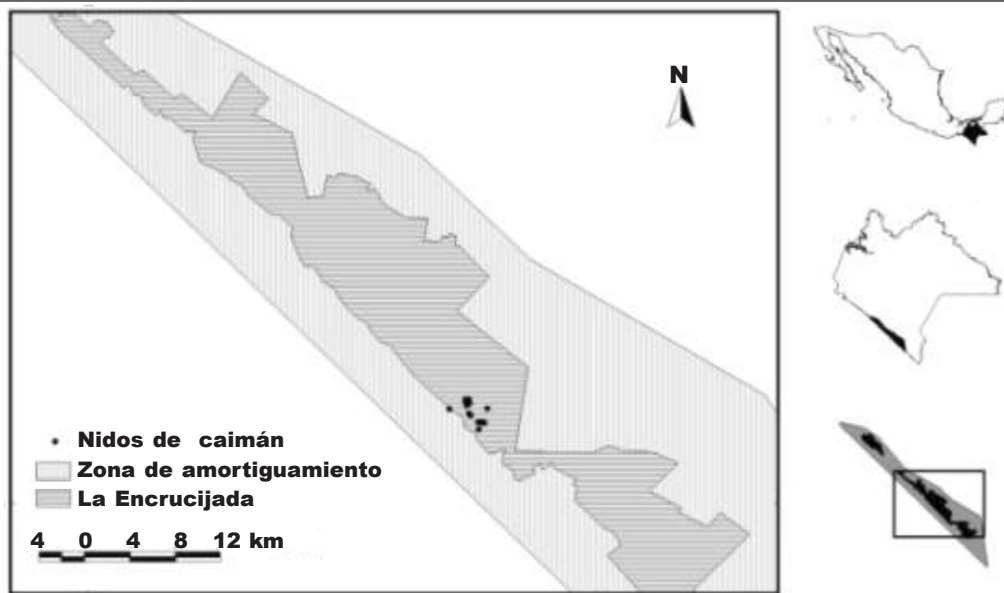


Fig. 1. Ubicación de la reserva de la biosfera La Encrucijada, México, y localización de los nidos de *Caiman crocodilus chiapasius*.

Fig. 1. Outline of La Encrucijada Biosphere Reserve, Mexico, and location of the nests of *Caiman crocodilus chiapasius*.

Se buscaron nidos dos o tres días por semana entre los meses de abril y julio y en septiembre de 2014. Se identificaron los montículos antes de que se terminara su construcción, lo que permitió estimar el tiempo de construcción y la fecha de oviposición. Se registró la fase lunar de las etapas de anidación. Al confirmar la presencia de huevos, se midió la distancia del centro del montículo al cuerpo de agua y al árbol más cercanos. La identificación del material de construcción se realizó por comparación de las plantas encontradas en los nidos con la vegetación circundante, considerando las especies de la zona (INE–SEMARNAP, 1999).

Posteriormente, se abrió el nido para medir la cámara de incubación. Se obtuvieron el peso y las dimensiones de los huevos. Se utilizaron registradores de datos (HOBO Pendant© Temperature/Alarm UA–001–08) colocados a la mitad de la cámara en siete nidos para medir la temperatura de incubación cada media hora.

Al final de la temporada de anidación se contaron los huevos no eclosionados para calcular el éxito de eclosión y de anidación.

Para determinar la relación entre las características de los nidos, el éxito de eclosión, la temperatura de incubación y el tiempo de anidación, se realizó una correlación de Spearman, primero con los nidos encontrados en islotes menores de 3 m de diámetro y, posteriormente, con los mayores de 3 m. Se realizó un análisis de la varianza de las características de los huevos para evaluar las diferencias entre nidos y una correlación de Pearson entre estas características. Se

realizó una  $\chi^2$  para evaluar el efecto de la luna en las etapas de anidación, primero por etapa y posteriormente en conjunto. La evaluación de las diferencias en la temperatura de incubación entre nidos se realizó mediante un análisis de la varianza. Para comparar las temperaturas de incubación y las del PTS sugerido para *C. latirostris* (Piña et al., 2007), realizamos una *t* de Student.

Se localizaron 19 nidos en 11 zonas de anidación, dejando una separación de 150 m entre nidos (Charruau et al., 2010). Nueve de los nidos fueron depredados y 10, eclosionaron. Se contabilizaron 323 huevos de 14 nidos. Los nidos se encontraron a  $2,2 \pm 1,37$  m de algún cuerpo de agua y a  $0,74 \pm 1,05$  m de algún árbol (tabla 1).

La construcción de los nidos inició en junio, principalmente en cuarto menguante (73,68%), y las oviposiciones se realizaron en junio y julio, generalmente en luna nueva (42,11%). La incubación duró  $80,4 \pm 9,8$  días ( $n = 10$ ) y las eclosiones ocurrieron en septiembre y octubre, principalmente en luna nueva (50%). La fase lunar es importante en las etapas de anidación ( $\chi^2 = 31,26$ ;  $gl = 6$ ;  $p < 0,001$ ), especialmente en la construcción ( $\chi^2 = 27,52$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,001$ ) y la oviposición ( $\chi^2 = 8,15$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,05$ ).

Todos los nidos fueron de tipo montículo y se identificaron 25 especies de plantas utilizadas como material de construcción (tabla 2).

La temperatura de incubación varía entre 30,57 y 32,54°C de media, y difiere significativamente entre nidos ( $F = 880,80$ ;  $gl = 6,25382$ ;  $p < 0,01$ ), a diferen-

Tabla 1. Caracterización de los nidos y atributos de las nidadas de *Caiman crocodilus chiapasius*.Table 1. Characterization of the nests and features of clutches of *Caiman crocodilus chiapasius*.

	Promedio	± DE	Intervalo	n
<b>Características externas de los nidos</b>				
Distancia del nido al árbol más cercano (cm)	74,69	105,73	13–430	19
Distancia del nido al cuerpo de agua más cercano (cm)	228,28	137,86	42–580	19
Altura nido (cm)	39,72	10,84	23–59	14
Largo mayor del nido (cm)	159,46	40,04	126–291	14
Largo menor del nido (cm)	106,82	18,56	73,1–132	14
Profundidad del tope del nido al primer huevo (cm)	10,67	3,85	5,6–19,4	14
<b>Características internas de los nidos</b>				
Largo mayor cámara (cm)	21,29	3,18	14,9–25,9	14
Largo menor cámara (cm)	17	2,96	12,1–23,6	14
Altura cámara (cm)	12,04	2,88	7,1–16,3	14
Temperatura de incubación (°C)	31,5	1,94	27,07–35,9	7
<b>Características de los huevos</b>				
Peso del huevo (g)	48,93	6,59	36–67	323
Largo mayor del huevo (mm)	60,3	3,73	49,9–74,2	323
Largo menor del huevo (mm)	36,91	1,74	31,2–40,8	323
Proporción largo/ancho del huevo	1,63	0,06	1,57–1,79	14
Número de huevos por nido	23,78	3,35	17–28	14
Número de huevos no eclosionados	3,2	2,48	0–8	10
Número de huevos eclosionados	21,6	2,45	18–26	10
Éxito de eclosión (%)	87,6	8,88	70,37–100	10
Éxito de anidación (%)	47,4	45,25	0–100	19
Tiempo de incubación	80,4	9,86	63–93	10

cia de las temperaturas promedio del PTS sugerido (tabla 3;  $t = 0,555$ ;  $gl = 12$ ;  $p > 0,05$ ). Teniendo en cuenta el patrón de DST (determinación sexual por temperatura) de *C. crocodilus* (Lang & Andrews, 1994), las temperaturas del PTS sugieren que en cuatro nidos se favoreció la producción de hembras; en dos, de machos; y en uno, de ambos sexos (fig. 2).

En los nidos de islotes menores de 3 m de diámetro, las variables que presentaron una correlación significativa fueron la altura del montículo y su distancia al árbol más cercano ( $r = -0,90$ ,  $p < 0,01$ ).

En los nidos de islotes mayores de 3 m de diámetro, se observó una correlación entre la temperatura de incubación y las variables siguientes: (a) la altura del montículo: la temperatura es más elevada cuando el montículo es bajo ( $r = -1$ ,  $p < 0,01$ ); (b) el ancho de la cámara: la temperatura es mayor cuanto más pequeña es la cámara ( $r = -1$ ;  $p < 0,01$ ); (c) la distancia al árbol más cercano: la temperatura es mayor cuanto más lejos esté el nido del árbol ( $r = -1$ ;  $p < 0,01$ ); y (d) los días de incubación: son más días cuando la temperatura de la cámara es alta ( $r = 1$ ,  $p < 0,01$ ). También se observó una correlación entre la distancia

del primer huevo al borde superior del montículo con (a) la altura del nido: cuando el nido es alto la cantidad de material de construcción depositado sobre la primera fila de huevos es menor ( $r = -0,94$ ,  $p = 0,03$ ); y (b) el éxito de eclosión, que aumenta cuando hay más material de construcción ( $r = 0,92$ ,  $p = 0,03$ ).

El peso de los huevos difirió significativamente entre nidos ( $F = 158,89$ ;  $gl = 13,309$ ;  $p < 0,01$ ), así como su longitud ( $F = 38,95$ ;  $gl = 13,309$ ;  $p < 0,01$ ) y anchura ( $F = 89,54$ ;  $gl = 13,309$ ;  $p < 0,01$ ). Existe una correlación entre el peso y la longitud ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ) y entre el peso y la anchura ( $r = 0,86$ ;  $p < 0,01$ ), así como entre la longitud y la anchura del huevo ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,01$ ).

Los nidos eclosionados y depredados no presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas.

Se presentan los primeros datos sobre ecología de anidación para la subespecie *C. c. chiapasius*. Se observó que el caimán construye el nido en junio, a diferencia de lo observado para *C. c. fuscus* en Venezuela y Costa Rica (Staton & Dixon, 1977; Allsteadt, 1994).

No existe información sobre el material de construcción del nido de *C. c. chiapasius*, aunque sí la hay

Tabla 2. Especies vegetales identificadas como material de construcción en los nidos de caimán de anteojos en la reserva de la biosfera La Encrucijada, México.

Table 2. Plant species identified as construction material in nests of spectacled caiman in La Encrucijada Biosphere Reserve, Mexico.

Familia	Especie	Nombre local
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Madre sal o mangle negro
Amaryllidaceae	<i>Crinum erubescens</i>	Lirio
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Oreja
Arecaceae	<i>Attalea rostrata</i>	Palma manaca
	<i>Sabal mexicana</i>	Palma real
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Coyol
	<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco
Bombacaceae	<i>Pachira acuatica</i>	Zapoton
Bromeliaceae	<i>Bromelia plumieri</i>	Piñuela
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chocohuite
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo o mangle negro
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco
Fabaceae	<i>Machaerium seemannii</i>	Tamarindillo
Gramineae	<i>Paspalum</i> sp.	Pasto
Lemnaceae	<i>Lemna aequinoctialis</i>	Chichicastle
	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	Lenteja de agua
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
	<i>Trichilia havanensis</i>	Limoncillo
Moraceae	<i>Ficus involuta</i>	Matapalo o amate
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Papaturro
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i>	Helecho
Rhizophoraceae	<i>Rizophora mangle</i>	Mangle rojo
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i>	Castaña
Vitaceae	<i>Vitis bourgaeana</i>	Bejuco de agua

para *C. c. fuscus* (Staton & Dixon, 1977). Es probable que las hembras utilicen plantas específicas, ya que donde se han observado depredadores potenciales, los nidos presentaban plantas con espinas (*Bromelia plumieri*); asimismo, se ha observado que los nidos de aves con material espinoso son menos depredados (Lindell, 1996).

El tiempo de incubación (63–93 días) es similar al registrado en Venezuela (70–75 días; Staton & Dixon, 1977), en Costa Rica (73–100 días; Allsteadt, 1994) y en México (75–110 días; Álvarez del Toro, 1974); aunque algunos nidos eclosionaron entre 63 y 69 días.

La distancia de los nidos al cuerpo de agua más cercano es menor a la registrada para *C. c. fuscus* (3 m; Cintra, 1988), *C. yacare* (2,9 m; Allsteadt, 1994) y *Melanosuchus niger* (17,1–58,5 m; Villamarín–Jurado & Suárez, 2007). El tamaño de la cámara de incubación

es similar al observado por Allsteadt (1994), pero la altura entre el borde superior del montículo y el primer huevo es menor. Las hembras pueden elegir los sitios de anidación, lo que influye en la temperatura y la humedad de incubación, y repercute en la sobrevivencia de los embriones (Charruau, 2012).

El número de huevos es similar a lo observado para la especie, pero son más pequeños (Staton & Dixon, 1977; Cintra, 1988; Allsteadt, 1994; tabla 1), lo que puede estar relacionado con la productividad primaria (González–Desales, 2015) o el tamaño de las hembras (Thorbjarnarson, 1996).

No existe información para *C. crocodilus* sobre el efecto de la fase lunar en la construcción del nido, la oviposición ni la eclosión, y para otros cocodrilos son pocos los estudios sobre el tema (Casas–Andreu, 2003; Seijas & Acosta, 2014). Nuestros resultados

Tabla 3. Temperaturas de incubación y del PTS (periodo termosensible) sugerido: PSE. Proporción sexual estimada.

Table 3. Temperatures of incubation and suggested PTS (thermosensitive period): PSE. Estimated Sex ratio.

Nido	T <sup>a</sup> incubación (°C)	DE	T <sup>a</sup> PTS (°C)	DE	PSE
1	30,73	1,56	30,78	1,72	Cerca de 100% de hembras
2	30,93	1,54	30,66	1,61	Cerca de 100% de hembras
3	32,54	2,11	32,29	2,33	Cerca de 100% de machos
4	32,11	1,76	31,50	1,58	50% de ambos sexos
5	30,57	1,23	30,42	1,36	Cerca de 100% de hembras
6	32,38	2,20	32,05	2,17	Cerca de 100% de machos
7	30,83	1,49	30,33	1,11	Cerca de 100% de hembras

indican que las etapas de anidación no se producen al azar ( $\chi^2 = 31,26$ ;  $gl = 6$ ;  $p < 0,001$ ). Cuando las crías tardan más tiempo en eclosionar, la temperatura dentro de la cámara también es mayor, a diferencia de lo observado para la especie en un medio artificial (Lang & Andrews, 1994). Cuando el montículo es alto (> 39,72 cm), la distancia entre el primer huevo y el borde superior del montículo es menor, esto podría sugerir que las hembras procuran hacer más alto el montículo para disminuir el riesgo de inundación o colocar material sobre la cámara para disminuir la

depredación. En otros caimanes, la depredación e inundación son los factores principales en la pérdida de nidos (Cintra, 1988; Allstead, 1994; Villamarín–Jurado & Suárez, 2007; Campos & Mourão, 2014).

El éxito de anidación (47,4%) se ve afectado por la depredación de huevos, que depende de la abundancia de depredadores y del cuidado que dedica la hembra, como se ha observado en *C. yacare* (Campos & Mourão, 2014). Las temperaturas obtenidas para el PTS estimado sugieren que la producción de sexos en el área de estudio está sesgado hacia las hembras.

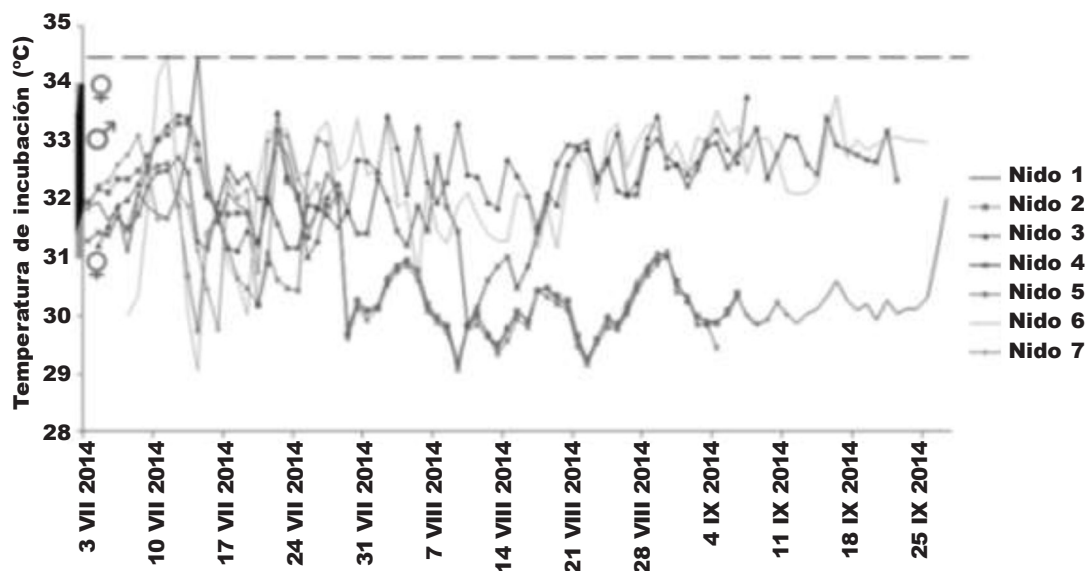


Fig. 2. Temperaturas de incubación de siete nidos de *Caiman crocodilus chiapasius* en la reserva de la biosfera La Encrucijada, México.

Fig. 2. Incubation temperatures of seven *Caiman crocodilus chiapasius* nests in La Encrucijada Biosphere Reserve, Mexico.

## Agradecimientos

Al pueblo mexicano que financió a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (beca 360827) y de la Universidad Autónoma del Estado de México (3841/2014/CIA). Al Crocodile Specialist Group–IUCN por la beca otorgada. A 'Tío Abel', Humberto Yee y familia por prestar sus instalaciones para realizar este trabajo.

## Referencias

- Aguilar–Galindo, A., 2005. *Evaluación del estado de conservación del Caiman crocodilus fuscus (Mertens, 1943) durante el año 2003–2004, en el sistema lagunar de Chantuto, reserva de la biosfera La Encrucijada, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México.
- Allsteadt, J., 1994. Nesting ecology of *Caiman crocodilus* in Caño Negro, Costa Rica. *Journal of Herpetology*, 28(1): 12–19.
- Álvarez del Toro, M., 1974. *Los Crocodylia de México (Estudio Comparativo)*. Eds. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México.
- Campos, Z. & Mourão, G., 2014. Camera traps capture images of predators of *Caiman crocodilus yacare* eggs (Reptilia: Crocodylia) in Brazil's Pantanal wetlands. *Journal of Natural History*, 49(15–16): 977–982. Doi: 10.1080/00222933.2014.930757.
- Casas–Andreu, G., 1995. Los cocodrilos de México como recurso natural. Presente, pasado y futuro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 46: 153–162.
- 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 89: 111–128.
- Charruau, P., 2012. Microclimate of American crocodile nests in Banco Chinchorro biosphere reserve, Mexico: Effect on incubation length, embryos survival and hatchlings sex. *Journal of Thermal Biology*, 37: 6–14.
- Charruau, P., Thorbjarnarson, J. B. & Hénaut, Y., 2010. Tropical cyclones and reproductive ecology of *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Crocodylidae) on a Caribbean atoll in Mexico. *Journal of Natural History*, 44(11–12): 741–761. Doi: 10.1080/00222930903490993
- Cintra, R., 1988. Nesting ecology of the Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Journal of Herpetology*, 22(2): 219–222.
- Escobedo–Galván, A. H., Casas–Andreu, G. & Barrios–Quiroz, G., 2015. On the occurrence of *Caiman crocodilus* in Oaxaca, Mexico: a misunderstanding for over 140 years. *Mesoamerican Herpetology*, 2(2): 220–223.
- González–Desales, G. A., 2015. *Ecología de anidación de cocodrilianos en la reserva de la biosfera La Encrucijada, México*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.
- INE–SEMARNAP, 1999. *Programa de manejo Reserva de la Biosfera La Encrucijada, México*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología.
- Lang, J. W. & Andrews, H. V., 1994. Temperature-dependent sex determination in crocodylians. *The Journal of Experimental Zoology*, 270: 28–44.
- Lindell, C., 1996. Benefits and costs to Plain-fronted Thornbirds (*Phacellodomus rufifrons*) of interactions with avian nest associates. *Auk*, 113: 565–577.
- Piña, C., Larriera, A., Siroski, P. & Verdade, L. M., 2007. Cranial sexual discrimination in hatchling broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Iheringia, Série Zoologia*, 97(1): 17–20.
- Seijas, A. & Acosta, J. G., 2014. Cronología de anidación de caimán de Orinoco (*Crocodylus intermedius*). *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 74(2): 39–52.
- Staton, M. & Dixon, J. R., 1977. Breeding biology of the spectacled caiman, *Caiman crocodilus crocodilus*, in the Venezuelan Llanos. U. S. Fish and Wildlife Service. *Wildlife Research, Report 5*.
- Thorbjarnarson, J. B., 1996. Reproductive characteristics of the Order Crocodylia. *Herpetologica*, 52: 8–24.
- Villamarín–Jurado, F. & Suárez, E., 2007. Nesting of the black caiman (*Melanosuchus niger*) in Northeastern Ecuador. *Journal of Herpetology*, 41(1): 164–167.