



Revista Mexicana de Biodiversidad

ISSN: 1870-3453

falvarez@ib.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México
México

Serna-Lagunes, Ricardo; Zúñiga-Vega, J. Jaime; Díaz-Rivera, Pablo; Clemente-Sánchez, Fernando;
Pérez-Vázquez, Arturo; Reta-Mendiola, Juan L.

Variabilidad morfológica y crecimiento corporal de cuatro poblaciones de *Crocodylus moreletii* en
cautiverio

Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 81, núm. 3, 2010, pp. 713-719

Universidad Nacional Autónoma de México
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42518439013>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Variabilidad morfológica y crecimiento corporal de cuatro poblaciones de *Crocodylus moreletii* en cautiverio

Morphological variability and body growth on four populations of *Crocodylus moreletii* in captivity

Ricardo Serna-Lagunes^{1*}, J. Jaime Zúñiga-Vega², Pablo Díaz-Rivera¹, Fernando Clemente-Sánchez³, Arturo Pérez-Vázquez¹ y Juan L. Reta-Mendiola¹

¹Programa de Posgrado en Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates, Municipio de Manlio F. Altamirano 91700 Veracruz, México.

²Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria 04510 México, D. F., México.

³Programa de Manejo y Administración de Vida Silvestre, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, 78620 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

*Correspondencia: rserna@colpos.mx

Resumen. El objetivo del trabajo fue evaluar la variabilidad morfológica y el crecimiento corporal de 4 poblaciones del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) que se encuentran en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Cacahuatal ubicada en el estado de Veracruz, México. Se compararon 4 poblaciones: 2 poblaciones cuyos individuos nacieron en vida silvestre y 2 que nacieron en cautiverio. Los rasgos morfológicos estudiados fueron similares entre poblaciones y entre sexos. Las tasas de crecimiento corporal fueron significativamente diferentes entre poblaciones. Los individuos que nacieron en condiciones naturales crecieron más rápidamente que los nacidos en cautiverio. Se concluye que el cautiverio no parece afectar la expresión morfológica, pero sí la tasa de crecimiento corporal. Estos resultados muestran que diferentes poblaciones de *C. moreletii* pueden presentar un crecimiento diferencial determinado por las condiciones de cautiverio.

Palabras clave: morfología, tasas de crecimiento corporal, Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, cocodrilo de pantano.

Abstract. The main goal of this study was to evaluate the effect of captivity upon morphological characteristics and body growth rates of the Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*). The studied individuals are currently reared in the Management Unit for Wildlife Conservation (Cacahuatal), located at Veracruz, Mexico. Four populations were compared: individuals from 2 of them were born in wild conditions, whereas individuals from the other 2, were born in captivity. Morphology was similar among populations and between sexes. Body growth rates were significantly different among populations, those individuals born in natural conditions grew faster than those born in captivity. We conclude that captivity does not seem to affect the morphological expression of *C. moreletii* in comparison with a significant effect upon the rate of body growth. These results show that different populations of *C. moreletii* can exhibit differential body growth patterns depending on the conditions experienced in captivity.

Key words: morphology, body growth rate, Management Unit for Wildlife Conservation, Morelet's crocodile.

Introducción

En la década de los setenta, las poblaciones del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) estuvieron en riesgo de desaparecer principalmente a causa de la cacería, de la destrucción de su hábitat y del comercio de su piel y carne (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970).

Recibido: 27 mayo 2009; aceptado: 19 enero 2010

Debido a la situación crítica que sufría esta especie, varias Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) establecidas en México, centraron esfuerzos en su aprovechamiento sustentable para, principalmente, comercializar su piel y carne (INE, 2000; SEMARNAT, 2000). Aunque los programas de manejo de *C. moreletii* han arrojado resultados satisfactorios (Domínguez-Lazo, 2006; CITES, 2008), existe un vacío de información con respecto al impacto del manejo y al

efecto de la procedencia (nacidos en cautiverio o en vida silvestre) sobre sus atributos fisiológicos, morfológicos, de desarrollo y comportamiento.

La variación en la morfología y la velocidad de crecimiento corporal dentro de las poblaciones de cocodrilos y entre éstas, así como entre los sexos, puede deberse a diferencias genéticas, a los procesos que ocurren durante la ontogenia o como respuesta a las distintas presiones ambientales que sufren en sus áreas de origen (plasticidad fenotípica; Gould, 1966, 1971; Hall, 1989; Hall y Portier, 1994; Milnes et al., 2001; Verdade, 2003; Piña et al., 2007). Diversos trabajos han sugerido que la temperatura y el periodo de incubación, la condición corporal, la edad, el sexo y el área de origen, son factores que pueden inducir cambios morfológicos, sexuales y en el patrón de crecimiento corporal (Allsteadt y Lang, 1995; Monteiro et al., 1997; Milnes et al., 2001; Piña et al., 2007). Se ha registrado que el patrón de crecimiento corporal de cocodrilos sometidos a diferentes sistemas de producción, puede ser afectado por las condiciones del cautiverio, particularmente por los componentes y la frecuencia de la alimentación, por la temperatura del agua y del aire y por la densidad poblacional (Garnett y Murray, 1986; Pinheiro et al., 1992; Piedra et al., 1997; Pérez y Rodríguez, 2005; Poletta et al., 2008; Pérez et al., 2009).

La evaluación de los cambios morfológicos y del crecimiento corporal en cocodrilos cautivos tiene relevancia desde la perspectiva económica del comercio de piel y carne; esta información también es necesaria para establecer estrategias de manejo (Pérez y Escobedo-Galván, 2007; Meraz et al., 2008). Por estas razones, el objetivo de esta investigación fue comparar los rasgos morfológicos y las tasas de crecimiento corporal de poblaciones de *C. moreletii* nacidas en vida silvestre con aquellas que nacieron en cautiverio, y que actualmente se mantienen bajo las mismas condiciones de manejo en una UMA localizada en el centro del estado de Veracruz, México.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la UMA Cacahuatal (INE/CITES/DFYFS-CRIN-0069-SIN/99), orientada a la conservación y aprovechamiento extractivo para la comercialización de piel, carne y aceite de *C. moreletii*, ubicada en la localidad José Ingenieros, municipio de La Antigua, Veracruz, México ($19^{\circ} 22' N$ y $96^{\circ} 22' O$).

Se estudiaron 4 poblaciones de *C. moreletii*, 2 de ellas originarias de las localidades veracruzanas de Gutiérrez Zamora y de Puente Chilapa, esta última en el municipio

de Tezonapa; una más de las poblaciones provino del municipio de Villa Juárez en Sinaloa y la otra de la localidad de Puerto Vallarta, Jalisco. Los ejemplares de las 2 primeras localidades se obtuvieron de poblaciones silvestres y, posteriormente, se capturaron y trasladaron (aún en estado juvenil) a la UMA Cacahuatal. Los cocodrilos de los 2 últimos sitios nacieron y se criaron en cautiverio en las UMA locales hasta su reclutamiento en la UMA Cacahuatal.

La crianza de los cocodrilos de las 4 poblaciones en la UMA Cacahuatal se realizó durante un periodo de 5 años (2003-2008) dentro de casetas ($200 m^2$) con temperatura promedio de $30^{\circ}C$. Todos los ejemplares se alimentaron diariamente durante el primer año y posteriormente cada tercer día. La dieta consistió de una mezcla de hígado licuado de res (40 %), harina de hueso (10 %), harina de pescado (10 %), harina de soya (10 %), cebo de res (5 %), harina de ave (10 %) y 5 % de sal, vitaminas y minerales. Al alcanzar una talla mayor de 100 cm de longitud total (LT; desde la punta del hocico a la punta de la cola), se reubicaron en acuaterrarios de $10 \times 8 m$ de superficie a cielo abierto con una densidad promedio de 0.8 cocodrilos por m^2 .

De la población total de cocodrilos en cautiverio ($N= 800$), aleatoriamente se eligieron 125 ejemplares que fueron identificados y registrados por medio de una placa interdigital que muestra su número clave individual, localidad de origen y año de nacimiento. Del total de cocodrilos seleccionados, 67 fueron hembras y 58 machos, clasificados como subadultos (entre 101 y 150 cm de LT) y adultos (más de 151 cm de LT). La distribución de ejemplares por población fue la siguiente: 30 de Puente Chilapa (20 hembras subadultas y 10 machos subadultos), 30 de Gutiérrez Zamora (16 hembras subadultas, 1 hembra adulta, 9 machos subadultos y 4 machos adultos), 30 de Villa Juárez (4 hembras subadultas, 1 hembra adulta y 25 machos subadultos) y 35 de Puerto Vallarta (24 hembras subadultas, 1 hembra adulta y 10 machos subadultos). Se registró fecha y medida de LT de cada cocodrilo al momento de su ingreso a la UMA, y una nueva medida durante el transcurso de esta investigación. Los cocodrilos se midieron por el dorso; para evitar la irregularidad dorsal se utilizó un bastón métrico (estilo vernier; ± 0.1 cm). Se registraron en centímetros las siguientes variables morfométricas: longitud total (LT, medida desde la punta del hocico al final de la cola); longitud del fémur (LF, registrada desde la hendidura de la pelvis al extremo del fémur); alto de cabeza (ALC; determinada de la base de la cabeza a la base de la mandíbula anterior); ancho de cabeza (ANC; distancia entre las superficies laterales de los cóndilos mandibulares); la longitud hocico-cloaca (LHC; medida ventralmente, de la punta del hocico al final de la

cloaca) y el sexo, que se determinó por tacto cloacal.

Para estimar la variación morfológica dentro y entre las poblaciones estudiadas se utilizó un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA), en el cual, los factores explicativos fueron el sexo y la población de origen, utilizando como covariable la LHC y como variables respuesta las medidas morfológicas: LT, LF, ALC y ANC. Este análisis se utilizó con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas entre poblaciones y entre sexos, respecto a la morfología de los cocodrilos. Previo a este análisis, todas las variables fueron transformadas a logaritmo natural para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, mismos que se verificaron utilizando pruebas de bondad de ajuste y de Levene, respectivamente.

Las tasas individuales de crecimiento corporal por día se obtuvieron mediante la fórmula: $TC = (LT - LTI)/\text{número de días}$ (Andrews, 1982); donde: TC = tasa de crecimiento corporal del cocodrilo en centímetros por día (cm/día), LTI = longitud total inicial que representa la primera medida del animal cuando ingresó a la UMA, LT = longitud total medida en el transcurso de esta investigación (entre octubre de 2008 y enero de 2009). La tasa de crecimiento corporal por individuo (TC) sólo se calculó para 76 cocodrilos de 3 poblaciones: 28 (18 hembras y 10 machos) de PC, 19 (11 hembras y 8 machos) de GZ y 29 (21 hembras y 8 machos) de PV. No fue así para VJ, puesto que no se contaba con registros previos de LTI. Para efectos comparativos con otros trabajos publicados sobre el crecimiento corporal de *C. moreletii*, las TC también se registran en cm/mes.

Para determinar la variación en las TC se realizó un análisis de covarianza de 2 vías (ANCOVA); incluyendo como efectos fijos el sexo y la población de origen, como covariable la LT promedio entre las 2 medidas involucradas y, como variable de respuesta la TC medida en cm/día. La finalidad de este análisis fue explorar la posibilidad de observar diferencias significativas entre poblaciones y sexos respecto al crecimiento corporal diario. Considerando que las tasas de crecimiento corporal de cocodrilos están relacionadas con la talla, la que a su vez refleja el estadio ontogénico (Cremieux et al., 2005; Pérez y Escobedo-Galván, 2007; Pérez et al., 2009), se decidió incluir LT promedio como covariable. Cabe destacar que el uso de la LT en lugar de la LHC se debió a que varios individuos no contaban con registro inicial de longitud hocico-cloaca, sino solamente con el de la longitud total. Una vez obtenido el resultado del ANCOVA, se aplicó una prueba de Tukey para determinar los pares de poblaciones con TC significativamente diferentes.

Resultados

Las variables transformadas se ajustaron a la normalidad (prueba χ^2 de bondad de ajuste: LHC: $\chi^2_4 = 4.38$, $P = 0.36$; LT: $\chi^2_4 = 1.66$, $P = 0.80$; LF: $\chi^2_7 = 7.98$, $P = 0.33$; ALC: $\chi^2_5 = 6.60$, $P = 0.25$; ANC: $\chi^2_4 = 7.46$, $P = 0.11$) y fueron homogéneas (Prueba de Levene: LHC: $F_{7,117} = 1.66$, $P = 0.13$; LT: $F_{7,117} = 0.94$, $P = 0.48$; LF: $F_{7,117} = 1.57$, $P = 0.15$; ALC: $F_{7,117} = 0.97$, $P = 0.46$; ANC: $F_{7,117} = 1.77$, $P = 0.10$).

El Cuadro 1 resume los resultados obtenidos para las 5 variables morfológicas estimadas en cada población y por sexo. De acuerdo con los resultados del MANCOVA, la LHC tuvo un efecto significativo sobre todas las variables morfológicas (Λ de Wilks = 0.154, $P < 0.001$). En contraste, se observaron efectos no significativos para población de origen y sexo (población: Λ de Wilks = 0.903, $P = 0.465$; sexo: Λ de Wilks = 0.921, $P = 0.061$). Sin embargo, se encontró un efecto significativo de la interacción entre las poblaciones y el sexo (Λ de Wilks = 0.823, $P = 0.033$), sobre la morfología de los cocodrilos (Fig. 1).

En el Cuadro 2 se muestran los valores promedio calculados de las TC para cada población y por sexo. El ANCOVA reveló que la talla de los ejemplares (LT) tuvo un efecto significativo sobre las tasas de crecimiento corporal ($F_{1,70} = 215.42$, $P < 0.001$). También se detectaron diferencias significativas entre poblaciones en las TC ($F_{2,70} = 119.42$, $P < 0.001$). De acuerdo con la prueba *post-hoc* de Tukey, las 3 poblaciones analizadas fueron distintas entre sí ($P < 0.01$). La población de Gutiérrez Zamora exhibió las tasas de crecimiento más altas, mientras que la de Puerto Vallarta las más bajas (Fig. 2). No hubo diferencias significativas entre sexos ($F_{1,70} = 0.007$, $P = 0.93$) ni un efecto significativo de la interacción entre sexos y poblaciones ($F_{2,70} = 0.1$, $P = 0.91$), lo cual indica que ambos sexos crecen a la misma tasa de crecimiento dentro de las poblaciones y de manera distinta entre poblaciones (Fig. 2).

Discusión

Los resultados aquí encontrados indicaron que las características morfológicas son similares entre todas las poblaciones analizadas. Esta similitud posiblemente sea reflejo de la falta de diferenciación ontogénica que ocurre entre cocodrilos subadultos y adultos (todos los individuos estudiados fueron subadultos o adultos), ya que durante estas etapas es cuando se presenta el máximo desarrollo de sus caracteres morfológicos y por consiguiente es difícil detectar algún grado de diferenciación (Monteiro et al., 1997; Verdade 2000). Hall y Portier (1994) reportaron un

Cuadro 1. Valores promedio por sexo (\pm desviación estándar) de las medidas morfométricas de 4 poblaciones en cautiverio de *Crocodylus moreletii*. Los valores mínimos y máximos se dan entre paréntesis

		Caracteres morfológicos (cm)					
Población	Sexo	LHC	LT	ANC	ALC	LF	
PC	Hembras	54.6 \pm 8.01 (39.0-66.7)	110.3 \pm 15.63 (73.5-135)	6.6 \pm 1.17 (4.0-8.8)	4.2 \pm 0.79 (3.0-5.6)	7.4 \pm 1.39 (4.2-10.5)	
	Machos	55.9 \pm 4.69 (46.0-61.0)	111.9 \pm 10.1 (89.5-122.5)	6.8 \pm 0.75 (5.5-7.7)	4.5 \pm 0.96 (3.2-6.1)	7.8 \pm 1.46 (5.0-9.9)	
	Hembras	64.0 \pm 7.44 (53.2-77.0)	126.9 \pm 11.53 (109.0-150.0)	7.9 \pm 1.62 (5.2-11.3)	4.9 \pm 0.96 (3.4-6.5)	7.8 \pm 0.78 (6.7-9.5)	
	Machos	68.5 \pm 9.90 (53.0-81.0)	136.2 \pm 19.29 (107.0-161.0)	9.0 \pm 2.21 (6.3-12.7)	5.6 \pm 1.23 (4.1-8.0)	8.9 \pm 1.54 (7.0-11.0)	
GZ	Hembras	60.2 \pm 6.62 (50.0-74.0)	122.2 \pm 3.57 (102.0-150.5)	7.7 \pm 1.23 (4.5-10.0)	4.6 \pm 1.06 (2.0-7.0)	8.3 \pm 1.23 (6.5-11.0)	
	Machos	60.1 \pm 4.80 (52.5-67.0)	122.3 \pm 11.24 (108.8-136.0)	7.7 \pm 1.84 (5.0-10.5)	5.0 \pm 1.29 (2.5-6.6)	7.6 \pm 1.53 (4.5-9.5)	
	Hembras	63.9 \pm 8.97 (53.5-73.0)	134.9 \pm 17.76 (105.5-152.0)	7.7 \pm 1.16 (6.1-9.0)	4.6 \pm 0.73 (3.5-5.3)	7.6 \pm 1.14 (6.5-9.0)	
	Machos	68.8 \pm 6.26 (57.0-80.0)	133.2 \pm 12.99 (111.0-157.0)	8.9 \pm 1.34 (6.5-11.6)	5.4 \pm 0.85 (4.1-7.2)	8.6 \pm 0.95 (6.0-10.5)	
PV	Hembras						
	Machos						
	Hembras						
	Machos						
VJ	Hembras						
	Machos						

Poblaciones: PC, Puente Chilapa; GZ, Gutiérrez Zamora; PV, Puerto Vallarta; VJ, Villa Juárez. Caracteres morfológicos: LHC,= longitud hocico-cloaca; LT, longitud total; ANC, ancho de cabeza; ALC, alto de cabeza; LF, longitud del fémur.

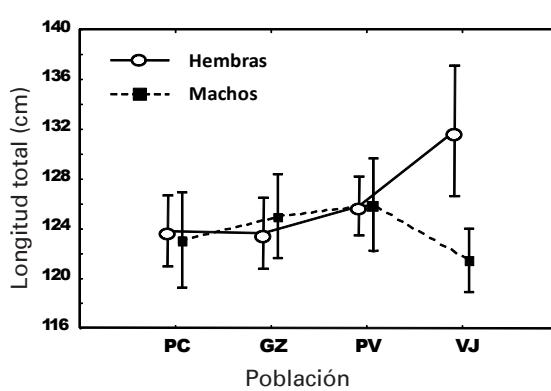


Figura 1. Efecto de la interacción entre poblaciones y sexo sobre la longitud total (LT) de *Crocodylus moreletii*. Se muestran las medias ajustadas por la covariante longitud hocico-cloaca (LHC) que se derivaron del MANCOVA. Las barras denotan intervalos de confianza (95%). PC, Puente Chilapa; GZ, Gutiérrez Zamora; PV, Puerto Vallarta.

fenómeno parecido en *C. novaeguineae*: durante la etapa de desarrollo de cría a juvenil observaron un rápido cambio en la forma del cráneo mientras que la variación no se detecta durante la etapa de desarrollo de juvenil a adulto. En otro estudio, Monteiro y Soares (1997) encontraron que la variación de ciertos caracteres craneales de *Caiman*

Cuadro 2. Tasa de crecimiento corporal promedio (TC \pm desviación estándar) para hembras y machos de 3 poblaciones en cautiverio de *Crocodylus moreletii*. Para efectos comparativos con otros trabajos las TC se dan en cm/día y cm/mes

Población	Sexo	TC (cm/día)	TC (cm/mes)
PC	Hembras	0.0205 \pm 0.012	0.615 \pm 0.36
	Machos	0.0216 \pm 0.011	0.648 \pm 0.33
GZ	Hembras	0.0611 \pm 0.008	1.83 \pm 0.24
	Machos	0.0598 \pm 0.008	1.79 \pm 0.24
PV	Hembras	0.0075 \pm 0.005	0.225 \pm 0.15
	Machos	0.0082 \pm 0.003	0.246 \pm 0.09

Poblaciones: PC, Puente Chilapa; GZ, Gutiérrez Zamora; PV, Puerto Vallarta.

sclerops, *C. lastirostris* y *C. yacare* están relacionados significativamente con los procesos ontogénicos y que dicha variación se observa a principios de la ontogenia, en contraste con la etapa adulta, en la que no es posible detectar variación alguna.

Por otra parte, la falta de diferenciación en los caracteres morfológicos evaluados entre las poblaciones bajo estudio puede deberse a la compensación que ofrece el cautiverio. Usualmente, la UMA en la que se criaron los cocodrilos evaluados tuvo las mismas, o al menos muy similares condiciones de manejo, entre las que destaca la temperatura del sistema de producción, temperatura

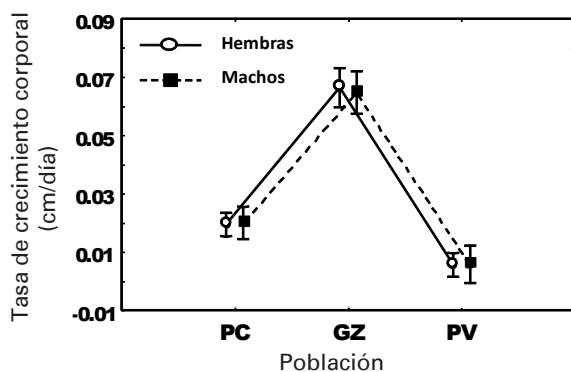


Figura 2. Tasas promedio de crecimiento corporal (cm/día) de *Crocodylus moreletii* ajustadas por el efecto de la talla a partir del ANCOVA. Se muestran datos por población y por sexo. Las barras denotan intervalos de confianza (95%). PC, Puerto Chilapa; GZ, Gutiérrez Zamora; PV, Puerto Vallarta.

ambiental y alimento (Monteiro et al., 1997; Monteiro y Soares, 1997; Milnes et al., 2001).

Todos los ejemplares de *C. moreletii* incluidos en este estudio fueron subadultos y adultos que no presentaron dimorfismo sexual. Este resultado concuerda con los de Álvarez del Toro y Sigler (2001), quienes sostienen que no existe dimorfismo sexual aparente en la etapa adulta de *C. moreletii*. La única diferencia morfológica detectada fue en la LT de las hembras de la población originaria de Villa Juárez, que fue mayor a la de los machos de esa misma localidad y también mayor en comparación con los 2 sexos de las otras poblaciones estudiadas (Fig. 1). Un mayor tamaño corporal de las hembras puede ser resultado de un buen cuidado en cautiverio durante su etapa juvenil en la UMA en la que nacieron, o bien por presencia de genes distintos ligados al sexo en Villa Juárez, cuya expresión se observa en la longitud de las hembras (Mezhzherin, 2002).

En lo que respecta a la TC, encontramos que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT, 2000) informó que en vida silvestre el promedio de la TC en *C. moreletii* es entre 2.0 y 2.5 cm/mes. Cremieux et al. (2005) registraron entre 1.4 y 2.4 cm/mes para *C. moreletii* en cautiverio. Las estimaciones en este estudio para esta misma especie son de 0.225 a 1.83 cm/mes, menores a las que se documentan en los trabajos citados (véase Cuadro 2), lo que es evidencia de que algún aspecto del manejo que se hace de estos cocodrilos en la UMA Cacahuatal probablemente esté afectando de manera negativa su capacidad de crecimiento.

Con la finalidad de mejorar las condiciones del cautiverio de *C. moreletii* en instituciones como las UMA,

es importante identificar de qué manera la temperatura, la alimentación, la densidad, la humedad y otros factores a los que son sometidos impactan la velocidad de crecimiento de estos cocodrilos (Piedra et al., 1997; Huchzermeyer, 2003; Cremieux et al., 2005). Esto último se vuelve indispensable si el propósito es llevar a cabo la explotación comercial de la especie, para lo cual resulta muy importante obtener un crecimiento mayor para que los animales alcancen las tallas comerciales.

Entre las 3 poblaciones a las que se les calcularon las TC, se encontraron diferencias significativas y notorias con respecto al patrón de crecimiento corporal. Aparentemente, las condiciones de manejo no pueden igualar en calidad a aquellas que los organismos experimentan en vida silvestre, ya que las TC de *C. moreletii* en las poblaciones conformadas por individuos que nacieron en condiciones naturales (Puerto Chilapa y Gutiérrez Zamora) resultaron ser más altas que las de la población en la que todos los organismos nacieron en cautiverio (Puerto Vallarta). Sin embargo, entre Puerto Chilapa y Gutiérrez Zamora se detectaron diferencias significativas. Los individuos de Gutiérrez Zamora crecen mucho más rápido (Fig. 2), lo que podría ser debido a diferencias genéticas entre estas últimas poblaciones o a que en etapas tempranas de desarrollo experimentaron distintas condiciones de alimentación, densidad y/o temperatura, entre otras (Pinheiro et al., 1992; Pérez y Rodríguez, 2005; Pérez, 2008; Poletta et al., 2008). Estas hipótesis deben ponerse a prueba en estudios futuros.

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que las condiciones del cautiverio no parecen estar afectando significativamente los caracteres morfológicos evaluados en las poblaciones de *C. moreletii*, al menos durante las etapas tardías de desarrollo. En contraste, algunos factores del manejo aparentemente están influyendo sobre el crecimiento corporal de esta especie de cocodrilo. En trabajos futuros se deberán explorar la influencia que tienen sobre la tasa de crecimiento en esta especie, la cantidad y calidad de alimento, la densidad del cultivo de los cocodrilos, la temperatura, la edad y el estado reproductivo. Esta información es fundamental desde el punto de vista de la comercialización, debido a que los factores que determinan el crecimiento de *C. moreletii* deben ser optimizados para aprovechar al máximo la especie en condiciones de cautiverio, lo que conllevaría a la obtención de organismos más grandes que, a su vez, son más productivos en términos de su piel, carne y grasa. En resumen, lograr cocodrilos más grandes en menor tiempo repercutiría en un mayor beneficio económico al productor a través de la disminución de los gastos y tiempos de producción.

Agradecimientos

A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, por otorgar la licencia especial de colecta (SGPA/DGVS/07875) para realizar la captura de los cocodrilos. A la Línea Prioritaria de Investigación 11, Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesquera del Colegio de Postgraduados, por financiar parte de esta investigación. A Jesús Cota, responsable de la UMA “Cacahuatal”, por las facilidades que otorgó para realizar la presente investigación; a sus trabajadores, por el apoyo en la captura de los cocodrilos. Finalmente, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por otorgar la beca para realizar los estudios de posgrado del primer autor.

Literatura citada

- Allsteadt, J. y J. W. Lang. 1995. Sexual dimorphism in the genital morphology of young American alligators, *Alligator mississippiensis*. *Herpetologica* 51:314-325.
- Álvarez del Toro, M. y L. Sigler. 2001. Los Crocodylia de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. México. 134 p.
- Andrews, R. M. 1982. Patterns of growth in reptiles. In *Biology of the Reptilia*, vol. 13, Physiology, D. C. Gans y F. H. Pough (eds.). Academic, New York. p. 272-320.
- Casas-Andréu, G. y M. Guzmán-Arroyo. 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. Boletín del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, Serie Divulgación 3:1-52.
- CITES.(Convención Internacional del Comercio y Tráfico de Especies Amenazadas de Flora y Fauna). 2008. Propuesta para transferir la población mexicana *Crocodylus moreletii* del apéndice I al apéndice II. Acuerdo 23, Documento 18. Ginebra. 28 p.
- Cremieux, J., T. Vázquez, E. Alpizar y V. Melo. 2005. Management of *Crocodylus moreletii* in captivity conditions. International Society for Animal Hygiene 2:415-417.
- Domínguez-Laso, J. 2006. Determinación del estado actual de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS009. Instituto de Historia Natural y Ecología, México, D. F. 83 p.
- Garnett, S. T. y R. M. Murray. 1986. Parameters affecting the growth of the estuarine crocodile, *Crocodylus porosus*, in captivity. Australian Journal of Zoology 34:211-223.
- Gould, S. J. 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. Biological Review 41:587-640.
- Gould, S. J. 1971. Geometric similarity in allometric growth: a contribution to the problem of scaling in the evolution of size. American Naturalist 94:113-136.
- Hall, M. P. 1989. Variation in geographic isolates of the New Guinea crocodile (*Crocodylus novaeguineae* Schmidt) compared with the similar, allopatric Philippine crocodile (*C. mindorensis* Schmidt). *Copeia* 1989:71-80.
- Hall, M. P. y K. M. Portier. 1994. Cranial morphometry of New Guinea Crocodiles (*Crocodylus novaeguineae*): ontogenetic variation in relative growth of the skull and an assessment of its utility as a predictor of the sex and size of individuals. *Herpetological Monographs* 8:203-225.
- Huchzermeyer, F. W. 2003. Crocodiles: Biology, husbandry and diseases. CABI, Wallingford, Oxfordshire. 356 p.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Meraz, J., J. A. M. Montoya, E. N. Ávila y L. S. Reyes. 2008. Monitoreo del crecimiento del cocodrilo americano *Crocodylus acutus*, durante su primer año de vida en condiciones de cautiverio. *Hidrobiológica* 18:125-136.
- Mezhzherin, S. V. 2002. Correlation between genetic variability and body size in vertebrates, traducido de *Rusian Journal of Genetics* 38:1060-1065, para *Genetika* 38:1252-1258.
- Milnes, M. R., R. A. Woodward y L. J. Guillette Jr. 2001. Morphological variation in hatchling American alligators (*Alligator mississippiensis*) from three Florida Lakes. *Journal of Herpetology* 35:264-271.
- Monteiro, L. R. y M. Soares. 1997. Allometric analysis of the ontogenetic variation and evolution of the skull in *Caiman Spix*, 1825 (Crocodylia: Alligatoridae). *Herpetologica* 53:62-69.
- Monteiro, L. R., M. J. Cavalcanti y H. J. S. Sommer. 1997. Comparative ontogenetic shape changes in the skull of *Caiman* species (Crocodylia, Alligatoridae). *Journal of Morphology* 231:53-62.
- Pérez, A. y J. Rodríguez. 2005. Influencia de la temperatura del aire y del agua en el crecimiento de *Crocodylus intermedius* en dos condiciones de cautiverio. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 39:15-26.
- Pérez, G. M., L. C. Naranjo, T. B. Reyes e I. R. Vega. 2009. Influencia de dos tipos de dietas sobre la talla y el peso corporal en neonatos de *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 (Crocodylidae: Crocodylia) del zocriadero de Manzanillo, Cuba. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 25:151-160.
- Pérez, O. y A. H. Escobedo-Galván. 2007. Crecimiento en cautiverio de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en Tumbes, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14:221-223.
- Pérez, T. A. T. 2008. Crecimiento del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*, Crocodylia: Crocodylidae) en dos condiciones de cautiverio. *Revista de Biología Tropical* 56:349-354.
- Piedra, L., J. Bolaños y J. Sánchez. 1997. Evaluación del crecimiento de neonatos de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio. *Revista de Biología Tropical* 44/45:289-293.
- Pinheiro, M. S., S. A. Santos y R. A. Silva. 1992. Efeito da temperatura da água sobre o crescimento inicial de *Caiman crocodilus yacare*. *Revista Brasileira de Biología* 52:161-168.
- Piña, C., A. Larriera, P. Siroski y L. M. Verdade. 2007. Cranial

- sexual discrimination in hatchling broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Iheringia, serie Zoología* 97:17-20.
- Poletta, G. L., A. Larriera y P. A. Siroski. 2008. Broad snouted caiman (*Caiman latirostris*) growth under different rearing densities. *Aquaculture* 280:264-266.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Crocodylia de México (CROMACOM). Instituto Nacional de Ecología, México, D.F. 107 p.
- Verdade, L. M. 2000. Regression equations between body and head measurements in the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Revista Brasileira de Biología* 60:469-482.
- Verdade, L. M. 2003. Cranial sexual dimorphism in captive adult broad snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Amphibia-Reptilia* 24:92-99.

— |

⊕

⊕