

Cambios en la estructura poblacional del caimán, *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Alligatoridae) y su posible relación con el cambio climático, en Caño Negro, Costa Rica

J. Manuel Aranda-Coello

Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia 1350-3000, Costa Rica;
m.aranda.coello@gmail.com

Recibido 17-V-2016 • Corregido 06-II-2017 • Aceptado 08-II-2017

RESUMEN: El caimán, *Caiman crocodilus*, es importante ecológica y económicamente en algunas áreas de Latinoamérica. En Costa Rica no es abundante y existe poca información de su población. Lo estudié en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica por medio de la recopilación y comparación de estudios previos y la incorporación de información reciente. Realicé recorridos nocturnos en bote con una lámpara de 2 millones de lúmenes (espectro de luz de 400m) y capturé manualmente individuos por debajo de los 60cm de longitud. Para individuos más grandes ó de difícil acceso, usé lazos tipo Thompson y pértigas de 2m de largo con una soga insertada, y capturé 180 caimanes. La mayoría eran subadultos y la proporción hembras/machos fue de 1:12, inusualmente alto para la especie y probablemente a causa de las condiciones ambientales. Los efectos del calentamiento global podrían alterar la proporción de sexos y la estructura reproductiva del caimán.

Palabras claves: caimán, conservación, crocodilianos, manejo de vida silvestre, proporción de sexos.

ABSTRACT: Changes in the population of structure of the spectacled caiman, *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Caimanidae) and its possible relation with climate change, in Caño Negro, Costa Rica.

The spectacled caiman, *Caiman crocodilus*, is ecologically and economically important in some areas of Latin America. In Costa Rica it is not abundant and there is a need for population data. I studied it in Caño Negro National Wildlife Refuge, Costa Rica, through the collection and comparison of previous studies and the incorporation of recent information. I made night boat trips with a 2 million lumen lamp (400m spectrum) and manually captured individuals under 60cm long. For larger sizes or animals located in areas of difficult access, I used Thompson ties and 2m long poles with an inserted rope, and captured 180 caiman. Most were sub-adults and there were 1:12 females per male, unusually high for the species and possibly caused by environmental conditions. The effects of global warming could disrupt the sex ratio and reproductive structure of spectacled caimans.

Key words: Caymans, conservation, crocodylians, wildlife management, sex ratio.

El *Caiman crocodilus*, conocido comúnmente como "caimán" es la especie menos abundante y de menor ámbito de distribución de los crocodilianos en Costa Rica (Decreto Ejecutivo N° 32633-MINAE). Al ser una especie poco abundante los ecosistemas en los cuales habita están en riesgo. El caimán es considerado un componente ecológico importante de la fauna tropical y representa un recurso natural de valor económico para las comunidades locales y la industria peletera, principalmente por la calidad de su cuero (Velasco & Ayarzagüena, 1995).

En el Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Caño Negro (RNVS-M-CN), el *C. crocodilus* es una especie emblemática; sin embargo su población se vio afectada por

la caza indiscriminada que comenzó a partir de 1920 y finalizó en la década de los ochentas, con el cierre del comercio en la zona fronteriza entre Nicaragua y la zona norte de Costa Rica (Allsteadt & Vaughan, 1988).

La estimación poblacional total o parcial de cualquier especie en una región indica el estado de su población en un momento del tiempo y en un espacio específico y puede permitir la comparación (si se realizan con los mismos métodos) con otras poblaciones, así como facilitar el seguimiento (monitoreo) de las variaciones de la abundancia o dinámica poblacional. Mediante esto se puede asignar cuotas de cosecha de manera técnica y estrategias en planes de manejo para especies de fauna

silvestre (Ojasti & Dallmeier, 2000). Además, la estructura por sexo y edad refleja el pasado y presente de la población y puede dar indicios sobre sus tendencias futuras debido al impacto sufrido por la explotación comercial legal o ilegal de caimanes (Velasco & Ayarzagüena, 1995; Mountain, 2005). El objetivo de este estudio fue evaluar el estado actual en la estructura poblacional y proporción de sexos de *Caiman crocodilus* en Caño Negro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Caño Negro (RNVSM-CN) se encuentra en la zona Noroeste de Costa Rica (10°48'12"-10°57'21"N y 84°42'30"-84°45'50"W), en la provincia de Alajuela, entre los cantones Los Chiles y Guatuso en el distrito de Caño Negro (Sáenz, 2001). Se caracteriza por ser un sistema de lagunas estacionales que varían dependiendo de los cambios en el cauce del Río Frío y sus afluentes. Posee una época seca que va de los meses de enero hasta abril y una época lluviosa de mayo a diciembre (Cabrera et al., 2003).

Se realizó 20 recorridos nocturnos a través de la periferia del Río Frío de Sur a Norte (de Betel a Boca Sabogal), y cuatro lagunas estacionales: San Sebastián, Mónico, las Cubas y Charco Verde de septiembre del 2012 a agosto del 2013 (Fig. 1). Con una velocidad promedio de desplazamiento de 10km/h, en una embarcación de casco plano de 5m de eslora impulsada por un motor fuera de borda (40hp), recorriendo un equivalente a 42km de distancia por noche.

Los recorridos de las capturas se realizaron entre las 19:00 y las 00:00 horas. En cada recorrido, se procedió a estimar el tamaño de los caimanes observados y capturados, así como conocer el sexo. Utilizando el método descrito por Chabreck y Joanen (1979), usando un haz de luz de una lámpara de 2 millones de lúmenes y conectadas a una batería Mac550 de 12 v). Se localizó a los animales por el brillo de sus ojos (evitando alumbrar la proa de la lancha para no producir sombras y evitar ser detectados por los ejemplares). La captura de ejemplares se realizó sujetando con la mano a individuos menores de 60cm y, para tallas más grandes o animales ubicados en áreas de difícil acceso se utilizaron lazos tipo Thompson y pértigas de 2m de largo con una soga insertada (Sánchez et al., 1996). Para determinar el sexo, se utilizó el método directo de palpación del interior de la cloaca (Brazaitis, 1968). Una vez capturados, se les midió la longitud total ventral que va desde la punta del hocico hasta la punta de la cola, longitud hocico-cloaca, longitud total del cráneo, anchura mayor del cráneo, la anchura entre las protuberancias maxilares y la anchura entre las protuberancias

premaxilares y las medidas del ancho y circunferencia o perímetro en la tercera línea de escamas de la zona pélvica (cola). De acuerdo a la longitud total, los caimanes se agruparon en cuatro clases: (60cm), C I (60.1-120cm), C II (120.1-180cm) y C III (180.1-240cm). Para evitar medir a un individuo dos veces, se identificó a cada caimán mediante el corte de escamas caudales dobles y simples, otorgándoles una numeración en base a centenas, decenas y unidades (Bolton, 1989).

RESULTADOS

Se capturó un total de 180 animales de diferentes tallas. El número de individuos capturados varió entre siete y 14 caimanes por noche de muestreo. Los lugares de las capturas se observan en la figura 1. Del total de los caimanes capturados, 79 corresponden a la clase II (43 %, IC de 0,365-0,514), 39 a neonatos (22%, IC de 0,164-0,290), 33 a la clase III (18%, IC 0,129-0,247), y 28 a la clase I (15 %, IC 0,105 - 0,216).

Se determinó diferencias en el número de individuos por clase en comparación con el número de individuos capturados por Escobedo-Galván (2008) para la misma zona (Fig. 2). Así también se determinó la edad de 180 individuos, observándose que caimanes con longitudes mayores a 2m (n=15) presentaban edades mayores a los 11 años, caimanes de 0,5m (n=20) presentaban una edad de un año aproximadamente, mientras que caimanes de 0,70 a 0.90m (n=48), presentaban una edad de 3 años. La mayoría de los individuos de 1,80m (n=97) presentó una edad de 10 años o más.

Con respecto a la estructura de sexos, los machos representaron el 74,4% de las capturas (n=134 individuos con un $EE \pm 0,806$) y 25,6 % (n=46 con un $EE \pm 0,325$) correspondieron a hembras. Asimismo existieron diferencias significativas en el número de individuos entre clases (machos y hembras, $X^2 = 18,8037$, $df=3$, $p < 0,0003002$) y entre sexos ($t=3,5767$, $df=3$, $p > 0,03737$), siendo la proporción de sexos promedio de 1:12 hembra/macho. Esto representa un aumento del último reporte de Escobedo-Galván (2008) 1:6.06 hembra/machos.

DISCUSIÓN

La diferencia en el número de individuos por clase de edad de los caimanes capturados posiblemente se debe a los movimientos locales o migratorios de la especie. Según Cabrera et al. (2003), al aumentar los niveles de agua durante la época lluviosa en la zona, se conectan todos los humedales de la región, favoreciendo los

desplazamientos de los individuos, incluyendo a los individuos de diversas categorías de edad y sexo. Además, Ouboter y Nanhoe (1988) observaron que los individuos juveniles y sub adultos tienden a ubicarse en zonas con una densa vegetación acuática como medida de protección. Sin embargo, en el río Caño Negro los caimanes fueron mayormente observados en sitios con troncos semisumergidos, que les pueden estar proveyendo protección y concentración de alimento, (Allsteadt & Vaughan, 1992).

La estructura poblacional encontrada en este estudio difirió de la encontrada por Escobedo-Galván et al. (2008) para el mismo lugar (Fig. 2). El 43 % de las capturas estuvo representado por individuos mayores a 121cm (sub-adultos), lo cual puede estar asociado a la territorialidad que se mantiene en cuanto a las clases de edades dentro de la población de caimanes durante la época reproductiva (Boteiro et al., 2009).

Un número considerado de machos sub adultos y adultos presentaron mutilación de colas (Fig. 3), lo cual sería evidencia de una fuerte interacción intraespecíficas en dichas zonas, lo que demostraría que la pierden en algunas disputas con otros caimanes (Aranda-Coello obs. pers., 2013).

Con respecto a los neonatos, la estructura poblacional se encontró bien representada con 22%, dado que la época en que se desarrolló el estudio, correspondió al periodo en que las cohortes se encuentran bien representadas en la población y pueden ser encontradas; reportándose que esta especie en el RNVSM-CN tiene sus periodos de incubación de junio- agosto, durante el incremento de los niveles de agua al comienzo de la época lluviosa y la eclosión ocurre de septiembre-octubre para Caño Negro (Allsteadt, 1994); mientras que en otras regiones anida entre finales de la época seca y comienzos de la época húmeda con periodos de incubación de aproximadamente tres meses (Velasco & Ayarzagüena, 1995).

El bajo número de individuos de la clase II, puede deberse a que los individuos llegan a la madurez sexual en poco tiempo, debido al crecimiento exponencial durante dicha etapa (Magnusson & Sanaiotii, 1995). Asimismo, con respecto a la clase III su baja representación, puede estar asociado al fenómeno descrito por Medem (1981), para zonas que están o estuvieron sometidas a cacería (como podría ser el caso de Caño Negro), en el que los individuos adultos se repliegan a lugares más lejanos disminuyendo su presencia en áreas con interferencia humana.

En cuanto a la proporción de sexos, comparado este estudio con los estudios realizados por Junier (2000) y Escobedo-Galván (2008), y estudios realizados en la población del río Sierpe de Costa Rica por Escobedo y

González-Maya (2006), es una de las mayores proporciones de sexo (mayormente hacia los machos) reportadas para la especie en Costa Rica. Este aumento hacia los machos Escobedo- Galván (2012) lo asocia a la influencia por las temperaturas de incubación, debido a que los caimanes son una especie dependiente de la temperatura de la cámara de incubación para determinar su sexo (Piña et al., 2003). Tomando en cuenta la temperatura de incubación reportada por Allsteadt (1994), en 9 nidos (31,8°C) durante los años 1992 a 1994 y Junier (2000) en 43 nidos (31,6°C), en ambos casos los rangos reportados producirán una proporción sesgada hacia los machos. Y según los resultados de Escobedo-Galván (2006) que observó un aumento en la temperatura de incubación en los nidos de caimanes, sesgada a hacia los machos, podríamos decir que esta proporción de sexos de la población de caimanes del Caño Negro en el mediano y largo plazo está afectando el equilibrio de la población y el sistema acuático del Refugio, así como la viabilidad poblacional de la especie; ya que según Escobedo et al. (2012) las temperaturas de incubación reportadas en Caño Negro han aumentado en promedio 0,5°C en los últimos 10 años,

Estudios realizados con *Caiman latirostris* en laboratorio, observaron que con los cambios de 1 a 2°C, la proporción de sexos de las crías pueden pasar de 100% hembras (a 29 o 31°C) a 100% machos (33°C) (Piña et al., 2003). Por lo tanto, la temperatura de incubación reportada para 1992 y 2004 hasta la fecha en el Caño Negro pudo haber favorecido el crecimiento de machos en la zona.

Finalmente, y sospechando las hipótesis de Escobedo-Galván (2012) que señalan que los aumentos en la temperatura y la disminución de la precipitación están contribuyendo a una proporción de sexos sesgada hacia los machos de *C. crocodilus* en Caño Negro. Aranda-Coello (2014) toma datos de temperatura en 12 nidos de *C. crocodilus* en el RNVSM-CN (datos sin publicar) registrando una temperatura promedio de 31°C, lo cual apoyaría la hipótesis de Escobedo-Galván (2012).

Aunque, estas variaciones en las proporciones de sexo de RNVSM-CN pueden deberse a que los crocodilianos son altamente sensibles al uso de pesticidas los cuales transforman la fisiología endocrina de los mismos, imitando las acciones de esteroides sexuales, como los estrógenos, produciendo alteraciones en la síntesis de las hormonas y/o en el metabolismo del almacenamiento. Y puesto que estos tipos de sustancias son usadas principalmente por las piñeras que se encuentran cerca del RNVSM-CN, estos contaminantes pueden de cierta forma estar perturbar el sexo de los embriones (comm. pers.

Aranda-Coello 2014), aunque este efecto no fue evaluado en este estudio.

Por lo tanto, en el caso de RNVSM-CN las variaciones en la proporción de sexos podrían estar relacionadas principalmente con el uso de pesticidas y las condiciones ambientales. De no ocurrir un cambio en la conducta de la nidificación de los caimanes ante estos factores, es posible que en las próximas temporadas encontremos una disminución en el número de hembras producidas.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (U. S. Fish and Wildlife Service), Grupo interesado de Caño Negro, a la fundación IdeaWild y al Ministerio de Ambiente, Energía y Mares de Costa Rica (MINAE).

REFERENCIAS

- Allsteadt, J., & Vaughan, C. (1988). Ecological studies of the Central American caiman (*Caiman crocodilus fuscus*) in Caño Negro National Wildlife Refuge, Costa Rica. *Herpetological Society*, 23(8), 123-126.
- Allsteadt, J., & Vaughan, C. (1992). Population status of *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Alligatoridae) in Caño Negro, Costa Rica. *Brenesia*, 38, 57-64.
- Allsteadt, J. (1994). Nesting ecology of *Caiman crocodilus* in Caño Negro, Costa Rica. *Journal of Herpetology*, 28(1), 12-19.
- Brazaitis, P. J. (1968). The determination of sex in living crocodylians. *Herpetological Journal*, 4, 54-58.
- Botero-Arias, Marmontel, R. M., & Queiroz, H. L. (2009). Projeto de manejo experimental de jacarés no estado do Amazonas: Abate de jacarés no Setor Jarauá – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Dezembro de 2008. *Uakari*, 5, 49-58.
- Bolton, M. (1989). *The management of crocodiles in captivity*. FAO, Roma. 62p.
- Cabrera, J., Protti, M., Urriola M., & Cubero, R. (2003). Distribución y abundancia de *Caiman crocodilus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 51(2), 571-578.
- Chabreck, R. H., & Joanen, T. (1979). Growth rates of American alligators in Louisiana. *Herpetologica*, 35, 51-57.
- Escobedo, H. (2008). Estructura poblacional y proporción de sexos en *Caiman crocodilus* en Caño Negro, Costa Rica. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, 98(4), 489-492.
- Escobedo, A. H., & González-Maya, J. F. (2006). Estructura poblacional y proporción de sexos del Caimán (*Caiman crocodilus*) en el río Sierpe, Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana*, 22(2), 151-153.
- Escobedo, A., Retana, J., Méndez, C., & González J. (2012). "Efecto potencial del cambio climático en la proporción de sexos del caimán en Costa Rica", *Ambientales, Costa Rica*, 44, 49-60.
- Ewert, M. A., Lang, J. W., & Nelson, C. E. (2005). Geographic variation in the pattern of temperature-dependent sex determination in the American snapping turtle (*Chelydra serpentina*). *Journal of Zoology London*, 265, 81-95.
- Girodant, M., Delmas, V., Rivalan, P., Courchamp, F., Prevot-Julliard, A., & Godfrey, M. H. (2004). Implications of temperature-dependent sex determination for population dynamics. In: N. Valenzuela and V. Lance (eds.), *Temperature-dependent sex determination in vertebrates*. Washington, DC: Smithsonian Institute.
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105, 367-368.
- Janzen, F. J. (1994). Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 91, 7487-7490.
- Junier, E. F. (2000). *Análisis de la población de Caiman crocodilus en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica*. Tesis Lic. Biol. Trop. Heredia, CR, UNA. 46 p.
- Magnusson, W. E., & Sanaiotii, T. M. (1995). Growth of *Caiman crocodilus crocodilus* in Central Amazonia, Brazil. *Copeia*, 1995, 498-501.
- Medem, F. (1981). *Los Crocodylia de Sur América*. Vol I. Los Crocodylia de Colombia. Colciencias: Bogotá.
- Miller, D., Summers, J., & Silber, S. (2004). Environmental versus genetic sex determination: a possible factor in dinosaur extinction? *Special Contribution Fertility and Sterility*, 4, 954-964.
- Mountain, H. (2005). Integrating population monitoring and resource use of caiman with human impact at Lago Preto, Perú. *WCS-DICE Report Pask*.
- Ojasti, J., & Dallmeier, F. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical* (ed).SI/MAB Smithsonian Institution, MAB Biodiversity Program, Washington, D.C., serie No 5
- Ouboter, P. E., & Nanhoe, L. M. (1998). Habitat selection and migration of *Caiman crocodilus* in a Swamp and Swamp-Forest habitat in Northern Suriname. *Journal of Herpetology*, 22, 283-294.
- Piña, C. I., Larriera, A., & Cabrera, M. R. (2003). Effect of temperature on incubation period, sex ratio, hatching success and survivorship in *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae). *Journal of Herpetology*, 37, 199-202.
- Rodríguez, M. (2002). *Caiman crocodilus fuscus*. En: Castaño-Mora GV (ed). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, pp. 10-15. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia, Bogotá.

- Rodda, G. H. (1984). Movements of juvenile American crocodiles in Gatun lake, Panama. *Journal of Herpetology*, 40(4), 444-451.
- Ross, J. P. (1998). *Crocodiles Status Survey and Conservation Action Plan*. 2nd Edition. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge: IUCN
- Saénz, I. (2001). *Variación estacional de la comunidad íctica según el nivel de agua, en el sector Playuelas, Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Alajuela, Costa Rica*. Tesis Lic. Biol. Mar. Heredia, CR, UNA. 53 p.
- Sánchez, J. (2001). *Estado de la población de cocodrilos (Crocodylus acutus) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica*. Unpublished Report, Área de Conservación Tempisque-Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Heredia, Costa Rica.
- Sánchez, J., Bolaños, J., & Piedra, L. (1996). Población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en dos ríos de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44, 835-840.
- Thorbjarnarson, J. B. (1997). Are crocodilian sex ratios female biased? The data are equivocal. *Copeia*, 1997(2), 451-455.
- Velasco, A., & Ayarzagüena, J. (1995). Situación actual de las poblaciones de baba (*Caiman crocodilus*) sometidas a aprovechamiento comercial en los Llanos Venezolanos. *Publicaciones de la Asociación Amigos de Doñana* No. 5.

