

Cocodrilos y cambio climático

ARMANDO ESCOBEDO-GALVÁN

Los cocodrilos han sobrevivido millones de años con pocos cambios en su morfología y anatomía. Una de las características más interesantes, que comparten con sus antepasados los dinosaurios, es la determinación sexual por la temperatura de incubación. Esto quiere decir que durante la incubación de sus huevos, la temperatura determina el sexo de los descendientes (Deeming 2004).

Se ha observado, principalmente bajo condiciones de laboratorio, que para la mayoría de las especies de cocodrilos distribuidos a nivel mundial su patrón de determinación sexual se caracteriza por producir 100% hembras a temperaturas bajas y altas; mientras que los machos se gestan con temperaturas intermedias (Ibid.). Esta característica de los cocodrilos de diferenciar el sexo de los embriones durante el desarrollo según la temperatura también se presenta en diversas especies de tortugas terrestres y dulceacuícolas, así como en algunas lagartijas (Valenzuela 2004). Tal condición provoca que los cocodrilos sean susceptibles a los cambios ambientales ocurridos donde habitan, por lo que las tendencias climáticas pronosticadas por efecto del cambio climático -aumento de temperatura, disminución de la precipitación, mayor frecuencia de eventos extremos y el fenómeno *El Niño* más intenso, entre otros-, pueden constituir factores clave para la prevalencia de los cocodrilos en el futuro.

Lo anterior permite plantear una de las preguntas más frecuentes al respecto: ¿por qué, si los cocodrilos han sobrevivido millones de años a diferentes variaciones climáticas, el cambio que actualmente enfrentamos sí les afectará? Si bien es cierto el cambio climático es un proceso natural que se ha manifestado en diferentes magnitudes durante millones de años, el que estamos experimentando actualmente evoluciona a un ritmo sin precedentes, donde el uso irracional de los recursos naturales por parte del ser humano afecta de forma directa (Parry 2007).

La respuesta a esta pregunta es tan compleja que es difícil poder abarcar todos los aspectos relacionados con el tema. Pero, a pesar de ello, es importante tener un panorama amplio para poder visualizar qué pasó, qué está sucediendo actualmente y cómo será el futuro para los cocodrilos. Primero, debemos remitir-

nos al pasado, cuando la diversidad de especies de cocodrilos hace más de dos millones de años era mayor a la que actualmente encontramos en el mundo (Jouve *et al.* 2008). Esto da pie para suponer que los cambios globales transcurridos desde entonces hasta la fecha afectaron la permanencia de los cocodrilos sobre la Tierra, promoviendo la extinción y evolución de nuevas especies. Además, es importante determinar cómo se han adaptado al cambio las especies que presentan determinación sexual por temperatura, cuestión que hasta ahora no se había tomado en cuenta. Hace unos cuantos años se demostró que muchos de los fósiles de dinosaurios correspondían en su mayoría al mismo sexo, existiendo la posibilidad de que estas poblaciones estuvieran sesgadas hacia uno de los sexos debido a las condiciones climáticas, lo que, aunado con otros factores que propiciaron su desaparición, posiblemente aumentó su riesgo de extinción (Miller *et al.* 2004).

Hoy en día, para el caso particular de los cocodrilos es poco lo que se conoce sobre el efecto del cambio climático en las proporciones de sexos y en cómo influye para que sus poblaciones sean viables en un futuro. Sin embargo, es un hecho que las modificaciones ambientales están de una u otra forma repercutiendo en sus poblaciones naturales. A diferencia de sus antepasados los dinosaurios, los cocodrilos cubren sus nidos para evitar las variaciones ambientales; y a pesar de que esto no los aísla completamente del ambiente exterior sí disminuye el impacto del clima sobre el desarrollo de los embriones. No obstante, se ha observado que las proporciones de sexos en las poblaciones de cocodrilos varían considerablemente dependiendo de los cambios ambientales durante la época de anidación. Este sesgo puede llevar a la extinción de poblaciones en un plazo relativamente corto. No hay que perder de vista que este efecto no es aislado; al contrario, si se suma a factores como la pérdida de hábitat, cacería, y mortalidad natural, entre otras amenazas, es posible que el efecto sea mayor. Por otro lado, algunas de las especies de cocodrilos tienen áreas de distribución relativamente pequeñas, lo que sugiere dos cosas: que son especies con condiciones ambientales específicas y que cualquier cambio las puede llevar a su extinción.

Recientemente, en el informe elaborado en Costa Rica sobre biodiversidad y cambio climático por el

El autor, biólogo, es estudiante del programa de doctorado en ciencias biomédicas del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Cocodrilo

Armando Escobedo-Galván

Instituto Nacional de Biodiversidad (Inbio) y el Instituto Meteorológico Nacional, se menciona el estudio del efecto de la variabilidad climática sobre la proporción de sexos en caimanes (Ugalde 2009). Este trabajo documenta por primera vez cómo las variaciones climáticas pueden afectar a las poblaciones de cocodrilos. Conocer cómo este sesgo en la proporción de sexos influye en la dinámica poblacional es algo que apenas se comienza a evaluar.

Por último, ¿qué les espera a los cocodrilos en el futuro? Las condiciones no son nada prósperas, debido principalmente al aumento de la temperatura pronosticada durante los próximos años, en especial debido a su aceleración producto del cambio climático. Es un hecho que se verán afectadas sus poblaciones pero, de qué forma, es todavía un enigma que no podemos descifrar. En las tuataras, reptil endémico con determinación sexual por temperatura de Nueva Zelanda, se ha observado que la especie puede mantenerse viable a futuro si su población está compuesta

por al menos 75% de machos. Sin embargo, si el porcentaje de machos aumenta hasta un 85% la población puede encaminarse a la extinción en pocas generaciones. Este riesgo es mayor debido a que se pronostica, con base en las tendencias del calentamiento global, que la especie solo producirá machos alrededor del año 2085 (Mitchell *et al.* 2010).

El aumento en la temperatura de tan solo 1° C será suficiente para que algunas poblaciones de cocodrilos vean sesgadas las proporciones de uno de sus sexos en sus descendientes. De mantenerse esta mínima diferencia, ciertas poblaciones de distintas latitudes serán diezmaradas. Pero si el aumento fuera mayor a 2° C la disminución de las poblaciones sería mayor, debido a que los embriones necesitan para su desarrollo un intervalo de temperatura óptimo que oscile entre 28° y 34° C. De sobrepasarse el intervalo óptimo podría promoverse la aparición de malformaciones, afectando la sobrevivencia de las crías e incrementando la muerte embrionaria y, por consecuencia, el éxito de eclosión o nacimiento de nuevas crías. Un bajo reclutamiento, es decir, el número de crías que sobreviven el primer año, sería el fin para algunas poblaciones de estos dinosaurios vivientes.

Referencias bibliográficas

- Deeming, D. C. 2004. *Prevalence of TSD in crocodylians. Temperature dependent sex determination in vertebrates*. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Jouve, S. *et al.* "The oldest African crocodylian: phylogeny, paleobiogeography, and differential survivorship of marine reptiles through the cretaceous-tertiary boundary", en *Journal of Vertebrate Paleontology* 28-6-2008.
- Miller, D., J. Summers y S. Silber. "Environmental versus genetic sex determination: a possible factor in dinosaur extinction?", en *Fertility and Sterility* 81, abril-2004.
- Mitchell, N. J. *et al.* "Demographic effects of temperature-dependent sex determination: will tuatara survive global warming?", en *Global Change Biology* 16-1-2010.
- Parry, L. *et al.* 2007. *Climate change 2007: Impact, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Ugalde, J. A. *et al.* 2009. *Biodiversidad y Cambio Climático en Costa Rica. Informe Final*. Proyecto 00033342 – Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IMN – PNUD – GEF). Instituto Nacional de Biodiversidad – Instituto Meteorológico Nacional. San José.
- Valenzuela, N. 2004. *Temperature-dependent sex determination. Reptilian incubation: environment, evolution and behaviour*. Nottingham University Press. UK.