



# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES

## Tropical Journal of Environmental Sciences



### Cambio climático y tortugas marinas

#### *Climate Change and Sea Turtles*

*Pilar Santidrián<sup>a</sup>*

<sup>a</sup> La autora, especialista en ecología y conservación de tortugas marinas, pertenece a la Universidad de Drexel, Estación Biológica Goldring y The Leatherback Trust, Estados Unidos.

#### **Director y Editor:**

Dr. Eduardo Mora-Castellanos

#### **Consejo Editorial:**

Enrique Lahmann, UICN, Suiza

Enrique Leff, UNAM, México

Marielos Alfaro, Universidad Nacional, Costa Rica

Olman Segura, Universidad Nacional, Costa Rica

Rodrigo Zeledón, Universidad de Costa Rica

Gerardo Budowski, Universidad para la Paz, Costa Rica

#### **Asistente:**

Rebeca Bolaños-Cerdas

# Cambio climático y tortugas marinas

*Pilar Santidrián*

La autora, especialista en ecología y conservación de tortugas marinas, pertenece a la Universidad de Drexel, Estación Biológica Goldring y The Leatherback Trust.

## Resumen

El cambio climático se ha convertido en una de las principales amenazas para la biodiversidad y los procesos biológicos. Las altas temperaturas afectan negativamente diversos aspectos de la historia de vida de las tortugas marinas, tanto en la playa como en el mar, por lo que el aumento de la temperatura por el cambio climático, puede ser altamente perjudicial para sus poblaciones. Existen estrategias de mitigación que pueden ser utilizadas con el fin de evitar extinciones locales, como la irrigación, el uso de sombras y la reubicación de huevos en viveros. Sin embargo, es importante aplicar, de manera correcta y específica, dichas estrategias en cada población, cuando estas se vean negativamente afectadas por el cambio climático.

**Palabras clave:** tortuga marina, temperatura, cambio climático, mitigación, nivel del mar.

## Abstract

Climate change has become one of the main threats to biodiversity and biological processes. High temperatures negatively affect several aspects of the life history of marine turtles both on nesting beaches and in the ocean. Increasing temperatures, caused by climate change, can be highly detrimental to sea turtle populations. There are possible mitigation strategies that can be used to avoid local extinctions such as irrigation, shading and clutch relocation. However, it is important to use them correctly and specifically for each population once these become negatively affected by climate change.

**Key words:** marine turtles, temperature, climate change, mitigation, sea level.

## Introducción

El cambio climático por efecto antropogénico es considerado, en la actualidad, como una de las amenazas más importantes para la biodiversidad y los procesos biológicos (Thomas *et al.*, 2004; Walther *et al.*, 2002). En el ambiente marino, el cambio climático puede amenazar la supervivencia de numerosos organismos y procesos, debido a cambios en la temperatura, la química del océano y la circulación oceánica, entre otros (Harley *et al.*, 2006). A nivel de especie, el oso polar (*Ursus maritimus*) se convirtió, en el 2008, en la primera incluida como amenazada, bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción de Estados Unidos (Endangered Species Act), a causa del efecto del calentamiento global. Sin embargo, son numerosas las especies que pueden verse reducidas ante escenarios de cambio climático futuros, tanto en ambientes terrestres como marinos.

El cambio climático puede afectar a todas las especies de tortugas marinas a lo largo de su rango de distribución, ya que comparten características comunes de historia de vida. Su éxito reproductivo depende de la estabilidad de las playas donde anidan, para que el desarrollo embrionario se

maximice, se den proporciones de sexos saludables y hasta una alta proporción de neonatos que emerjen del nido (Santidrián Tomillo *et al.*, 2009; Valverde *et al.*, 2010; Segura y Cajade, 2010). A su vez, deben darse las condiciones de productividad adecuadas en el océano, para favorecer su alimentación y acumular la energía necesaria para migrar y desovar (Saba *et al.*, 2007). Tanto en la playa como en el mar, la temperatura es uno de los factores determinantes del desarrollo embrionario y de la reproducción en todas las especies de tortugas marinas, la cual puede aumentar entre 1,8 y 4 °C hacia finales del siglo XXI, respecto a las temperaturas actuales, de acuerdo con el cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007).

## Temporada de anidación

Las tortugas marinas tienen, por lo general, una temporada marcada de desove, ya que por selección natural han evolucionado para anidar en los meses en que la producción y la supervivencia de neonatos es máxima. Esta ocurre en diferentes meses del año en distintas áreas de anidación. Por ejemplo, en Costa Rica hay desove de tortugas en las playas del Caribe, entre los meses de febrero y agosto y, en el Pacífico, entre setiembre y febrero. El tiempo de anidación guarda relación con la temperatura del agua, al menos en algunas poblaciones, en las que se ha registrado una tendencia a que la temporada comience antes, con un aumento de la temperatura superficial del agua (Weishampel *et al.*, 2004). Con un aumento de temperatura resultante del cambio climáti-

co, es posible que las tortugas modifiquen su temporada de anidación y que se pueda dar un “desajuste” entre el tiempo óptimo para anidar y el tiempo de mayor producción y éxito reproductivo.

## Nivel del mar

Las estimaciones más recientes sitúan un aumento del nivel del mar entre los 18 y los 59 cm, para finales del siglo XXI, respecto a los niveles actuales (IPCC, 2007). Algunas playas podrían desaparecer o ver reducido el espacio de anidación (Fish *et al.*, 2005). De manera natural, las playas pueden adaptarse mediante el desplazamiento, ante subidas o bajadas del nivel marino. Si hay un aumento del nivel del mar, las playas de anidación migrarían hacia su parte posterior. En muchas de las playas de desove de tortugas marinas, existen construcciones actuales y planes de desarrollo que impedirían el desplazamiento natural de estos sitios, lo cual impide la formación de áreas óptimas para el desove (Fish *et al.*, 2005).



Avi Klapfer. Tortuga

## Desarrollo embrionario

Los huevos de tortugas marinas y, en general, de otras especies de reptiles que entierran sus puestas necesitan condiciones estables en el ambiente del nido, para desarrollarse exitosamente. Tanto la humedad como la temperatura afectan el éxito de eclosión de los huevos y la emergencia del nido de los neonatos. Los huevos pueden desarrollarse en un rango viable de temperaturas, pero, frecuentemente, las altas temperaturas y la sequedad disminuyen el éxito de eclosión y de emergencia de los nidos (Santidrián *et al.*, 2009; Valverde *et al.*, 2010; Segura y Cajade, 2010). Los modelos actuales de cambio climático predicen un aumento de la temperatura ambiente entre 1,8 y 4 °C, para finales del siglo XXI, según los diferentes escenarios de aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007), lo cual resultaría en una disminución en el éxito de eclosión y de emergencia. Las proyecciones en los patrones de precipitación varían dependiendo de la región. En el Pacífico Norte de Costa Rica, donde ya se dan sequías durante la temporada seca en años de El Niño, se espera que las lluvias disminuyan; sin embargo, en otras regiones pueden aumentar.

## Sexo de los neonatos

El sexo en tortugas marinas se determina por la temperatura durante el segundo tercio del periodo de incubación. La temperatura pivotal (temperatura crítica determinante del sexo) varía en las distintas especies de tortugas marinas e incluso entre distintas poblaciones, pero se encuentra alrededor de los 30,5 °C en tortugas loras y de los 29 a los 29,5 °C en el resto de las especies. Si se dan temperaturas durante este periodo, por debajo de esos rangos, se producen neonatos machos y con temperaturas superiores se producen

neonatos hembras. El aumento de temperatura causado por el cambio climático puede resultar en una producción total de hembras. Algunas poblaciones en Costa Rica, como la del Parque Nacional Marino Las Baulas, registran ya proporciones de hembras del 90% (Sieg, 2010), por lo que un aumento sobre este nivel sería preocupante.

## Productividad en el océano

La frecuencia reproductiva en tortugas marinas está asociada con la productividad en el océano (Solow *et al.*, 2002; Saba *et al.*, 2007; Reina *et al.*, 2009), ya que esta afecta las condiciones de alimentación de las tortugas y, por tanto, su capacidad para obtener la energía necesaria para migrar y anidar. En el caso de las tortugas baulas, las condiciones de alimentación son óptimas durante periodos de La Niña, cuando se da una mayor producción primaria y, en consecuencia, de medusas en sus campos de alimentación (Saba *et al.*, 2007). Durante La Niña, la temperatura superficial del agua es menor, la producción mayor y las tortugas tardan menos años en volver a la playa a desovar. Además, después de fases de La Niña, suele registrarse un mayor número de hembras anidantes en las playas (Reina *et al.*, 2009). El efecto contrario tiene lugar durante eventos de El Niño: la temperatura superficial del agua es elevada, hay menor producción primaria y las tortugas tardan más años en regresar a las playas a desovar. El resultado que el cambio climático pueda tener en los ciclos de El Niño y La Niña no es claro (Collins *et al.*, 2010), aunque se espera que, en promedio, haya un aumento de la temperatura superficial del agua y, por lo tanto, una disminución en la productividad. Esto afecta, en consecuencia, la anidación de tortugas marinas.

## Estrategias de mitigación: ¿Cómo y cuándo es el momento?

Aunque ciertos aspectos del efecto de las temperaturas en tortugas marinas se conocen hace tiempo, apenas se está comenzando a comprender el efecto que el cambio climático puede tener en sus poblaciones. Los modelos climatológicos más recientes proyectan un aumento global de la temperatura ambiente entre 1,8 y 4 °C, en 100 años. Sin embargo, los patrones de lluvia pueden verse alterados de diferentes maneras, hecho que aumenta la precipitación en algunos lugares y la disminuye en otros (IPCC, 2007). De esta manera, es posible que algunas poblaciones puedan ser extirpadas, pero otras podrían sobrevivir y actuar como re-colonizadoras, cuando las condiciones vuelvan a ser adecuadas.

Existen varias estrategias de mitigación que podrían realizarse en las playas de anidación. Por ejemplo, la temperatura de la arena se puede disminuir a través de la irrigación y la creación de sombras. Sin embargo, si la temperatura ambiente aumenta hasta 4 °C, es posible que incluso las áreas de sombra lleguen a estar demasiado calientes. La irrigación puede disminuir las temperaturas, aunque solo cuando se reciben cantidades considerables de agua. Regar playas de varios kilómetros de distancia sería, además, un gran reto. Otra posibilidad más sencilla es la reubicación de nidos. Esta práctica es común en la actualidad en playas de anidación. Cuando las tortugas marinas desovan por debajo de la línea de marea alta, los nidos se suelen reubicar para evitar que se inunden y mueran (Wyneken *et al.*, 1988). En algunas playas, esta técnica se usa también para evitar el saqueo de huevos. Los huevos se trasladan, por lo general, a viveros, donde pueden ser monitoreados hasta la emergencia de los neonatos. En caso de que se llegue a una situación en



Sebastian Troeng. Cabezona (*Chelonia mydas*)

que los huevos no puedan desarrollarse en condiciones naturales, las puestas podrían moverse a viveros, en los cuales sería más fácil controlar las “condiciones climáticas”.

Las estrategias de mitigación pueden ayudar a contrarrestar el efecto negativo que el aumento de la temperatura puede tener en tortugas marinas. Sin embargo, es importante evitar la reubicación, en la medida de lo posible, hasta que no haya otra solución. Existen precedentes de mal uso de viveros en los que solo se produjeron machos o hembras, debido al efecto que la temperatura tiene en la determinación del sexo (Morreale *et al.*, 1982; Chan y Liu, 1996). Los niveles elevados de hembras en relación con los de machos son llamativos y provocan que se quiera actuar. No obstante, aunque conocemos los impactos negativos de la temperatura, no conocemos lo suficiente para determinar qué niveles son peligrosos. En la actualidad, incluso en playas en las que se producen un 90% de hembras, como en playa Grande, la cantidad de machos adultos parece ser suficiente, ya que los huevos están fertilizados. Es importante, aun así, realizar estudios, trabajar en estrategias de mitigación desde ya y tener en cuenta el impacto directo que la temperatura tiene en la mortalidad de huevos y neonatos. Una población puede mantenerse probablemente con pocos machos, pero no con niveles elevados de mortalidad.



Juan José Pucci. Tortuga

Finalmente, las estrategias de mitigación deben ser específicas para cada población. Es importante tener un buen conocimiento de las características de una población, para que las estrategias puedan ser correctamente implementadas y sean efectivas. Se deben realizar estudios previos sobre el efecto de la precipitación y de la temperatura en las distintas regiones y no aplicar resultados de una zona a otra, sin tener una base científica. En Costa Rica, las características climatológicas que pueden afectar el desarrollo embrionario y la proporción de sexos son diferentes en el Pacífico y en el Caribe, y aplicar los resultados de una región a otra podría ser perjudicial para sus poblaciones.

### Referencias bibliográficas

- Chan, E. H. y Liew, H. C. (1995). Incubation temperatures and sex-ratios in the Malaysian leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*. *Biological Conservation* (74).
- Collins, M. *et al.* (2010). The impact of global warming on the tropical Pacific Ocean and El Niño. *Nature Geoscience* (3).
- Fish, M. R. *et al.* (2005). Predicting the impact of sea-level rise on Caribbean sea turtle nesting habitat. *Conservation Biology* (19).
- Harley, C. D. G. *et al.* (2006). The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters* (9).
- IPCC. (2007). Cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Morreale, S. J. *et al.* (1982). Temperature dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles. *Science* (216).

- Reina, R. D. *et al.* (1982). Changed reproductive schedule of eastern Pacific leatherback turtles *Dermochelys coriacea* following the 1997-98 El Niño to La Niña transition. *Endangered Species Research* (7).
- Saba, V. S. *et al.* (2007). The effect of the El Niño southern oscillation on the reproductive frequency of eastern Pacific leatherback turtles. *Journal of Applied Ecology* (44).
- Santidrián Tomillo, P. *et al.* (2009). Influence of emergence success on the annual reproductive output of leatherback turtles. *Marine Biology* (156).
- Segura, L. N. y Cajade, R. (2010). The effects of sand temperature on pre-emergent green sea turtle hatchlings. *Herpetological Conservation and Biology* (5).
- Sieg, A. E. (2010). *Physiological constraints on the ecology of activity-limited ectotherms*. (Tesis de doctorado). Universidad Drexel, Estados Unidos.
- Solow, A. R., Bjorndal K. A, y Bolten A. B. (2002). Annual variation in nesting numbers of marine turtles: the effect of sea surface temperature on re-migration intervals. *Ecology Letters* (5).
- Thomas, C. D. *et al.* (2004). Extinction risk from climate change. *Nature* (427).
- Valverde, R. A. *et al.* (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research* (12).
- Walther, G. R. *et al.* (2012). Ecological responses to recent climate change. *Nature* (416).
- Weishampel, J. F., Bagley, D. A. y Ehrhart, L.M. (2004). Earlier nesting by loggerhead sea turtles following sea surface warming. *Global Change Biology* (10).
- Wyneken, J. *et al.* (1988). Egg failure in natural and relocated sea turtle nests. *Journal of Herpetology* (22).