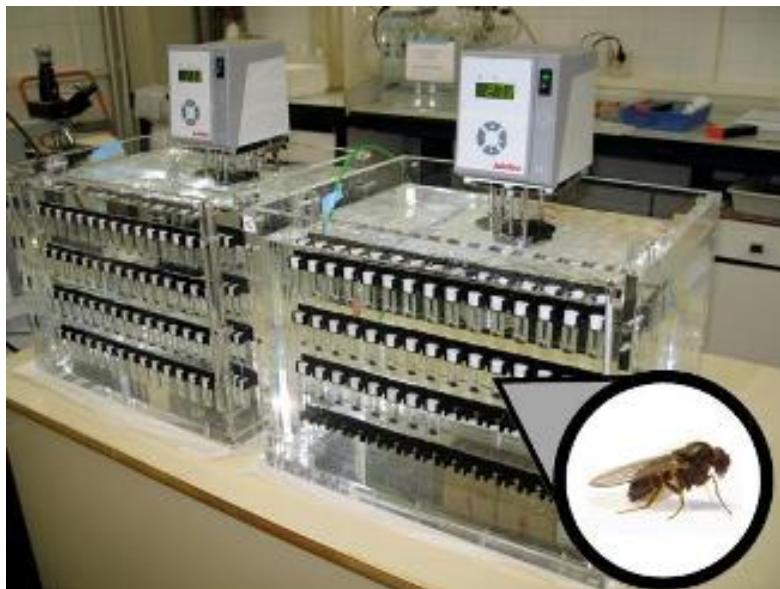


03/2013

## ¿Está la adaptación térmica genéticamente limitada?



La Biodiversidad de la Tierra está gravemente amenazada por el cambio climático inducido por el hombre. Como consecuencia, la mayor parte de los organismos se verán empujados a evolucionar o a migrar a nuevas ubicaciones. Algunos modelos de biodiversidad actuales utilizados para evaluar la vulnerabilidad de las especies al cambio climático ignoran la capacidad de las poblaciones para responder mediante adaptación genética y pueden sobreestimar los riesgos de extinción de las especies. Sin embargo, la investigación en el laboratorio bajo condiciones ecológicamente "realistas" con varios animales de sangre fría sugiere que la tolerancia al calor tiene un potencial evolutivo limitado. Si se confirma, esto limitaría la respuesta a un aumento creciente de las temperaturas y añade más pesimismo a una situación ya alarmante. Nuestra investigación muestra que las afirmaciones recientes sobre el limitado potencial evolutivo a la tolerancia al calor de los organismos se

deriva de una confusión conceptual entre lo que se quiere medir y lo que en realidad se está midiendo en los experimentos.

Las investigaciones relacionadas con la capacidad de los organismos de hacer frente a las crecientes temperaturas habitualmente estiman sus límites térmicos críticos superiores sometiendo a los individuos a temperaturas constantes y estresantes o sometiéndolos a condiciones más realistas, en las que la temperatura aumenta gradualmente hasta que los animales mueren. El problema de estos protocolos, llamados "de rampa" es que los resultados dependen de la tasa de calentamiento, con tolerancias al calor más altas observadas normalmente cuanto más rápidas son las velocidades de calentamiento que se utilizan en los experimentos.

Esto ha planteado algunas preocupaciones porque las tasas naturales de calentamiento suelen ser lentas, y algunos autores afirman que los límites superiores de tolerancia térmica pueden haber sido sobreestimados. Otra observación experimental es que la cantidad de variación genética estimada para tolerancia al calor disminuye dramáticamente cuando los ensayos son "ecológicamente realistas". Esto ha llevado a la conclusión de que las poblaciones naturales presentan un bajo potencial de adaptación para límites térmicos altos en tasas de cambio de temperatura relevantes.

Sin embargo, el verdadero problema es que el parámetro CTmax, el límite térmico superior "real", que los investigadores quieren estimar no es constante, sino que cambia durante un ensayo de termotolerancia de acuerdo con las condiciones experimentales.

En esta investigación hemos desarrollado un modelo fisiológico que puede replicar con exactitud las observaciones empíricas. El modelo muestra claramente que hay varios efectos que pueden provocar confusión al estimar la tolerancia al calor y que muchos protocolos experimentales, en particular los que utilizan condiciones "ecológicamente realistas", pueden producir subestimaciones muy poco fiables.

En nuestras simulaciones para seleccionar artificialmente la tolerancia al calor, hemos combinado el modelo fisiológico con modelos genéticos para los caracteres cuantitativos. Los resultados muestran que la respuesta evolutiva del límite "real" superior térmico (CTmax) subyacente es independiente de la metodología utilizada en los experimentos. Sin embargo, lo que los investigadores estiman y equivocadamente llaman "límite térmico" no parece aumentar sensiblemente después de la selección cuando se utilizan las tasas lentas de aumento de la temperatura.

Nuestro enfoque teórico deja claro que esta aparente contradicción se debe a una confusión conceptual entre lo que realmente se mide ("estimación") y lo que queremos medir ("parámetro"). El problema se agrava a medida que las tasas de calentamiento son más lentas y se acercan a los escenarios "ecológicamente realistas".

El mensaje principal es claro: cuando se trata de medidas fisiológicas como la tolerancia de los organismos a altas temperaturas, no hay que confiar ciegamente en lo que se observa. Nuestros resultados son una buena noticia porque las respuestas adaptativas de tipo genético para

aumentar los límites térmicos superiores en el escenario actual de calentamiento global pueden ser más altas de lo que se ha identificado en otros en estudios recientes.

**Mauro Santos.**

[mauro.santos@uab.es](mailto:mauro.santos@uab.es)

## Referencias

Keeping pace with climate change: what is wrong with the evolutionary potential of upper thermal limits? Santos, M.; Castañeda, L. E.; Rezende, E. L. *Ecology and Evolution*, 2012, 2:2866-2880.

[View low-bandwidth version](#)