

# Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad

*Thomas Lovejoy*

Los últimos 10.000 años han sido un período climático excepcionalmente estable que ha favorecido el desarrollo de la civilización humana. Los ecosistemas de todo el mundo también se han adaptado a la estabilidad. En la actualidad esto está empezando a cambiar. La naturaleza está reaccionando ante el cambio climático, que ya ha ocurrido en un planeta 0,75° C más cálido que en la época preindustrial. Algunas de las alteraciones son físicas, especialmente la fase de intercambio entre el hielo y el agua. Los lagos del hemisferio Norte tardan más en helarse en invierno y el hielo comienza a desaparecer antes en primavera.<sup>1</sup>

Los glaciares están retrocediendo en la mayor parte del planeta, estando previsto que desaparezcan los de los trópicos en 12 o 15 años. Algunos de ellos son una fuente de agua esencial para el abastecimiento de ciudades como La Paz o Quito. Otros son fundamentales para mantener el caudal de los grandes ríos de China y del Ganges. Los efectos de este cambio hidrológico no sólo afectan a las poblaciones humanas sino también a los ecosistemas que dependen de ellos.<sup>2</sup>

Los cambios más dramáticos están sucediendo en el Ártico: el retroceso estival de la capa de hielo del Océano Ártico se ha venido acelerando, como era previsible al quedar expuesta al sol una cantidad cada vez mayor de agua que absorbe calor. La especie emblemática que refleja esta situación en términos de biodiversidad es el oso polar, incluido actualmente en la lista de especies amenazadas por la Ley de Especies en Peligro de EEUU, debido a que el hábitat fundamental para la supervivencia de estos enormes animales está desapareciendo literalmente bajo ellos.<sup>3</sup>

Más allá del Ártico, se está alterando el ritmo del ciclo de vida de muchas especies vegetales, están cambiando las zonas de distribución de especies animales y vegetales, y el aumento de la temperatura está provocando otros efectos numerosos e inesperados (véase tabla). Estas transformaciones ya no son ejemplos aislados: son la evidencia que demuestra, con una base estadística sólida, que la naturaleza está desplazándose en todo el planeta.<sup>4</sup>

Aún así, todos estos cambios no son más que ligeros ajustes de la naturaleza. La cuestión más importante es ¿qué pasará después? El efecto retardado de la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera significa que la concentración actual de estos gases provocará un aumento adicional de la temperatura de al menos 0,5° C.<sup>5</sup>

El cambio climático no es por supuesto nada nuevo en la historia de la vida en la Tierra. Evidentemente, en el pasado los glaciares crecieron y desaparecieron durante cientos de miles de años sin grandes pérdidas de biodiversidad. Pero los paisajes actuales, muy trans-

---

**Thomas Lovejoy** es presidente del Centro H. John Heinz III para la Ciencia, la Economía y el Medio Ambiente (H. John Heinz III Center for Science, Economics, and the Environment), Washington DC.

## Selección de ejemplos de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad

Indicador	Cambios hasta la fecha
Flores	Floración más temprana en el jardín botánico de Kew Gardens, Londres
Golondrina bicolor	Migración, nidificación y puesta más temprana
Mariposas	Variación en la distribución de la mariposa Checkerspot en el oeste de Estados Unidos, y de muchas otras especies en Europa
Sapo dorado de Monteverde	Vivía en Costa Rica: es la primera especie que se ha extinguido a causa del cambio climático
Zostera marina	Su límite sur en la Bahía de Chesapeake, EEUU, se encuentra más al Norte cada año
Fresno americano	Veranos más cálidos y largos han permitido al Barrenador esmeralda del fresno producir una generación adicional, provocando la muerte masiva de árboles
Arrecifes de coral	Las algas expulsadas de los arrecifes debido al calentamiento del agua, provocan el «blanqueo» del coral

Fuente: véase nota final 4.

formados por la actividad humana, representan una carrera de obstáculos para las especies que intenten trasladarse en búsqueda del hábitat que necesitan para sobrevivir. La respuesta política obvia ante este problema sería recuperar la conectividad de los corredores naturales que unen los diferentes ecosistemas para facilitar la dispersión de las especies.

Una dificultad mayor es que los ecosistemas y las comunidades biológicas no se mueven formando una unidad. Los estudios sobre las respuestas ante los cambios climáticos del pasado (por ejemplo tras la desaparición del último glaciar de Europa) revelan por el contrario que cada especie se mueve en una dirección, siguiendo su propio camino. Básicamente, los ecosistemas experimentarán un proceso de descomposición. Cuando encuentren las condiciones necesarias, las especies supervivientes se incorporarán a ecosistemas nuevos, cuyas características son difíciles de anticipar.<sup>6</sup>

Otra complicación estriba en que el cambio no será lineal ni gradual. El cambio será tan brusco para los ecosistemas como para el propio sistema climático. De hecho, ya se están observando cambios irreversibles. Por ejemplo, en el sur de Alaska, Columbia Británica, el noroeste de EEUU y Colorado, Escandinavia y Alemania, los veranos más cálidos y prolongados y los inviernos más suaves están desequilibrando la balanza a favor del escarabajo descortezador del pino autóctono, con una generación adicional capaz de reproducirse. Hay ya decenas de millones de hectáreas en las que más del 70% de los pinos están muertos, generando un enorme problema de gestión de la madera y de los incendios, aumentando más todavía las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera por la pérdida de

los árboles. Será muy difícil prever todo este tipo de transformaciones límite, por lo que al mundo le esperan, efectivamente, muchas sorpresas.<sup>7</sup>

Son previsibles además cambios a escalas aún mayores —cambios sistémicos—, como el del ciclo hidrológico del Amazonas. Se sabe desde hace 30 años que la selva amazónica tiene la peculiar característica de producir una parte importante de su propia lluvia. La humedad transportada por el viento desde el Océano Atlántico cae en forma de lluvia, volviéndose a evaporar la mayor parte de ella desde las estructuras complejas de la selva o a través de la transpiración de los árboles y regresando así a la masa de aire que se desplaza en dirección poniente, para transformarse en lluvia y reiniciar el ciclo más al oeste. Este proceso es crucial para que se conserve la selva y para generar precipitaciones más al Sur del continente.<sup>8</sup>

En el año 2005, la «máquina de la lluvia» del Amazonas falló, provocando la mayor sequía de la historia registrada en la amazonía brasileña. Se cree que la causa de este episodio fueron los cambios en la circulación del Atlántico, considerándose un preludio de lo que puede provocar el cambio climático. De hecho, la mayoría de los modelos climáticos más importantes, en particular el del Hadley Center británico, prevén la «muerte progresiva del Amazonas» a partir de un aumento de temperatura de alrededor de los 2,5° C.<sup>9</sup>

Otro cambio sistémico más devastador todavía ya ha comenzado: la acidificación de los océanos. Este cambio está provocado por el aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Se ha prestado tanta atención a la cantidad de CO<sub>2</sub> que absorben los océanos (lo cual ha impedido que el cambio climático fuera aún mayor) que apenas se ha tenido en cuenta la proporción de ese CO<sub>2</sub> que se transforma en ácido carbónico. En la actualidad los océanos tienen una acidez superior en 0,1 unidades de pH que en la época preindustrial. Este dato puede parecer intrascendente, pero representa un aumento del 30% de acidez, porque el pH se mide en una escala algorítmica.<sup>10</sup>

El aumento de la acidez tiene consecuencias graves porque decenas de miles de especies marinas fabrican sus conchas y esqueletos a partir del carbonato cálcico. Su supervivencia depende del equilibrio del carbonato cálcico, que es sensible tanto a la temperatura como al pH: cuanto más fría y más ácida sea el agua más difícil les resulta a los organismos movilizar este compuesto. Este problema atañe a especies como el coral y los calamares gigantes. También a pequeños organismos del plancton cuya gran abundancia es la base de las cadenas alimentarias marinas. Ya se están detectando cambios en la base de las cadenas tróficas cerca de Alaska y en el Atlántico Norte.<sup>11</sup>

¿Qué podemos hacer para disminuir todo lo posible el cambio climático, amortiguando al mismo tiempo el impacto sobre los sistemas naturales de los cambios que ya son inevitables? Lo primero conlleva dotar de una nueva base energética a la civilización. Un elemento de ello sería reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la destrucción actual de biomasa, principalmente las selvas tropicales. Esta destrucción representa actualmente casi el 20% del aumento anual de la concentración de GEI. Por eso Indonesia y Brasil ocupan el tercer y cuarto lugar en la lista de países emisores de CO<sub>2</sub> aunque sus emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles son relativamente bajas.<sup>12</sup>

Pero el carbono de los bosques (aparte del asociado a la reforestación, la forestación y en gran medida a las plantaciones forestales) se dejó fuera de los acuerdos sobre comercio de carbono del Mecanismo de Desarrollo Limpio establecido en el Protocolo de Kioto. En la

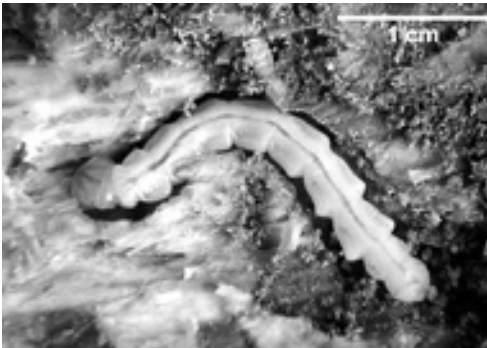
actualidad se está analizando su situación, con la esperanza de que se negocie un sistema que recompense a los países por reducir las emisiones producidas por la deforestación y la degradación forestal. Encontrar una solución para reducir e incluso eliminar esta fuente de emisiones de CO<sub>2</sub>, será bueno para los bosques, para la biodiversidad, para los pueblos que viven en los bosques y para el clima.

Al mismo tiempo, es preciso prestar también mucha atención a la «adaptación», para dotar de resiliencia frente al cambio climático a la biodiversidad y a los ecosistemas. Hay que recuperar urgentemente la conectividad natural entre los ecosistemas para facilitar la dispersión de las especies a medida que se desplacen en busca de las condiciones necesarias para su supervivencia. Es preciso básicamente recrear una situación opuesta a la predominante actualmente, con mosaicos de naturaleza dispersos en paisajes fuertemente humanizados, de forma que las necesidades y aspiraciones humanas se inserten en una matriz natural.

Otra medida evidente es reducir las demás presiones que afectan a los ecosistemas, para que no refuercen los cambios provocados por el calentamiento del planeta, evitando, por ejemplo, la acumulación de cieno en los arrecifes de coral. La biodiversidad y los ecosistemas acusan en principio todas las presiones ambientales, lo cual confiere mayor importancia si cabe a la agenda ambiental y conservacionista.

Muchas de las posibles medidas de gestión y de adaptación son difíciles de diseñar aplicando modelos climáticos mundiales, debido a la imprecisión de la enorme escala utilizada en ellos. Los gestores requieren conocer con mucha mayor precisión el tipo de transformación que probablemente tenga lugar durante las próximas décadas en un kilómetro cuadrado. Este trabajo puede facilitarse enormemente reduciendo la escala del modelo, para que pueda realizarse rápidamente y de manera económica desde un ordenador portátil sin necesidad de superordenadores. Esto conllevará indudablemente una serie de proyecciones a escala reducida, cada una de las cuales perfeccionará el conocimiento de los científicos sobre lo que es probable que ocurra en unidades pequeñas del territorio. Una de las cosas más útiles que se puede hacer a corto plazo es generar una primera serie de proyecciones a escala reducida que destaquen los peligros a los que tendrán que hacer frente los gestores.

[www.emeraldashborer.info](http://www.emeraldashborer.info)



Larva de barrenador esmeralda del Fresno en otoño

La creación de modelos que reproduzcan los cambios previstos en la distribución de especies concretas puede ayudar a dilucidar las alternativas de adaptación en determinados casos, como ya se ha hecho con algunas especies fanerógamas del Reino Floral del Cabo en Sudáfrica. En circunstancias muy especiales, una buena gestión puede llegar a «ayudar» a la migración. Lamentablemente, la dura realidad es que el número de especies del planeta es demasiado grande para que estas opciones sean viables a gran escala.<sup>13</sup>

En las zonas costeras puede llevarse a cabo una adaptación a la subida del nivel del mar, aunque esta posibilidad será prácticamente inviable en las islas de baja altitud. La organización Nature Conservancy tiene un experimento muy interesante en este sentido en Abemarle Sound, en Carolina del Norte, donde ha previsto la subida del nivel del mar, facilitando el desarrollo de nuevos humedales de agua dulce a medida que los actuales resulten afectados por las mareas. Pero este tipo de adaptación sólo es factible con una subida gradual del nivel del mar, no con el aumento repentino que provocarán probablemente los grandes cambios en el casquete de hielo de Groenlandia, por ejemplo.<sup>14</sup>

Los espacios protegidos del mundo, creados en su mayoría para garantizar la supervivencia de las especies, no perderán interés conservacionista si éstas se desplazan fuera de sus límites. Muy al contrario, pasarán a desempeñar un nuevo papel en la conservación, transformándose en refugio seguro desde el que las especies podrán extenderse a sus nuevas zonas de distribución. Sin las zonas protegidas existentes, no quedaría espacio alguno para el surgimiento de los nuevos modelos biogeográficos. Las especies necesitarán obviamente nuevos refugios seguros cuando se hayan desplazado, y necesitarán también corredores naturales que faciliten la conectividad y la dispersión hacia estas zonas.

La conclusión más importante es que los ecosistemas y la biodiversidad son extremadamente sensibles al cambio climático, por lo que constituyen una de las principales razones para evitar un cambio todavía mayor. El calentamiento derivado del nivel actual de GEI hará que el aumento de la temperatura media del planeta alcance 1,3° C. Ello supone que tan sólo faltará un poco más de medio grado para alcanzar la temperatura en la que los ecosistemas se encontrarán en grave peligro, según las previsiones de muchas organizaciones conservacionistas. Sin embargo, considerando que con el nivel actual de cambio climático y de concentración de gases de efecto invernadero ya se han dado cambios irreversibles en los ecosistemas y en el nivel de acidez del océano, es probable que aparezcan cambios peligrosos antes de llegar a los 2° C. En resumen, la biodiversidad nos está indicando que el cambio climático debe ser abordado con una inmediatez y una urgencia sin precedentes.<sup>15</sup>