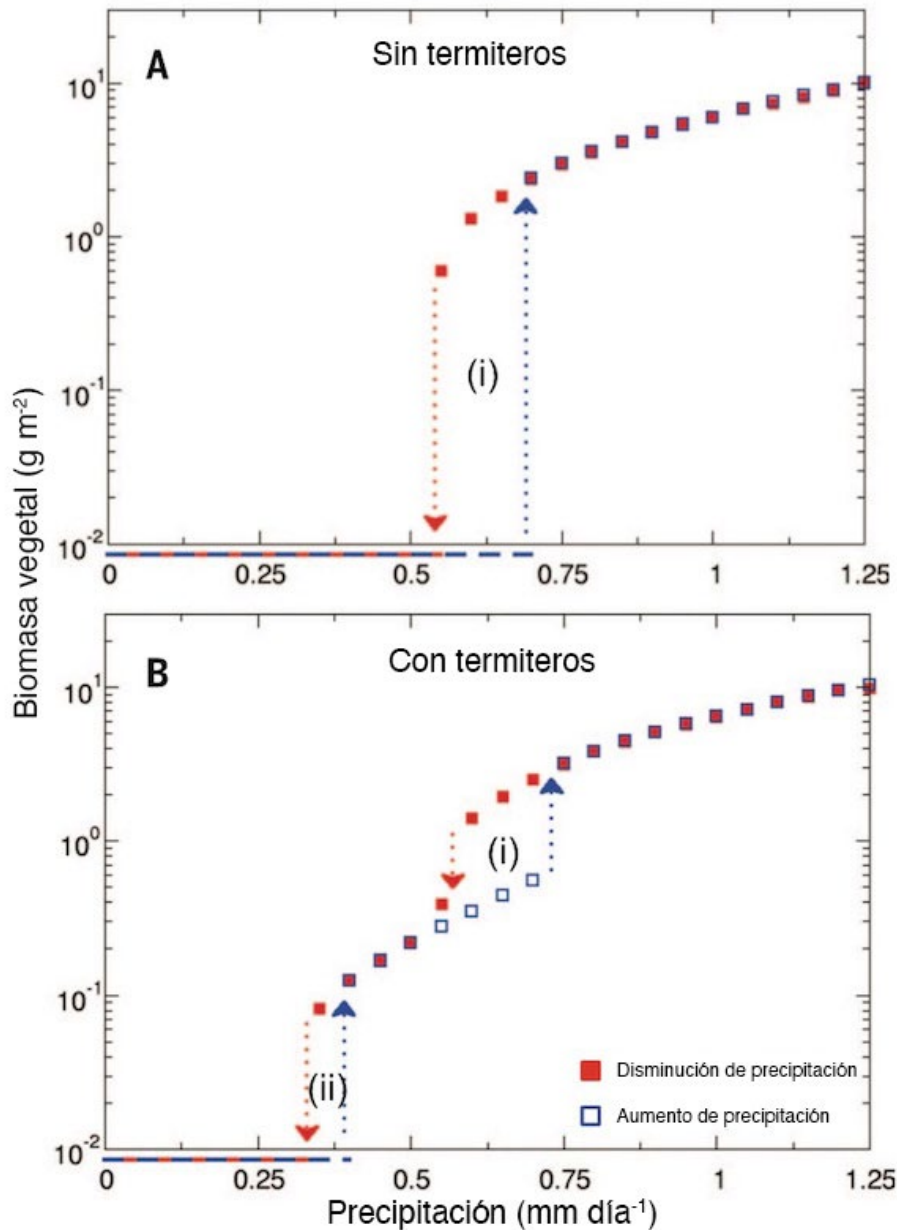




## Modelo de los efectos ecosistémicos sobre los patrones de termiteros

### CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO

Muestra a los estudiantes la siguiente figura, junto con su leyenda y la información general. Las secciones "Interpretación de la gráfica" y "Preguntas de discusión" brindan información adicional y sugieren preguntas que puedes utilizar para estimular el pensamiento de los estudiantes, aumentar su participación o guiar una discusión grupal sobre las características de la gráfica y lo que representa.



*Leyenda: Diagramas que muestran cómo los modelos predicen la respuesta de la vegetación con el aumento (cuadrados azules) y la disminución (cuadrados rojos) de la precipitación en ecosistemas donde no hay termiteros (A) y donde sí los hay (B). Cada punto de datos indica la biomasa vegetal en una superficie de tierra correspondiente a una determinada cantidad de precipitación. En la figura A se muestra un ciclo (i) de*

*desertificación (flecha roja hacia abajo) y revegetación (flecha azul hacia arriba) en ausencia de termiteros. En la figura B se muestran dos ciclos que representan (i) la pérdida y recuperación de vegetación en el área entre los termiteros y (ii) la desertificación y revegetación de todo el sistema, incluida la vegetación sobre los termiteros.*

## INFORMACIÓN GENERAL

En ecosistemas de sabanas y pastizales áridos y semiáridos (es decir, ecosistemas de tierras secas), una disminución en la precipitación suele dar lugar a una vegetación cada vez más escasa, lo que conduce a zonas de vegetación uniformemente espaciadas (o patrones de vegetación) y, finalmente, a la pérdida total de vegetación. La pérdida total de vegetación, o desertificación, es catastrófica para un ecosistema, y sus efectos pueden durar muchos años. Más del 38% de la población humana vive en regiones de tierras secas, que cubren más del 40% de la superficie terrestre. Se prevé que el riesgo de desertificación aumente a medida que se incremente la intensidad de sequías como respuesta al calentamiento global. Un equipo de investigación ha propuesto el uso de patrones de vegetación como un sistema de alerta temprana para predecir la desertificación.

En los ecosistemas con termitas, la vegetación tiende a concentrarse en los termiteros, que se extienden por todo el terreno. La Dra. Corina Tarnita y sus colegas descubrieron que el patrón en una zona de termiteros cubiertos de vegetación se asemeja a la vegetación irregular que se produce cuando un sistema se acerca a la desertificación. A pesar de las similitudes en estos patrones, el destino de estos dos ecosistemas puede ser muy diferente. De hecho, la presencia de termiteros en una región puede ofrecer resistencia a la desertificación y ayudar a una recuperación más rápida de la vegetación si llega a ocurrir la desertificación. Los termiteros favorecen el crecimiento de la vegetación porque las termitas enriquecen el suelo con los nutrientes que se encuentran en sus desechos y cavan túneles que aumentan la infiltración de agua en las raíces de las plantas.

El equipo de investigación incorporó los efectos positivos que los termiteros tienen sobre el crecimiento de la vegetación a un modelo matemático existente que se utiliza para predecir cómo los cambios en la precipitación media anual alteran los patrones de vegetación en un ecosistema de sabana. El Panel A de la figura anterior muestra un diagrama del cambio de vegetación modelado a medida que la precipitación disminuye (rojo) y aumenta (azul) en un ecosistema sin termiteros. El Panel B muestra un modelo del cambio de vegetación a medida que la precipitación disminuye (rojo) y aumenta (azul) en un ecosistema con termiteros. A partir de estos modelos, el equipo de investigación pudo predecir la “robustez” del sistema, que se mide a partir de la resistencia de la vegetación a la desertificación y a su posterior recuperación. Luego compararon los patrones de vegetación modelados con las fotografías aéreas y los datos recopilados en su sitio de estudio en el campo en Kenia, confirmaron que los patrones de vegetación pronosticados por los modelos coincidían con los datos reales.

## INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

El Panel A muestra que, a medida que disminuye la precipitación, la vegetación se reduce (cuadrados rojos, de derecha a izquierda). Hay una única pérdida catastrófica y repentina de vegetación, indicada por el símbolo (i), a unos 0.55 mm/día de precipitación. Se denomina catastrófica porque la pérdida de vegetación es repentina y no es un deterioro lento. En el otro sentido, a medida que aumenta la precipitación, también lo hace la vegetación (cuadrados azules, de izquierda a derecha). Se produce una repentina recuperación de la biomasa de vegetación a unos 0.7 mm/día de precipitación. Una vez que el sistema se encuentra en estado desértico, se necesita mucha más precipitación para recuperar la vegetación (flecha azul) que cuando se perdió (flecha roja). Esta diferencia en la cantidad de precipitación puede explicarse por el hecho de que las plantas desempeñan un papel crucial al permitir que se filtre agua en el suelo y, una vez ahí, permanezca relativamente cerca de la

superficie, donde las raíces de las plantas puedan utilizarla. Cuando las plantas han desaparecido, gran parte de la lluvia se desperdicia de dos maneras: o no puede filtrarse eficazmente en el suelo y por lo tanto se evapora, o bien puede hacerlo, pero se hunde rápidamente a profundidades inaccesibles para las plantas. Por lo tanto, se necesita mucha más precipitación para que la vegetación se recupere.

El Panel B muestra que, a medida que disminuye la precipitación, la vegetación se reduce (puntos rojos, de derecha a izquierda). Hay un descenso repentino de vegetación (i) al mismo nivel de precipitación que en el Panel A, pero no es una pérdida total. La vegetación que se pierde está situada en las zonas ubicadas entre los termiteros. La que permanece se encuentra sobre los termiteros y disminuye lentamente hasta que la tasa de precipitación baja a unos 0.3 mm/día, momento en el que se produce una pérdida total de vegetación. A medida que aumenta la precipitación (cuadrados azules, de izquierda a derecha), la vegetación sobre los termiteros (ii) se recupera con unos 0.35 mm/día de precipitación y la vegetación entre los termiteros (i) se restablece con unos 0.75 mm/día.

Estas cifras demuestran que los termiteros proporcionan resistencia contra la desertificación al permitir que la vegetación perdure en el sistema (es decir, en los termiteros) a tasas de precipitación mucho más bajas que en los ecosistemas que no poseen termiteros y, si se produce la desertificación, permiten la recuperación a tasas de precipitación mucho menores.

*Consejo didáctico: Pide a los estudiantes que expliquen las diferentes partes de la gráfica.*

- Tipo de gráfica: Diagrama de dispersión (específicamente, un diagrama de fases)
- Eje X: Precipitación (mm/día), escala lineal
- Eje Y: Biomasa de vegetación ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), escala logarítmica
- Los cuadrados rojos indican casos de disminución de la precipitación (leer de derecha a izquierda).
- Los cuadrados azules indican casos de aumento de la precipitación (leer de izquierda a derecha).
- Las flechas punteadas indican cambios repentinos en la biomasa de vegetación.

## PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

- Para el modelo sin termiteros (Panel A), describe el cambio de biomasa de vegetación a medida que la precipitación disminuye y a medida que aumenta. ¿En qué puntos se producen cambios repentinos?
- Para el modelo con termiteros (Panel B), describe el cambio de biomasa de vegetación a medida que la precipitación disminuye y a medida que aumenta. ¿En qué puntos se producen cambios repentinos?
- ¿En qué se diferencia la biomasa de vegetación a 0.5 mm/día de precipitación en las dos figuras? Explica qué factores contribuyen a esta diferencia.
- ¿Cuál de los ecosistemas representados en estas figuras es más vulnerable a la desertificación? ¿Por qué?
- ¿Cuál de los ecosistemas representados en estas figuras tiene más probabilidades de recuperarse de una desertificación en menos tiempo? ¿Por qué?
- Para cada ciclo (i) y (ii), ¿por qué crees que el aumento en la biomasa de vegetación (flechas azules) se produce a tasas de precipitación más altas que la disminución en la biomasa (flechas rojas)? (En otras palabras, ¿por qué la vegetación no se recupera de las sequías al mismo nivel de precipitación que cuando se perdió la vegetación?)
- Explica de qué manera los científicos podrían utilizar estos modelos para hacer predicciones sobre las consecuencias del cambio climático en una zona árida o semiárida del mundo.

- ¿Cómo podrían utilizarse estos modelos para determinar cómo deberían asignarse los recursos para la conservación y la gestión de la tierra en zonas áridas o semiáridas o para combatir el cambio climático?
- Si las poblaciones de termitas comenzaran a colapsar en estas áreas, utiliza las dos gráficas para predecir el efecto que esto podría tener sobre los ecosistemas áridos y semiáridos.

**FUENTE**

Figura 4 de:

Bonachela, Juan A., *et al.* Termite mounds can increase the robustness of dryland ecosystems to climatic change. 2015. *Science*. 347(6222): 651-655.

Consultar la publicación: <http://science.sciencemag.org/content/347/6222/651.full> (requiere iniciar sesión en AAAS; establezca una cuenta AAAS gratuita para ver el artículo a través de este enlace:

[https://pubs.aas.org/promo/promo\\_setup\\_rd.asp?dmc=p0rfb1](https://pubs.aas.org/promo/promo_setup_rd.asp?dmc=p0rfb1))

**CRÉDITOS**

Bob Kuhn, Centennial High School, Roswell, Georgia

Editado por: Corina Tarnita, PhD y Rob Pringle, PhD, Princeton University; Laura Bonetta, PhD, Mark Nielsen, PhD, Aleeza Oshry y Bridget Conneely, HHMI

Traducido al español por UBIQUS y editado por Lorena Villanueva-Almanza, Freelance Editor, Adriana Patricia López Oliver y Zulmarie Pérez Horta, HHMI.