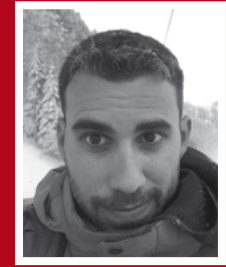


# El poder de las raíces



Martí March Salas



Ejemplo de diversidad de formas de las raíces de esparceta. En la imagen, de izquierda a derecha, se muestran raíces de mayor a menor número de raíces secundarias y diámetro.



Vivimos en un mundo cambiante al que la especie humana lleva adaptándose miles de años. La era geológica en la que nos encontramos, el Antropoceno, se caracteriza por que las acciones de los seres humanos están afectando y acelerando esos cambios que forman la historia del planeta Tierra. Una de las características del ser humano es su capacidad de adaptación a los cambios que le rodean pero, ¿cómo se están adaptando otras especies al Cambio global? Eso explicó Martí March Salas en su intervención en las últimas Jornadas de investigación que se celebraron en el MNCN.

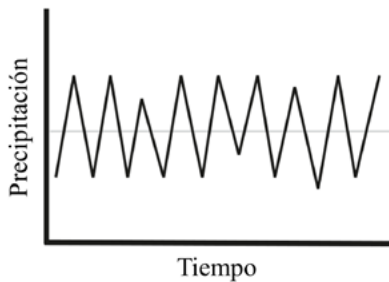
El cambio climático ya no es sólo algo que “predican” los científicos, sino que es perceptible y notorio por todos a lo largo del año, llegando incluso a alterar ciertos aspectos de nuestro día a día. Por supuesto, afecta a los ecosistemas, a sus organismos y a los cultivos, y, por ende, de

nuevo también a nosotros. Sin embargo, cuando alguien nombra “cambio climático”, inmediatamente viene a nuestra mente un cambio en las condiciones medias, que es el efecto del actual calentamiento global. En otras palabras, incrementos de las temperaturas, menos lluvias y se-

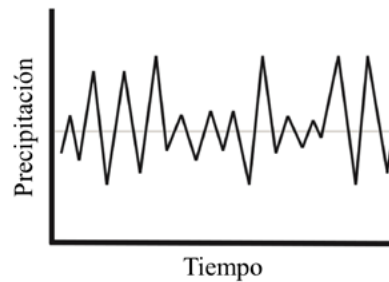
quías más prolongadas. Sin embargo, el cambio climático no es solo eso. El cambio climático está llevando a unas condiciones ambientales cada vez más variables y, sobre todo, más impredecibles. El clima se vuelve más incierto, cada vez las primaveras y otoños (el ya famoso “verano”) se disipan más rápido, y las lluvias y nevadas o los cambios de temperatura aparecen repentinamente, pudiendo estropear nuestros cultivos y, por qué no decirlo, hasta nuestras vacaciones. Así, los refranes han quedado obsoletos. Pero la cuestión más relevante llega cuando esto puede afectar a las especies. ¿Serán capaces los organismos (especialmente las plantas) de hacer frente a estas condiciones? ¿Qué estrategias utilizarían para ello? Nuestros experimentos serían un gran punto de partida para dar respuesta a estas preguntas, que tan relevantes son para salvaguardar nuestros cultivos y ecosistemas.



**A** MUY PREDECIBLE



**B** POCO PREDECIBLE



Ejemplo gráfico de una precipitación altamente predecible (A) y otra poco predecible (B) pero con idéntica precipitación media en ambos casos (representada por la línea gris). / Martí March Salas

Un campo de maíz helado, una de las posibles consecuencias en cultivos de un clima poco predecible.





*“Mientras que la movilidad de los animales hace más factible su aclimatación a cambios climáticos impredecibles, las plantas, al ser organismos sésiles, no pueden desplazarse si el hábitat se vuelve desfavorable”*



Campo de cultivo de *Onobrychis viciifolia*, muy frecuente en el Pirineo y Europa Central

El calentamiento global es el componente más estudiado del cambio climático y cada vez repetimos más la frase “este año es más caluroso que nunca”. Lo proclaman en noticias o documentales, mostrando imágenes de cómo el actual incremento de temperatura y sequías afectan negativamente a las especies. Estas condiciones son muy limitantes para los organismos, provocándoles un estrés fisiológico, una limitación del crecimiento, menor disponibilidad de nutrientes y en última estancia, un incremento de las tasas de mortalidad. Sin embargo, investigadores del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) han determinado que los efectos de la menor previsibilidad climática pueden ser como mínimo igual de importantes, pero que aún no se

conocen bien sus consecuencias. ¿Serán los cambios en previsibilidad igual de perjudiciales que los cambios en las condiciones medias?

Seguramente os habéis preguntado alguna vez cómo la predicción de El Tiempo sigue sin ser más exacta, a pesar del continuo avance tecnológico actual. Los veranos son más largos (hasta 40 días más que en 1970) y los inviernos menos inviernos. Habréis notado, por ejemplo, un extraño calor en noviembre o incluso febrero, cambios bruscos en las temperaturas veraniegas o lluvias y nevadas en momentos del año donde no deberían darse. Incluso a menor escala, podemos notar que son frecuentes esas lluvias espontáneas e intensas dentro de un mismo día. Esto explica resultados de algunas encuestas, que

llevan a determinar que más del 80% de los españoles consideramos que la lluvia o cambios de temperatura nos pueden fastidiar las vacaciones. La previsibilidad nos preocupa, aunque no supiésemos su nombre. Todo esto es debido a que el tiempo y la intensidad de los eventos climáticos son cada vez menos predecibles. Hay una menor relación entre los eventos sucesivos, pasados y futuros, lo cual afecta a la precisión con la que nosotros y, sobre todo, los distintos organismos en la naturaleza podemos predecir las condiciones ambientales futuras.

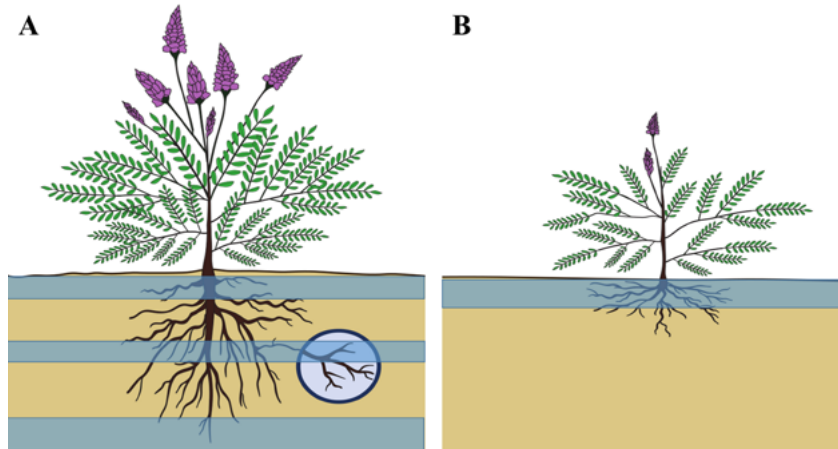
*“¿Qué hacen las plantas para resistir a estos impredecibles cambios climáticos? Hicimos experimentos simulando una precipitación predecible y otra poco predecible en diferentes parcelas”*

Curiosamente, un clima menos predecible no implica necesariamente que la precipitación anual sea menor o las temperaturas medias más altas. Implica que no podemos pronosticar cuándo y en qué cantidad se podrán disponer los recursos hídricos, o cuándo se darán los cambios estacionales o diarios de lluvia y temperatura. En este sentido, un estudio publicado en la revista *Science* (Siepielski et al. 2017) mostró que precisamente la lluvia y, por tanto, la disponibilidad de agua, es el parámetro climático que más afecta al comportamiento y evolución de las especies, ya





Esquema descriptivo de algunas de las funciones de las plantas de estudio / Martí March Salas



Aprovechamiento del agua del suelo según la inversión en raíces. La raíz de la figura A puede captar agua acumulada en diversas capas del suelo, aumentando la eficacia reproductiva de la planta. Las raíces superficiales generadas en la planta de la figura B le permiten captar el agua superficial y asegurar así su reproducción. / Martí March Salas y Almudena Bretón

*“Un clima menos predecible implica que no podemos pronosticar cuándo y en qué cantidad se podrán disponer los recursos hídricos, o cuándo se darán los cambios estacionales o diarios de lluvia y temperatura”*

que es particularmente difícil de predecir. Sin embargo, mientras que los animales pueden, por su naturaleza móvil, aclimatarse a cambios impredecibles en la precipitación (por ejemplo, migrando a otros lugares), las plantas, al ser organismos sésiles (es decir, que están fijos a un sustrato como suelo o rocas), no pueden desplazarse si el hábitat se vuelve desfavorable.

Entonces, ¿qué hacen las plantas para resistir a estos impredecibles cambios climáticos? Nosotros nos planteamos que las raíces podrían ser clave para que las plantas hagan frente a la menor previsibilidad de disponibilidad de agua. Por ello medimos las distintas formas que las raíces de esparceta (*Onobrychis vicifolia* Scop.) adquirían ante distintos niveles de previsibilidad climática y cómo eso afectaba al rendimiento de la planta (es decir, a su eficacia reproductiva). De este modo, en las instalaciones del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), en Jaca (Huesca, España), hicimos una serie de experimentos durante 4 años, simulando una precipitación predecible en 8 parcelas experimentales, y una precipitación poco predecible en otras 8 parcelas. Sin embargo, mantuvimos la misma cantidad de precipitación total en todas las poblaciones (para así no manipular la media, que sería idéntica en ambos niveles). Utilizamos la esparceta porque sus raíces son relativamente grandes y densas, y también porque es una especie de cultivo muy utilizada para la alimentación del ganado, que aporta nitrógeno al suelo y que es muy utilizada por los polinizadores.

Nuestros resultados indicaron que las plantas seleccionaron producir un mayor número de raíces secundarias y raíces más profundas en el tratamiento menos predecible. Esto concuerda con las teorías que explican que plantas perennes, al poder vivir varios años, aumentan su inversión radicular en condiciones adversas para reservar nutrientes y reproducirse en los años próximos. Sin embargo, en nuestro experimento, esta mayor inversión en raíz también produjo una mayor





eficacia reproductiva ante estas condiciones en el primer año de vida. Este resultado por tanto contradice las previsiones teóricas de que invertir en todas las funciones (es decir, sostén, nutrición, crecimiento y reproducción) puede ser perjudicial para la planta.

*“Los resultados indicaron que las plantas seleccionaron producir un mayor número de raíces secundarias y raíces más profundas en el tratamiento menos predecible y mostraron que las raíces podrían realizar respuestas adaptativas”*

Por un lado, en condiciones adversas, unas plantas generaron un mayor número de raíces secundarias, las cuales se expanden horizontalmente para conseguir recursos superficiales. Esto les permitía aprovechar el agua disponible en las primeras capas del suelo, evitando el riesgo de no poder disponer de estos recursos más adelante. Esto llevó a un crecimiento rápido de estas plantas, asegurando así una reproducción inmediata que generase descendientes. Por otro lado, otras plantas optaron también por alargar sus raíces con el objetivo de acceder a capas del suelo más profundas. A esta profundidad, las plantas pueden encontrar cierta humedad que no existe en la superficie, y condiciones más estables. Esta res-



Extracción de una de las raíces de las plantas experimentales // Autor Martí March Salas

puesta puede haberse dado debido a que el tratamiento menos predecible, aunque recibiese igual precipitación, experimentaba sequías más prolongadas. Finalmente, esto conllevó que las raíces aumentaran también su biomasa en condiciones menos predecibles, lo que les confirió una mayor capacidad para captar nutrientes y mayor desarrollo. Todo esto indica que las raíces son particularmente sensibles a los cambios en el medio.

Además, nuestros resultados mostraron algo muy relevante no descubierto hasta la fecha: las raíces realizan respuestas adaptativas. En nuestros experimentos, los descendientes (es decir,

*“Las raíces son clave para que algunas especies toleren ciertos cambios climáticos impredecibles, de ahí que su estudio sea cada vez más necesario”*

hijos/nietos) aumentaron su éxito reproductivo con respecto a los ancestros (madres/abuelas) mediante un cambio radicular. Gracias a la gran plasticidad de las raíces, que les permite adquirir distintas formas y tamaños en función de las condiciones climáticas, las plantas rinden mejor en condiciones menos predecibles, y están sujetas a procesos adaptativos, aumentando así su eficacia biológica. Por tanto, no hubo costes tampoco a largo plazo. Así, a pesar de que las raíces han sido generalmente unas “grandes desconocidas” por los científicos, nuestros resultados destacan que las raíces son clave para que algunas especies toleren ciertos cambios climáticos impredecibles, y que su estudio es necesario.

Sin embargo, no nos emocionemos. Las temperaturas siguen aumentando, las condiciones extremas (como, por ejemplo, tormentas, inundaciones o periodos de sequía prolongados) son cada vez más frecuentes, y la imprevisibilidad climática cada vez mayor. En este caso, sería muy difícil para las plantas poder sobrellevar los cambios climáticos futuros, lo que afectaría a los ecosistemas y a nuestros recursos agrícolas, y disminuiría la biodiversidad. Está en nuestra mano. Preparémonos para lo impredecible ■

