

LOS ECOSISTEMAS DEL SUELO CAMBIAN CON EL TIEMPO

Enrique Doblás-Miranda *

CREAF, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona, Spain

YOUNG REVIEWERS:



RUTENDO

EDAD: 14



NOKUTENDA

EDAD: 14

Todos los animales que viven bajo nuestros pies no se están quietos. Pueden moverse (hacia un montón de sitios porque el suelo es un espacio tridimensional) y cambiar (por ejemplo, de un capullo a una fase activa). Por tanto, el mismo suelo debajo de un trozo de campo concreto puede que no contenga las mismas comunidades de seres vivos en invierno que en verano, o incluso durante un día soleado comparado con una fría noche. Por ejemplo, investigaciones sobre larvas de escarabajo subterráneas mostraron movimientos verticales estacionales, ya que las larvas buscaban mejores condiciones para vivir. Es más, el suelo varía un montón durante su formación, y en consecuencia sus habitantes también cambian. En el caso de los oribátidos, un minúsculo pero diverso grupo de ácaros del suelo, los científicos observaron cambios en la comunidad durante docenas ¡y hasta cientos de años! Muchos estudios muestran un principio básico pero poderoso: Los ecosistemas no son fotografías congeladas en el tiempo, si no por el contrario son ambientes que están cambiando constantemente.

LOS ECOSISTEMAS NO SON FOTOS ESTÁTICAS

Cuando nos imaginamos la biodiversidad de un ecosistema, frecuentemente dibujamos los ecosistemas en nuestra cabeza como algo estable y sin cambios, como fotografías en un libro, con todos los animales y plantas coexistiendo en un falso equilibrio congelado. En esa imagen mental (y de hecho en muchos dibujos de libros), las plantas están ya disponibles para que se las coman los herbívoros, mientras que éstos están esperando a ser comidos por los carnívoros, todos bajo la maravillosa luz del sol ¡Pero la realidad no es así! La mayoría de los animales en un ecosistema se mueven durante el día y algunos de ellos sólo aparecen de noche. Las plantas producen diferentes partes comestibles dependiendo de la estación. Incluso el ecosistema entero puede cambiar debido a catástrofes como los incendios forestales. Eso sin mencionar que raramente pensamos en la diversidad que ocurre en el suelo bajo nuestros pies.

COMO FUNCIONA EL CAMBIO BAJO NUESTROS PIES

Por supuesto, la **biodiversidad del suelo** también cambia con el tiempo, aunque no necesariamente de la misma manera que ocurre en la superficie. Primero, moverse es ciertamente más difícil dentro del suelo. Las lombrices, las larvas de insectos, los grillos-topo (también los topos, pero vamos a centrarnos en los pequeños **invertebrados**) y muchas otras criaturas menudas deben cavar con sus bocas, garras o piernas. Criaturas aún más pequeñas se mueven a través del suelo usando principalmente minúsculos espacios rellenos de aire llamados **poros del suelo**.

Por otra parte, los habitantes del suelo no están limitados a los típicos movimientos horizontales de los animales de la superficie. Los invertebrados del suelo pueden también moverse ascendiendo o descendiendo bajo la misma área de la superficie, lo que se llama migración vertical. Las migraciones verticales pueden ocurrir durante sólo un día, o durante toda una estación. Los enquistados, unos gusanos muy pequeñitos, son uno de los poquitos tipos de animales excavadores que han sido observados migrando durante el día. Los enquistados se mueven hacia lo profundo del suelo para escapar de las secas condiciones de la superficie a mediodía y vuelven de las profundidades por la tarde, cuando sus condiciones favoritas de humedad se reestablecen. Esta migración es la base de uno de los métodos más usados para estudiar la **mesofauna del suelo**. Este método consiste en secar una muestra de suelo en un embudo con una bombilla encima, haciendo que las criaturas “escapen” cayendo en un vaso contenedor que se encuentra abajo (Figura 1).

Además, muchos invertebrados del suelo pueden permanecer en formas resistentes que les permiten sobrevivir condiciones duras durante mucho tiempo. Las “perlas terrestres”, unos insectos diminutos, redondos y muy interesantes, son un ejemplo perfecto. Pueden secretar una cubierta nacarada alrededor suyo, formando un quiste esférico o estado “resistente”, ¡en el cual pueden permanecer durante décadas! Pero cuando hay disponibles deliciosas

BIODIVERSIDAD DEL SUELO

La variedad total de criaturas vivas que habitan el suelo.

INVERTEBRADOS

Animales sin huesos. En el suelo, eso significa principalmente lombrices y artrópodos (ciempiés, cochinillas de la humedad, insectos, arañas...).

POROS DEL SUELO

Espacios extremadamente pequeños (menos de 0.075 milímetros) entre la estructura sólida del suelo, rellenos principalmente de aire y agua.

MESOFAUNA DEL SUELO

Habitantes del suelo, más pequeños de 2 mm, como los colémbolos, ácaros y nemátodos [1].

Figura 1

Extrayendo los invertebrados del suelo para su estudio. Una típica trampa de embudo Tullgren o Berlese, en honor a sus inventores. El suelo se coloca en la parte de arriba de un embudo, sostenida por una malla. Una bombilla caliente y seca el suelo, forzando a los organismos a desplazarse hacia abajo. Cuando caen de la muestra, lo hacen en un vaso de recolección, normalmente lleno con una sustancia que los mantiene bien conservados. Los organismos pueden entonces ser estudiados.

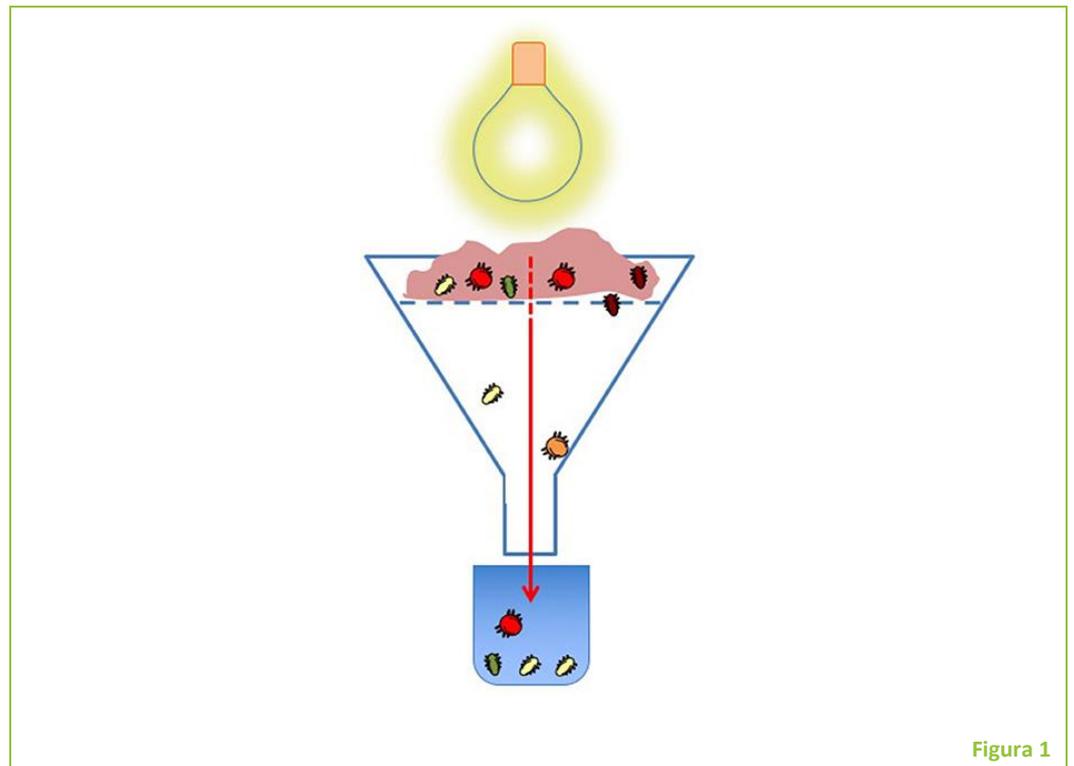


Figura 1

raíces, los quistes se desarrollan y se convierten en adultos voraces. Si las condiciones son realmente buenas, muchas especies de estas perlas terrestres pueden clonarse a ellas mismas para disfrutar lo más posible de estas condiciones favorables. A un desafortunado agricultor de viñedos le pueden pasar desapercibidas las pequeñísimas perlitas un año, mientras que al siguiente se puede encontrar su viñedo infestado de adultos.

Por último, en la superficie del suelo, muchos animales menudos pueden ser arrastrados por el viento, el agua e incluso por otros animales. Algunas criaturas que viven en la superficie viajan de esa manera, pero la llamada dispersión pasiva de la fauna del suelo se ha ganado mucha atención científica últimamente porque podría explicar el movimiento de los organismos del suelo a través de grandes distancias.

CAMBIOS ESTACIONALES

Durante mis primeros años como investigador, los movimientos de los organismos del suelo no eran tan comprendidos como lo son hoy en día y cada descubrimiento era muy excitante, incluyendo que ¡algunas larvas de insecto de vida subterránea realizan migraciones verticales [3]!

En una zona de matorrales desértica del sur español, muestreamos el suelo en diversos lugares cada mes durante dos años. Las muestras del suelo fueron recolectadas a diferentes profundidades, desde la hojarasca de la superficie hasta unos 50 cm de profundidad. Por cada muestra, todos los macroinvertebrados fueron contados e identificados. Después de analizar todas las muestras, de todas las estaciones y cada una de las profundidades, los científicos descubrimos que las larvas de una abundante familia de escarabajos llamada Tenebrionidae, las cuales comen restos orgánicos, hacían el mismo

movimiento cada año. Éstas eran más abundantes en la superficie del suelo en invierno que en verano (Figura 2).

Figura 2

Migración vertical de las larvas de escarabajo, dependiendo de la profundidad y la estación. En verano, las larvas son igualmente abundantes en la superficie que en los niveles más profundos del suelo, pero en invierno son mucho más abundantes en la superficie, donde pueden alimentarse de la hojarasca y no ser dañadas por las condiciones calurosas y secas típicas del verano.

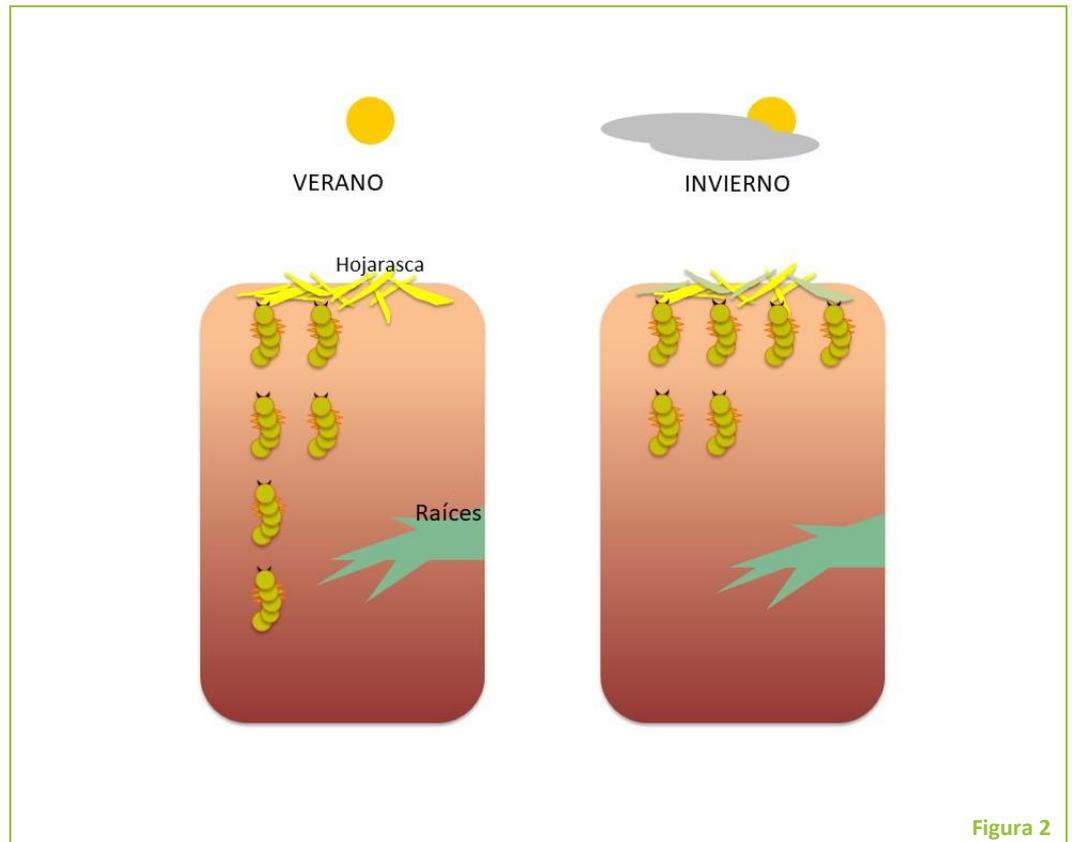


Figura 2

En la zona de estudio, los veranos son muy calurosos y secos. Sin embargo, el plato favorito de los tenebriónidos, los restos de hojarasca, se encuentra expuesto en “restaurantes” de la superficie del suelo, como arbustos y hormigueros. Por tanto, esas larvas de escarabajo prefieren devorar la hojarasca de la superficie durante las más agradables condiciones del invierno, mientras que disfrutan otros “restaurantes” más profundos, como los de raíces en descomposición, durante el verano. Cuando la larva realiza esa migración vertical, también está realizando un gran servicio para el ecosistema entero. Como las lombrices en ecosistemas más húmedos, estas larvas más duras mueven el suelo en ambientes áridos, de manera que el aire, el agua y los materiales orgánicos se mezclan por todo el suelo, lo cual es altamente beneficioso para la salud del suelo.

SUCESIÓN ECOSISTÉMICA

El proceso por el cual los ecosistemas “nacen” y “crecen” tras la creación de nuevas superficies, como cuando aparece una nueva isla de coral o se descubre el suelo después de que un glaciar se derrita, o por el cual los ecosistemas “renacen” tras una perturbación como los incendios forestales.

LOS ECOSISTEMAS PUEDEN CRECER... ¡E INCLUSO ENVEJECER!

Los cambios en las condiciones climáticas y la disponibilidad de comida no son los únicos factores cambiantes de los ecosistemas. De hecho, un ecosistema entero puede transformarse durante un proceso denominado **sucesión ecosistémica**. Los investigadores han estudiado como la diversidad de los animales cambia durante dicha sucesión ecosistémica, centrándose en un grupo de ácaros del suelo llamado oribátidos. Los oribátidos son pequeñitos, abundantes y diversos, lo cual significa que se puede encontrar una comunidad entera de ellos en una sola muestra de suelo. Además, hay muchos recursos

CRONOSECUENCIA

Un grupo de ecosistemas estudiados en el mismo momento, los cuales comparten un origen, especies de plantas y un área geográfica similar, pero tienen diferentes edades. Estudiar ecosistemas en una cronosecuencia es necesario porque no podemos esperar décadas para muestrear un mismo ecosistema durante todo su desarrollo.

disponibles para ayudar a identificar las diferentes especies de oribátidos, así que son el organismo perfecto para estudiar cambios en la diversidad del ecosistema del suelo. Es más, la movilidad de los oribátidos es relativamente limitada, ya que al encontrarse enterrados están restringidos a moverse a través de los poros del suelo y, en ocasiones, por dispersión pasiva. Por tanto, las comunidades de oribátidos se desarrollan principalmente con el propio ecosistema durante el proceso de sucesión.

En una investigación reciente [3], los científicos llevaron a cabo un estudio en una **cronosecuencia** de bosques que están creciendo de nuevo tras el abandono de terrenos de cultivo. Querían saber si bosques similares de diferentes edades tienen las mismas comunidades del suelo. Los investigadores lanzaron la hipótesis de que las tierras de cultivo tienen probablemente unas pocas especies de oribátidos con baja abundancia, pero que comunidades complejas con una alta diversidad se desarrollarían en bosques más viejos. Comparando fotografías aéreas actuales con otras de los años 50, los científicos determinaron cuáles áreas habían sido bosques en los 50 (bosques establecidos hace tiempo), y cuáles habían sido cultivos (bosques recientes). Entre los bosques recientes, también distinguieron entre los aislados (rodeados principalmente por tierras de cultivo y mostrando probablemente comunidades similares a las que se encuentran en cultivos) y los conectados con otros bosques (probablemente con comunidades similares a las que se encuentran en bosques más viejos).

Los científicos observaron dos resultados importantes. Primero, los bosques establecidos hace tiempo y los recientes, pero conectados, mostraron un número similar de oribátidos, pertenecientes a un número similar de especies, siendo ambos números mayores que los observados en los bosques recientes aislados. Segundo, las comunidades de oribátidos en los bosques recientes, tanto aislados como conectados, compartían más especies entre ellos que con los bosques establecidos hace tiempo (Figura 3, abajo). Seguramente, durante el desarrollo ecosistémico, los oribátidos llegan al principio principalmente por dispersión pasiva. Eso es por lo que probablemente en los bosques recientes conectados a los bosques más antiguos se establecen rápidamente comunidades de oribátidos en números similares a esas de los bosques establecidos hace tiempo. Pero ya que al bosque reciente le queda por desarrollarse, la falta de refugios disponibles y acceso a la comida puede impedir a algunas especies de oribátidos establecerse permanentemente allí. Eso podría explicar por qué las comunidades de oribátidos de los bosques recientes conectados son más parecidas a esas de los bosques recientes aislados y por tanto a las de los cultivos (Figura 3).

Los ecosistemas no solo “crecen”, sino que también “envejecen” si no ocurre ninguna perturbación, como un incendio. Los científicos estudiaron ese envejecimiento ecosistémico en los bosques boreales canadienses [4]. Muestrearon oribátidos en una cronosecuencia basada en el tiempo ocurrido desde el último incendio forestal, lo que se estimó en base a mapas de hasta 100 años de antigüedad, anillos de crecimiento en árboles de hasta 200 años, y por medio de datación química del suelo profundo ¡Que llega hasta los 700

Figura 3

Los ecosistemas cambian y crecen con el tiempo. En los años 50 (arriba), había comunidades de oribátidos más abundantes y ricas en los bosques que en las tierras de cultivo. Después del abandono de los cultivos (en el medio), los individuos de algunas especies llegaron desde el bosque a los cultivos cercanos (conectados) principalmente por dispersión pasiva (flechas). Finalmente, la desaparición (flechas discontinuas) de algunas especies, las cuales probablemente necesitaban un suelo más desarrollado, creó las diferencias actuales entre los tres tipos de bosque (abajo).

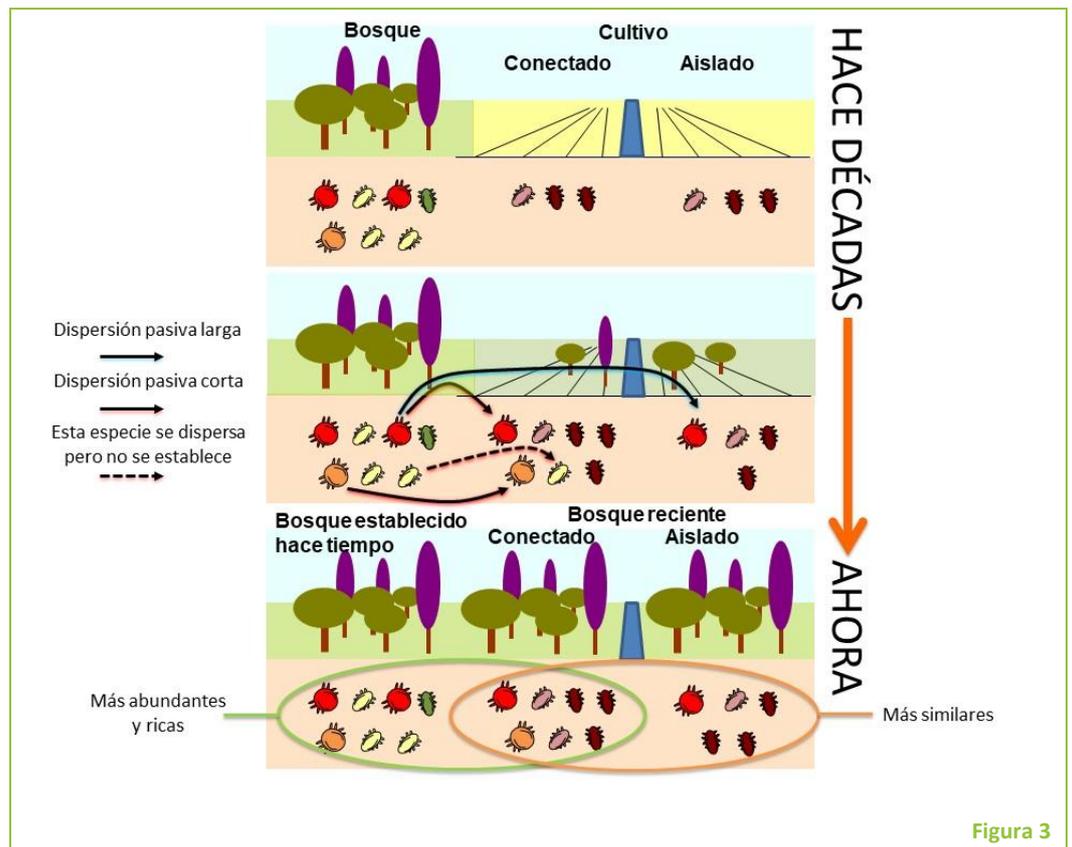


Figura 3

años de antigüedad! Aunque la abundancia de oribátidos se vio drásticamente reducida durante los primeros 200 años de desarrollo del bosque desde el último incendio, el número de especies no se vio realmente afectado hasta los últimos estados de envejecimiento forestal. Esto significa que la progresiva disminución de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno no puede mantener poblaciones abundantes y, más tarde, ni siquiera poblaciones enteras de algunas especies. Los investigadores también estudiaron muestras de suelo debajo de troncos de árboles caídos y en suelo expuesto y encontraron que los oribátidos debajo de los troncos eran menos abundantes que aquellos que vivían en suelo descubierto, aunque los primeros mantenían sus poblaciones estables mientras que las de los segundos disminuían. Eso llevó a los científicos a concluir que los oribátidos que habitaban el suelo descubierto eran más afectados por el envejecimiento, probablemente por la reducción en la disponibilidad de hojarasca (su principal alimento) según el bosque envejecía.

LOS ECOSISTEMAS SON PELÍCULAS FASCINANTES

Espero que ahora, cuando te imagines la diversidad del ecosistema en un bosque, tengas algo más que una imagen quieta en tu cabeza, ya que todas esas criaturas vivas cambian y se mueven, aparecen y desaparecen... ¡y espero que también te imagines las criaturas que habitan el suelo bajo tus pies! Los ecosistemas, como escenarios vivos, no son estáticos si no altamente dinámicos en el tiempo. Las pequeñas y diversas criaturas viviendo en el suelo cambian con los ecosistemas, usando muchas estrategias diferentes y asombrosas. Las criaturas que viven en el suelo son especialmente importantes para el ecosistema, ya que mantienen la salud del suelo y son una parte fundamental del reciclado de hojas y raíces muertas, un proceso que en

realidad ayuda a reducir el calentamiento global y por tanto contribuye a la salud de todo nuestro planeta.

CONTRIBUCIÓN DEL MANUSCRITO EN EL CAMPO DE ESTUDIO

Como “concepto fundamental”, el manuscrito no contribuye exactamente al progreso de la disciplina de investigación. Sin embargo, espero que muestre y clarifique a las mentes jóvenes la importancia de las dinámicas temporales en los estudios ecológicos. En todo caso, algunos casos prácticos de mis propias contribuciones a la investigación son usadas como ejemplo.

REFERENCIAS

- [1] Nielsen, U. (Ed.). 2019. “Soil and its fauna,” in *Soil Fauna Assemblages: Global to Local Scales* (Cambridge: Cambridge University Press). p. 1–41. doi: 10.1017/9781108123518.002
- [2] Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M. J. I., Chotte, J. L. et al. (Eds.). 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [3] Doblas-Miranda, E., Sánchez-Piñero, F., and González-Megías, A. 2009. Vertical distribution of soil macrofauna in an arid ecosystem: are litter and belowground compartmentalized habitats? *Pedobiologia* 52:361–73. doi: 10.1016/j.pedobi.2008.11.006
- [4] Doblas-Miranda, E., and Work, T. T. 2015. Localized effects of coarse woody material on soil oribatid communities diminish over 700 years of stand development in black-spruce-feathermoss forests. *Forests* 6:914–28. doi: 10.3390/f6040914

EDITED BY: Helen Phillips, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITATION: Doblas-Miranda E (2021) Soil Ecosystems Change With Time. *Front. Young Minds*. 9:543498. doi: 10.3389/frym.2021.543498

CONFLICT OF INTEREST: The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

COPYRIGHT © 2021 Doblas-Miranda. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

YOUNG REVIEWERS



RUTENDO, EDAD: 14

I was born in Zimbabwe and I have two brothers and one sister. I love maths, reading books, and listening to music. When I grow up I want to be either a doctor, scientist, psychologist, or archaeologist.

NOKUTENDA, EDAD: 14

My hobbies are mostly cooking and drawing (anime at most). I have my heart set on being a chef when I am older. I love creative arts. In my spare time I love drawing what my mind expresses. Other times I try and find the time to read a fiction fantasy novel.

AUTOR

ENRIQUE DOBLAS-MIRANDA

Enrique es doctor en biología y es investigador del CREAM. Está también interesado en la cooperación internacional y fue el director de un proyecto Euro-Mediterráneo llamado MENFRI, desde el cual fundó una organización que forja acuerdos para superar retos complejos del desarrollo y el medioambiente. Enrique ha participado en estudios sobre resiliencia y gestión del paisaje de cara al cambio global, y también ha continuado con su principal línea de investigación sobre las variaciones de la biodiversidad de ecosistemas en el tiempo. Usando variadas comunidades de invertebrados, Enrique ha estudiado las dinámicas de los bosques y cultivos en España, Nueva Zelanda y Canadá.

*e.doblas@creaf.uab.cat

TRADUCTOR

ENRIQUE DOBLAS-MIRANDA (Autor)

