



ALPINISTAS SUBTERRÁNEOS: LOS ANIMALES QUE VIVEN EN LOS SUELOS DE MONTAÑAS

Michael Steinwandter¹, Julia Seeber^{1,2}

¹ AlpSoil Lab, Institut für Alpine Umwelt, Eurac Research, Bozen, Italien

² Institut für Ökologie, Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

JÓVENES REVISORES:



**MERCY
SCHOOL
INSTITUTE**

EDAD: 15 años

Aunque sabemos que es el hogar de un gran número de organismos, el suelo debajo de nuestros pies requiere de más investigación. Es básicamente una caja negra en la que no podemos observar a sus habitantes ni a los procesos en los que participan. En este artículo, les hablaremos de suelos poco estudiados. Hablamos de los suelos de alta montaña: no son fáciles de acceder, pero contienen muchas especies interesantes, algunas de ellas especializadas en vivir solo en suelos montañosos. Somos un equipo de ecólogos de suelos que dedicamos nuestra investigación a revelar los secretos de los animales que viven en los suelos de montaña. Les contaremos cuáles y cuantos animales se pueden encontrar en los suelos ubicados a gran altura en los Alpes, tanto en ecosistemas naturales como en suelos agrícolas. Además, explicamos algunas de las ingeniosas formas de adaptación al duro ambiente alpino desarrolladas por esas especies.

ZONA ALPINA

Zona climática que puede encontrarse en las altas montañas o en las zonas árticas. Es la zona donde los árboles no pueden crecer debido a las bajas temperaturas.

Figura 1

En los Alpes, siglos de agricultura tradicional crearon suelos de pastizales ricos en especies. (A) La zona alpina, por encima de la línea de árboles, es comúnmente pastada por vacas y ovejas. Más abajo, en la zona subalpina, los bosques son talados para crear pasturas y heno. Las áreas rocosas aumentan con la altitud y dominan en la zona alpina alta, que es el área por encima de casi cualquier vegetación (Gsies/Valle di Casies, Tyrol sur, Italia). (B) Analizamos los invertebrados del suelo instalando trampas (flecha amarilla) (Dolo-mitas, Tyrol sur, Italia). (C) Los bloques de suelo son retirados y llevados al laboratorio para ser estudiados (Matsch/Mazia, Tyrol sur, Italia) (Créditos por las fotografías: Michael Steinwandter).

INVERTEBRADOS

Grupo grande de animales que no tienen vértebras (espina dorsal o huesos de la columna vertebral). Los invertebrados del suelo más comunes incluyen insectos (escarabajos, moscas, larvas), lombrices de tierra, milpiés, ciempiés, cochinillas y arañas.

¿QUÉ SON LOS SUELOS DE MONTAÑA?

Cuando hablamos de suelos de montaña, generalmente nos referimos a suelos ubicados a gran altura. En particular, son los suelos por encima de la línea de árboles (o límite superior del bosque), donde o hay árboles dispersos o no hay árboles en lo absoluto. En los Alpes, esa zona puede encontrarse por encima de los 2000 m; en los Alpes centrales, se encuentran por encima de los 2300 m. Por supuesto, algunos suelos montañosos se encuentran en montañas más bajas o incluso en colinas, pero nosotros nos enfocaremos en el maravilloso mundo de los animales que habitan los pastizales, pasturas, e incluso, suelos desnudos de montañas más altas, como los Alpes, de 1500-3000 m.

Algunas áreas montañosas por encima de la línea de árboles, en lo que se conoce como **zona alpina**, pueden parecer inalcanzables para los humanos. Pero esto no es cierto – allí los agricultores han utilizado cuidadosamente muchos pastizales por siglos, e incluso milenios, como pasturas de verano para pequeños rebaños de vacas, ovejas y cabras (Figura 1A). ¿Por qué los granjeros del pasado (y algunos incluso hoy día) subieron tan alto con vacas y ovejas? ¿Por qué no utilizar simplemente las praderas del fondo del valle, que son de más fácil acceso? Bueno, ellos sí utilizan las praderas del valle, pero las pasturas alpinas son el hogar de muchas hierbas y pastos coloridos y nutritivos que a las vacas y ovejas les encanta comer y que le son muy saludables. Además, durante los veranos calurosos, los animales toleran más las temperaturas presentes en las grandes alturas.



Figura 1

¿QUÉ Y CUÁNTOS ANIMALES VIVEN EN LOS SUELOS DE MONTAÑA?

La belleza de las montañas no está solo sobre la tierra, en los coloridos arbustos y flores, sino también debajo de nuestros pies. Para estudiar los animales del suelo, colectamos bloques de tierra de 20 x 20 y 15 cm de profundidad (Figura 1C) y extraemos los **invertebrados** utilizando un **aparato o extractor de Kempson**. El extractor de Kempson utiliza el calor y la luz de lámparas o bombillas de luz para forzar a los animales a escapar del suelo a medida que los bloques de tierra se secan. Los animales luego se colectan en recipientes enfriados con agua y que contienen un líquido de recolección. También

APARATO O EXTRACTOR DE KEMPSON

Artefacto utilizado en laboratorios de suelos para extraer animales desde muestras de tierra. Al ser calentados desde arriba, los animales buscan escapar de las condiciones secas y calientes y caen en un frasco o cubo colector.

TRAMPAS

Método simple de captura de insectos e invertebrados que habitan el suelo. Estas trampas son frascos de vidrio que se entierran en el suelo y se dejan activos por uno o varios días.

ZONA SUBALPINA

Zona climática que incluye los bosques de montaña hasta la línea de árboles (límite superior de los bosques). Incluye también la zona de transición entre esos bosques y las pasturas alpinas, donde solo pueden crecer pequeños arbustos y árboles aislados.

instalamos **trampas** en nuestros sitios de estudio (Figura 1B). Las trampas son frascos de vidrio abiertos, enterrados en el suelo de forma tal que organismos como las arañas y los escarabajos caen dentro y quedan atrapados (Figura 1B). Este es un método muy útil para ver que se arrastra en la superficie del suelo. Utilizando estas técnicas, encontramos una comunidad diversa de lombrices de tierra, milpiés, escarabajos y larvas de insectos en los suelos de montaña.

La biodiversidad en los suelos es especialmente elevada en la **zona subalpina**, de 1500 a 2000 m, que contiene bosques y pasturas. En esta zona, los animales del suelo que se encuentran típicamente en los bosques de montaña (como las cochinillas y ciempiés) coexisten con las especies de los pastizales naturales (como las lombrices de tierra y los milpiés). En las pasturas subalpinas de los Alpes centrales encontramos 115 lombrices de tierra por metro cuadrado en los primeros 15 cm de la capa de suelo, así como 60 milpiés, 55 escarabajos y 50 larvas de moscas y mosquitos [1]. Todos estos invertebrados del suelo se benefician de la presencia esporádica de animales que deambulan por los campos, incluyendo vacas, ovejas y mamíferos salvajes, como venados, antílopes, y cabras alpinas. Los animales que pastan mantienen la vegetación corta, remueven arbustos problemáticos y así, mantienen abiertos los pastizales. Adicionalmente, dejan atrás mucho estiércol, que es una fuente de alimento bienvenida para muchos animales de los suelos, como las lombrices de tierra, los milpiés, y los escarabajos del estiércol (Figura 2) [2]. Sin embargo, si los granjeros llevan demasiadas vacas y ovejas a esas áreas, podemos observar los efectos negativos del pisoteo y el exceso de estiércol, que resulta en números reducidos de algunos tipos de animales del suelo. Por ejemplo, encontramos solo 5 ejemplares de milpiés y 45 escarabajos por metro cuadrado en un área con un uso excesivo por parte de los granjeros.

Cuanto más arriba vamos, encontramos menos individuos y menos tipos de animales en el suelo (Figura 3). En la zona alpina, de 2000 a 2800 m, los árboles no pueden crecer porque las temperaturas son demasiado bajas y la temporada de crecimiento en verano es corta. En esta zona, algunos tipos de animales del suelo alcanzan el límite superior de su zona de confort. Las lombrices de tierra y los milpiés disminuyen en número y rara vez pueden encontrarse en altitudes por encima de los 2500 m, incluso si las ovejas que deambulan agregan comida extra en forma de estiércol. Solo encontramos 20 lombrices de tierra y 10 milpiés por metro cuadrado en las zonas alpinas que estudiamos. Por otro lado, las larvas de moscas y mosquitos aumentan enormemente en número (más de 750 por metro cuadrado) y asumen, en parte, las funciones ecosistémicas de las lombrices de tierra, como la descomposición del material vegetal muerto [3].

En los Alpes, las áreas por encima de los 2500 m suelen estar cubiertas con nieve la mayor parte del tiempo, dificultando mucho la vida de los animales del suelo. Esas zonas, conocidas como zona alpina alta y **zona nival** (encima de los 3000 m), por lo general no son utilizadas por los granjeros. Estas áreas son habitadas mayormente por animales pequeños del suelo, como los colémbolos y los ácaros. Estos especialistas de clima frío sobreviven debajo de la capa de nieve, que actúa como una manta que mantiene la temperatura levemente por

encima del punto de congelamiento, incluso cuando la temperatura del aire cae muy por debajo del punto de congelamiento.

Figura 2

Los invertebrados de suelos de montaña de nuestros sitios de investigación en los Alpes de Ötztal y de Stubai en Tyrol, Austria. (A) Una bosta de vaca levantada revela las galerías de alimentación de las lombrices de tierra (*Lumbricus rubellus*), escarabajos de la bosta (o escarabajos peloteros), y larvas de insectos. (B) el bicho bolita (*Glomeris transalpina*) se encuentra comúnmente en matorrales alpinos de los Alpes de Europa central. (C) Larvas del mosquito del mantillo (*Mycetophilidae*) se alimentan de estiércol de oveja en pasturas alpinas altas (Créditos por las fotografías: Michael Steinwandter).



Figura 2

¿CÓMO PUEDEN SOBREVIVIR ESTOS ANIMALES?

La **adaptación** es clave para sobrevivir en grandes altitudes. La adaptación es la habilidad o capacidad para adaptarse a nuevas condiciones ambientales optimizando características del cuerpo y/o del comportamiento. Los animales del suelo en estos ecosistemas experimentan bajas temperaturas y a menudo se encuentran con nieve, incluso en los meses del verano. Además, se enfrentan a rayos solares más fuertes, y es menor el espacio habitable cuanto mayor es la elevación. Estos animales no pueden ser selectivos con lo que comen – deben alimentarse con cualquier fuente de alimento que esté disponible. Por ejemplo, mientras que en las tierras bajas algunos escarabajos se alimentan solamente de comida de origen vegetal, en las pasturas alpinas se alimentan además de otros animales y de sus pieles mudadas, así como también de estiércol, si hay estiércol en el lugar [4]. La adaptación a este menú más amplio incrementa las chances de que estos escarabajos junten suficiente energía para sobrevivir y prosperar.

Otra estrategia de supervivencia presente en los animales de suelos de montaña es que pueden prolongar sus etapas de vida si el verano es demasiado corto como para permitirles alcanzar la próxima etapa. Por ejemplo, durante un verano nevado y frío, si un milpiés no puede obtener suficiente energía para producir sus huevos, puede esperar otra temporada y producir huevos al siguiente año, cuando las condiciones sean más favorables. Si bien esta es una adaptación útil, también significa que esos milpiés deben sobrevivir más tiempo en el ambiente hostil para finalizar con éxito su producción de huevos.

Los animales de suelos de grandes altitudes también han adaptado sus cuerpos a las condiciones severas, disminuyendo su tamaño (los cuerpos más pequeños pueden calentarse más fácilmente), perdiendo sus alas (sin alas pueden permanecer bien cerca de la superficie del suelo y evitar los fuertes vientos), cambiando los colores del cuerpo (los cuerpos más oscuros pueden calentarse

ZONA NIVAL

Área rocosa, a menudo cubierta de nieve, en las altas montañas y regiones árticas, que sigue a la zona alpina. Aquí, no crece casi ninguna vegetación, pero sí líquenes y musgos.

ADAPTACIÓN

Capacidad de adaptarse a nuevas condiciones ambientales al optimizar características del cuerpo y/o del comportamiento. Son ejemplo, los invertebrados alpinos adaptados al ambiente severo de montaña.

más fácilmente), y/o produciendo anticongelantes en sus cuerpos, para prevenir que se congelen a bajas temperaturas.

Figura 3

Distribución de invertebrados típicos de suelos, en distintas zonas de altitud en los Alpes de Europa central. Las zonas comienzan y terminan a diferentes alturas por la ladera soleada y la sombreada. La tabla muestra cuantos animales se espera encontrar por metro cuadrado en cada zona de altitud, según los datos actualmente disponibles. En general, el número de animales en el suelo disminuye a medida que aumenta la elevación o altitud, y los diferentes grupos de animales alcanzan sus límites a diferentes altitudes (como los milpiés a 2500 m, los escarabajos a 3000 m). Los asteriscos (*) indican que la información disponible es limitada y muy variable (Créditos por las imágenes: modificado de Wikimedia Commons).

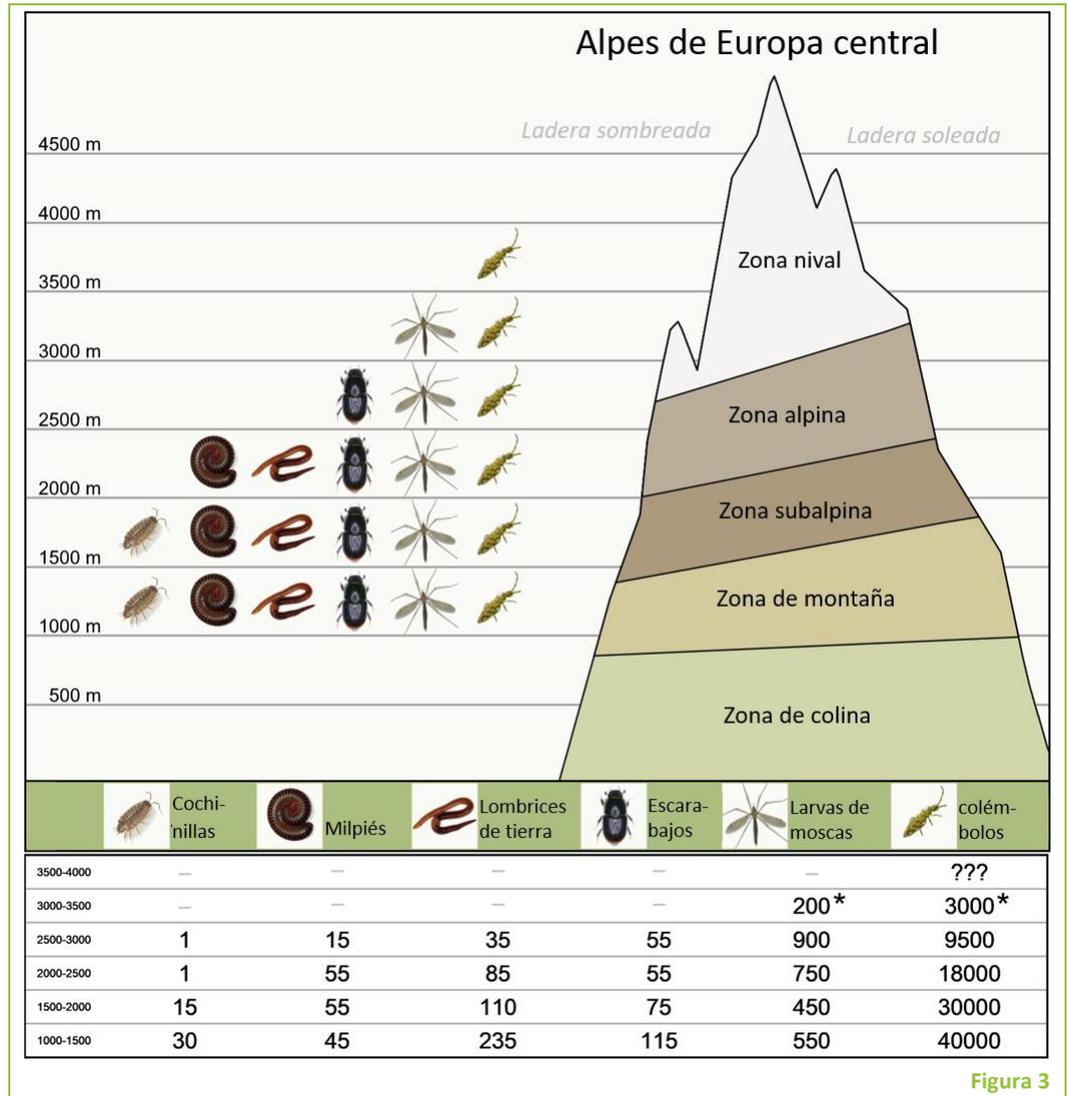


Figura 3

¿NECESITAN AYUDA LOS SUELOS DE MONTAÑA?

Ahora ya saben que los suelos de montaña son lugares interesantes que albergan muchos invertebrados, algunos de los cuáles solo se pueden encontrar en suelos de montaña. Debido a que estos suelos y sus habitantes están aún poco estudiados, la posibilidad de encontrar nuevas especies en ellos es bastante alta. Sin embargo, al igual que otros ecosistemas, hoy en día los suelos de montaña están amenazados y necesitan ser protegidos. Un gran problema al que se enfrentan las pasturas subalpinas ricas en especies es que los granjeros están abandonando esas tierras, porque los métodos tradicionales de agricultura no generan suficiente dinero. Cuando las vacas y ovejas ya no pastan en los pastizales que se encuentran a nivel de la línea de árboles, esas áreas son ocupadas por arbustos persistentes que forman matorrales densos e impenetrables. Además, las temperaturas en aumento que resultan del cambio climático llevarán a una migración hacia arriba, en altitud, de los animales del suelo, intentando escapar de temperaturas que son demasiado calientes. Debido a que cuanto mayor es la altitud, menor es el

espacio, estos animales tendrán problemas para encontrar suficiente lugar para vivir y podrían experimentar un mayor riesgo de extinción.

¡Pero la buena noticia es que todos podemos ayudar! Por ejemplo, apoyando a los productores de las montañas y comprando sus productos (como la leche y el queso), aumentamos las posibilidades de que ellos puedan continuar manteniendo hermosas pasturas andinas. Más aún, podemos cuidar los suelos de montaña al no dañarlos cuando practicamos senderismo, alpinismo o esquí. Deberíamos permanecer en los senderos, y regresar con nuestra basura a casa en lugar de dejarla en las montañas. Por último, podemos tomar acciones políticas, alzando nuestras voces en contra de la construcción de nuevas instalaciones de entretenimiento como áreas de esquí, refugios de montaña, o senderos para ciclismo de montaña, que pueden dañar estas áreas naturales y sensibles.

Todos necesitamos ser extremadamente cuidadosos con este precioso ecosistema llamado suelo. Tengamos presente que los suelos de montaña necesitaron siglos – y en las altas montañas incluso milenios – para formarse, pero estos ecosistemas y los organismos fascinantes que allí viven ¡pueden ser destruidos en minutos sin nuestra protección!

REFERENCIAS

1. Steinwandter M, Schlick-Steiner BC, Seeber GUH, Steiner FM, Seeber J. Effects of Alpine land-use changes: Soil macrofauna community revisited. *Ecology and Evolution* (2017) 7:5389–5399. doi:10.1002/ece3.3043
2. Curry JP, Schmidt O. The feeding ecology of earthworms - A review. *Pedobiologia* (2007) 50:463–477. doi:10.1016/j.pedobi.2006.09.001
3. Kitz F, Steinwandter M, Traugott M, Seeber J. Increased decomposer diversity accelerates and potentially stabilises litter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry* (2015) 83:138–141. doi:10.1016/j.soilbio.2015.01.026
4. Steinwandter M, Rief A, Scheu S, Traugott M, Seeber J. Structural and functional characteristics of high alpine soil macro-invertebrate communities. *European Journal of Soil Biology* (2018) 86:72–80. doi:10.1016/j.ejsobi.2018.03.006

EDITADO POR: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

MENTOR CIENTÍFICO: Fares Z. Najar

CITA: Steinwandter M and Seeber J (2022) Belowground Mountaineers: Critters Living in Mountain Soils. *Front. Young Minds* 10:660110. doi:10.3389/frym.2022.660110

CONFLICTO DE INTERÉS: Los autores declaran que la investigación se llevó a cabo en ausencia de relaciones comerciales o financieras que puedan constituir un potencial conflicto de intereses.

DERECHOS DE AUTOR/COPYRIGHT © 2022 Steinwandter y Seeber. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de Creative Commons Attribution License (CC BY). Se permite el uso, la distribución o reproducción en otros foros, siempre que los autores originales y los propietarios de los derechos de autor sean acreditados y reconocidos, y que la publicación original en esta revista sea citada, de acuerdo con la práctica académica aceptada. No se permite el uso, la distribución o reproducción que no cumplan con estos términos.



JÓVENES REVISORES

MERCY SCHOOL INSTITUTE, EDAD: 15 años

Somos líderes dinámicos y divertidos, y nos encanta pasar el rato con nuestros amigos.

AUTORES

MICHAEL STEINWANDTER

Soy un ecólogo y zoólogo de suelos del Laboratorio AlpSoil, que trabaja mayoritariamente con bichitos como las lombrices de tierra, arañas y, preferentemente, milpiés. Llevo a cabo mis investigaciones en suelos a todas las alturas, incluyendo las tierras bajas, pero realmente disfruto de descubrir la vida en los suelos de bosques de montaña y de pasturas por encima de la línea de los árboles. Esto surge de mi pasión por el senderismo y el alpinismo, algo con lo que naces si creces en la zona de Dolomitas (Tirol del Sur, norte de Italia). Además de hacer ciencia, me fascina toda la naturaleza. Por eso, soy también un guía profesional de senderismo y un ambientalista.
*michael.steinwandter@eurac.edu



JULIA SEEBER

Soy una ecóloga de suelos del laboratorio AlpSoil Lab interesada en comprender las relaciones entre los animales del suelo y sus hábitats, y a que procesos del suelo contribuyen esos animales. Me gustan las excursiones al campo para ver e investigar los hábitats, pero también me gusta realizar experimentos con los animales en el laboratorio, para observar como hacen cosas maravillosas como descomponer material vegetal muerto. Mis animales del suelo favoritos son las lombrices de tierra, porque sin ellas, el ecosistema del suelo sería mucho menos eficiente. Mi pasión por los deportes de montaña, como el esquí y el senderismo, es fácil de combinar con mi amor por hacer ciencia en las montañas.



TRADUCTORA

MARÍA MOREL REVETRIA

A María le han gustado las plantas desde que tiene memoria. Durante sus estudios de biología en la Universidad, descubrió su interés por la microbiología, y desde entonces, ha trabajado con plantas y bacterias sin parar. Sus principales intereses son las bacterias del suelo y su relación con la productividad vegetal y la salud del suelo. Además, le encanta la idea de llevar las ciencias al público no científico. Es miembro de ComicBacterias, un proyecto de divulgación de la Microbiología a través de caricaturas. El turismo en familia es una de sus aficiones favoritas. orcid.org/0000-0002-9064-5675 (Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay)