

¿LA BIODIVERSIDAD DE PLANTAS INFLUYE EN LOS CICLOS DE NUTRIENTES?

Eva Koller-France^{1*}, Wolfgang Wilcke², Yvonne Oelmann¹

¹ Department of Geography/Geoecology, University of Tübingen, Tübingen, Germany

² Institute of Geography and Geoecology, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

JÓVENES REVISORES



MACKENZIE

EDAD: 14



ROSE

EDAD: 14

ÍCARO

EDAD: 10

LUCÍA

EDAD: 14

CRISTIAN

ALEJANDRO

EDAD: 13

Todos los seres vivos, como los humanos, las plantas e incluso los microorganismos, necesitan consumir los mismos nutrientes para vivir: sobre todo nitrógeno y fósforo. Entender el ciclo de estos elementos en un ecosistema es clave para comprender por qué los ecosistemas funcionan de la manera en que lo hacen. Una de las preguntas que nos hacemos es si la diversidad de seres vivos, como plantas o insectos, está relacionada a los ciclos de estos nutrientes. Cuando comunidades de plantas están compuestas de diversas especies de plantas, pueden aparentemente hacer mejor uso de los nutrientes disponibles del suelo en comparación a comunidades de plantas con menos especies. Esto podría deberse a algo llamado complementariedad. Esto significa que diferentes especies de plantas acceden a los nutrientes disponibles de diferentes maneras, por ejemplo, a diferentes profundidades en el suelo. En este artículo, vamos a describir las conexiones entre diversidad de plantas y el ciclo de los nutrientes

en el suelo y discutiremos las implicaciones para el funcionamiento del ecosistema en su conjunto.

¿POR QUÉ NOS INTERESA LOS EFECTOS DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS CICLOS DE LOS NUTRIENTES ?

Todos los seres vivos en la Tierra necesitan de ciertos nutrientes. En ecosistemas naturales estos nutrientes, sobre todo nitrógeno y fósforo, son absorbidos del suelo por las plantas. Las plantas pueden ser comidas por los animales o las personas. Estos nutrientes retornan al suelo a través de los excrementos animales y/o cuando las plantas y los animales mueren, y finalmente pueden ser absorbidos nuevamente por otras plantas. Debido a que esto se repite una y otra vez, lo llamamos ciclo del nutriente.

En diferentes ecosistemas y bajo diferentes condiciones ambientales, el ciclo de los nutrientes puede funcionar más rápido o más lento. Los nutrientes pueden ser usados y reciclados por diferentes partes del sistema casi completamente, lo cuál a veces puede causar desequilibrios. A veces, por ejemplo, hay más nutrientes disponibles de lo que es necesario porque agricultores agregan demasiado fertilizante al suelo, o porque hay un día cálido en el invierno cuando organismos diminutos en el suelo reciclan y liberan nutrientes de la materia muerta que no son necesitados por las plantas durante su fase inactiva. Si existe un exceso de nutrientes en el suelo, estos pueden ser arrastrados hacia aguas subterráneas o lagos y riachuelos. Desde ahí, son transportados hacia ríos más grandes y finalmente hacia el mar. Si estos cuerpos de agua reciben una cantidad muy grande de nutrientes puede haber un rápido crecimiento de algas afectando también a ecosistemas de agua dulce. En este caso, el exceso de algo bueno en un lugar puede ser un problema mayor en otro lugar. Por eso estudiamos el ciclo de los nutrientes en ecosistemas bajo distintas condiciones para aprender cómo funcionan los ecosistemas y saber cómo en la práctica podemos proteger nuestras fuentes de agua para consumo humano.

Sabemos que la **biodiversidad** de un ecosistema, es decir la riqueza de especies en un ecosistema, juega un rol importante en muchas de sus funciones. También sabemos que la biodiversidad está disminuyendo a nivel global. Por ejemplo, algunas especies de abejas y flores raras se están extinguiendo, y por lo tanto, muchos ecosistemas son ahora menos diversos de lo que lo fueron en el pasado. Esta es una de las razones por las que nos interesa saber cómo el ciclo de un nutriente responde a cambios en la biodiversidad.

¿QUÉ EFECTO TIENE LA BIODIVERSIDAD EN EL NITRÓGENO EN EL SUELO?

La presencia de una conexión entre biodiversidad y nitrógeno en el suelo (por ejemplo en forma de nitrato que es una sustancia con partes de nitrógeno y puede ser absorbida por las plantas) ha sido establecida bastante bien en experimentos que estudian los efectos de la biodiversidad en ecosistemas [1]. En estos experimentos, la diversidad de plantas es estudiada a través de la

BIODIVERSIDAD

En pocas palabras, es el número de especies de un ecosistema.

BIOMASA

La cantidad total de masa presente en los componentes del ecosistema, como las plantas o los animales. Por ejemplo, la biomasa de plantas, de la que hablamos en este artículo, puede definirse como toda la materia viva de raíces, brotes, hojas, flores y frutos de las plantas. En regiones con estaciones, la biomasa no es constante, sino que suele aumentar en la primavera hasta el final del verano y disminuye en otoño.

creación de pequeños ecosistemas modelo (a menudo pastizales, donde es más fácil de trabajar) con un número de especies conocido que crecen bajo las mismas condiciones ambientales (por ejemplo en un mismo campo). En una parcela experimental se siembra una mezcla específica de semillas en un área parecida. En caso de que en la parcela aparezca una planta que no haya sido sembrada, la sacaremos del experimento en nuestros chequeos regulares. Los resultados de las parcelas experimental es con diversidad más alta o más baja pueden ser comparadas muy bien entre ellas, ya que la única diferencia entre las parcelas debería ser el número de especies de plantas creciendo en ellas.

En estos experimentos en pastizales encontramos que cuando hay un mayor número de especies de plantas, la concentración de nitrógeno es menor. Esto es bastante fácil de explicar. Si las plantas toman más nitrógeno, menos nitrógeno queda en el suelo. En ecosistemas que son comparablemente ricos en nutrientes, esto también significa que menos nitrógeno es transportado hacia aguas subterráneas y la calidad del acuífero y los ecosistemas de agua dulce se protege.

Para entender estos resultados, debemos saber que normalmente una mayor biodiversidad de plantas en ecosistemas (sin fertilización adicional) también lleva a un incremento en el crecimiento de las plantas. Cuando la biodiversidad de plantas es más alta, se produce generalmente mayor **biomasa** de plantas, por ejemplo, más heno en los pastizales. Más nitrógeno es necesario para crear esta cantidad más alta de biomasa. Por supuesto, otra manera de verlo es que esa biomasa más alta sólo puede ser creada si las plantas pueden acceder a más nitrógeno (y todos los otros nutrientes necesarios). Es aquí donde entra en juego algo llamado complementariedad.

ESPECIES DIFERENTES TRABAJANDO JUNTAS PARA ACCEDER A NUTRIENTES

Complementariedad describe un mecanismo a través del cual diferentes partes de un ecosistema (tales como especies diferentes) usan recursos diferentes (y limitados) de diferentes localidades o en diferentes momentos. El uso de este recurso por una especie “complementa” aquella de la otra especie. De esta manera, la comunidad de plantas usa mayor cantidad del total de recursos disponibles. En nuestro ejemplo, el recurso usado es el nitrógeno disponible en el suelo. Tú sabes probablemente que las plantas toman nutrientes del suelo a través de sus raíces. Pero no todas las raíces son iguales. Algunas plantas tienen raíces fuertes y largas que pueden acceder a partes más profundas del suelo, pero que no se ramifican mucho en ese camino. Otras tienen raíces que solo alcanzan partes más superficiales del suelo. Combinando las dos especies de plantas en un mismo ecosistema, una está utilizando los recursos en la superficie y la otra toma los mismos recursos del suelo más profundo (Figura 1). Los dos tipos de raíces se complementan entre ellas. Los nutrientes que hubieran sido inutilizados en un sistema que sólo contenía una o la otra de estas plantas están siendo ahora usadas más eficientemente para producir una cantidad más alta de biomasa de plantas, lo cual puede servir como alimento

para microorganismos y animales. Estas dos plantas usan diferentes áreas en el espacio, por lo que lo llamamos **nichos espaciales**. De manera similar, no todas las plantas se desarrollan y crecen al mismo tiempo. Si una especie se desarrolla tempranamente en la primavera y otra solo empieza a crecer en el verano, entonces estas dos especies no tomarán la mayoría de sus nutrientes al mismo tiempo. Ellas usarán dos **nichos temporales**, o nichos en el tiempo. En conjunto, las plantas acceden juntas a una mayor cantidad de nutrientes y otros recursos de lo que lo harían solas. Cuando dos o más plantas crecen juntas y usan diferentes nichos espaciales y temporales, el nitrógeno en el suelo es mejor utilizado, y por lo tanto, menos se queda en el suelo.

Figura 1

La complementariedad entre los sistemas de raíces en los sistemas de suelo bajo una mayor biodiversidad conduce a un reciclaje de nutrientes más eficiente. Las flechas anchas representan una mayor captación de nitrato o una mayor actividad de la fosfatasa en los ecosistemas más diversos; las flechas angostas representan una menor captación de nitrato o una menor actividad de la fosfatasa en los ecosistemas menos diversos. Mientras que el nitrato es absorbido por las raíces y transportado a otras partes de la planta, la fosfatasa se libera en el suelo para hacer que el fósforo se vuelva disponible para su absorción a través de las raíces.

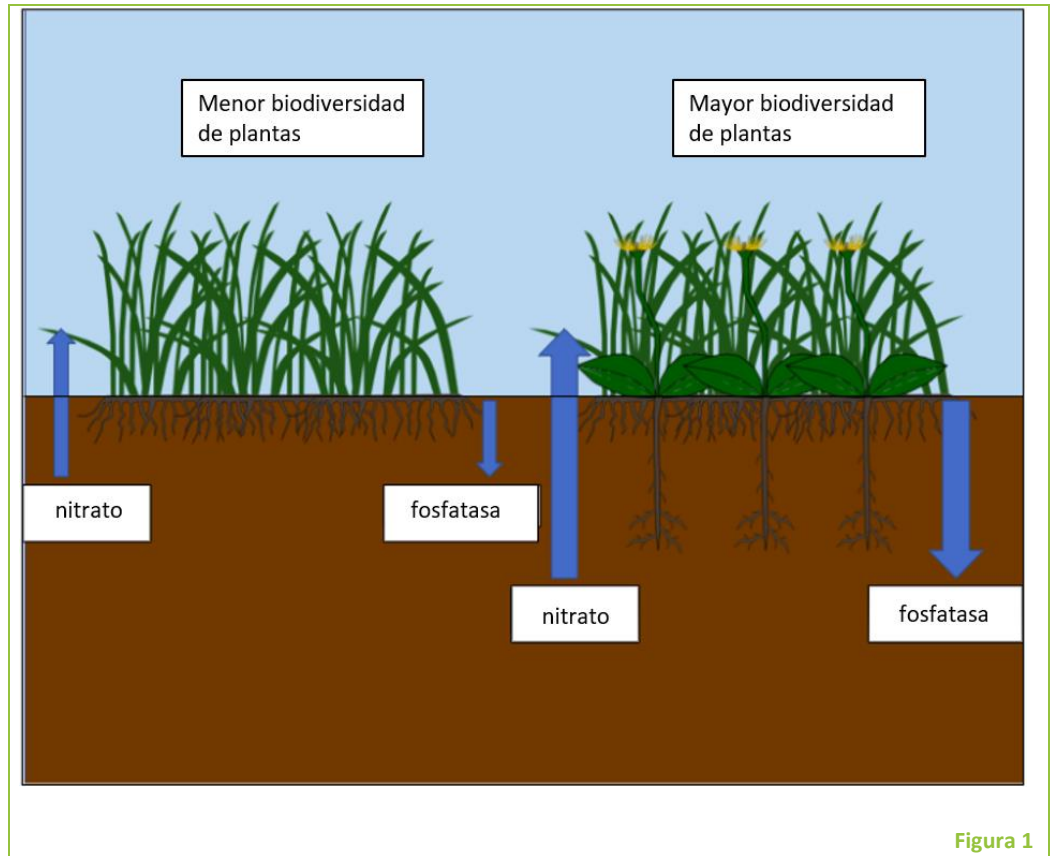


Figura 1

BIODIVERSIDAD DE PLANTAS Y FÓSFORO DEL SUELO

Sería lógico suponer que el efecto de biodiversidad que acabamos de describir para el nitrógeno en el suelo también se aplique al fósforo. Ambos son nutrientes importantes, y ambos pueden ser limitantes para la producción de biomasa de plantas. Sin embargo, esto no es algo que se vea reflejado en experimentos de biodiversidad donde reduciríamos la diversidad de especies en ecosistemas específicos para estudiar los efectos de la biodiversidad en estos ecosistemas. Fosfato que está fácilmente disponible para que las plantas lo capten, a menudo, lo encontramos a concentraciones tan bajas en los suelos de los sistemas que estudiamos que simplemente no hay ningún "sobrante", como ocurre a veces con el nitrógeno. Entonces, ¿tiene la diversidad de plantas algún efecto en el ciclo del fósforo?

La respuesta corta es que sí, probablemente. Sabemos que hay más fósforo en la biomasa de plantas de los sistemas más diversos y este efecto -similar al del

ENZIMAS

Pequeñas moléculas o sustancias que aceleran una reacción (bio)química dentro o fuera de células.

PRODUCTIVIDAD DEL ECOSISTEMA

La cantidad de materia orgánica, como la biomasa de plantas, producida por el ecosistema en un tiempo determinado. Un buen ejemplo sería la cantidad de trigo o heno que se cosecha en el transcurso de un año en un campo.

nitrógeno- está ligada a la mayor cantidad de biomasa que proviene de una mayor captación de fósforo por parte de las plantas [2]. La pregunta más bien es cómo ecosistemas más diversos pueden captar más fosfato, aunque no podamos ver los resultados de esto en el suelo.

Para acceder al fosfato en el suelo, tanto las plantas como los microorganismos utilizan **enzimas** (sustancias que facilitan determinadas reacciones químicas) para separar el fosfato de moléculas químicas más complejas que existen en el humus del suelo. Esta es la parte orgánica del suelo que probablemente conozcas como compost o abono. Podemos medir la velocidad y la función de una de estas enzimas llamada fosfatasa. Esta enzima es responsable de hacer disponible el fosfato y por lo tanto nos permite estimar cuánto fosfato se está liberando al suelo para su uso por parte de plantas o microorganismos. En los ecosistemas en los que la biodiversidad de plantas es mayor, encontramos más actividad en las fosfatasas del suelo (Figura 1) [3]. Esto indica que, aunque no podemos ver la mayor absorción de fósforo de los suelos con mayor biodiversidad de plantas como lo vemos en nitrógeno, sí podemos ver que hay un acceso más eficiente al fósforo en los suelos a través de una mayor actividad de las enzimas fosfatasas. Esta es una de las formas en que la biodiversidad de plantas puede influir en el ciclo del fósforo en el ecosistema.

LA IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS

¿Qué significado tiene todo esto? La hipótesis general es que, con los continuos cambios en el planeta, se perderán más especies en ecosistemas y la biodiversidad seguirá disminuyendo. Con la disminución de la biodiversidad, es probable que tanto el ciclo del nitrógeno como el del fósforo se vuelvan menos eficientes. Los ecosistemas serán menos capaces de mantener y reciclar el nitrógeno y el fósforo de lo que ahora pueden. Esto supone un gran cambio en el ecosistema y puede ser uno de los factores que conduzcan a una reducción de la **productividad del ecosistema**. La disminución de la biodiversidad también puede conducir a una pérdida de nutrientes del ecosistema, como el nitrato que es una forma del nitrógeno. Este es transportado a mayores profundidades y hasta puede llegar a aguas subterráneas. El exceso de nitrato es también una forma de contaminación para nuestra agua potable y puede tener efectos negativos a seres vivos acuáticos ya que por ejemplo produce un crecimiento excesivo de algas. Del otro lado, estos nutrientes ya no estarán disponibles para las plantas, los microorganismos o animales del ecosistema original, provocando que este sistema sea aún más pobre en nutrientes y menos capaz de mantener a los organismos que viven en o sobre él.

REFERENCIAS

1. Oelmann Y, Buchmann N, Gleixner G, Habekost M, Roscher C, Rosenkranz S, Schulze E, Steinbeiss S, Temperton VM, Weigelt A, et al. Plant diversity effects on aboveground and belowground N pools in temperate grassland ecosystems: Development in the first 5 years after establishment. *Global Biogeochem Cy* (2011) 25:n/a-n/a. doi:10.1029/2010gb003869
2. Oelmann Y, Richter AK, Roscher C, Rosenkranz S, Temperton VM, Weisser WW, Wilcke W. Does plant diversity influence phosphorus cycling in experimental grasslands? *Geoderma* (2011) 167:178–187. doi:10.1016/j.geoderma.2011.09.012
3. Hacker N, Ebeling A, Gessler A, Gleixner G, Macé OG, Kroon H, Lange M, Mommer L, Eisenhauer N, Ravenek J, et al. Plant diversity shapes microbe-rhizosphere effects on P mobilisation from organic matter in soil. *Ecol Lett* (2015) 18:1356–1365. doi:10.1111/ele.12530

EDITED BY: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITATION: Koller-France E, Wilcke W and Oelmann Y (2021) Does Plant Biodiversity Influence Nutrient Cycles? *Front. Young Minds* 9:557532. doi: 10.3389/frym.2021.557532

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare 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 Koller-France, Wilcke and Oelmann. 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.

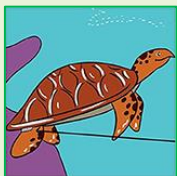
JÓVENES REVISORES

MACKENZIE, EDAD: 14

My name is Mackenzie, and I enjoy music (both playing and listening), books (fantasy in particular), and sports (my favorite is tennis). I also enjoy science, math, and language, but the thing I enjoy most is backpack camping.

ROSE, EDAD: 14

Hello. I am 14 years old and live in Canada. I like knitting, crocheting and reading.



ÍCARO, EDAD: 10

Mi nombre es Ícaro. Vivo con mis padres, mi hermana menor, y mi pez. Mi deporte favorito es el fútbol y me encantan los videojuegos. Estudio en Songdo/ Corea del Sur.

LUCÍA, EDAD: 14

Amo la música y el arte! Disfruto mucho dibujar, jugar videojuegos, hornear y leer. También toco el piano y me encanta hablar por teléfono con amigas. Disfruto hablar sobre mis intereses. Estoy emocionada de terminar pronto el 10mo grado para empezar a prepararme para mi graduación.

CRISTIAN ALEJANDRO, EDAD: 13

Mi nombre es Cristian Alejandro y tengo 13 años de edad. Nací en Dresden, pero me fui a Chile cuando tenía 3 años. Ahí viví 10 años. Actualmente vivo de nuevo en Dresden y me gustaría ser Ingeniero de Inteligencia Artificial. Me gusta caminar por el bosque y lo que más disfruto es conversar con mis amigos en Discord.

AUTORES**EVA KOLLER-FRANCE**

Eva es una ecologista de ecosistemas interesada en todo tipo de efectos de cambios globales en el ciclo de carbono y reciclaje de nutrientes. Pasó sus primeros años de doctorado estudiando los efectos del cambio climático al ciclo del carbono y reciclaje de nutrientes. Hoy en día es investigadora postdoctoral en el Experimento de Jena (<http://www.the-jena-experiment.de/>), estudiando los efectos a largo plazo de la riqueza de especies de plantas en el ciclo del nitrógeno y el fósforo.

WOLFGANG WILCKE

Wolfgang Wilcke estudió geoecología en la Universidad de Bayreuth (Alemania) y actualmente es profesor de geomorfología y ciencias del suelo en el Instituto Tecnológico de Karlsruhe (KIT), tras haber realizado labores de investigación y docencia en la Universidad Técnica de Berlín, la Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia y la Universidad de Berna. Sus intereses de investigación se centran en los efectos del cambio ambiental, incluidos el cambio climático, el cambio de uso del suelo, la deposición de nutrientes, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Utiliza análisis químicos del suelo, observaciones a largo plazo de los flujos de nutrientes e isótopos estables.

YVONNE OELMANN

Yvonne es una científica del suelo que trabaja en el ciclo del carbono y reciclaje de nutrientes en ecosistemas. Hizo su doctorado en los efectos de la diversidad de plantas en el ciclo de los nutrientes en los suelos de pastizales (<http://www.the-jena-experiment.de/>). Como investigadora postdoctoral, amplió su perspectiva sobre este tema centrándose en ecosistemas de bosques complejos e incluyendo el impacto de los humanos. Fue nombrada profesora en 2011 y desde entonces trabaja en el ciclo del carbono y los nutrientes en pastizales y bosques de todo el mundo.

TRADUCTORES**GABRIELA FONTENLA-RAZZETTO**

Gabriela Fontenla-Razzetto es peruana, interesada en la relación suelo-planta-atmósfera. Actualmente cursa sus estudios de doctorado en Alemania donde investiga el uso de agua en plantaciones forestales bajo diferentes condiciones de sitio. También disfruta de hacer yoga y manejar bicicleta.

SIMONE KILIAN SALAS

Simone es una estudiante de doctorado alemana-ecuatoriana, que prefiere trabajar con nitrógenos y carbono en suelos, especialmente si es en forma de gases (como lo son gases de efecto invernadero). Cuando no está trabajando, está durmiendo y comiendo, o tomándose una pausa de estas civilizaciones que pulsa a alta velocidad. ORCID-ID: 0000-0002-6401-8598.