



LA BIODIVERSITÀ DELLE PIANTE INFLUENZA IL CICLO DEI NUTRIENTI?

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

¹ Dipartimento di Geografia/Geoecologia, Università di Tubinga, Tubinga, Germania

² Istituto per la Geografia e la Geoecologia, Istituto di Tecnologia di Karlsruhe (KIT), Karlsruhe, Germania

EDITORE GIOVANE



MACKENZIE

ETÀ: 14



ROSE

ETÀ: 14

Tutti gli organismi viventi, come gli esseri umani, gli animali, le piante e i microrganismi, hanno bisogno degli stessi elementi nutritivi per vivere, soprattutto azoto e fosforo. La comprensione del ciclo di questi elementi attraverso l'ecosistema è fondamentale per capire perché gli ecosistemi funzionano in questo modo.

Una domanda che ci poniamo è se la diversità degli organismi, come le piante o gli insetti, è legata al ciclo di questi nutrienti. Quando le comunità di piante sono costituite da molte specie diverse, sembra che facciano un miglior uso delle sostanze nutritive disponibili del suolo rispetto a comunità di piante con meno specie. Questo potrebbe avvenire a causa della complementarità, per cui diverse specie di piante utilizzano i nutrienti disponibili in diversi modi, per esempio a differenti profondità di suolo. In questo articolo descriveremo le connessioni tra la biodiversità delle piante e il ciclo dei nutrienti e discuteremo le implicazioni per il funzionamento dell'intero ecosistema.

PERCHÉ CI INTERESSANO GLI EFFETTI DELLA BIODIVERSITÀ SUI CICLI DEI NUTRIENTI?

Tutti gli organismi viventi sulla terra hanno bisogno di alcuni elementi nutritivi. Negli ecosistemi naturali, questi nutrienti, soprattutto azoto e fosforo, vengono assunti dalle piante dal suolo. Le piante possono poi essere mangiate dagli animali o dall'uomo. I nutrienti vengono restituiti al suolo attraverso gli escrementi degli animali e quando le piante e gli animali muoiono, per poi essere nuovamente assunti da nuove piante. Poiché tutto si ripete continuamente, questo è il cosiddetto ciclo dei nutrienti.

In ecosistemi e in condizioni ambientali diversi, il ciclo dei nutrienti può funzionare più velocemente o più lentamente e i nutrienti possono essere riutilizzati da diverse parti del sistema in modi più o meno completi, causando a volte degli squilibri. Per esempio, a volte ci sono più nutrienti disponibili di quelli necessari perché gli agricoltori apportano troppi fertilizzanti al suolo, o perché c'è una giornata calda in inverno in cui i piccoli organismi del suolo riciclano e rilasciano i nutrienti dal materiale morto che non sono necessari alle piante durante la loro fase inattiva. In caso di eccesso di sostanze nutritive nel suolo, queste possono confluire nelle acque sotterranee o nei laghi e nei corsi d'acqua. Da qui vengono trasportate nei fiumi più grandi e infine nel mare. Se questi corpi idrici ricevono una quantità eccessiva di nutrienti, si può verificare una rapida crescita di alghe, che danneggia gli ecosistemi d'acqua dolce. In questo caso, una quantità eccessiva di una sostanza buona può diventare un grosso problema. Ecco perché studiare i cicli dei nutrienti degli ecosistemi in condizioni diverse non è solo un buon modo per imparare come funzionano gli ecosistemi, ma ci aiuta anche in considerazioni pratiche, ad esempio su come proteggere il nostro approvvigionamento di acqua pulita.

Sappiamo che la **biodiversità**, ovvero la ricchezza di specie in un ecosistema, svolge un ruolo in molte delle sue funzioni e sappiamo anche che essa sta diminuendo su scala globale. Per esempio, alcune specie di api e di fiori rari si stanno estinguendo e, quindi, molti ecosistemi sono oggi meno ricchi rispetto al passato. Questo è uno dei motivi per cui siamo interessati a capire come il ciclo dei nutrienti risponde ai cambiamenti della biodiversità.

CHE EFFETTO HA LA BIODIVERSITÀ SULL'AZOTO NEL SUOLO?

Una connessione tra biodiversità e azoto nel suolo (sotto forma di nitrato, una delle forme di azoto assorbite dalle piante) è stata definita piuttosto bene negli esperimenti che studiano gli effetti della biodiversità sugli ecosistemi [1]. In questi esperimenti, la diversità vegetale viene studiata creando piccoli ecosistemi modello (spesso praterie, dove è più facile farlo) con un numero noto di specie che crescono nelle stesse condizioni ambientali, ad esempio nello stesso campo. Ciò avviene seminando una miscela specifica di semi in un quadrato di suolo, chiamato area sperimentale. Queste piccole aree vengono

BIODIVERSITÀ

In parole povere, il numero di specie presenti in un ecosistema.

controllate regolarmente per verificare la presenza di piante che non sono state seminate, che vengono rimosse. I risultati di aree sperimentali con una diversità più o meno elevata possono essere confrontati abbastanza bene tra loro, poiché l'unica differenza tra le aree dovrebbe essere il numero di specie che vi crescono.

In questi esperimenti nelle praterie, abbiamo scoperto che più alto è il numero di specie vegetali, più bassa è la concentrazione di azoto nel suolo, il che è abbastanza facile da spiegare. Se le piante assorbono più azoto, significa che ne rimane meno nel suolo. Negli ecosistemi ragionevolmente ricchi di nutrienti, ciò significa anche che una minor quantità di azoto viene dispersa nelle acque sotterranee, proteggendo così la loro qualità e quella degli ecosistemi d'acqua dolce.

Per comprendere questi risultati, dobbiamo considerare un altro importante effetto della biodiversità vegetale sugli ecosistemi non fertilizzati, ovvero l'aumento della crescita delle piante. Quando c'è una maggiore biodiversità vegetale, in genere si produce più **biomassa** vegetale, ad esempio più fieno nei prati. Per produrre questa maggiore quantità di biomassa è necessario più azoto. Naturalmente, un altro modo di vedere la questione è che questa maggiore biomassa può essere prodotta solo se le piante possono avere più azoto (e tutti gli altri nutrienti necessari). È qui che entra in gioco un meccanismo chiamato complementarità.

LE DIVERSE SPECIE COLLABORANO PER ACCEDERE AI NUTRIENTI

La complementarità descrive un meccanismo in base al quale diverse parti di un ecosistema (come diverse specie) utilizzano diverse risorse essenziali (e limitate) da luoghi diversi o in tempi diversi. L'uso di questa risorsa da parte di una specie "completa" quello delle altre specie. In questo modo, la comunità vegetale utilizza le risorse disponibili in modo più completo. Nel nostro esempio, la risorsa utilizzata è l'azoto disponibile nel suolo. Probabilmente sapete che le piante assorbono i nutrienti dal suolo con le radici. Ma non tutte le radici sono uguali. Alcune piante hanno radici lunghe e forti che possono accedere alle parti più profonde del suolo, ma non si ramificano molto. Altre hanno radici che raggiungono solo le parti più superficiali del suolo. Se si confrontano anche solo questi due tipi, si può notare che una specie di pianta preleva acqua e nutrienti dal suolo poco profondo, mentre l'altra preleva le stesse risorse dal suolo più profondo (Figura 1). I due tipi di apparato radicale si completano a vicenda e questo significa che i nutrienti che sarebbero rimasti inutilizzati in un sistema che conteneva solo l'una o l'altra pianta vengono ora utilizzati per produrre più biomassa vegetale, che serve come cibo per microrganismi e animali. Queste due piante utilizzano nicchie diverse nello spazio, che chiamiamo **nicchie spaziali**. Allo stesso modo, non tutte le piante si sviluppano e crescono nello stesso momento. Se una specie si sviluppa all'inizio della primavera e un'altra inizia a crescere solo in estate, queste due specie non assumeranno la maggior parte dei loro nutrienti nello stesso momento. Utilizzano due **nicchie temporali**, o nicchie nel tempo, e anche loro accedono

BIOMASSA

La quantità totale di massa presente nei componenti dell'ecosistema come pianati o animali. Ad esempio, la biomassa delle piante, di cui abbiamo parlato in questo articolo, può essere definita come tutta la materia vivente contenuta nelle radici, nei germogli, nelle foglie, nei fiori e nei frutti della pianta. Nei climi temperati, la biomassa non è costante, ma di solito aumenta dalla primavera alla fine dell'estate e diminuisce in autunno.

ai nutrienti e alle altre risorse in modo molto più completo insieme di quanto farebbero da sole. Quindi, quando non solo due, ma molte piante crescono insieme utilizzando nicchie spaziali e temporali diverse, l'azoto nel suolo viene utilizzato in modo più completo e quindi ne rimane meno nel suolo da misurare.

Figura 1

La complementarità tra gli apparati radicali nei sistemi di suolo con una maggiore biodiversità porta a un ciclo dei nutrienti più efficiente. Le frecce larghe rappresentano un maggiore assorbimento di nitrati o una maggiore attività della fosfatasi in ecosistemi più diversificati; le frecce strette rappresentano un minore assorbimento di nitrati o una minore attività della fosfatasi in ecosistemi meno diversificati. Mentre il nitrato viene assorbito dalle radici e trasportato nelle parti fuori terra della pianta, la fosfatasi viene rilasciata nel suolo per rendere il fosfato disponibile per l'assorbimento da parte delle radici.

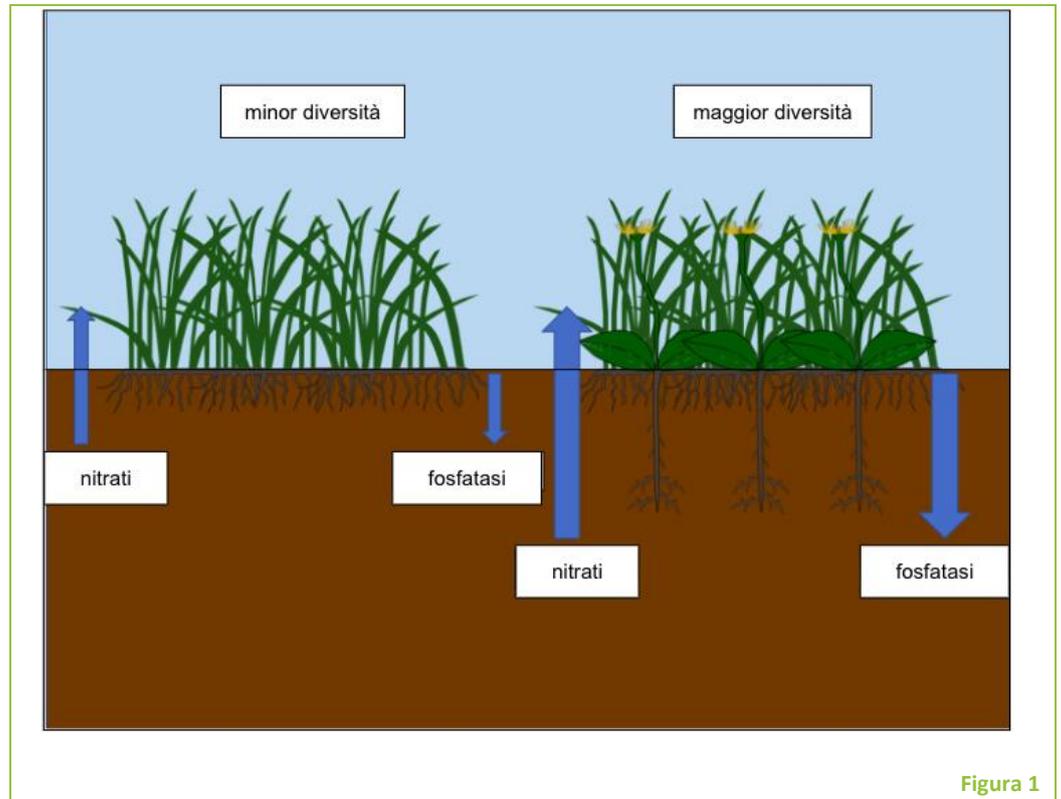


Figura 1

BIODIVERSITÀ DELLE PIANTE E FOSFORO NEL SUOLO

Sarebbe logico pensare che l'effetto della biodiversità appena descritto per l'azoto del suolo sia lo stesso per il fosforo del suolo. Entrambi sono elementi nutritivi importanti ed entrambi possono essere limitanti per la produzione di biomassa. Tuttavia, forse sorprendentemente all'inizio, questo non si riscontra negli esperimenti sulla biodiversità, in cui controlliamo la ricchezza di specie di singoli ecosistemi per studiare gli effetti della biodiversità su questi ecosistemi. Spesso, le concentrazioni di fosfato prontamente disponibile, la forma chimica del fosforo che viene assunta dalle piante, sono così basse nei suoli dei sistemi che studiamo che semplicemente non ci possono essere "avanzi", come a volte accade con l'azoto. Quindi, la diversità delle piante ha qualche effetto sul ciclo del fosforo?

La risposta immediata è sì, probabilmente. Sappiamo che c'è più fosforo nella biomassa vegetale di sistemi più diversificati e questo effetto - simile a quello dell'azoto - è causato dalla maggiore quantità di biomassa che deriva da un maggiore assorbimento di fosforo da parte delle piante [2]. La domanda è come gli ecosistemi più diversificati possano assorbire più fosfato, anche se non possiamo vederne i risultati nel suolo.

Per utilizzare il fosfato nel suolo, sia le piante che i microrganismi utilizzano enzimi (sostanze che facilitano determinate reazioni chimiche) per scindere il

ENZIMA

Piccole molecole che accelerano una reazione (bio)chimica all'interno o all'esterno delle cellule.

fosfato da molecole chimiche più complesse presenti nell'humus del suolo, la parte organica del suolo che probabilmente conoscete come compost. Possiamo misurare la velocità e la funzione della fosfatasi, l'**enzima** responsabile di rendere accessibile il fosfato in questo modo, il che ci permette di stimare quanto fosfato viene rilasciato dal suolo per essere utilizzato dalle piante o dai microrganismi. Negli ecosistemi in cui la biodiversità vegetale è maggiore, si riscontra una maggiore attività delle fosfatasi del suolo (Figura 1) [3]. Ciò indica che, sebbene non si possa osservare un maggiore assorbimento di fosforo da parte dei suoli con una maggiore biodiversità vegetale, come avviene per l'azoto, si può notare un accesso più efficiente al fosforo nei suoli attraverso una maggiore attività delle fosfatasi. Questo è un modo in cui la biodiversità vegetale può influenzare il ciclo del fosforo nell'ecosistema.

L'IMPORTANZA DELLA BIODIVERSITÀ PER LA FUNZIONE DEGLI ECOSISTEMI

PRODUTTIVITÀ DI UN ECOSISTEMA

La quantità di materiale organico, come la biomassa delle piante, prodotta dall'ecosistema in un determinato periodo di tempo. Un buon esempio è la quantità raccolta di grano o di fieno in un campo nel corso di un anno.

Cosa significa tutto questo? L'ipotesi generale è che, con i continui cambiamenti globali, si perderanno ulteriori specie dagli ecosistemi e la biodiversità continuerà a diminuire. Con il declino della biodiversità, è probabile che i cicli dell'azoto e del fosforo diventino meno efficienti, ovvero che gli ecosistemi siano meno capaci di trattenere e riciclare l'azoto e il fosforo di quanto non lo siano ora. Questo è un grande cambiamento nell'ecosistema e può essere uno dei fattori che portano a una riduzione della **produttività dell'ecosistema**. La diminuzione della biodiversità può anche portare alla perdita di nutrienti dal sistema, come i nitrati che vengono riversati nelle acque sotterranee. L'eccesso di nitrati è un inquinante se finisce nell'acqua potabile e può anche avere effetti negativi sugli ecosistemi acquatici in cui viene trasportato, ad esempio attraverso la crescita eccessiva di alghe. Dall'altra parte, questi nutrienti non sono disponibili per le piante, i microrganismi o gli animali dell'ecosistema originario, lasciando un sistema probabilmente più povero di nutrienti e meno capace di sostenere gli organismi che vi vivono.

REFERENZE

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

A CURA DI: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITAZIONE: 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

DICHIARAZIONE DI CONFLITTO DI INTERESSI: Gli autori dichiarano che la ricerca è stata condotta in assenza di relazioni commerciali o finanziarie che possano essere interpretate come un potenziale conflitto di interessi.

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.

GIOVANI RECENSORI

MACKENZIE, ETÀ: 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.

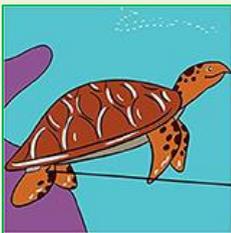
ROSE, ETÀ: 14

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

AUTORI

EVA KOLLER-FRANCE

Eva è un'ecologista degli ecosistemi che si occupa degli effetti di tutti i tipi di trascorso i suoi anni di dottorato girovagando per l'Artico per studiare gli effetti dei cambiamenti ambientali sui legami tra i cicli del carbonio e dei nutrienti. Attualmente è una ricercatrice per lo Jena Experiment (<http://www.the-jena-experiment.de/>) e studia gli effetti a lungo termine della ricchezza di specie vegetali sui cicli dell'azoto e del fosforo. *ekoller@gmail.com





WOLFGANG WILCKE

Wolfgang Wilcke ha studiato geoeologia all'Università di Bayreuth ed è ora professore di geomorfologia e scienza del suolo presso l'Istituto di Tecnologia di Karlsruhe (KIT) dopo aver svolto attività di ricerca e insegnamento presso la l'Università Tecnica (TU) di Berlino, l'Università Johannes Gutenberg di Mainz e l'Università di Berna. I suoi interessi di ricerca si concentrano sugli effetti dei cambiamenti ambientali, tra cui il cambiamento climatico, il cambiamento di destinazione d'uso del suolo, la deposizione di nutrienti, l'inquinamento e la perdita di biodiversità, sul ciclo degli elementi tra suolo e piante. Utilizza analisi chimiche del suolo, osservazioni a lungo termine dei flussi di elementi e approcci basati sugli isotopi stabili.

YVONNE OELMANN



Yvonne è una scienziata del suolo che si occupa del ciclo del carbonio e dei nutrienti negli ecosistemi. Ha conseguito il dottorato di ricerca sugli effetti della diversità vegetale sul ciclo dei nutrienti nei suoli delle praterie (<http://www.the-jena-experiment.de/>). In seguito al dottorato, ha ampliato la sua prospettiva su questo tema concentrandosi su ecosistemi forestali complessi e includendo l'impatto dell'uomo. Nel 2011 ha ottenuto una cattedra e da allora lavora sui cicli del carbonio e dei nutrienti nelle praterie e nelle foreste di tutto il mondo.

TRADUTTORI

ANDREA BENECH

Andrea è un dottorando presso l'Università di Torino, al Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari di Grugliasco, nell'unità di Biogeochimica e Scienza del Suolo.