UABDIVULGA
BARCELONA RECERCA I INNOVACIÓ

22/02/2024

"Ecología atómica": los ecosistemas explicados a partir de los átomos que los forman

Investigadores de la UAB proponen un nuevo enfoque llamado "ecología atómica" que destaca la interconexión entre la presencia y disponibilidad de átomos esenciales en diversos ecosistemas y rasgos ecológicos fundamentales. Esta nueva perspectiva, respaldada por avances tecnológicos, nos ayuda a entender mejor los procesos ecológicos y las respuestas de los organismos y ecosistemas a los cambios ambientales.

istock/GaleanuMihai

Los seres vivos están constituidos por átomos de varios elementos llamados bioelementos. Los bioelementos más abundantes incluyen el hidrógeno (H) al 59%, el oxígeno (O) al 24%, el carbono (C) al 11%, el nitrógeno (N) al 4%, el fósforo (P) al 1%, y el azufre (S) al 0,1%–1% (los porcentajes se basan en el número total de átomos de los organismos). Estos elementos forman las moléculas básicas y las estructuras macro-orgánicas de todos los seres vivos y son los principales responsables de las funciones vitales. Junto a estos seis bioelementos, otros, como el potasio, el magnesio, el hierro, el sodio, el níquel, el cobre, el silicio, el calcio, el molibdeno, el manganeso y el zinc, están presentes en concentraciones más bajas, ejerciendo funciones más específicas como cofactores en reacciones catalíticas de procesos bioquímicos y fisiológicos.

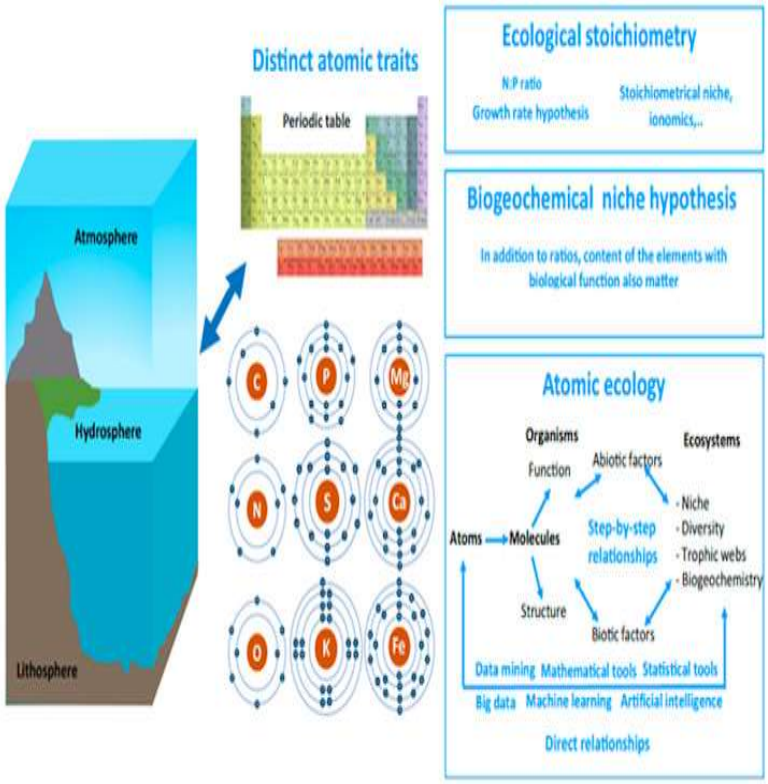
La evolución de la vida ha ido acompañada de un creciente control e influencia sobre el ciclo de estos elementos, que operan a diversas escalas, desde los pequeños ecosistemas hasta

la biosfera global. Estudios recientes han observado que la composición elemental específica de cada especie puede relacionarse con la filogenia y la historia evolutiva. El ciclo y el estado de los elementos en el continuo biosfera-hidrosfera-atmósfera se han vinculado cada vez más a la vida a lo largo de su evolución en nuestro planeta.

Sin embargo, uno de los conceptos fundamentales en ecología, el nicho ecológico, ha recibido soporte consistente a través de la evidencia del nicho biogeoquímico. Este concepto se basa en la idea de que cada grupo o genotipo taxonómico tiene una composición elemental distinta, con diferencias que aumentan con la distancia taxonómica y el tiempo evolutivo. Esta hipótesis se ha confirmado en plantas, animales y microbios, demostrando el vínculo entre su composición elemental y las estructuras morfológicas y funciones correspondientes.

Nuestro grupo de investigación se han fijado en estos conceptos y descubrimientos recientes para abrir la puerta a un nuevo enfoque para estudiar los ecosistemas, la llamada "ecología atómica". Este enfoque destaca la interconexión entre la presencia y disponibilidad de átomos esenciales en ecosistemas diversos y rasgos ecológicos fundamentales como la capacidad de producción, la composición de especies y la estructura trófica. De esta manera, nos permite comprender los conceptos básicos de la ecología como ahora el nicho ecológico, la competencia, la producción, las redes tróficas o la diversidad.
La transición de la composición atómica a los principales temas ecológicos implica varios pasos, desde los átomos a las moléculas, de las moléculas a las funciones y estructuras del organismo, de los organismos a las comunidades y sus relaciones con el medio y los ciclos de los elementos. Varios estudios han demostrado estas relaciones, como la estructura del ecosistema cambia totalmente con el cambio en la composición elemental de los medios (agua y suelo), por ejemplo, bajo la eutrofización humana.

Los avances tecnológicos favorecen este esfuerzo, ya que los análisis elementales de organismos, suelos y agua son cada vez más accesibles y existen grandes cantidades de datos y bases de datos disponibles para los científicos. Aunque existen limitaciones inherentes a causa de los efectos aleatorios y estocásticos en la composición atómica de las moléculas y macromoléculas de la vida, observamos una evolución paralela entre la divergencia de rasgos funcionales, estructuras morfológicas y cambios en el uso y composición de los elementos durante la diversificación genotípica y filogenética. Esta evolución paralela es el resultado de un bucle continuo de retroalimentación que implica el intercambio de elementos entre los organismos y sus entornos y en el que la estabilidad y las propiedades físico-químicas únicas de los bioelementos nos permiten entender los procesos ecológicos y las respuestas de los organismos y ecosistemas a los cambios ambientales.



Esquema de la "ecología atómica": identificación del papel de los átomos en organismos y ecosistemas destacando sus propiedades, que incluyen su estructura tridimensional, polaridad de enlace, tamaño y disposición conformacional. El enfoque en las composiciones atómicas facilita la comprensión de cuestiones esenciales sobre la funcionalidad y las características de la biosfera.

Josep Peñuelas
Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF)
Universitat Autònoma de Barcelona
Josep.penuelas@uab.cat

Jordi Sardans
Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF)
Universitat Autònoma de Barcelona
j.sardans@creaf.uab.cat

Referencias

Sardans, J. Peñuelas, J. 2013. **Atomic Ecology: coupling atoms and ecology.** *Science Bulletin, In Press*. https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.11.037.

View low-bandwidth version