



IMiDRA
Instituto Madrileño de Investigación
y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario



LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO: UN ASPECTO CLAVE EN LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Jornada técnica SEMh, hacia una agricultura más sostenible Biodiversidad de malas hierbas y Servicios ecosistémicos

marielajose.navas@madrid.org
Departamento de Investigación Aplicada
y Extensión Agrícola



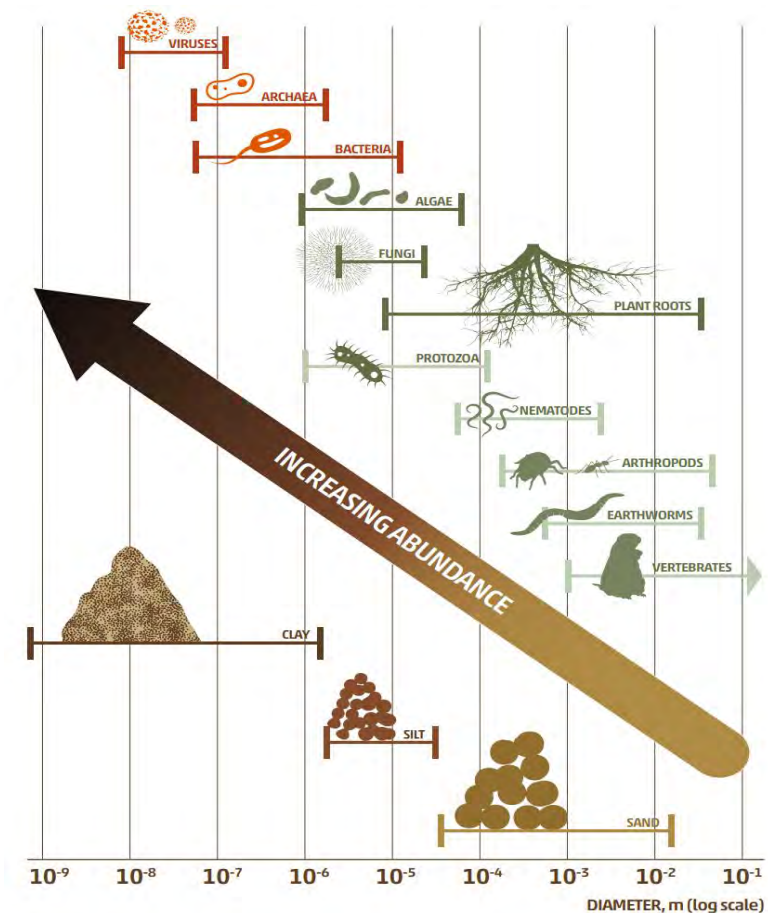
- 1. Biodiversidad del suelo**
- 2. Servicios Ecosistémicos**
- 3. ¿Cómo podemos medir la biodiversidad del suelo?**
- 4. Evaluación de la diversidad funcional de los microorganismos del suelo vinculados al ciclo del nitrógeno y carbono (caso de estudio).**



1. Biodiversidad del suelo

Se define como la variedad de vida que hay bajo tierra, que esta asociada a **los genes, las especies y hasta las comunidades que forman**, El concepto se utiliza convencionalmente **en un sentido taxonómico** y denota el número de especies distintas, **pero puede ampliarse para abarcar la diversidad genética, fenotípica (expresada), funcional, estructural o trófica.**

- ✓ **Microbios** (20 nm a 10 μ m) **virus, bacterias, archaeas, hongos** y **Microfauna**(10 μ m a 0,1 mm) **protozoos del suelo y nemátodos.**
- ✓ **La mesofauna** (de 0,1 mm a 2 mm) **son microartrópodos del suelo**, por ejemplo, ácaros, colémbolos, enchytraeids, apterygota, pequeñas larvas de insectos.
- ✓ **La macrofauna** (de 2 mm a 20 mm) son grandes invertebrados del suelo, por ejemplo, lombrices de tierra, cochinillas, hormigas, termitas, escarabajos, arácnidos, miriápodos, larvas de insectos.
- ✓ **La megafauna** (mayor de 20 mm) son vertebrados (mamíferos, reptiles y anfibios).



Microbios y Microfauna, viven principalmente en las soluciones del suelo, en agua gravitacional, capilar e higroscópica, y participan en la descomposición de la materia orgánica del suelo. Su diversidad depende de las condiciones de los microhábitats y de las propiedades fisicoquímicas de los horizontes del suelo.

Mesofauna, viven en cavidades del suelo llenas de aire y forman microagregados coprógenos, aumentan la superficie de las interacciones bioquímicas activas en el suelo y participan en la transformación de la materia orgánica del suelo.

Macrofauna, incluyen transformadores de la hojarasca, depredadores, algunos herbívoros de plantas e ingenieros del ecosistema, que se desplazan por el suelo, perturbándolo y aumentando la permeabilidad del agua y la aireación del suelo, creando nuevos hábitats para organismos más pequeños. Sus heces son focos de diversidad y actividad microbiana.

Megafauna. Crean una heterogeneidad espacial en la superficie del suelo y en su perfil a través del movimiento

La biomasa total bajo el suelo es igual o potencialmente superior a la que está sobre el suelo. Y aunque la biodiversidad en el suelo supera a la de otros sistemas terrestres está infravalorada.

Figure 2.2.1 | From viruses to mammals

Conceptual model illustrating soil biota and its relationship with spatial scales. Adapted from Weill & Brady, 2017.



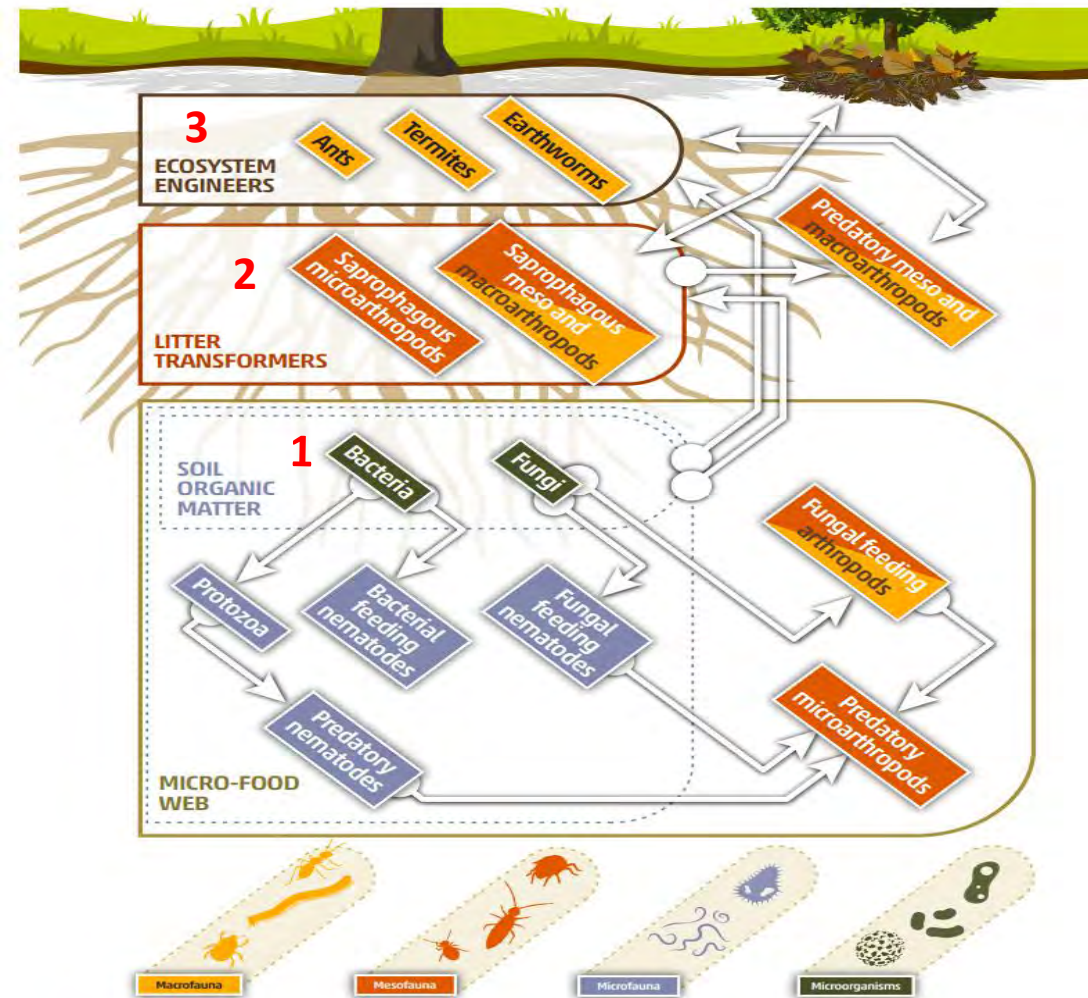
Se calcula que un gramo de suelo contiene hasta **mil millones de células bacterianas**, con **decenas de miles de taxones**, hasta **200 metros de hifas de hongos** y una amplia gama de organismos como nemátodos, lombrices y artrópodos



LOS SUELOS SON LOS PRINCIPALES RESERVORIOS GLOBALES DE DIVERSIDAD



Modelo simplificado de los diferentes grupos de organismos del suelo



1. Bacterias y hongos, que están en la base de la red alimentaria y descomponen la materia orgánica del suelo, que representan **el recurso básico del ecosistema del suelo**, y sus depredadores directos, los protozoos y los nemátodos.

2. En segundo lugar, los transformadores de la hojarasca incluyen a los microartrópodos que **fragmentan la hojarasca, creando nuevas superficies para el ataque microbiano**

3. Los ingenieros del ecosistema, como las termitas, las lombrices y las hormigas, modifican la estructura del suelo mejorando la circulación de nutrientes, energía, gases y agua.

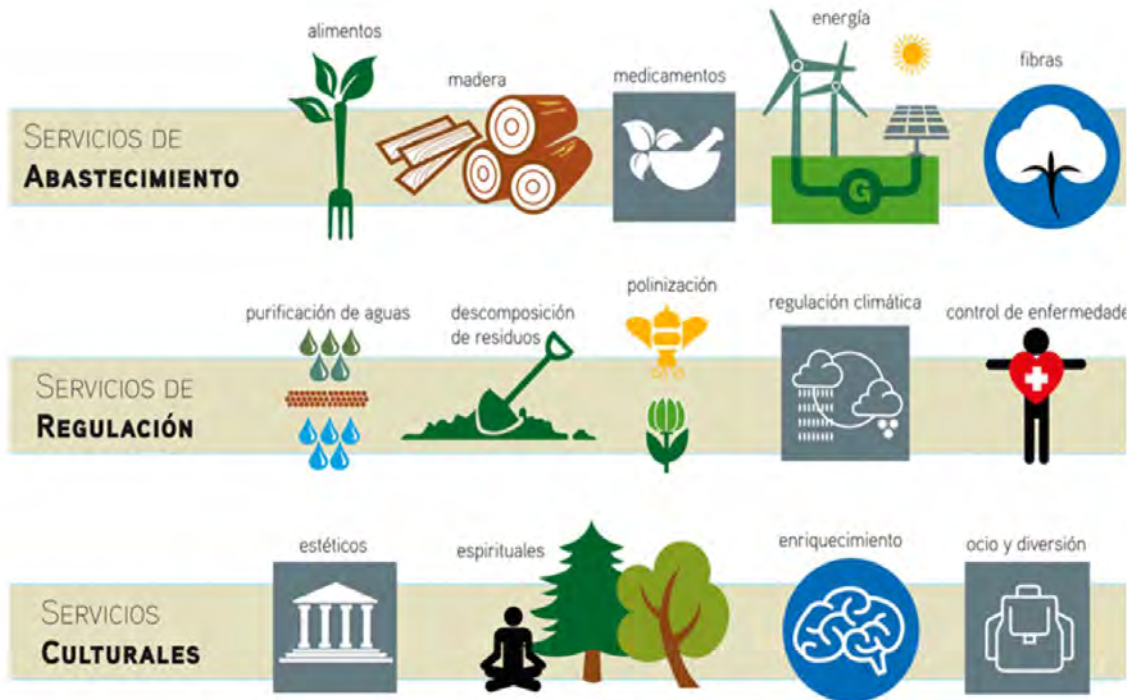
Biodiversidad del suelo esta vinculada a los servicios de los ecosistema



2. Servicios Ecosistémicos

Han sido definidos como:

- el conjunto de las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano
- es decir, **cualquier actividad o función de un ecosistemas que suministra beneficios a los seres humanos**



Productos directos de los ecosistemas

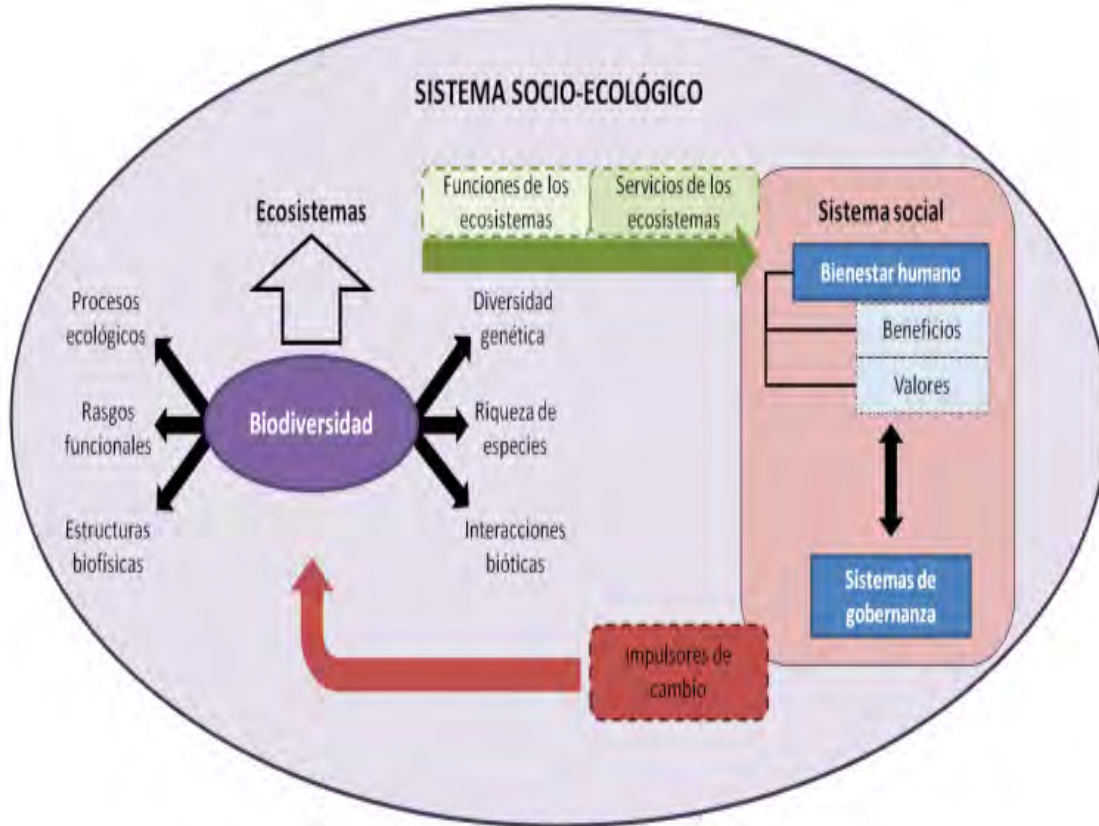


Productos indirectos, obtenidos de los procesos de los ecosistemas: **polinización, control de plagas, secuestro de carbono, depuración del agua, prevención de la erosión y conservación de la fertilidad**



Contribuciones intangibles que las personas obtienen de los ecosistemas a través de experiencias

➤ Distintos componentes de la biodiversidad desempeñan un papel clave en la estructura y funciones de los ecosistemas



➤ A su vez estos generan un **flujo de servicios de los ecosistemas** que repercuten en el bienestar de la población humana, enmarcado en un sistema social

➤ Repercute en el **bienestar de la población humana** enmarcada en un sistema social

➤ Los **sistemas de gobernanza** a través de las instituciones, actores sociales y usuarios de los servicios de los ecosistemas afectan a su vez a los ecosistemas por medio de los impulsores de cambios

➤ **Impulsores del cambio: cualquier factor natural o de origen antrópico** que directa o indirectamente provoca un cambio en un ecosistema.

Directos



Cambios de uso de suelo, cambio climático, contaminación, introducción de especies invasoras, **cambios sobre los ciclos biogeoquímicos** y la sobre explotación de los servicios ecosistémicos

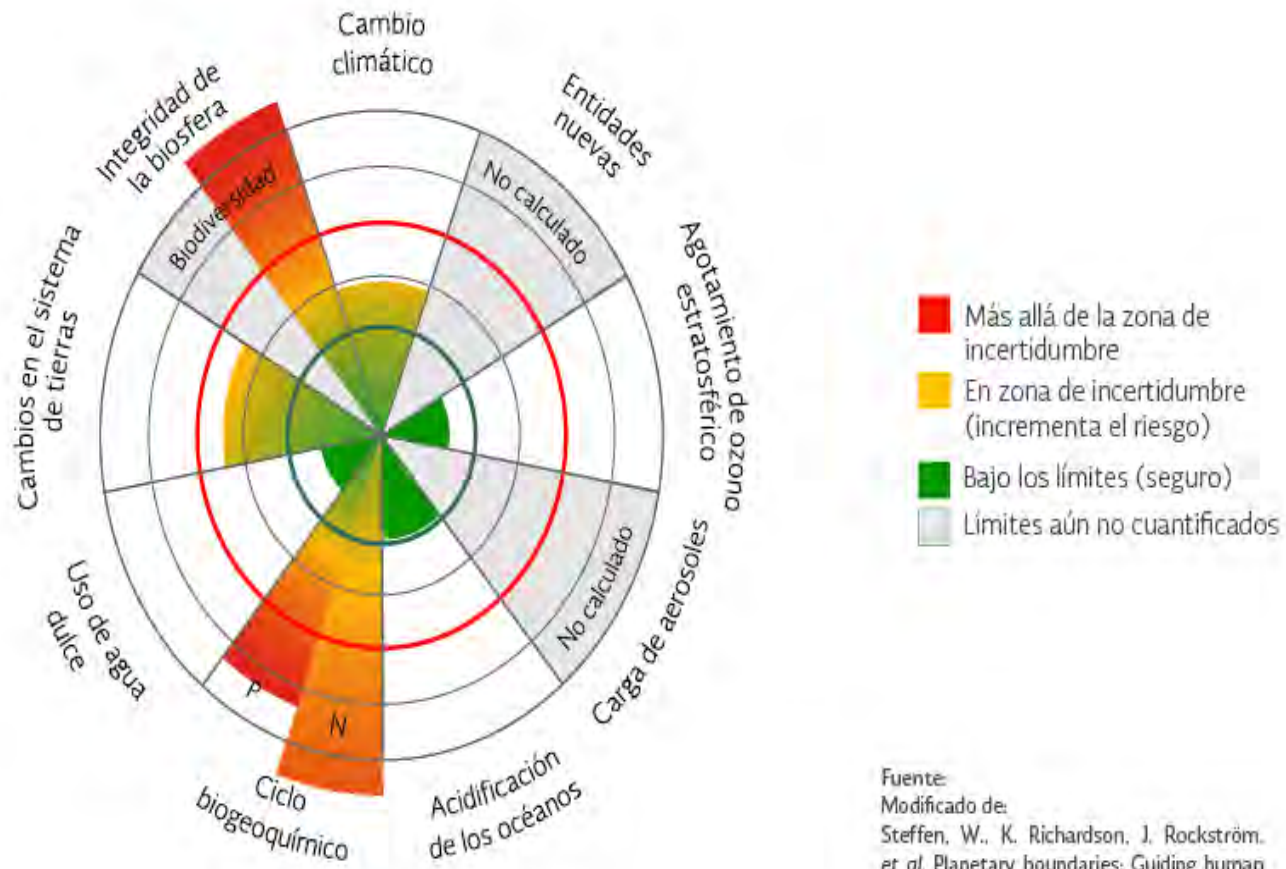
Indirectos



Tendencias demográficas, sistemas económico, tendencia sociopolíticas, tecnología o factores culturales como los **patrones de consumo**, la identidad de valores

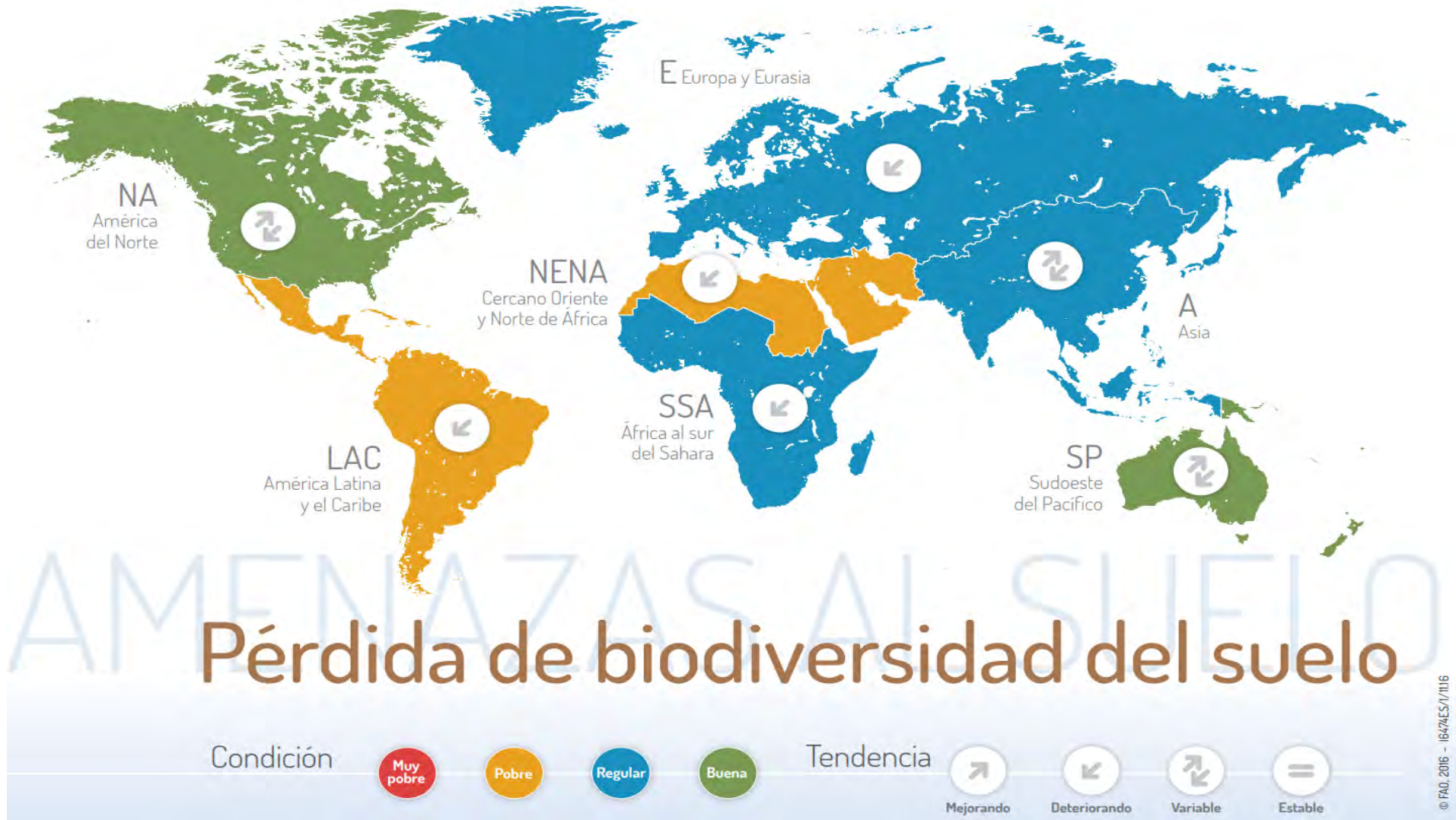


Los límites planetarios, su estado actual y los rangos de incertidumbre



Fuente:
Modificado de:
Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström,
et al. Planetary boundaries: Guiding human
development on a changing planet. *Science*
347(6223), 2015.

Los límites planetarios o fronteras planetarias son un **marco conceptual que evalúa el estado de 9 procesos fundamentales para la estabilidad del sistema Tierra** y sugiere una serie de umbrales para estos procesos que, en caso de **ser superados, pueden poner en peligro la habitabilidad del planeta**





Objetivos para el desarrollo sostenible (ODS)

Estados miembros de la naciones unidas han estado trabajando en la adopción de **la Agenda 2030** para el Desarrollo Sostenible, y han acordado trabajar para lograr **17 ambiciosos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** a nivel mundial para mejorar y mantener la vida de las personas y el mundo natural del que dependemos.

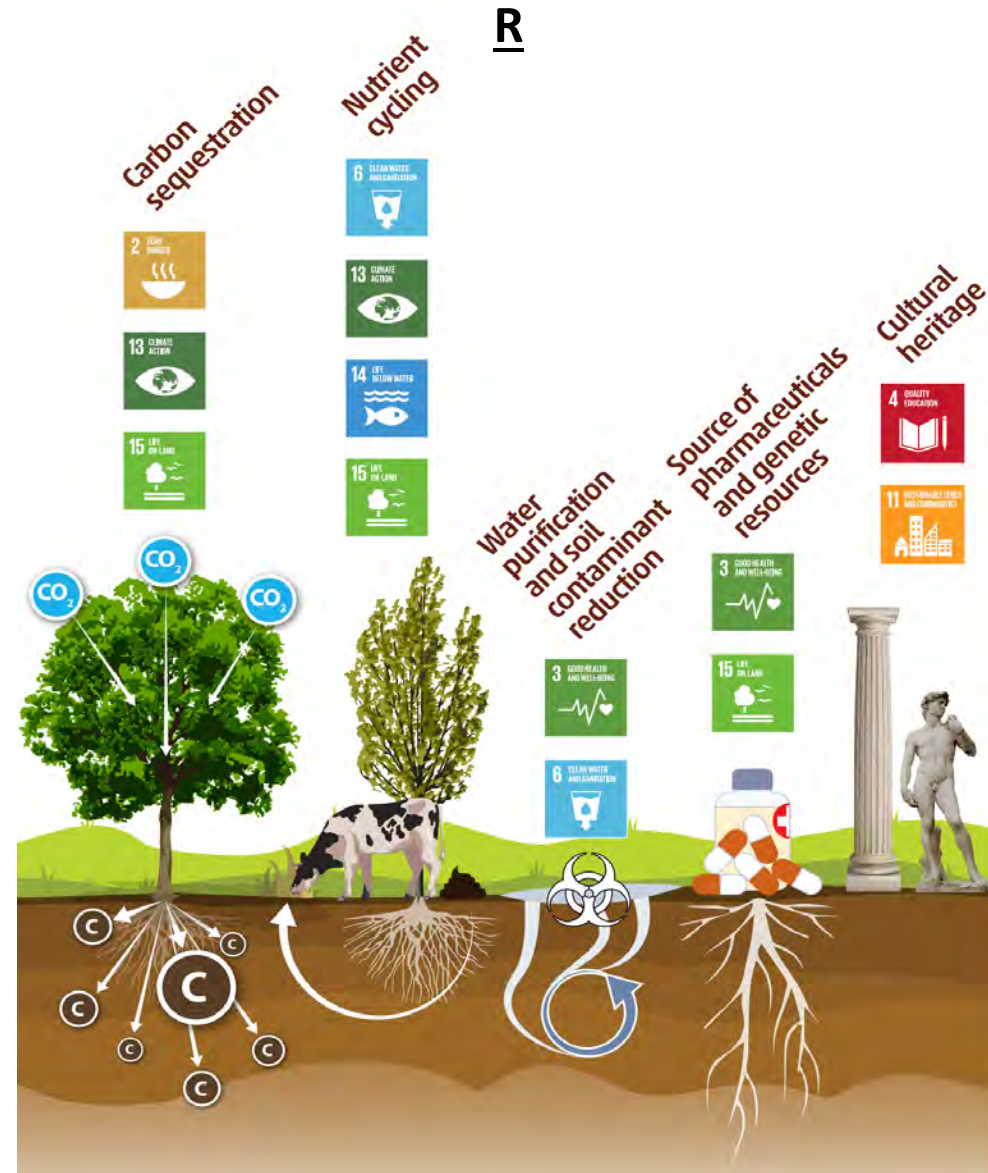


Aunque los ODS no se refieren directamente al suelo, la fuerte conexión entre **la biodiversidad del suelo y los ODS es evidente**. Muchos ODS, como la seguridad alimentaria, la escasez de agua, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad (ODS 15) y las amenazas para la salud, están estrechamente relacionados con la biodiversidad del suelo o dependen de ella



la biodiversidad del suelo desempeña un papel clave en el cumplimiento de muchos de estos ODS.

Los servicios de regulación de los ecosistemas están muy vinculados a los ODS



El suelo contiene las comunidades terrestres más diversas del planeta, y alberga **más del 25% de la diversidad biológica mundial**. Además, sustenta la mayor parte de la vida en la superficie a través de vínculos cada vez mejor conocidos entre la superficie y el suelo (ODS 15).



La biodiversidad del suelo es esencial para mantener toda la vida en la Tierra, especialmente la humanidad



3. ¿Cómo podemos medir la biodiversidad del suelo?

Aunque al día de hoy, hay una mayor conciencia sobre la biodiversidad del suelo, **falta la integración de este conocimiento en la gestión del ecosistemas.**



Bioindicadores que permitan detectar cambios en la biodiversidad del suelo.

- El programa de la Unión Europea sobre Indicadores de Función Ecológica y Biodiversidad en **los suelos europeos (EcoFINDERS)**.
- La Red Nacional de Observatorios Ecológicos de **Estados Unidos (NEON)**, recopila observaciones ecológicas y climáticas en todo el territorio continental de los Estados Unidos , incluidos Alaska , Hawái y Puerto Rico .
- El Plan Diez del Suelo de China**, diseñado para proteger el suelo y limitar los contaminantes.
- El Biome of Australian Soil Environments **(BASE) de Australia**.
- El **Consortio Africano** para la Salud del Suelo.



Técnicas de biología molecular



Características de los bioindicadores

Técnicas de biología molecular, como la extracción de Ácido Desoxirribonucleico, (**ADN**), Acido Ribonucleico (**ARN**), **secuenciación** o **cuantificación de genes de interés** que pueden proporcionar **bioindicadores para inferir sobre sobre cambios** en la biodiversidad del suelo.



Estandarizados:

-Parámetros **fácilmente disponibles y (casi) estandarizados.**



Esto garantiza la **comparabilidad** de los datos entre lugares.

Medibles y rentables:

-Parámetros **fáciles de muestrear y de investigar en el campo y asequibles**

-**No deben estar restringidos sólo a los expertos o científicos** (deben poder ser evaluados por todas las personas interesadas).



Esto garantiza que los indicadores **se utilizarán en la práctica** y que podrán recoger de forma **rutinaria**.

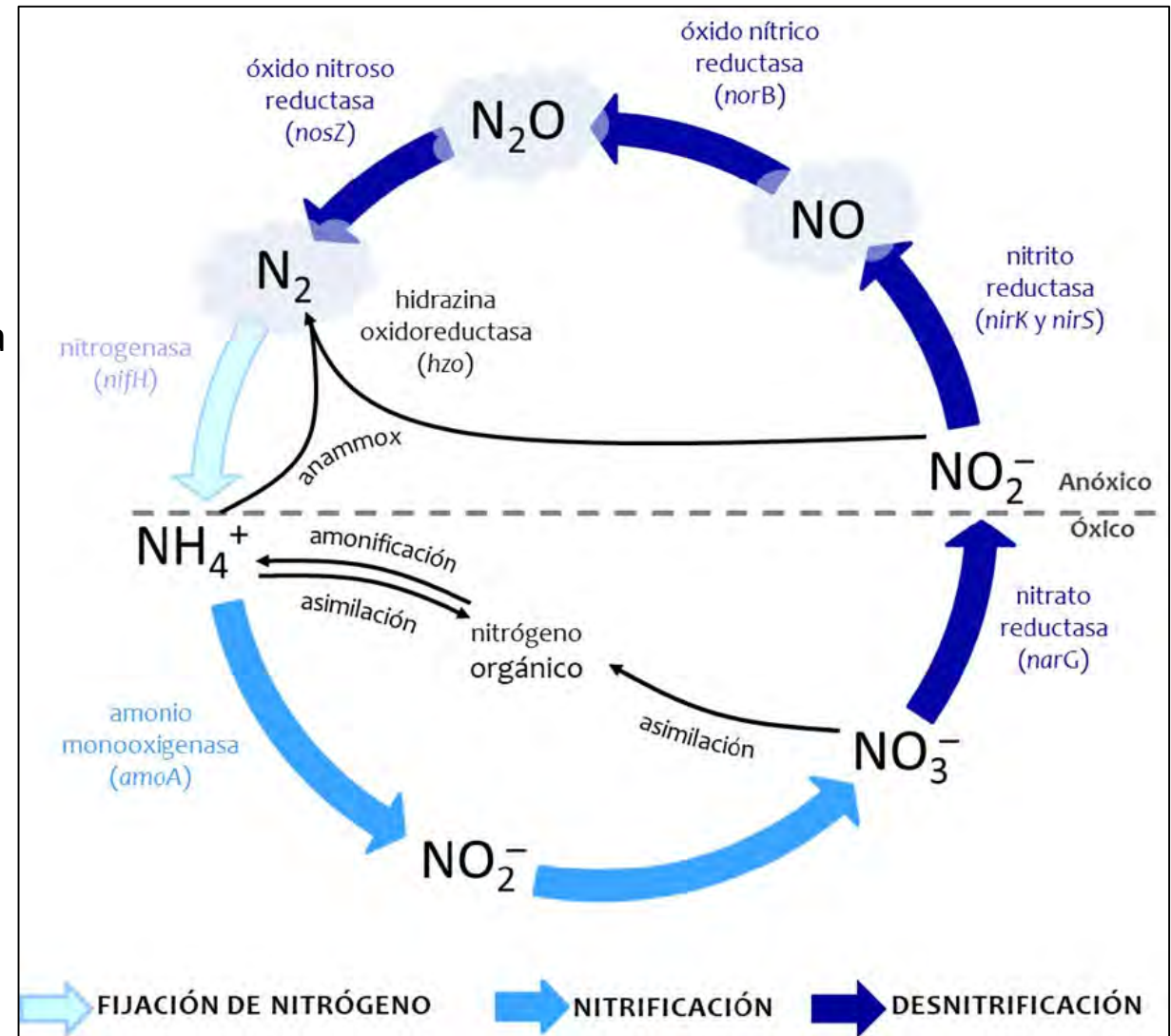


4. Evaluación de la diversidad funcional de los microorganismos del suelo vinculados a ciclos biogeoquímicos.

4.1 Marcadores moleculares (bioindicadores) del ciclo del nitrógeno

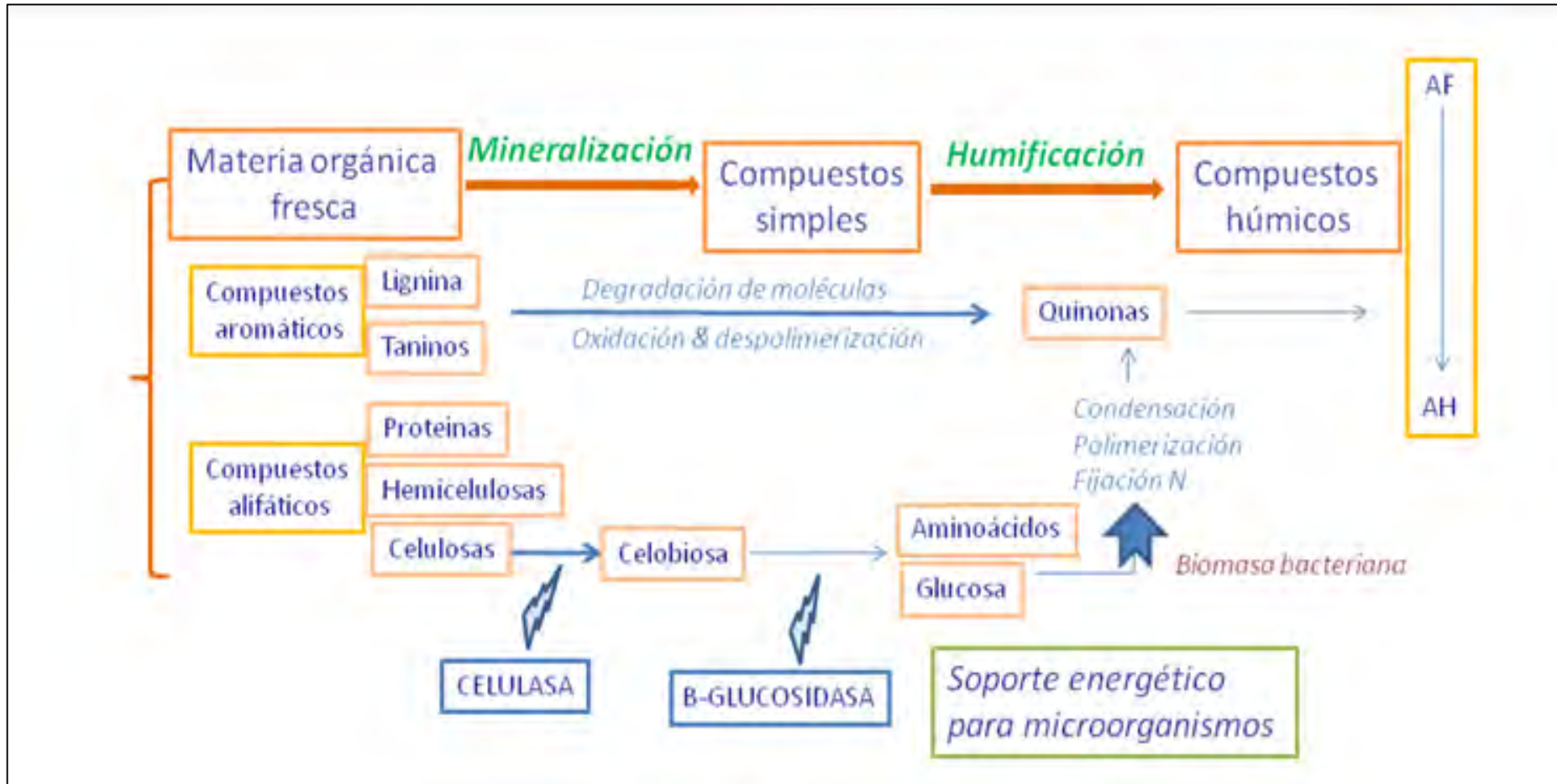
- ✓ Gestión del suelo (laboreo, insumos, eliminación a gran escala de la cobertura vegetal).
- ✓ Factores abióticos (clima, temperatura, Humedad).
- ✓ Propiedades químicas y físicas del suelo

Genes: ***amoA***, ***narG***, ***nirK*** y ***nirS***, ***norB***, ***nosZ***, ***nifH***





4.2 Marcadores moleculares vinculados a la degradación de la materia orgánica del suelo



Genes *bgl1* y *bgl3*



Actividad de la β -glucosidasa de **bacterias** (BGH1 y BH3) y **hongos** (FGH1 y FGH3)



Evaluación de bioindicadores -conclusiones



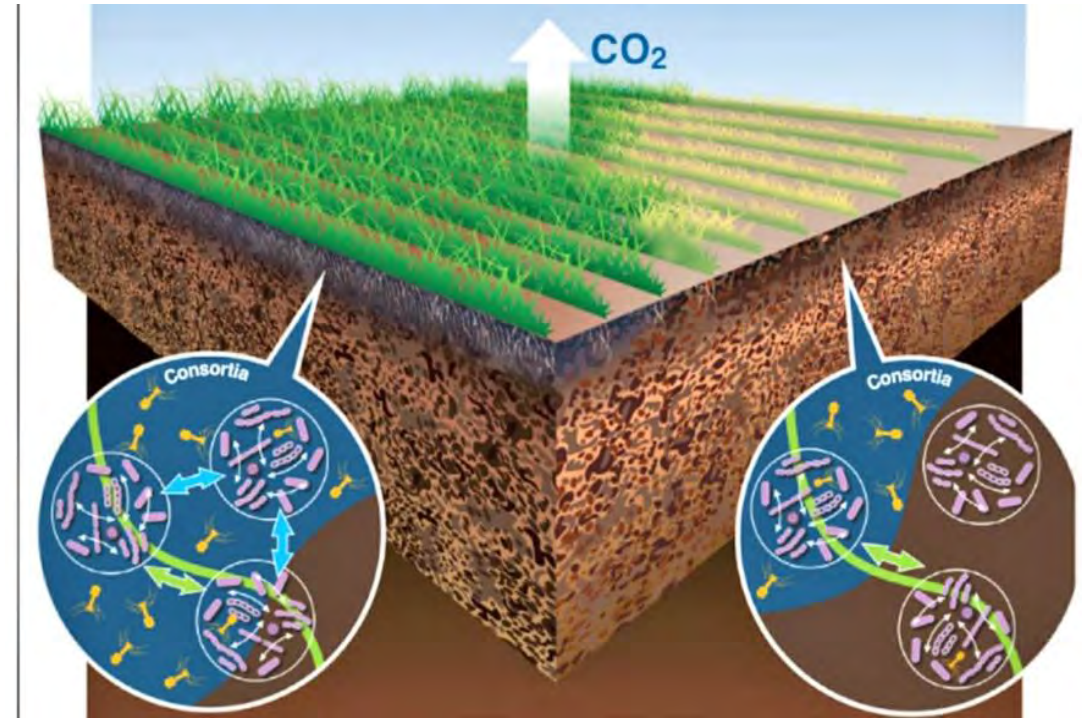
Condiciones experimentales: rotación Maíz/Trigo
X 3 entradas de leguminosas (R0, R1, R2)
X 2 tipos de laboreo: tradicional (TT) y MT (mínimo)
X 4 repeticiones, en **24 parcelas**



- ✓ **La rotación que incluía el mayor nivel de cultivos de cobertura de leguminosas (R2)** favoreció los gremios funcionales vinculados al ciclo del N y del C. Pero estos grupos mostraron diferentes respuestas al laboreo.
- ✓ **R2TT** favoreció a los **gremios vinculados al ciclo N**.
R2MT favoreció a los **gremios vinculados a la degradación de la Materia orgánica del suelo**.
- ✓ **Las diferentes formas de materia orgánica evaluadas en este estudio (COT, DOC y POM)** mostraron una relación positiva con los **gremios relacionados con el C** y una **relación negativa con las diferentes formas de N** (TN y NPM). Indicando la importancia de la relación C/N en el suelo
- ✓ **La disponibilidad de P** en el suelo fue un factor importante para explicar especialmente la abundancia de bacterias relacionadas con la **actividad de la óxido nitroso reductasa (nosZ)**. Estas bacterias están implicadas en el último paso de la **desnitrificación** convirtiendo el N_2O en N_2 y están directamente relacionadas con la disponibilidad de P en el suelo



Evaluación de servicios ecosistémicos relacionados con la biodiversidad el suelo



uso inadecuado del suelo, la implementación de cualquier practica agrícola que puede modificar **la abundancia, diversidad y función de los diferentes consocios de la microbiota** del suelo , influyendo en **su calidad y sostenibilidad**



Provisión de servicios ecosistémicos



Muchas gracias por su atención



Mariela Navas-IMIDRA
marielajose.navas@madrid.org