

# Regenerando vida en suelos de viñedos gaditanos

Dr. Raúl Ochoa-Hueso

Universidad de Cádiz,

Dept. Biología, Área de Botánica, IVAGRO



Colaboran



Inversión subvencionada con fondos Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) por la Junta de Andalucía





# Sector vitivinícola

- Importancia económica (7.4 M ha de viñedo a nivel global)

- España
- China
- Francia

Wine production, 2014  
Annual wine production, measured in tonnes per year.



- Importancia socio-cultural

- Origen hace 11.000 años en China. Próximo
- Arte, tradiciones, rituales, reuniones familiares, estatus, etc.

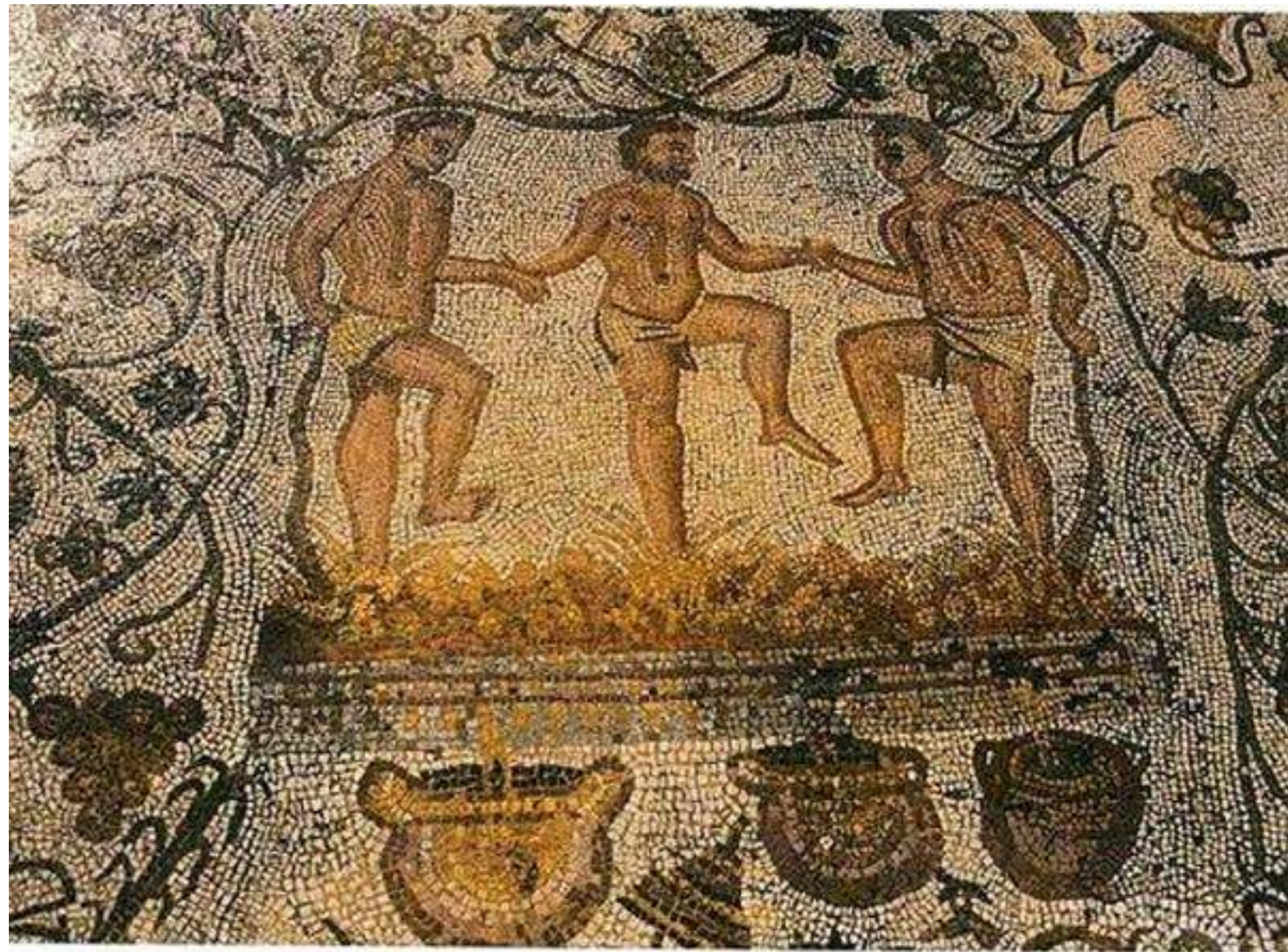
- Importancia medioambiental

- Cultivo leñoso compatible con elevada biodiversidad taxonómica y paisajística

No data 0 t 500,000 t 1 million t 2 million t 4 million t 4.5 million t >5 million t

Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)







Los viñedos son agroecosistemas manejados de forma muy intensiva

- Laboreo
- Biocidas
  - Pesticidas
  - Fungicidas
  - Herbicidas
- Fertilizantes
- Simplificación del paisaje (intensificación y mecanización)
  - Árboles frutales
  - Pastos
  - Mezcla variedades (“vidueño”)







# Necesario para...

- Crecimiento y nutrición vegetal adecuados
- Control de enfermedades y plagas
- Eliminar competencia con plantas adventicias
- Aireación y descompactación del suelo



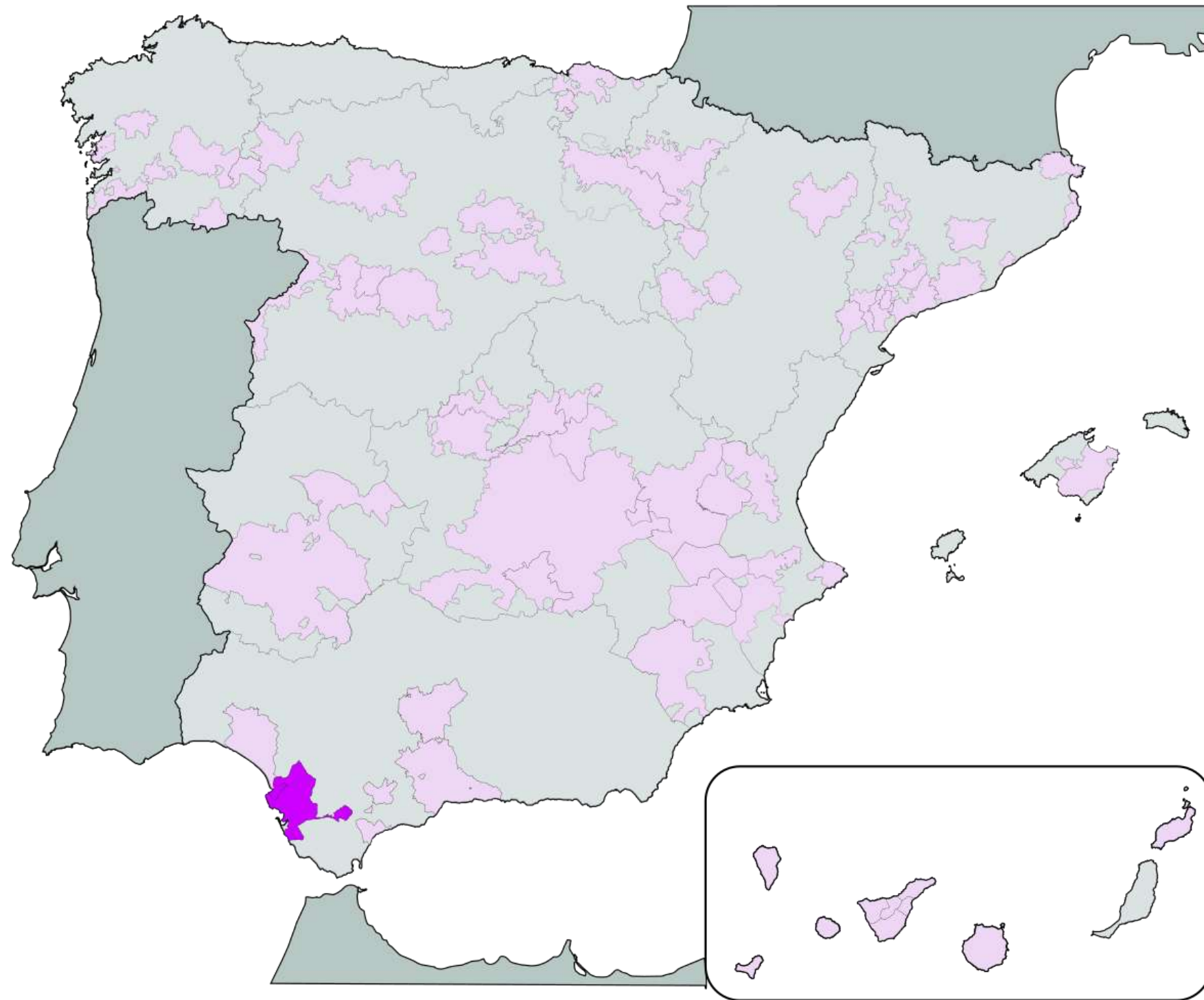
Photo: Mark Battany  
Copyright © 2015 Regents of the University of California



Viñedos  
erosionados y  
biológicamente  
empobrecidos



# Provincia de Cádiz (D.O. Jerez)









# La viticultura gaditana en la Historia

- Valor histórico, económico y social incalculable...
  - Fenicios (1.100 a.c.)
  - Romanos (*Vinum Ceretensis*)
  - Árabes (Sherish)
  - Edad Media
  - Edad Moderna
  - Época actual
  - ...





Columella  
(*Lucius  
Junius  
Moderatus,*  
siglo I d.c.)





LOS DOCE LIBROS  
DE AGRICULTURA

DE

LUCIO JUNIO MODERATO COLUMELA

NUEVAMENTE REIMPRESOS CON LA BIOGRAFÍA DEL AUTOR

POR

DON VICENTE TINAJERO

Á ESPAÑA.

---

TOMO I

---

MADRID  
IMPRESA DE MIGUEL GINESTA  
Calle de Campomanes, núm. 8  
1879



## LIBRO PRIMERO.

### PREFACIO Á PUBLIO SILVINO.

CON frecuencia oigo á los primeros hombres de nuestra ciudad culpar unas veces la esterilidad de los campos, otras la intemperie que se nota en el aire de mucho tiempo acá, como perjudiciales á los frutos: tambien oigo á algunos mitigar estas quejas con una razon cierta á su parecer, pues piensan que la tierra fatigada y desustanciada con la excesiva fertilidad de los primeros tiempos, no puede dar alimento á los mortales con la abundancia que lo daba entónces. Cuyos motivos, Publio Silvino, tengo por cierto que están muy léjos de ser verdaderos; lo uno, porque no es justo creer que la naturaleza de la tierra, dotada por el primer Criador del mundo de una fertilidad perpetua <sup>1</sup>, haya sido invadida por la esterilidad, como pudiera serlo por cierta especie de dolencia; lo otro, porque no es propio de una persona sensata pensar que la misma tierra se ha envejecido como el hombre, habiéndole cabido en parte una juventud divina y eterna, y llamándose madre comun de todas las cosas, por haberlas producido siempre y haberlas de producir en adelante. En vista de lo cual no pienso que

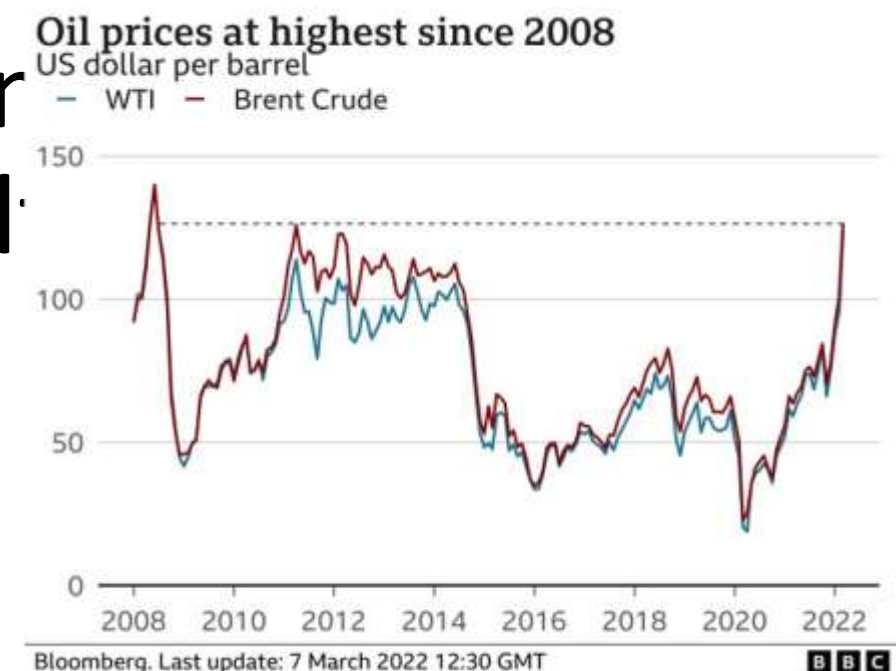
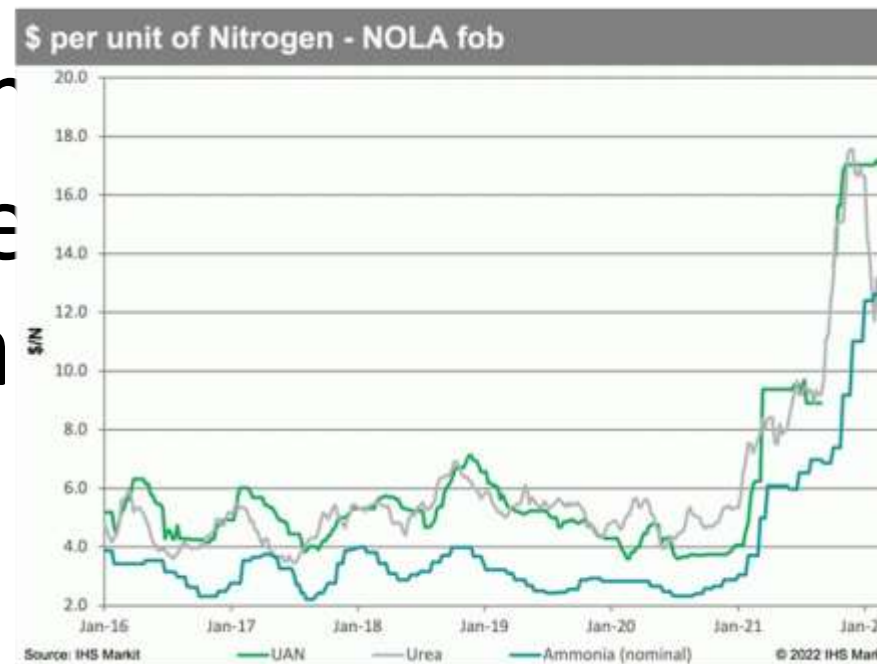
nos han sucedido estas cosas por la intemperie del aire, sino más bien por culpa nuestra; pues hemos puesto el cultivo de nuestras tierras á cargo del peor de nuestros esclavos, como si fuera un verdugo que las castigara por delitos que hubieran cometido: siendo así que nuestros antepasados, miéntras mejores eran ellos, mejor las trataron. Y no puedo acabarme de admirar, cuando considero que escogiendo los que desean hablar bien un orador cuya elocuencia imiten; buscando los que quieren aprender las reglas del cálculo y de las medidas un maestro de esta enseñanza que tanto les agrada; procurando los aficionados á la danza y á la música con el mayor cuidado maestros de estas artes; llamando los que quieren hacer un edificio operarios y arquitectos; los que quieren confiar al mar una embarcacion, hombres que sepan manejarla; los que emprender guerras, personas inteligentes en la táctica; y, para decirlo todo de una vez, haciendo cada cual diligencia, para el estudio á que quiere aplicarse, del mejor director que pueda encontrar; y, finalmente, eligiendo cada uno de entre el número de los sabios una persona que forme su espíritu y sea su maestro en la virtud: solamente la Agricultura, que sin duda alguna está muy cerca de la sabiduría, y tiene cierta especie de parentesco con ella, carece de discípulos que la aprendan y de maestros que la enseñen. Pues no sólo he oido, sino yo mismo he visto, que hay en nuestros dias escuelas de retóricos, y (como acabo de decir) de géometras y músicos, y (lo que es más de admirar) que tambien hay oficinas en que se hace profesion de los vicios más despreciables, enseñándose en ellas á condimentar los manjares de modo que exciten la glotonería, á disponer los banquetes con el mayor lujo, á adornar las cabezas y peinar el pelo; pero de Agricultura no he conocido personas que se dediquen á enseñarla, ni discípulos que la estudien. En efecto, aunque no hubiese en la ciudad maestros de aquellas artes, podria estar floreciente la república, como se verificó en tiempo de



# Además...

- Aumento del costo de insumos (fertilizantes, combustibles, etc.)
- Cambios en el patrón de consumo y perfil de los consumidores

- Necesidad de un **crucial** cambio en la **agricultura convencional** hacia la **Naturaleza**





# Legislación y política actual



Home > Strategy > Priorities 2019-2024 > A European Green Deal

## A European Green Deal

Striving to be the first climate-neutral continent



EN English

Search

### Agriculture and rural development

Home > Common agricultural policy > Sustainability > Farming > International > Data and analysis

Home > Common agricultural policy > Common agricultural policy overview > New CAP: 2023-27

### The new common agricultural policy: 2023-27

The new common agricultural policy will be key to securing the future of agriculture and forestry, as well as achieving the objectives of the European Green Deal.



On 2 December, 2021, the agreement on reform of the common agricultural policy (CAP) was formally adopted. The new legislation, which is due to begin in 2023, paves the way for a fairer, greener and more performance-based CAP.





**PROBLEM**

**SOLUTION**





## G. O. Suelos Vivos - Regenerando vida en suelos de viñedos gaditanos

El objetivo principal de “Suelos Vivos” (Regenerando vida en suelos de viñedos gaditanos) es desarrollar e implementar estrategias innovadoras de gestión sostenibles de los suelos de viñedos y zonas aledañas de pastizal de la provincia de Cádiz para acelerar la transición de viñedos gaditanos convencionales intensivos en recursos a viñedos sostenibles de alto rendimiento que proporcionen una amplia variedad de servicios ecosistémicos.

**Importe total concedido: 299.601,07 €**

**Importe concedido a Universidad de Cádiz: 216.435,77 €**



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural



**Junta de Andalucía**

Inversión subvencionada con fondos Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) por la Junta de Andalucía



# www.suelosvivos.es



info@suelosvivos.es



[Inicio](#)

[El Proyecto](#)

[Miembros](#)

[Actualidad](#)



Regenerando vida en suelos  
de viñedos gaditanos

Grupo Operativo Regional  
**Suelos Vivos**

## I Jornadas Suelos Vivos

PARA LA REGENERACIÓN DE LA VIDA EN SUELOS DE VIÑEDOS GADITANOS

[Más información >](#)

FECHA **23 y 24 marzo de 2023**

### ACTUALIDAD

Descubre todas las novedades sobre el  
Grupo Operativo Regional **Suelos Vivos**

### Últimas publicaciones





# Alineación objetivos con Focus Área de las AEI y Nueva PAC





Focus	Descripción	Medidas concretas de “Suelos Vivos”
<p>2A (Focus Área Principal)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mejorar los resultados económicos</b> de todas las explotaciones y facilitar la reestructuración y modernización de las mismas, en particular con objeto de incrementar su participación y orientación hacia el mercado, así como la diversificación agrícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar la reducción de costes asociados al uso de agroquímicos a través de la implementación de prácticas innovadoras de gestión del suelo, así como de su funcionamiento y bioiversidad.</li> <li>• Aumento de la calidad de la materia prima (uvas) y producto final (vino).</li> <li>• Integración con la industria del turismo sostenible de calidad basada en el nexo entre gastronomía, cultura, y naturaleza.</li> <li>• Integración de razas de ganado ovino autóctonas en viñedos y diversificación de productos agrícolas.</li> </ul>
<p>1A/1B</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fomento de la innovación</b>, la cooperación y el desarrollo de la base de conocimientos en las zonas rurales.</li> <li>• <b>Fortalecimiento de los vínculos entre la agricultura, la producción de alimentos y la silvicultura y la investigación y la innovación</b>, en particular con el fin de mejorar la gestión y la eficacia medioambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de inoculantes microbianos altamente innovadores, así como nuevos modelos de gestión del suelo, su biodiversidad y su capacidad de generar servicios ecosistémicos.</li> <li>• Fomentar la transferencia de dicha innovación a pequeños y medianos viticultores y bodegas a través de talleres y elaboración de documentos de libre acceso.</li> </ul>
<p>3A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mejora de la competitividad de los productores primarios</b> integrándolos mejor en la cadena agroalimentaria a través de sistemas de calidad, valor añadido a los productos agrícolas, la promoción en mercados locales y circuitos de distribución cortos, las agrupaciones de productores y las organizaciones interprofesionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir a aumentar el valor añadido de los vinos procedentes de pequeños viticultores y bodegas de Cádiz a través de su integración con el turismo ambiental de calidad y del uso del concepto de terroir (terroir).</li> <li>• Fomentar el valor añadido de los subproductos de la viticultura y la vinificación a través del compostaje y elaboración de inoculantes microbianos.</li> </ul>
<p>4A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Restaurar, preservar y mejorar la biodiversidad</b> (incluso en las zonas Natura 2000 y en las zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones específicas), los sistemas agrarios de alto valor natural, así como el estado de los paisajes europeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regenerar la biodiversidad del suelo en viñedos de la provincia de Cádiz.</li> <li>• Elaborar un atlas digital de biodiversidad del suelo en viñedos de Cádiz.</li> <li>• Regenerar la biodiversidad vegetal en calles de viñedos y pastizales adyacentes a través del uso de cubiertas vegetales con especies nativas y ganado ovino.</li> </ul>



<p>4B/4C/ 5A/5B</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mejora de la gestión del agua</b>, incluyendo la gestión de fertilizantes y plaguicidas.</li> <li>• <b>Prevenir la erosión de los suelos</b> y mejorar la gestión de los mismos.</li> <li>• Mayor eficacia en el uso del agua en la agricultura.</li> <li>• <b>Mayor eficacia en el uso de la energía</b> en la agricultura y en la transformación de alimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo, incluyendo su capacidad para retener agua, reciclar nutrientes, y mejorar la transferencia de agua y nutrientes esenciales a las raíces de las vides, a través de medidas innovadoras de gestión del suelo y su biodiversidad (inoculantes microbianos, cubiertas vegetales, y ganado ovino).</li> <li>• Reducción de la erosión y mejora de la infiltración del agua a través del uso de cubiertas vegetales y la reducción en el uso del arado.</li> </ul>
<p>5C</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Facilitar el suministro y el uso de fuentes renovables</b> de energía subproductos, desechos, residuos y demás materia prima no alimentaria para impulsar el desarrollo de la bioeconomía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de técnicas de compostación basadas en subproductos de la viticultura y vinificación para la elaboración de inoculantes de suelo de alto valor añadido.</li> <li>• Reducción del uso de combustibles fósiles, fertilizantes y agroquímicos (pesticidas, plaguicidas, etc.) a través de la reducción en el uso del arado y poda manual/mecanizada, y fomento de estrategias de manejo basadas en la naturaleza.</li> </ul>
<p>5D</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reducción de gases de efecto invernadero</b> y de emisiones de amoníaco procedentes de la agricultura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción en el uso de combustibles fósiles procedentes del uso de maquinaria y de emisión de amoníaco a través de un mayor acoplamiento del ciclo del nitrógeno en el suelo.</li> </ul>
<p>5E</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fomento de la conservación y la captura de carbono</b> en los sectores agrícola y silvícola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del secuestro de carbono en el suelo a través del uso de cubiertas vegetales, cuya biomasa procesada por el ganado ovino será devuelta al suelo en forma de materia orgánica con altas probabilidades de ser estabilizada.</li> <li>• La eliminación en el uso del arado también implicará una menor liberación de dióxido de carbono asociado con la respiración de la materia orgánica del suelo, lo que implicará una mayor capacidad del sistema de almacenar carbono.</li> <li>• La compostación de los subproductos de la viticultura y vinificación asegurará que una gran parte del carbono secuestrado por las plantas durante el proceso de fotosíntesis quede retenido en el suelo tras su aplicación en forma de compost enriquecido con inoculantes microbianos con altas capacidades para procesar la materia orgánica del suelo.</li> </ul>
<p>6A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Facilitar la diversificación</b>, la creación y el desarrollo de pequeñas empresas y la creación de empleo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado su carácter fuertemente innovador, el presente proyecto podría resultar en la creación de una spin-off empresarial dedicada al desarrollo de inoculantes de suelo y a tareas de consultoría para mejorar la sostenibilidad del suelo en viñedos de Cádiz, cuyo valor histórico, económico, social, y natural es incalculable.</li> <li>• Mejorar la creación de empleo en la Bahía de Cádiz, tanto de forma directa, como indirecta a través del fomento de la innovación en pequeñas empresas de larga tradición en la elaboración de vinos generosos de alta calidad.</li> </ul>





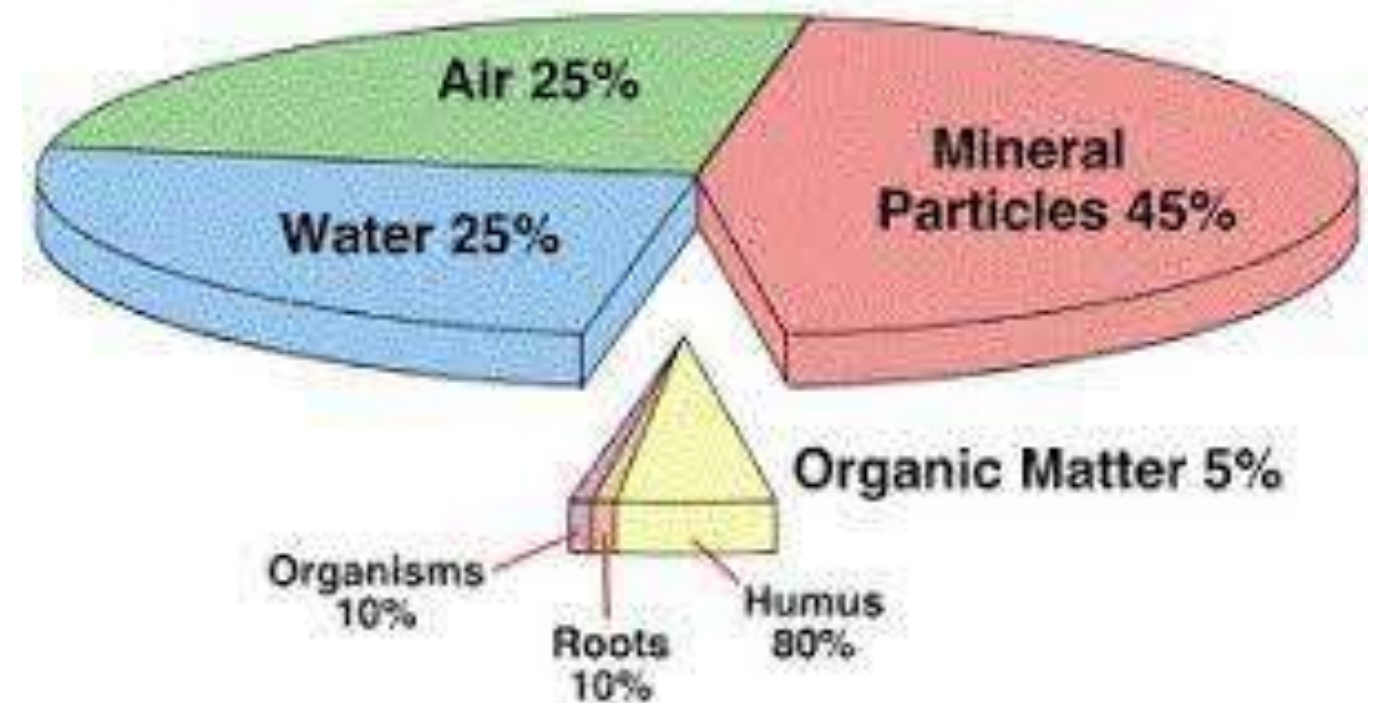
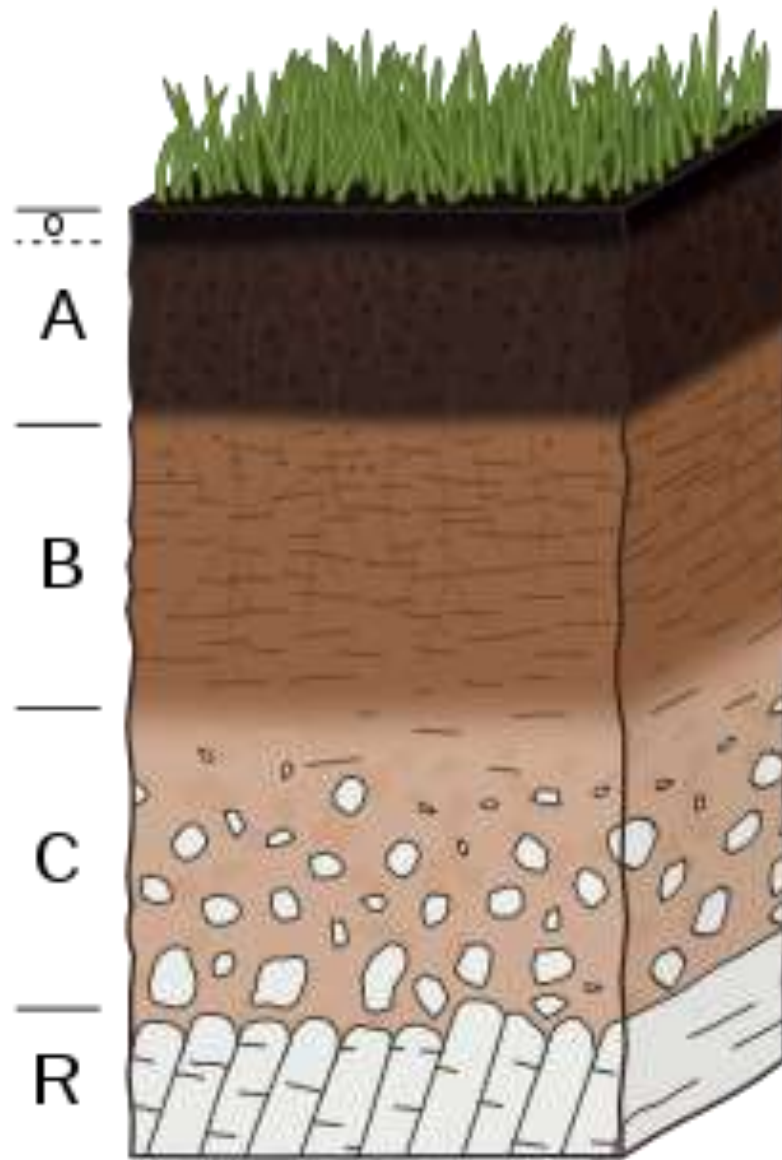






# Suelo

- El suelo es una mezcla de materia orgánica, minerales, gases, líquidos y organismos que, en conjunto, soporta la vida.



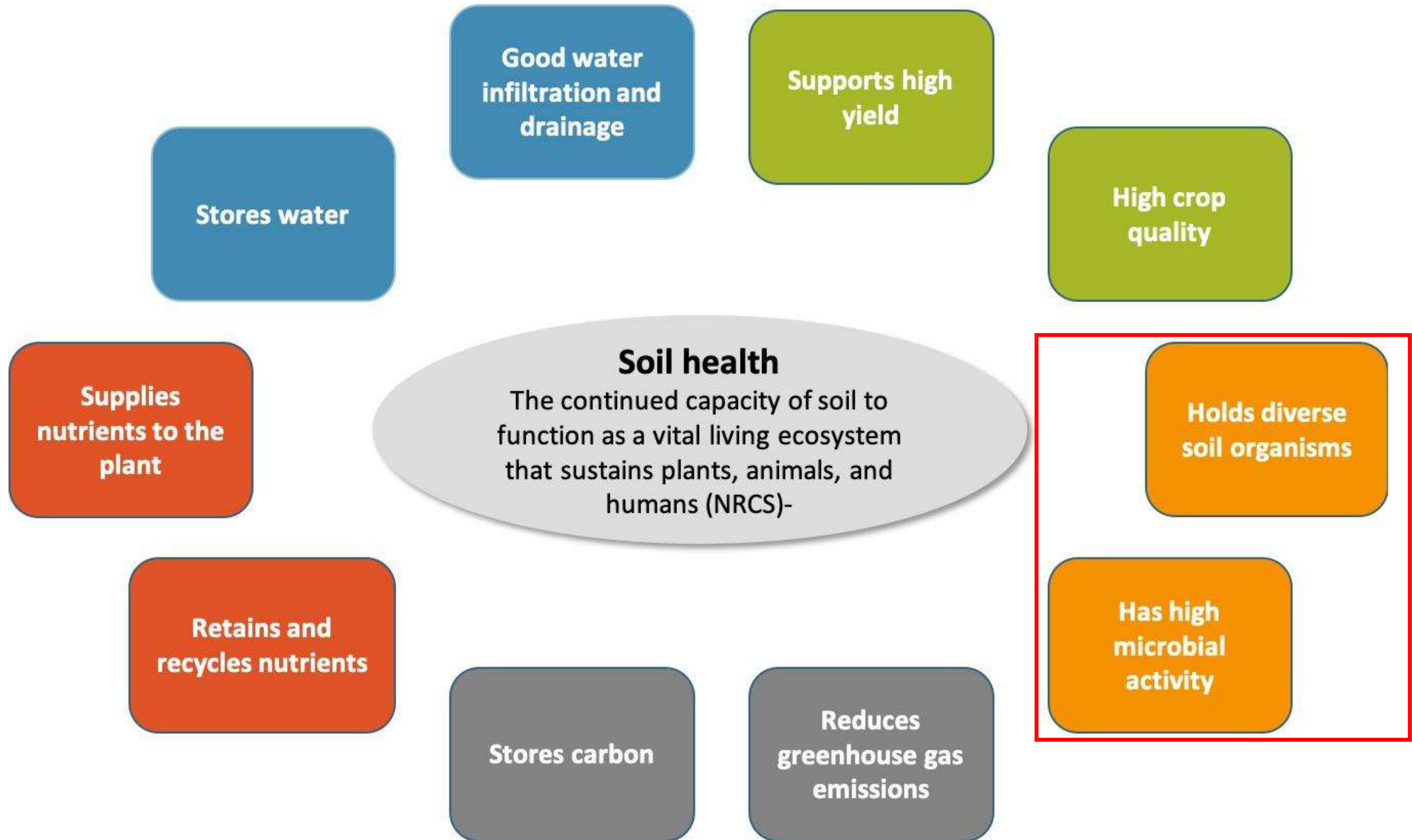


# Suelo vs. regolito

- El regolito es una capa de depósitos superficiales no consolidados, sueltos y heterogéneos que recubren la roca madre
- No vida ↔ No suelo











Search



EU SOIL OBSERVATORY

EUSO

SOIL DATA

[Home](#) [About Us](#) [Newsletters](#) [Atlases](#) [Events](#) [Vacancies](#)

## Soil Biodiversity

### Definition of SOIL BIODIVERSITY – The WHAT

The Convention on Biological Diversity (CBD) defined the **soil biodiversity** as "the variation in soil life, from genes to communities, and the ecological complexes of which they are part, that is from soil micro-habitats to landscapes".

### Value and importance of studying SOIL BIODIVERSITY – The WHY

Ecosystem services were defined as the benefits supplied to people by the ecosystems. In this frame, soil biodiversity carries a range of values to humankind that depend on the perspective from which they are being considered. These include:

- **functional value**, relating to the natural services that the soil biota provides, the associated preservation of ecosystem structure and integrity, and ultimately the functioning of the planetary system via connections with the atmosphere and hydrosphere;
- **utilitarian** ("direct use") value, which covers the commercial and subsistence benefits of soil organisms to humankind;
- **intrinsic** ("non-use") value, which comprises social, aesthetic, cultural and ethical benefits;
- **bequest** ("serpendic") value, relating to future planetary function or generations of humankind. It is yet unknown

The overall ecological value of soil biota is increasingly appreciated, as we understand more about its origins and consequences. Soil biodiversity has also a monetary value in term of contribution to ecosystem services: estimates ranging from 1.5 to 13 trillion US Dollars (VdP, 2004).

**Decline in soil biodiversity** is the reduction of forms of life living in soils, both in terms of quantity and variety.




## 2.3 | BIODIVERSITY IN THE SOIL

Soils are considered among the most biologically diverse habitats on Earth. It has been estimated that 1 gram of soil contains up to 1 billion bacteria cells, comprising tens of thousands of taxa, up to 200 metres of fungal hyphae, and a wide range of organisms including nematodes, earthworms and arthropods (Figure 2.3).

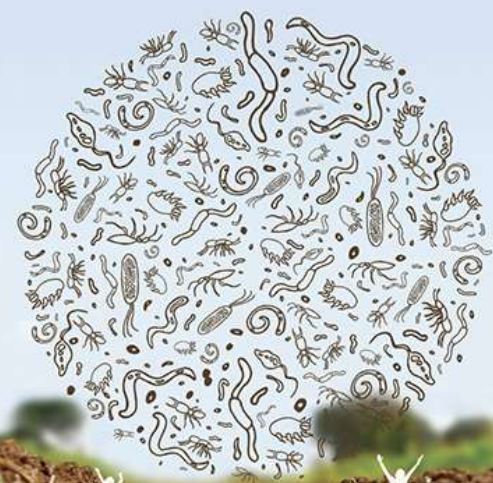









**Food and Agriculture Organization of the United Nations**

**Report 2020**

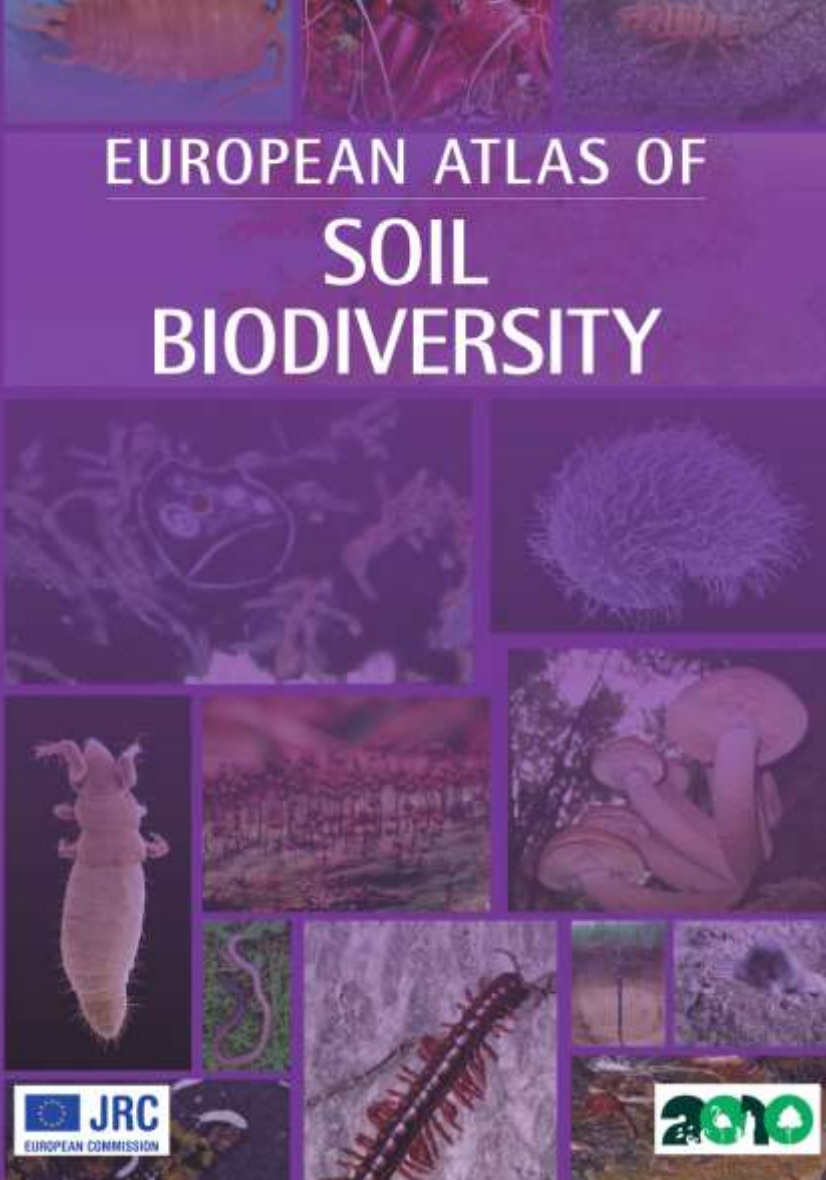
# STATE of KNOWLEDGE of SOIL BIODIVERSITY








**Status, challenges and potentialities**


# EUROPEAN ATLAS OF SOIL BIODIVERSITY







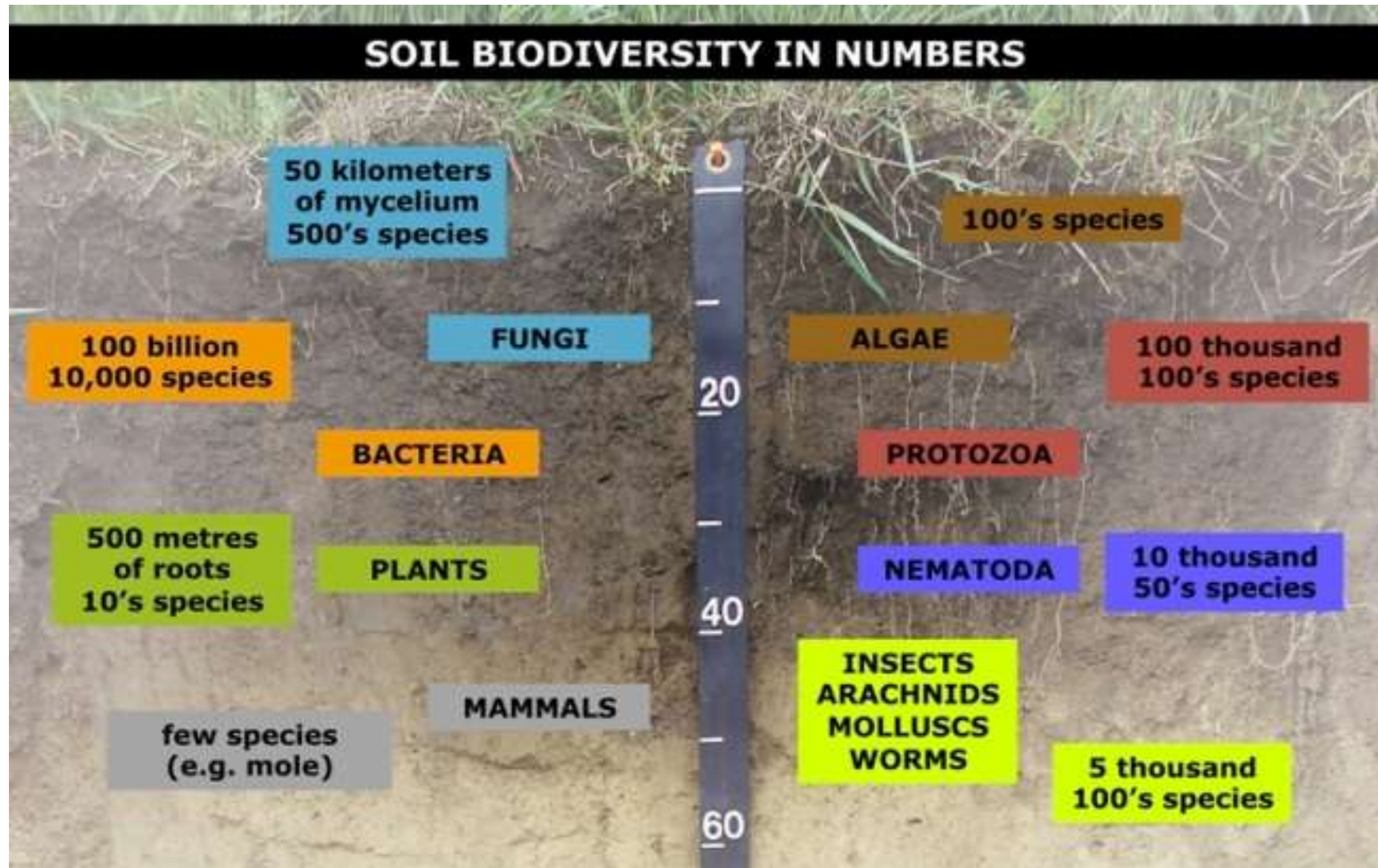
# GLOBAL SOIL BIODIVERSITY ATLAS



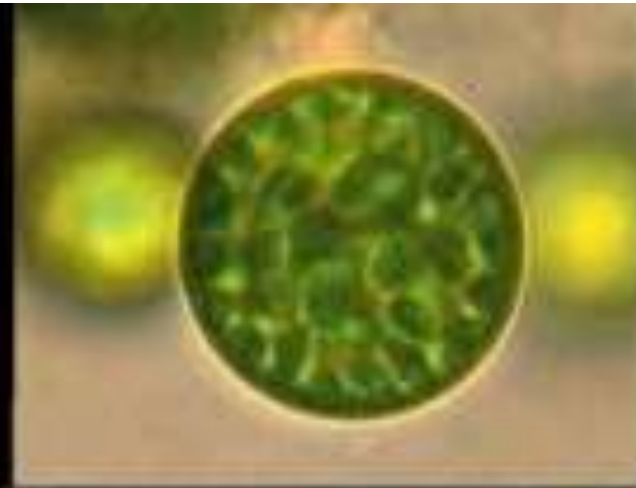
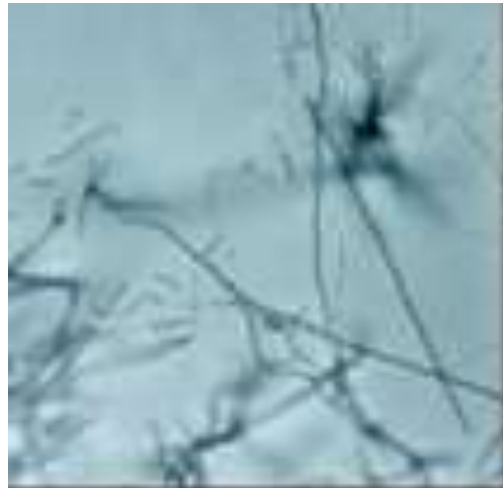





# ¿Quiénes conforman la biodiversidad del suelo?

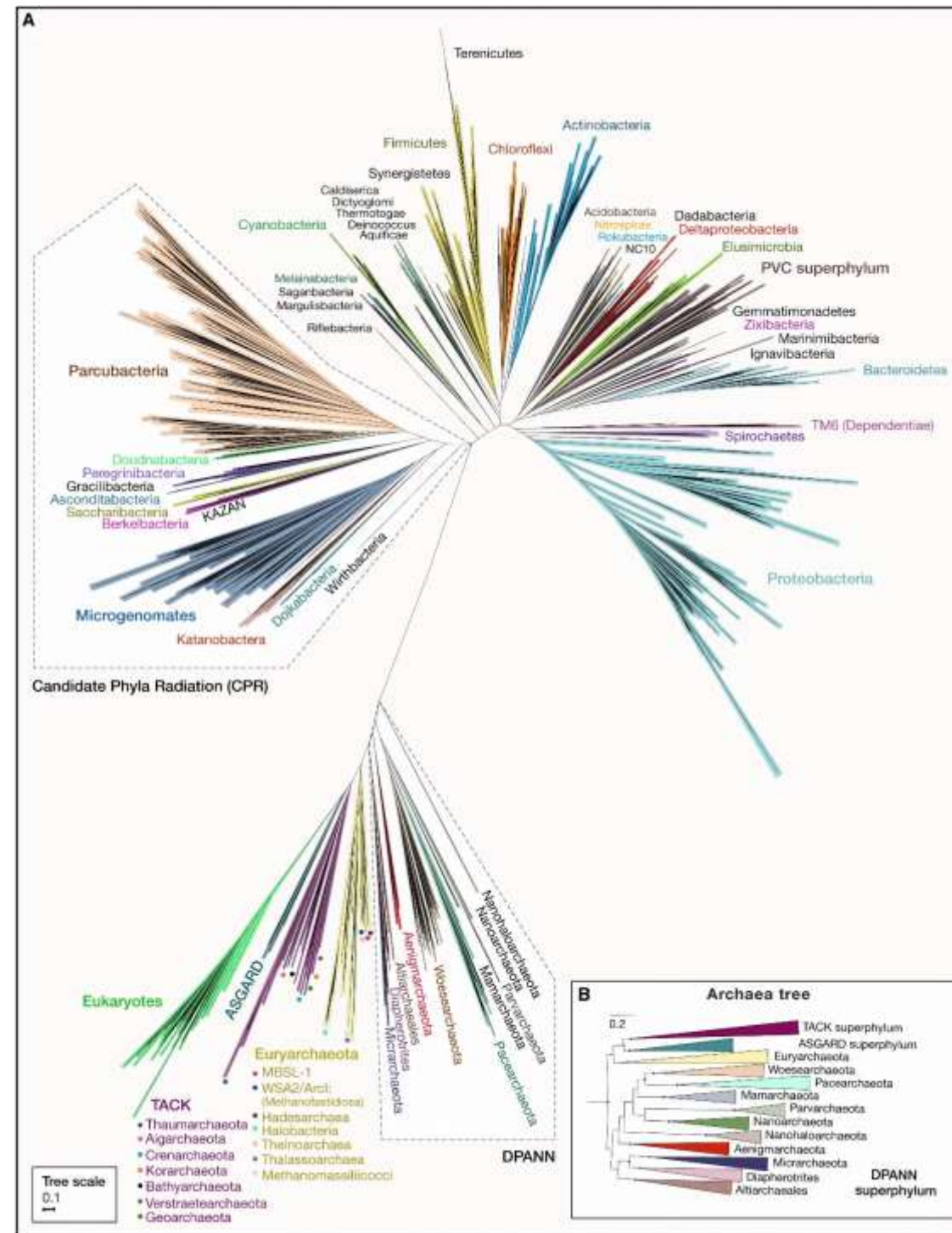








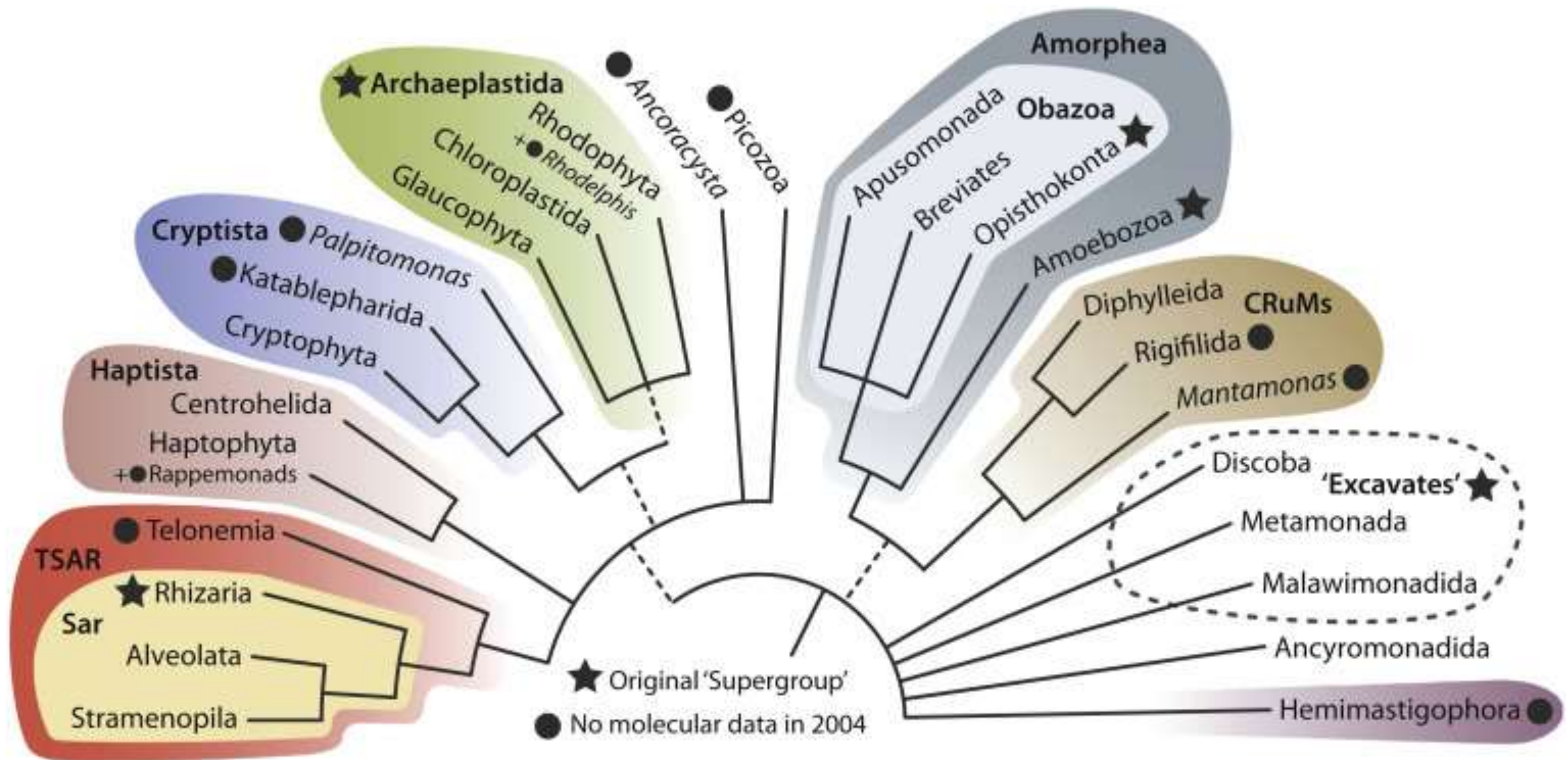
# Evolución: El árbol de la vida



Hug et al., 2016, Nature Microbiology

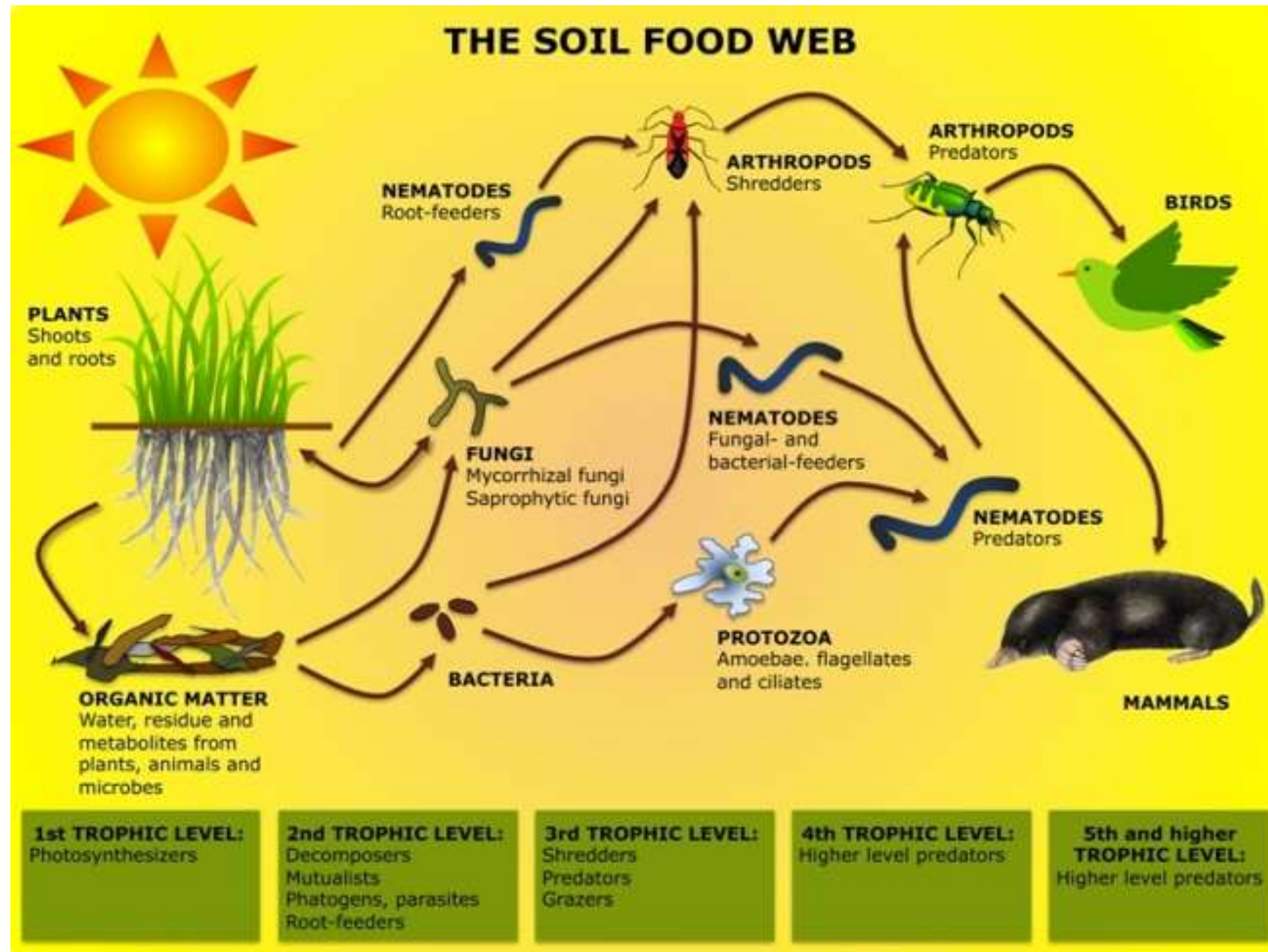


# Eucariotas





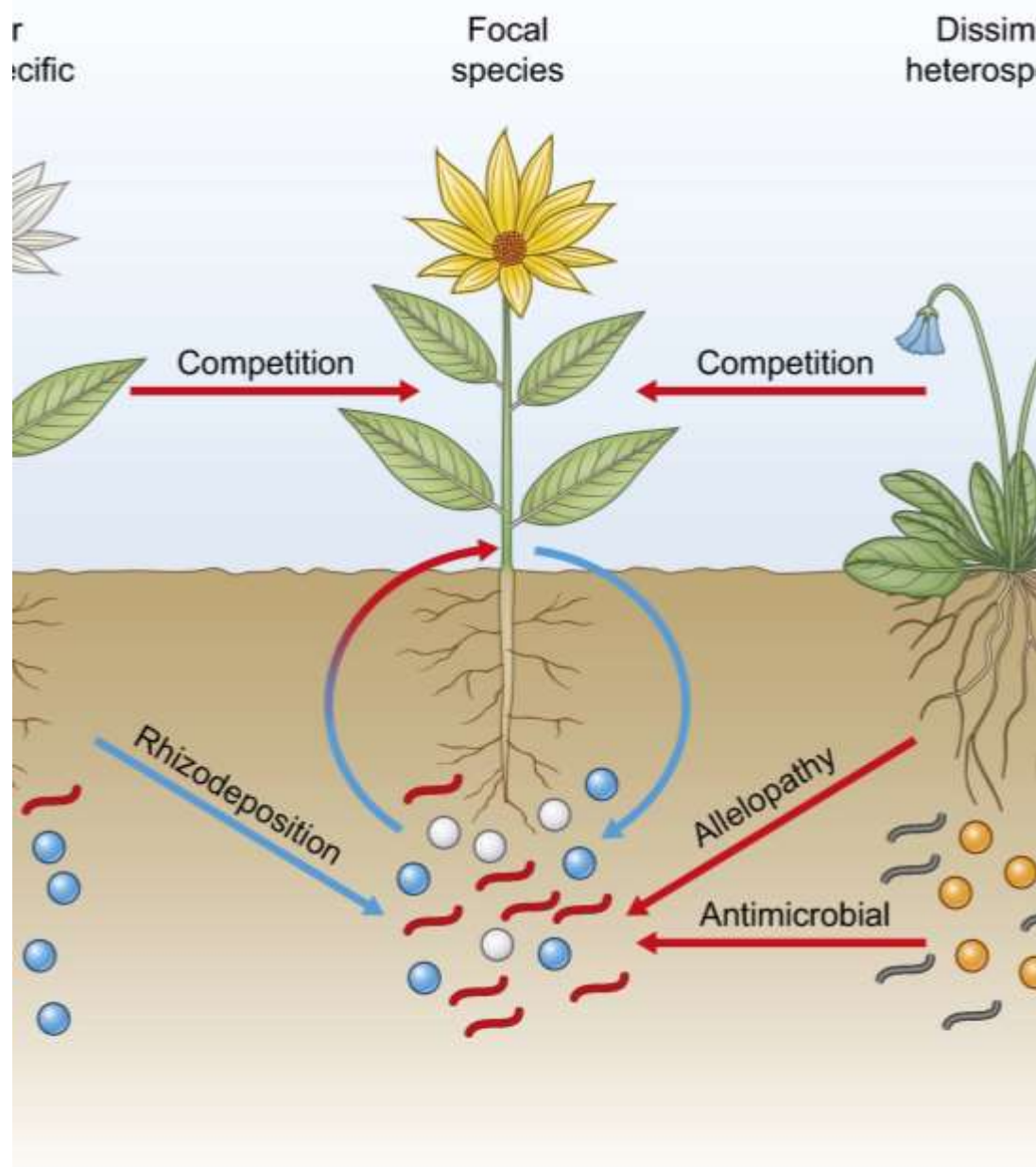
# ECOLOGÍA: Flujos de materia y energía



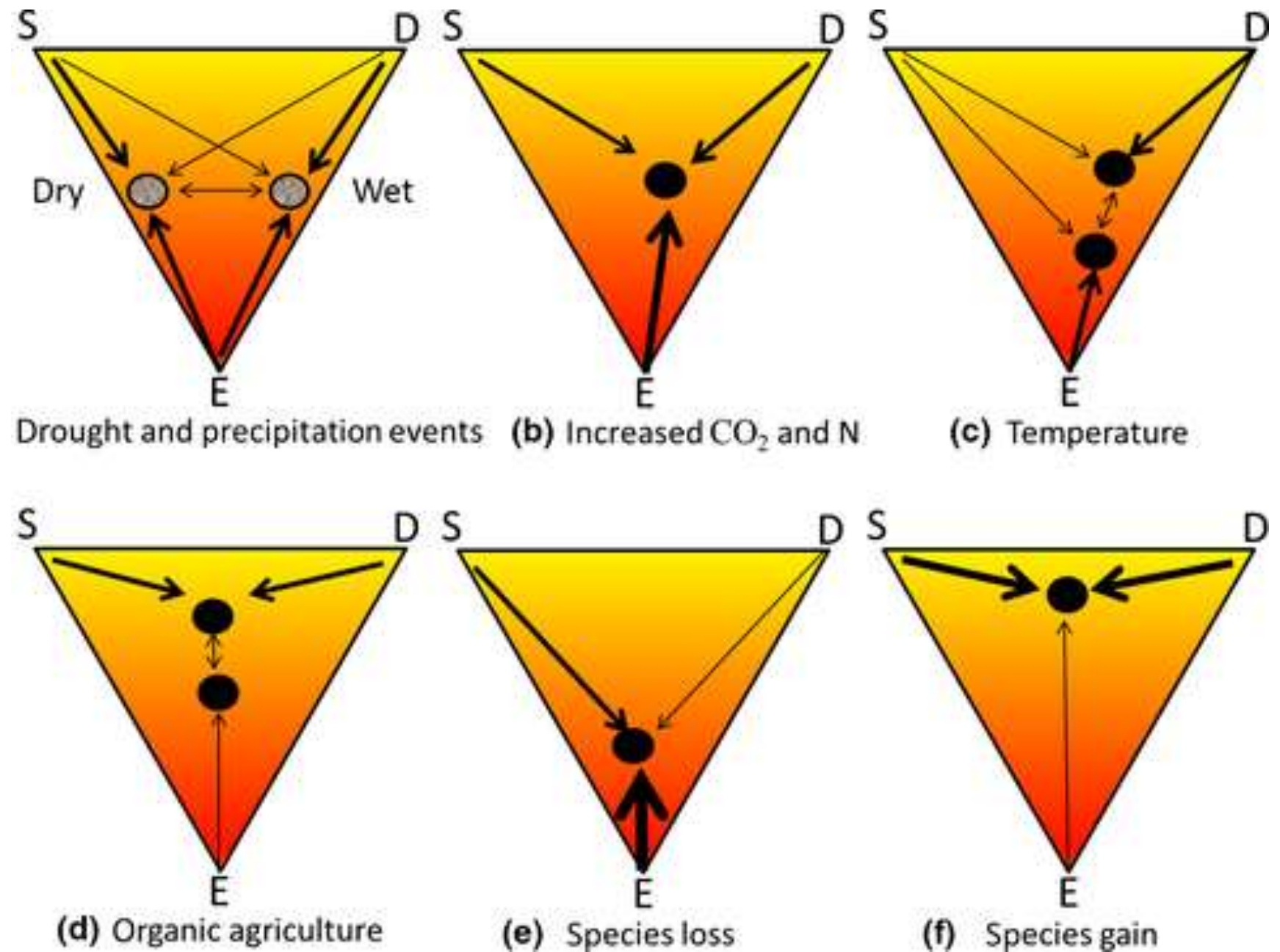


# Interacciones planta-organismos del suelo (positivas y negativas)

- Simbiontes
- Enemigos
- Descomponedores

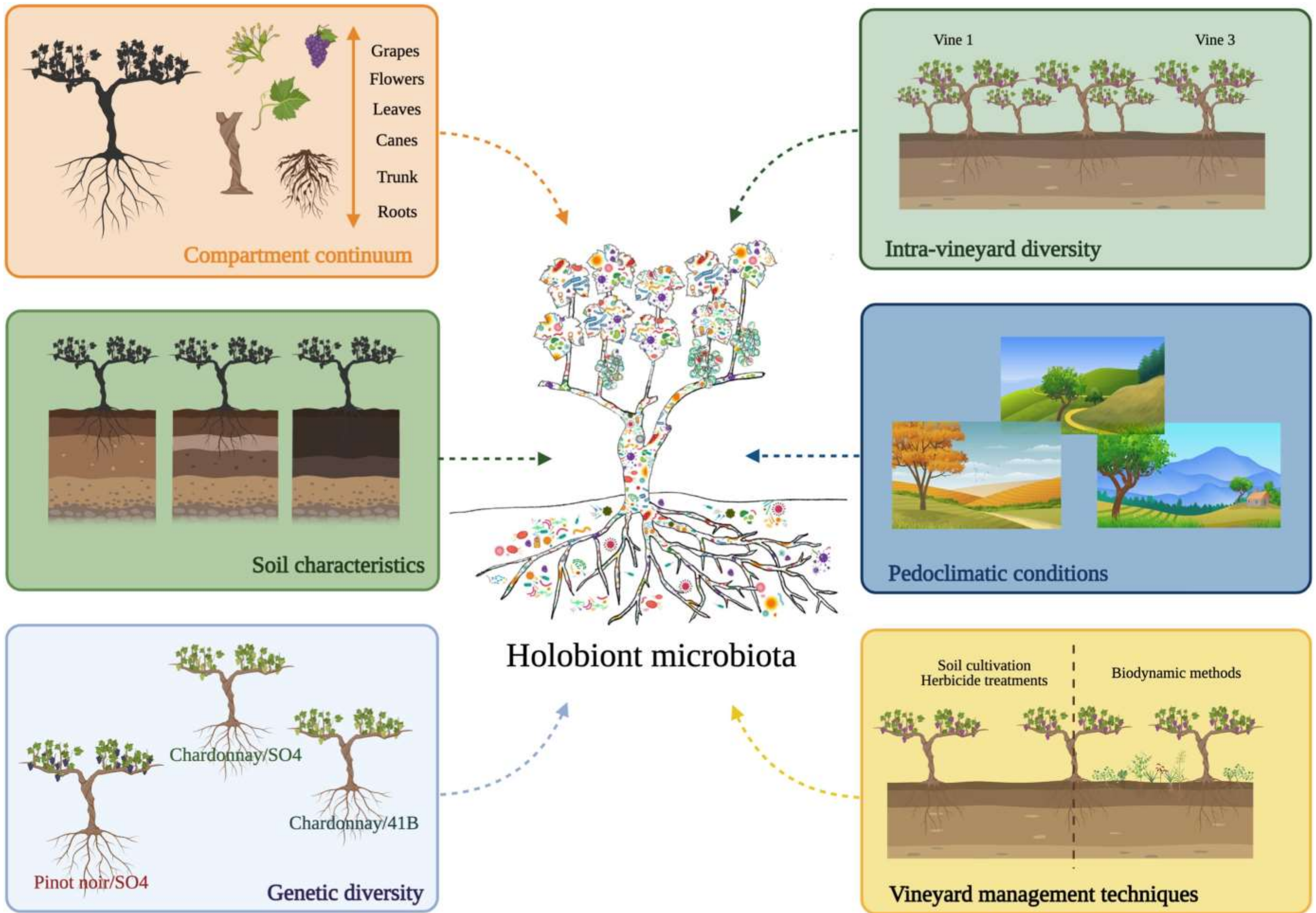


Bennett and Klironomos, 2018, New Phytologist




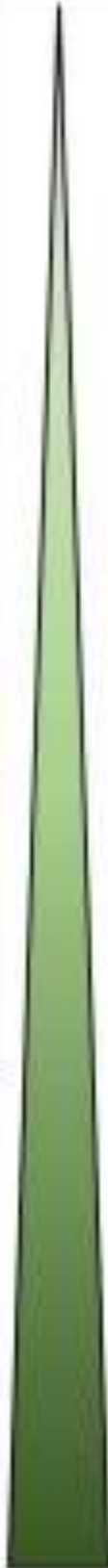





Van der Putten et al, 2016, Functional Ecology





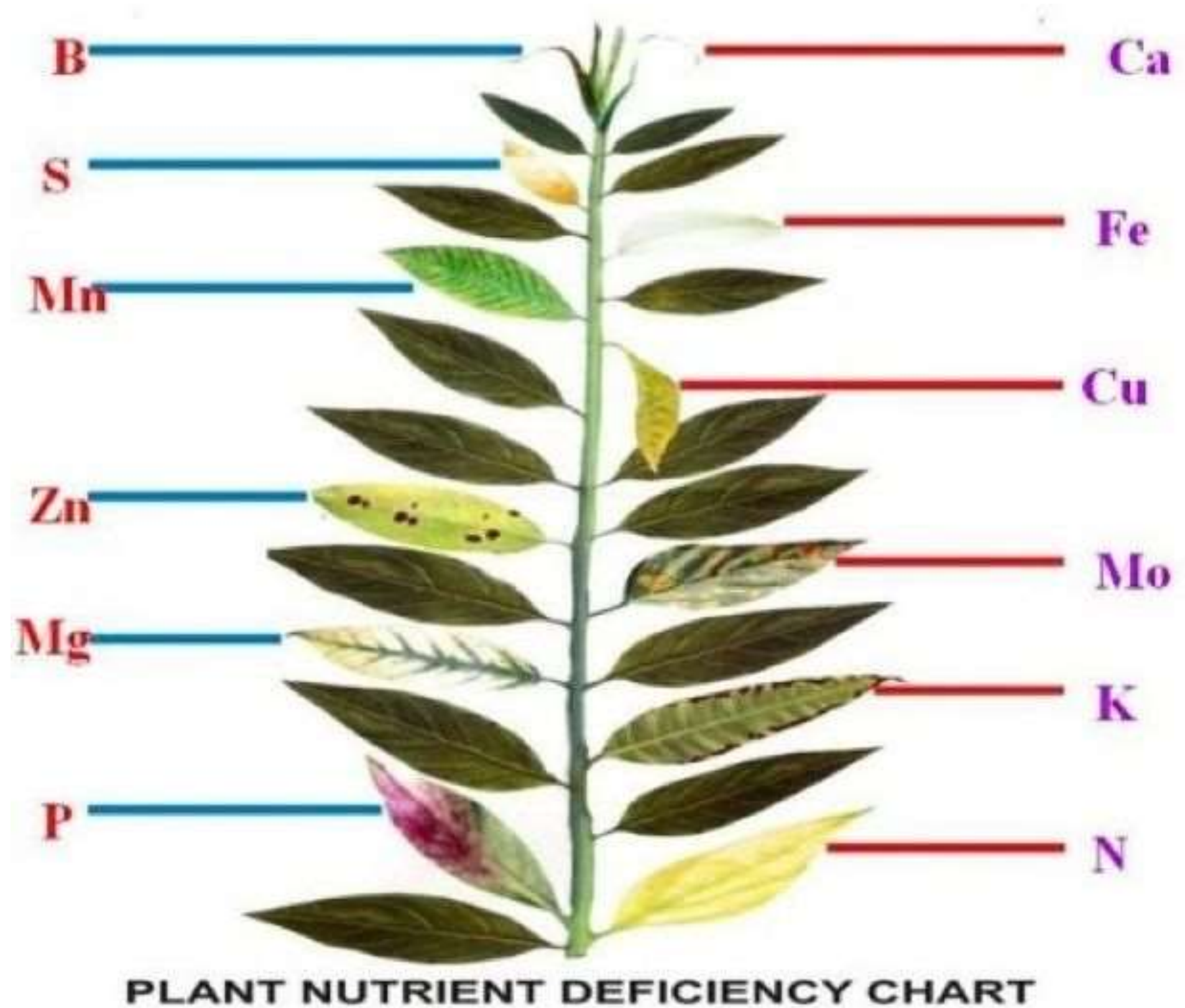


	BACTERIA 			FUNGI 			TOTAL DIVERSITY
	Majority phyla	Majority genus	References	Majority phyla	Majority genus	References	
<b>Phyllosphere</b> 	<i>Acidobacteria</i> <i>Actinobacteria</i> <i>Bacteroidetes</i> <b><i>Firmicutes</i></b> <i>Gemmatimonadetes</i> <b><i>Proteobacteria</i></b>	<i>Arthrobacter</i> <b><i>Bacillus</i></b> <i>Blastococcus</i> <i>Curtobacterium</i> <b><i>Enterococcus</i></b> <i>Flavobacterium</i> <i>Methylobacterium</i> <i>Pantoea</i> <b><i>Pseudomonas</i></b> <i>Sphingomonas</i> <b><i>Streptococcus</i></b>	[9,19,31,44-46]	<b><i>Ascomycota</i></b> <i>Basidiomycota</i> <i>Zygomycota</i>	<b><i>Alternaria</i></b> <b><i>Aureobasidium</i></b> <i>Cladosporium</i> <i>Guehomyces</i> <b><i>Epicoccum</i></b> <i>Mucor</i> <i>Pandora</i> <i>Rhizopus</i> <i>Sporormiella</i>	[19,32-34,45-51]	
<b>Reproductive organs</b> 	<i>Acidobacteria</i> <i>Actinobacteria</i> <i>Bacteroidetes</i> <i>Firmicutes</i> <b><i>Proteobacteria</i></b>	<b><i>Bacillus</i></b> <i>Blastococcus</i> <i>Enterobacter</i> <i>Erwinia</i> <i>Gaiella</i> <b><i>Massilia</i></b> <i>Methylobacterium</i> <i>Micrococcus</i> <b><i>Pseudomonas</i></b> <b><i>Sphingomonas</i></b>	[11,31,43,44,46,47,52]	<b><i>Ascomycota</i></b> <i>Basidiomycota</i>	<i>Alternaria</i> <b><i>Aureobasidium</i></b> <b><i>Botrytis</i></b> <b><i>Cladosporium</i></b> <i>Cryptococcus</i> <i>Davidiella</i> <i>Guehomyces</i> <b><i>Penicillium</i></b> <i>Sporobolomyces</i> <i>Rhodotorula</i>	[46,47,53-55]	
<b>Woody parts</b> 	<i>Acidobacteria</i> <i>Actinobacteria</i> <i>Bacteroidetes</i> <i>Chloroflexi</i> <b><i>Proteobacteria</i></b> <i>Verrucomicrobia</i>	<i>Achromobacter</i> <b><i>Bacillus</i></b> <i>Bradyrhizobium</i> <i>Cellulomonas</i> <i>Curtobacterium</i> <b><i>Pseudomonas</i></b> <b><i>Sphingomonas</i></b> <i>Xanthomonas</i>	[43,44,56,57]	<b><i>Ascomycota</i></b> <i>Basidiomycota</i>	<i>Cladosporium</i> <i>Alternaria</i> <i>Chaetomium</i> <i>Aureobasidium</i>	[34,56]	
<b>Soil, roots, rhizosphere</b> 	<b><i>Actinobacteria</i></b> <b><i>Acidobacteria</i></b> <i>Bacteroidetes</i> <i>Chloroflexi</i> <i>Firmicutes</i> <i>Planctomycetes</i> <b><i>Proteobacteria</i></b> <i>Verrucomicrobia</i>	<b><i>Bacillus</i></b> <i>Blastococcus</i> <b><i>Clostridium</i></b> <i>Flavobacterium</i> <i>Gaiella</i> <i>Methylobacterium</i> <i>Micrococcus</i> <i>Nitrososphaera</i> <b><i>Pseudomonas</i></b> <b><i>Rhizobium</i></b> <i>Steroidobacter</i> <b><i>Sphingomonas</i></b>	[27,30,31,40,42,44,57-61]	<b><i>Ascomycota</i></b> <i>Basidiomycota</i> <i>Chytridiomycota</i> <i>Glomeromycota</i> <i>Mortierellomycota</i> <i>Mucoromycota</i> <i>Zygomycota</i>	<i>Alternaria</i> <i>Archeospora</i> <i>Aspergillus</i> <i>Dactylonectria</i> <i>Fusarium</i> <i>Glomus</i> <i>Mortierella</i> <i>Mucor</i> <i>Paraglomus</i> <i>Penicillium</i> <i>Peziza</i> <i>Phaeoacremonium</i> <i>Sclerocystis</i> <i>Trichoderma</i>	[30,41,51,59,60,62-66]	



# Reciclado de nutrientes

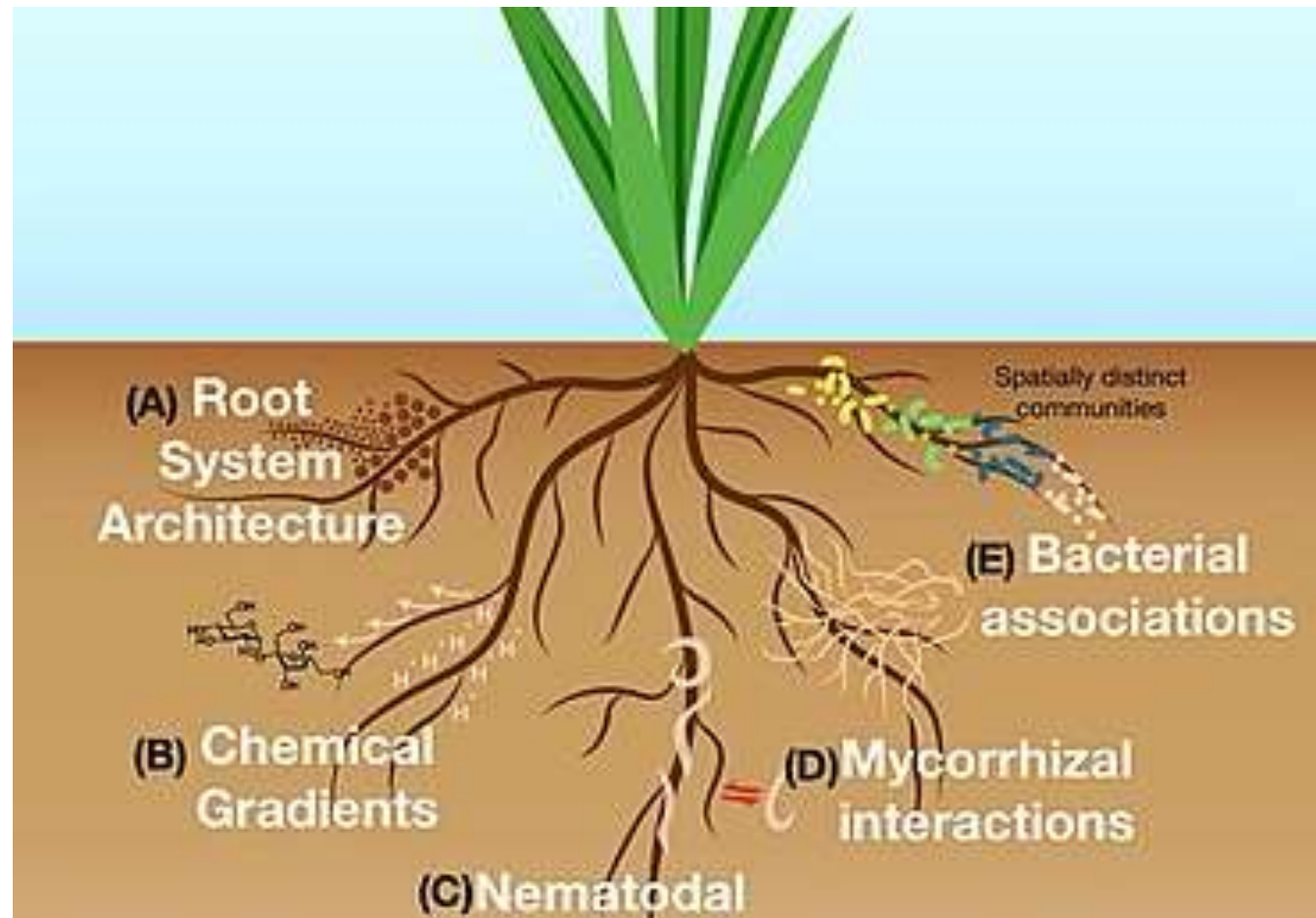
- Las plantas necesitan al menos 25 macro y micronutrientes en proporciones estequiométricas para funcionar correctamente





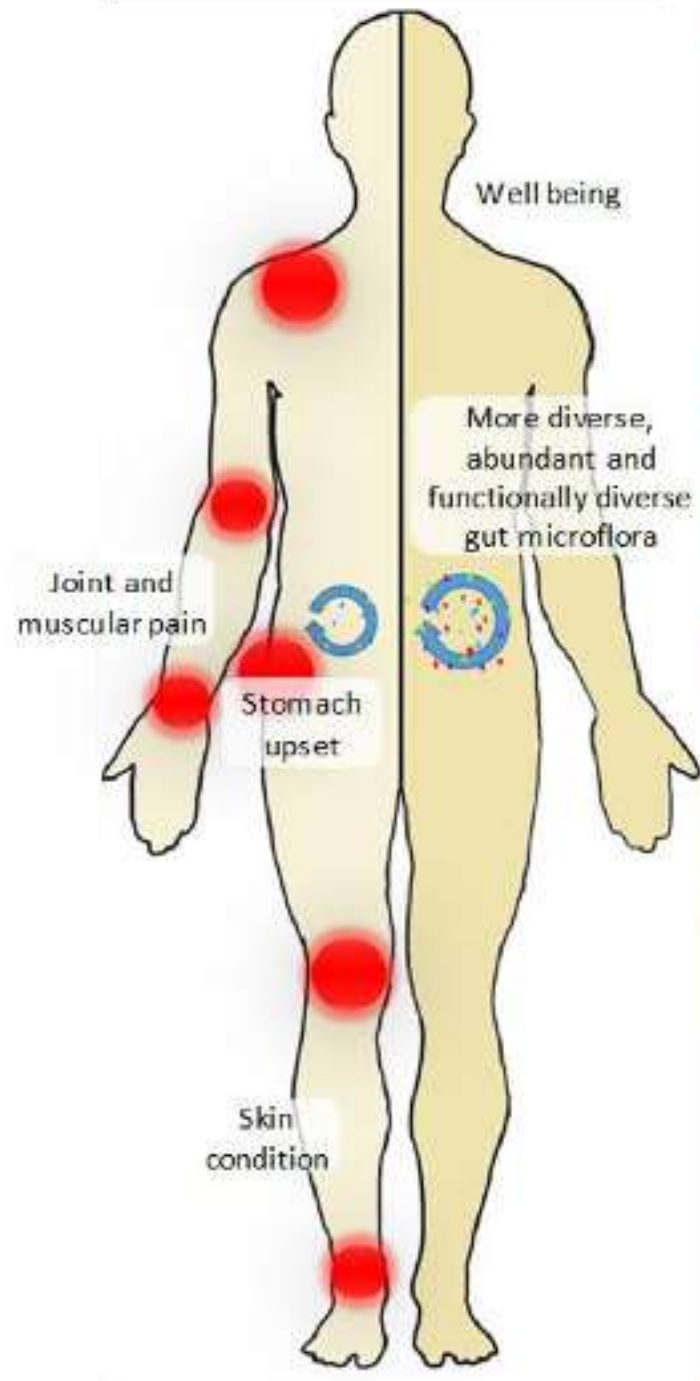
# Inmunidad vegetal - Rizosfera

- Pequeña porción de suelo que está directamente influenciada por las secreciones radiculares (rizodeposición) y los organismos asociados

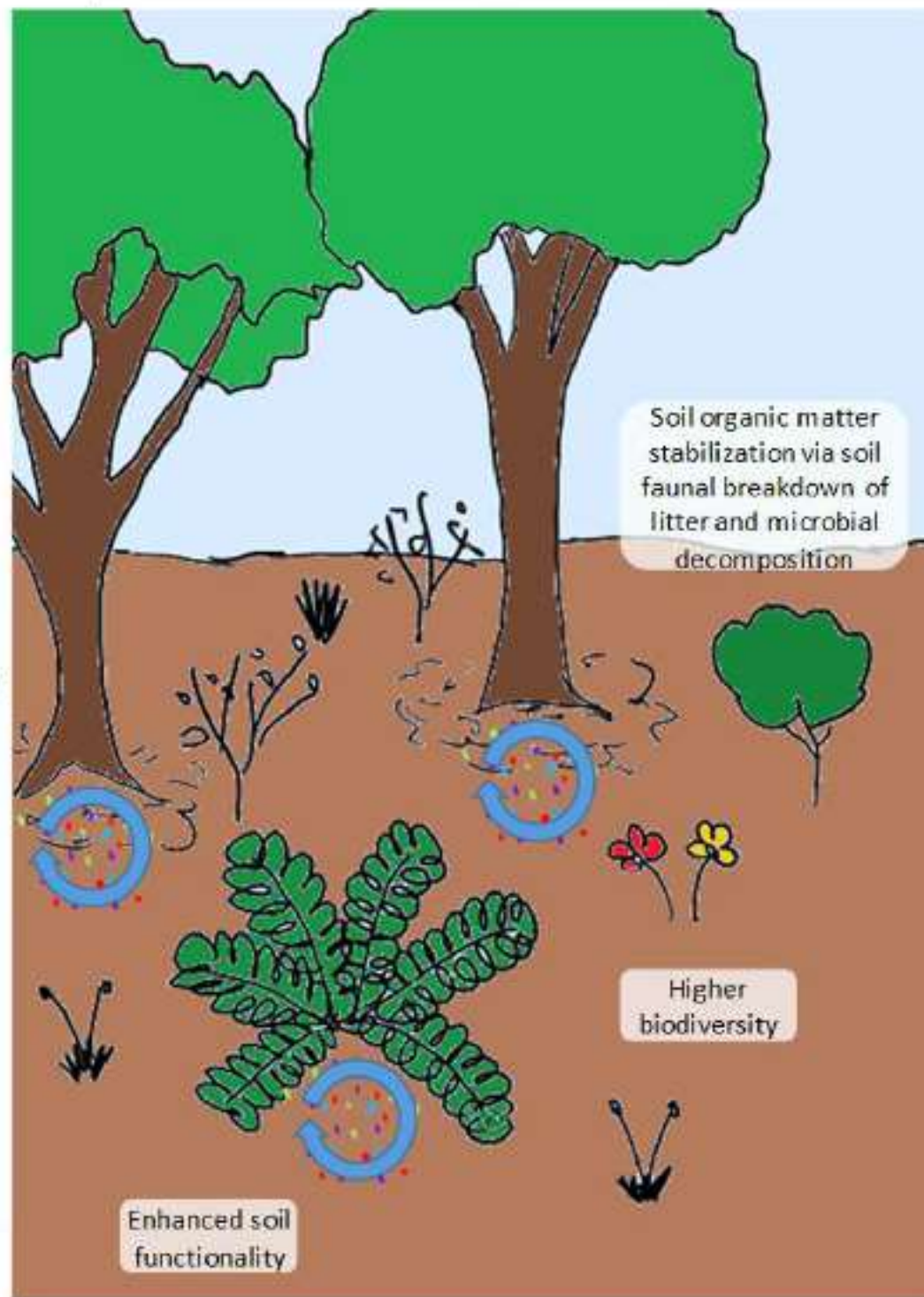




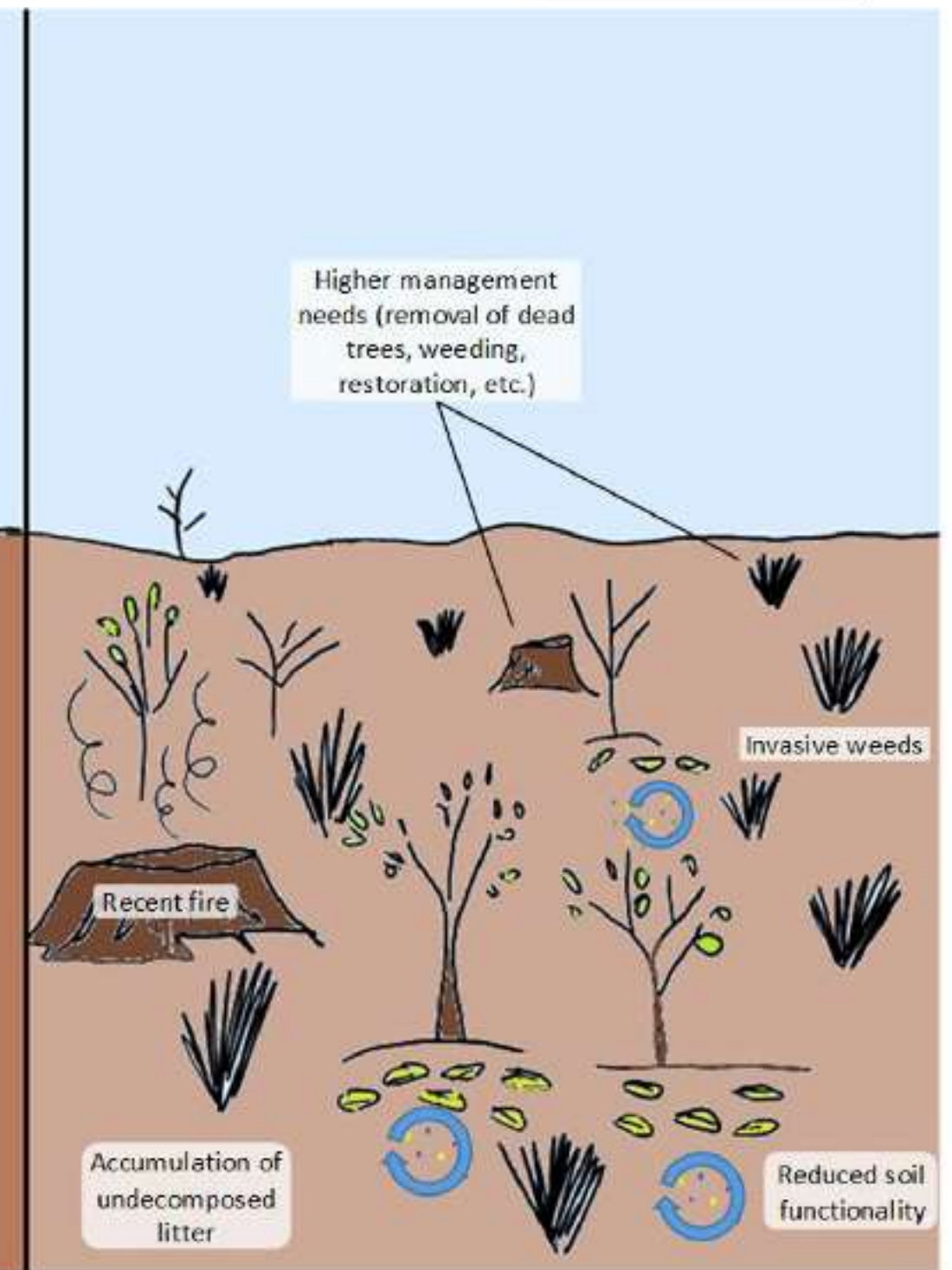
Unhealthy gut      Healthy gut



Healthy ecosystem



Unhealthy ecosystem

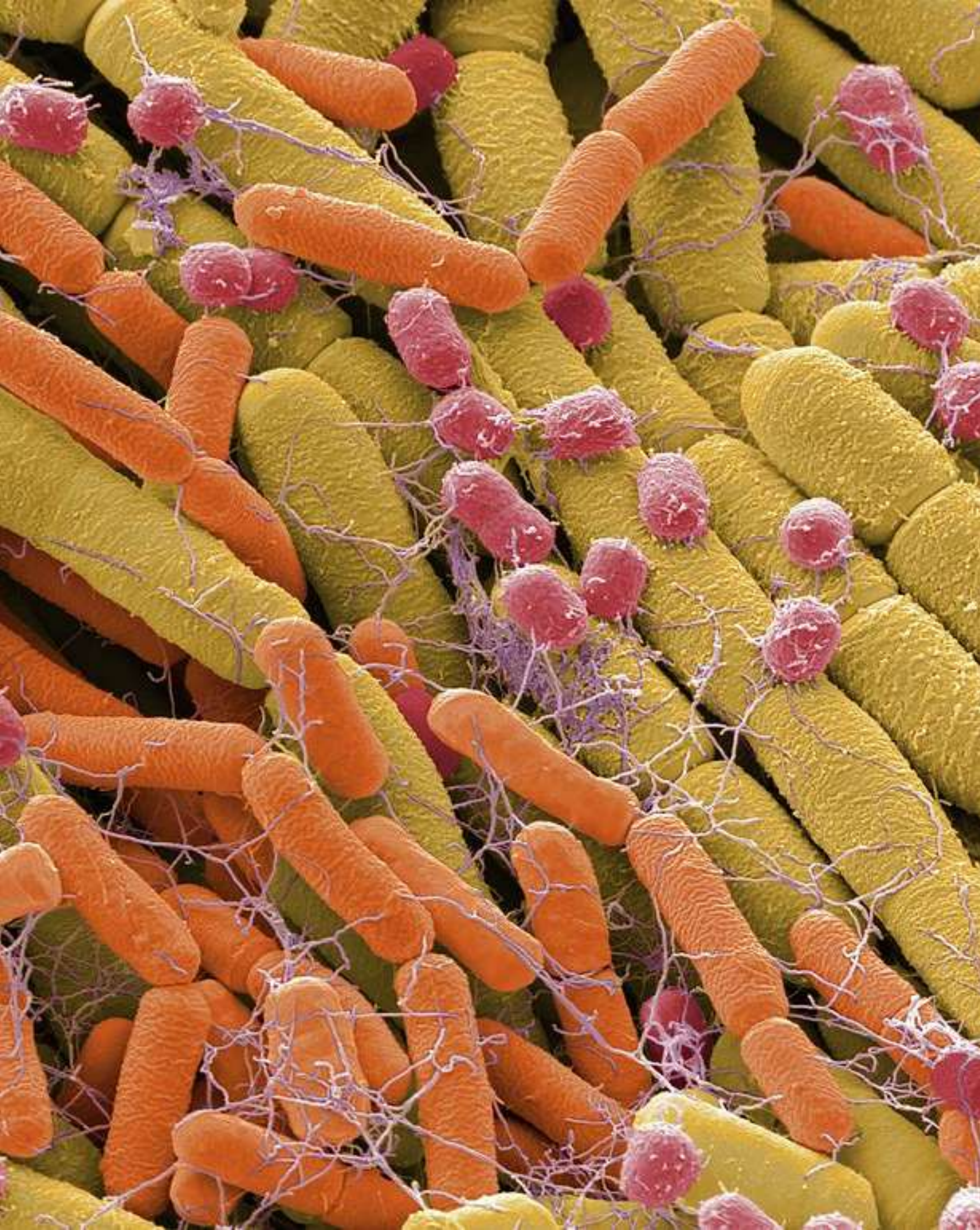




**Table 1. Similarities of the microbiomes of the human gut and plant roots**

Characteristic	The human gut microbiome	Refs	The rhizosphere microbiome	Refs
Important for nutrient uptake	Microbiota assist in the breakdown of dietary products and produce essential nutrients, such as vitamins B and D. In return, the microbiome is provided with a steady supply of carbon in the form of mucins	[85,86]	Mycorrhiza and rhizobia assist plants with the uptake of phosphorus and nitrogen, respectively. Furthermore, the microbiome assists in the weathering of minerals and the degradation of recalcitrant organic matter. In return, the microbiome is provided with carbon in root exudates and other rhizodeposits	[38,87]
Prevent colonization by pathogens	Mechanisms include competition for nutrients or for adhesion receptors, production of inhibitory metabolites and modulation of toxin production or action	[86]	Mechanisms include competition for (micro)nutrients, production of antibiotic compounds or lytic enzymes and consumption of pathogen stimulatory compounds	[13,14]
Modulate host immunity	Host innate immune systems adapt to colonization by microflora and shift to a primed state that not only affects the intestinal mucosa, but can also regulate immune response in respiratory mucosa. Furthermore, development of the gut microflora in the first year of life is of crucial importance in the development of the immune system and for susceptibility to development of disease later in life	[7,86,88]	Many beneficial soil-borne microorganisms have been found to boost systemically the defensive capacity of the plant. This ISR is a state in which the plant immune system is primed for accelerated activation of defense	[27]
Distinguish friend from foe	As symbionts and pathogens express similar molecular patterns that are recognized by the innate immune system, it is not entirely known how the innate immune system distinguishes friend from foe. Multiple mechanisms are present to avoid aberrant activation of the immune system (e.g. physical barrier provided by mucus, induced desensitization of epithelial cells to bacterial lipopolysaccharide, and low levels of pathogen receptors on apical surface of epithelial cells) Many commensal microbes are potentially pathogenic but are controlled by the host immune system; commensals can become pathogenic in immunity-impaired mice The adaptive immune system is trained to be tolerant of commensals. Regulatory T-cells not only suppress immune response to self, but are also educated to suppress immune responses to the commensal gut microbiota	[89,90]	Symbionts and pathogens express similar molecular patterns that are recognized by the innate immune system, and it is largely unknown how plants distinguish friend from foe  Both pathogens and beneficials are also known to suppress plant immune response to promote their own colonization through secretion of effector molecules	[15]
Microbiome density and diversity	Although microbial density is high, with typically $10^{11}$ – $10^{12}$ microbial cells per ml of intestinal fluid, the phylogenetic diversity is relatively low. Only seven of the 55 described bacterial phyla are found in the human gut, which is dominated by Firmicutes and Bacteroidetes. It is estimated that some 500–1000 species of bacteria exist in the human gut There is an indication that intestinal microbial variation between individuals is stratified rather than continuous, and that there is a limited amount of classifiable communities that can exist in the gut, coined 'enterotypes'	[91,92]	In the rhizosphere, the microbial density is typically higher than in bulk soil and ranges from $10^8$ to $10^9$ bacteria per gram. However, soil microbial communities are considered to hold the most diverse microbial communities in the world, with up to $10^4$ bacterial species per gram  Root microbiomes of plants grown in the same soil differ between plant species and between genotypes within a species. However, the existence of classifiable 'rhizotypes' has not yet been reported	[62,93]





# Bacterias

- Procariotas (no núcleo)
- Organismos unicelulares (cocos, bacilos, vibrios)
- Organismos más abundantes en el suelo
- Metabolismo muy diverso
  - Aerobio vs. Anaerobio
  - Esporulantes vs. No esporulantes
  - Quimioheterótrofos (descomponedores) → liberación enzimas hidrolíticas
  - Fijadores de N (simbiosis, epífitos, o vida libre)
- Patógenos vs. bacterias beneficiosas



# Arqueas

- Procariotas
- Muchos de ellos ocupan ambientes extremos
- Descomponedores → enzimas
- Fijadores de N de vida libre



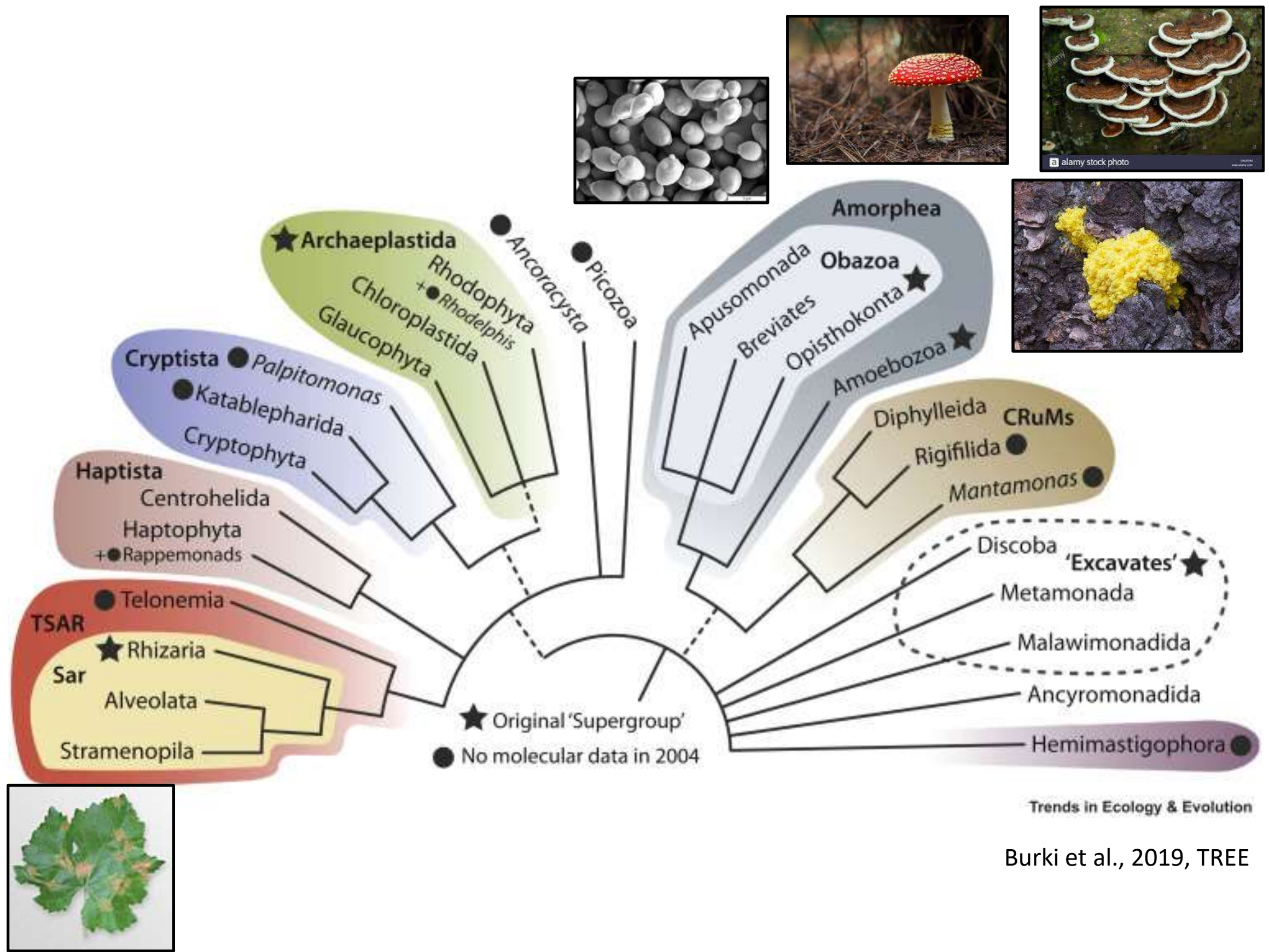


# Hongos

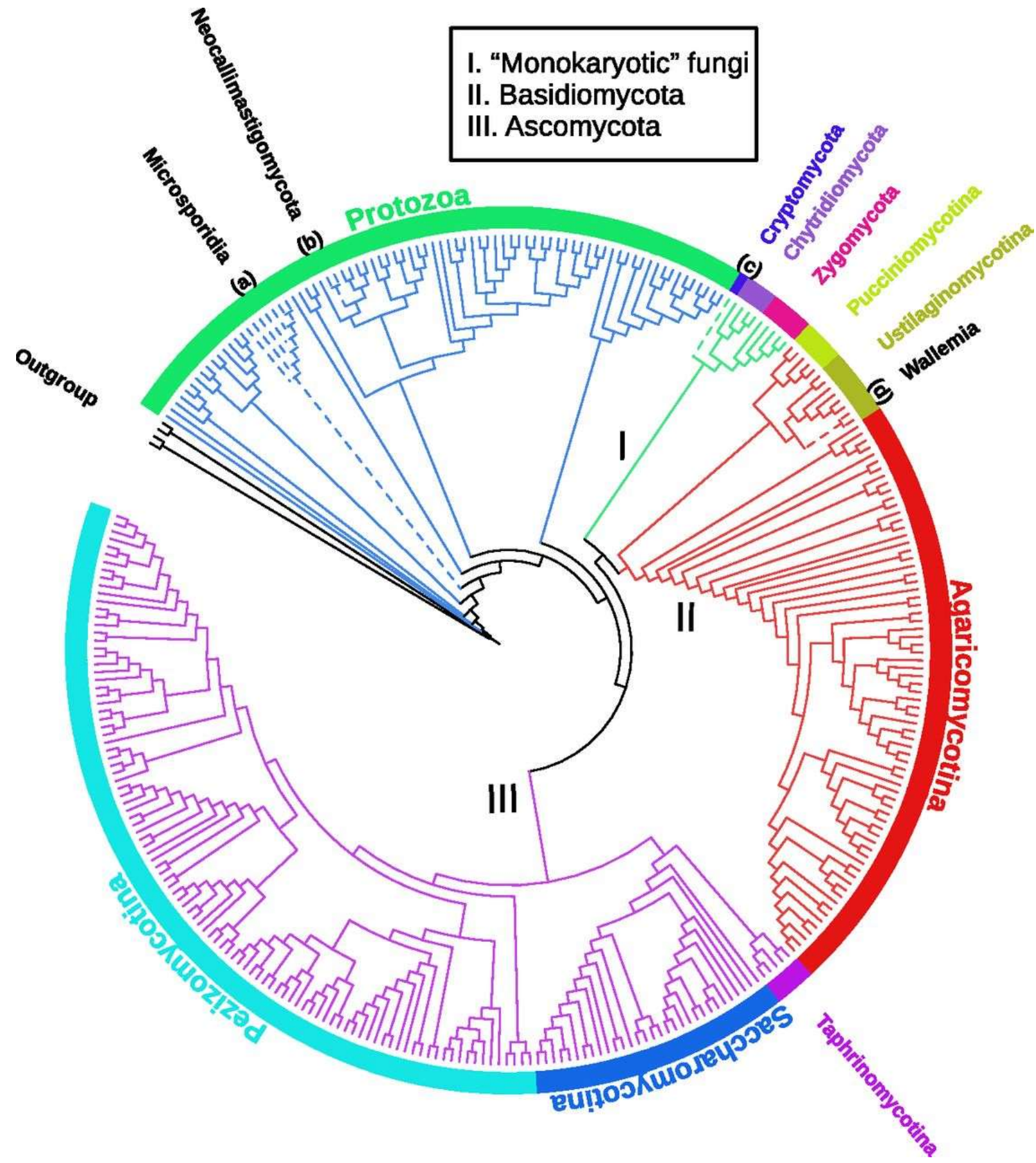
- Eucariotas
- Heterótrofos, sin clorofila →  
Descomponedores de materia orgánica
- Reproducción sexual y asexual
- Reproducción somática
- Pared celular con quitina y celulosa
- Glucógeno es la principal reserva de E
- Grupo polifilético





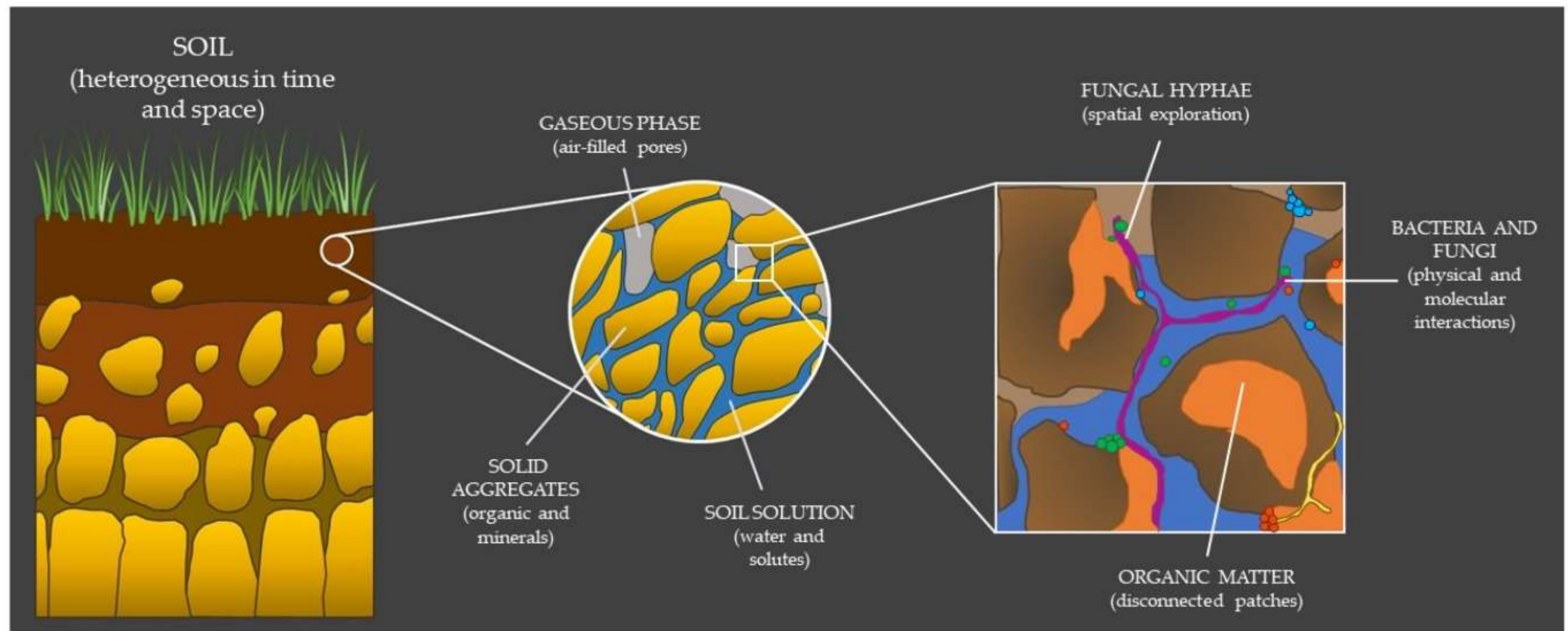








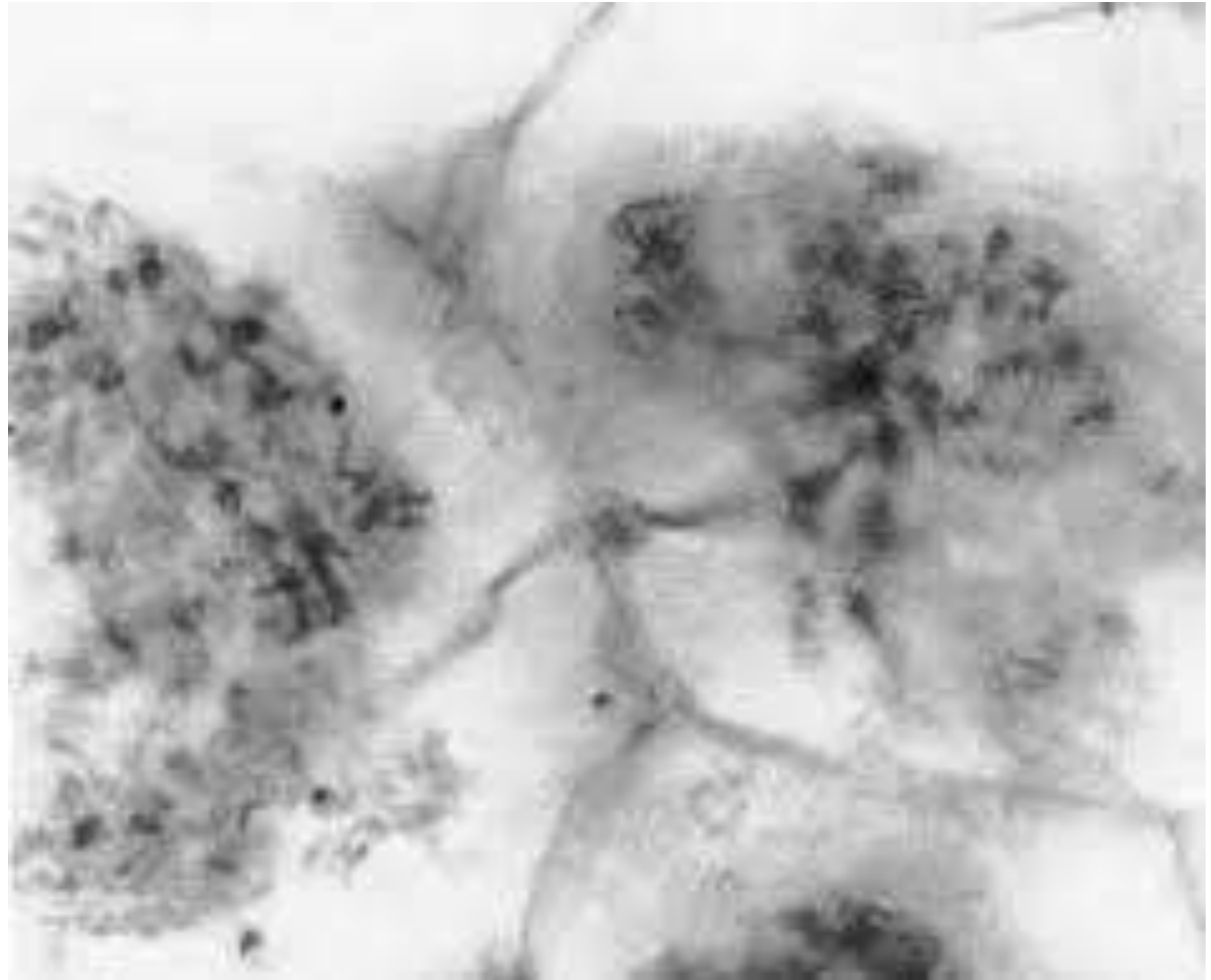
# Interacciones bacteria-hongo



Mandolini et al., 2021, Applied Sciences

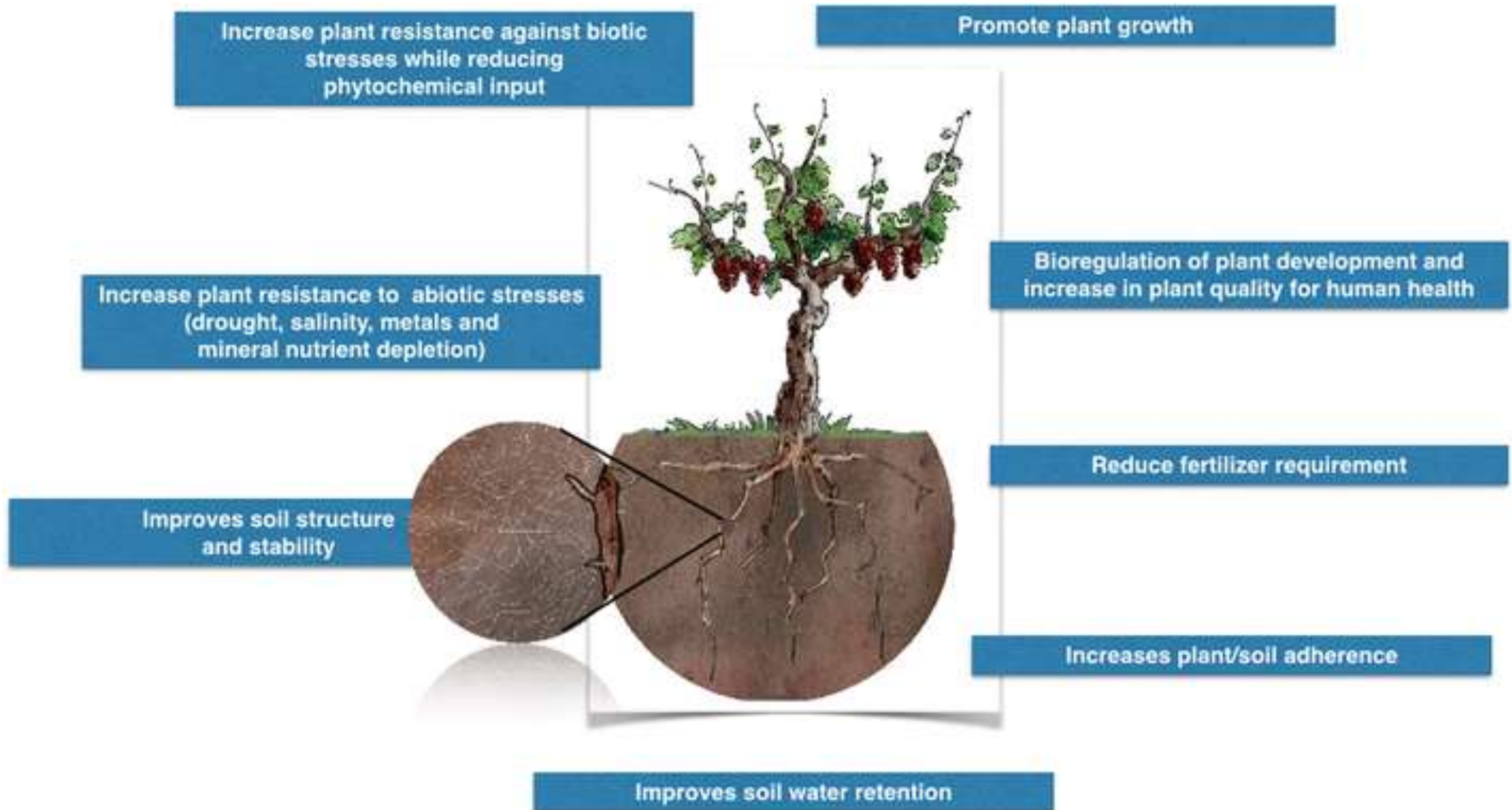


Interacciones  
planta-  
hongo →  
micorrizas





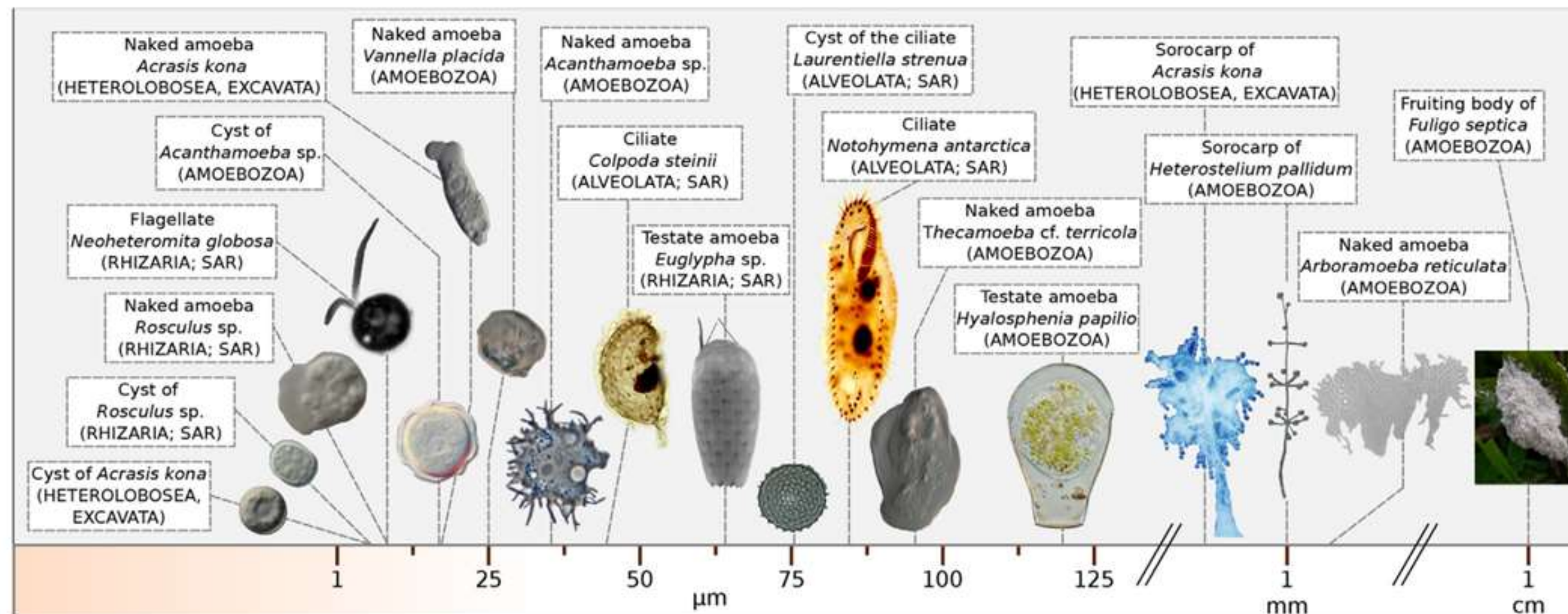
# Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)





# Protistas

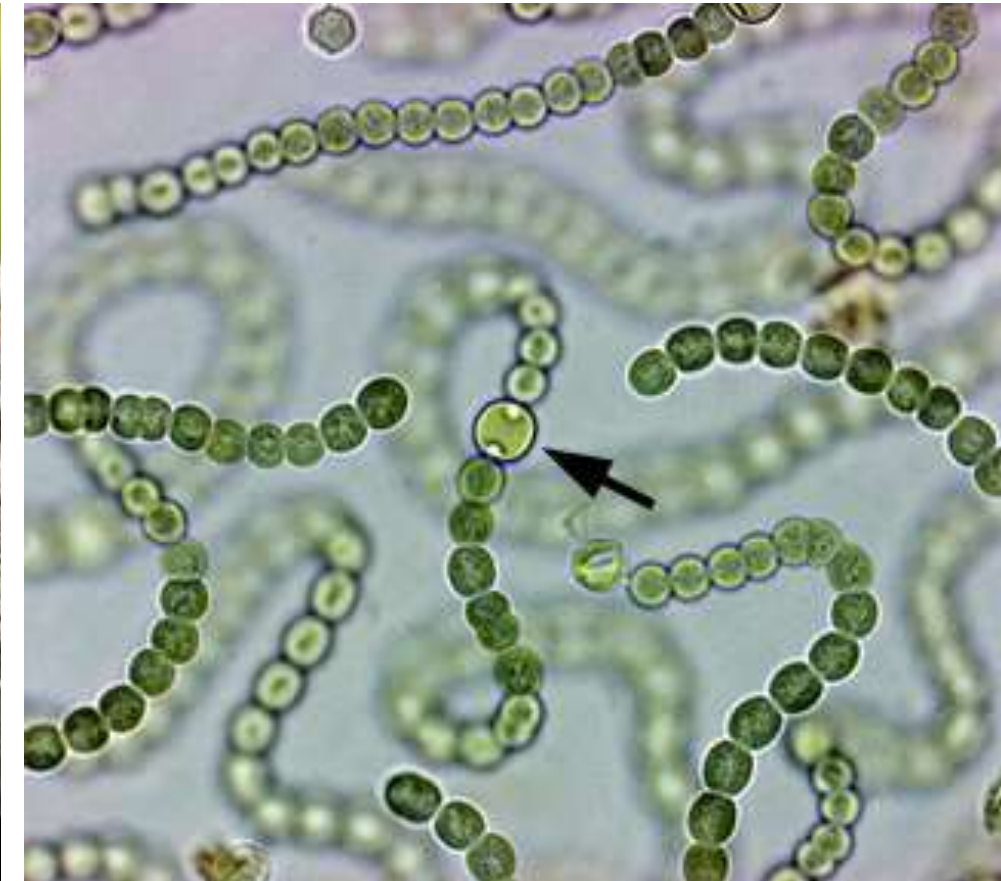
- Los eucariotas más diversos del suelo
- Elementos clave de la red trófica del suelo y esenciales para la salud de las plantas
- Muy poco estudiados en relación con otros microorganismos





# Microalgas

- Cianobacterias
- Chrysophyta (Bacillariophyceae) → Diatomeas
- Algas verdes





# Tierra albariza: Marco de Jerez









30-13 m.a.





# Nemátodos

- Gusanos no segmentados
- Ubicuos
- Pocos mm
- Diferentes papeles en la red trófica del suelo
  - Depredadores
  - Herbívoros
  - Bacterívoros
  - Fungívoros
  - Patógenos



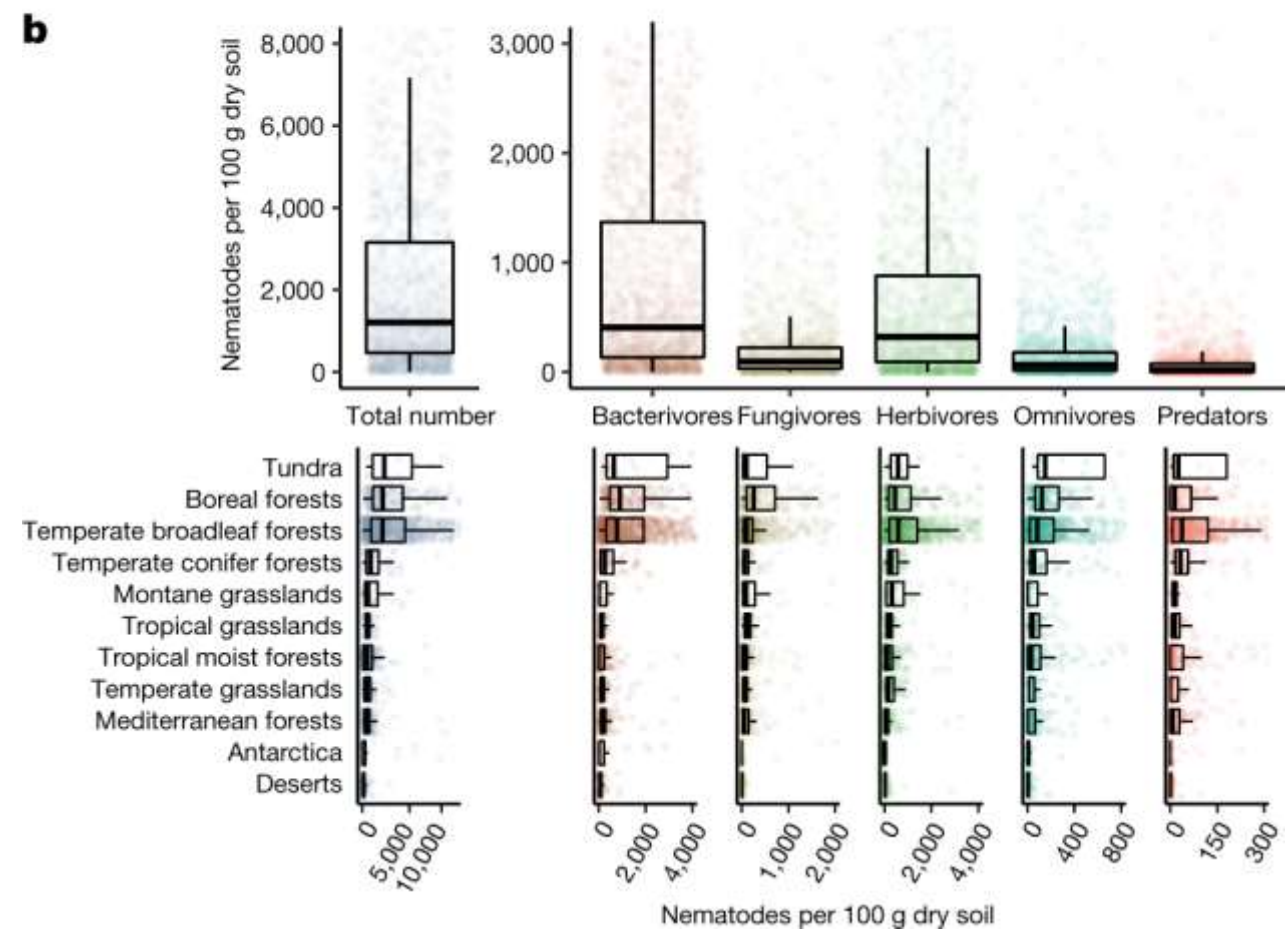
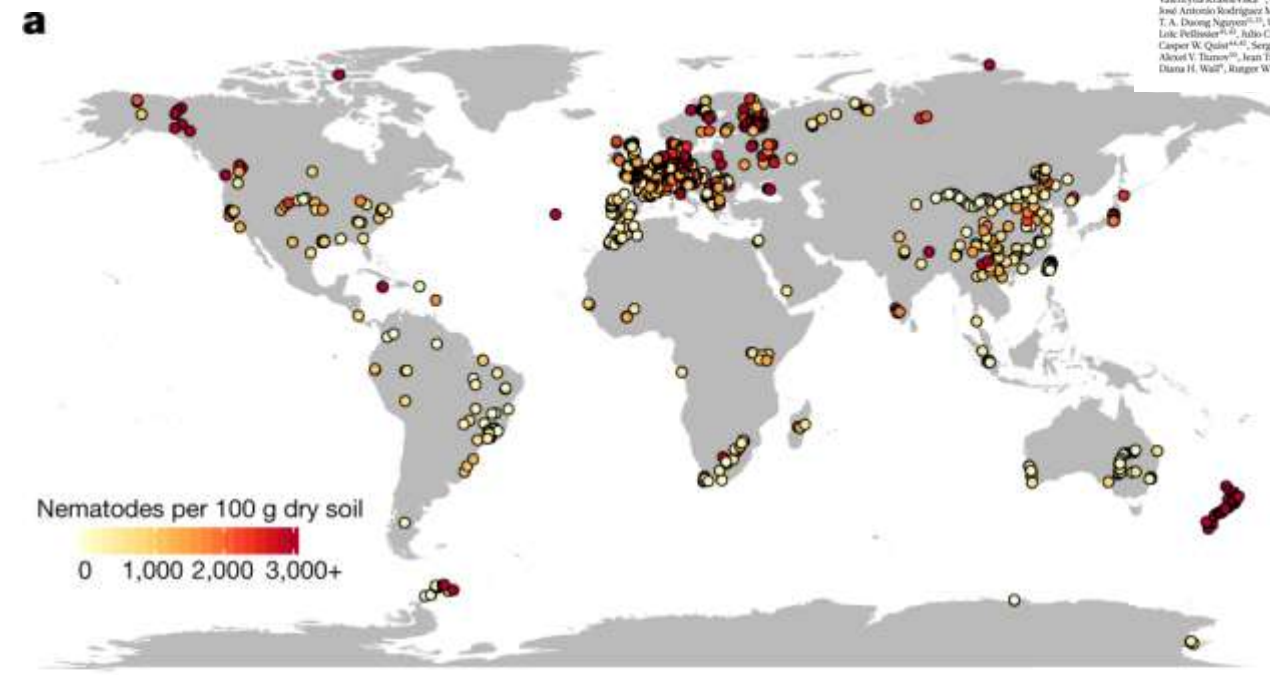


# Nemátodos del suelo

- 25,000 spp descritas
- Estimadas de 500,000 spp

## Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale

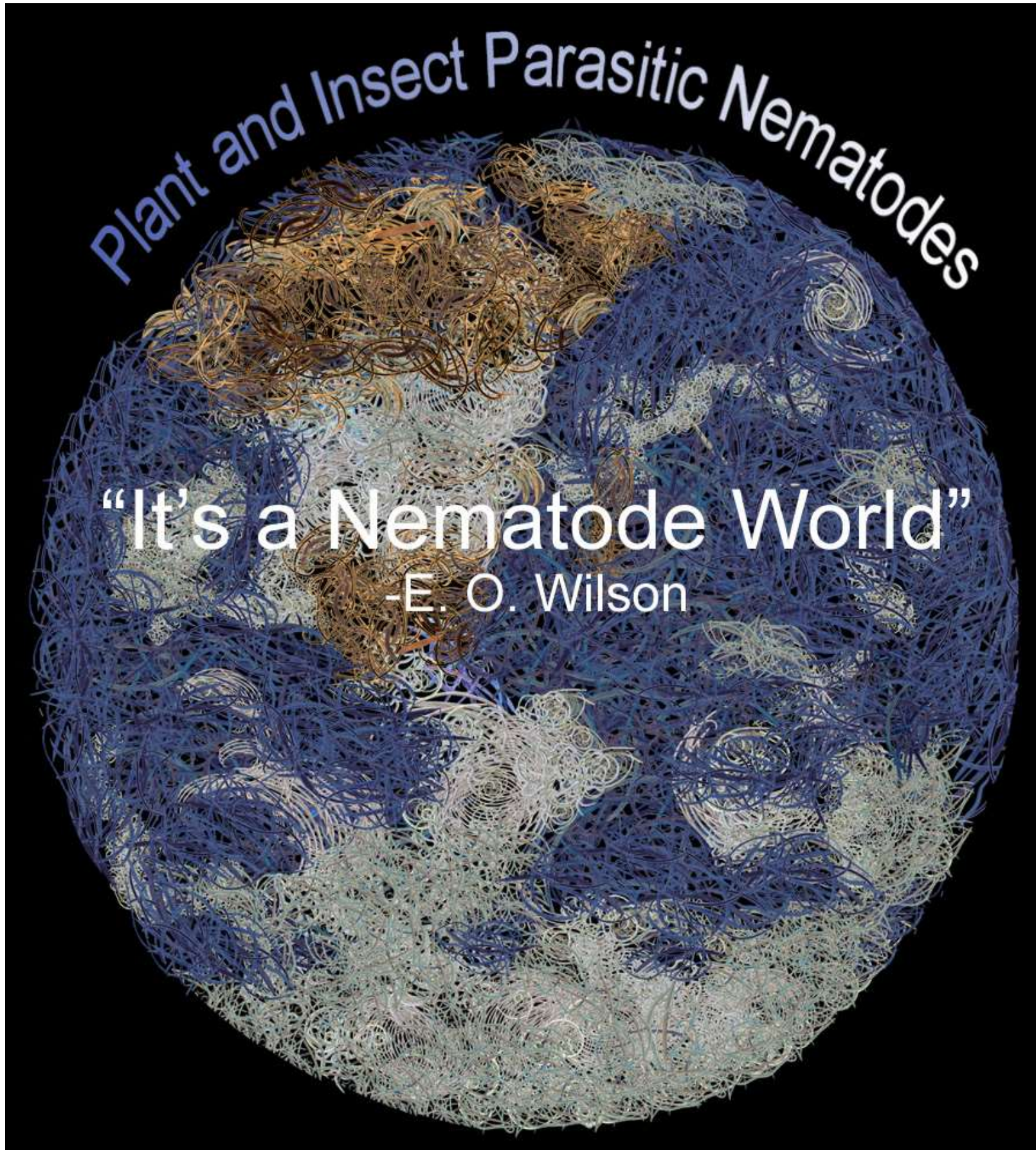
Johan van den Hoogen<sup>1,2\*</sup>, Stefan Gehrm<sup>3,4,5</sup>, Devlin Routh<sup>6</sup>, Howard Ferris<sup>7</sup>, Walter Traub-Petziger<sup>8</sup>, David A. Wardle<sup>9</sup>, Ron G. M. de Goede<sup>10</sup>, Byron J. Adams<sup>11</sup>, Wajim Ahmad<sup>12</sup>, Walter S. Anderson<sup>13</sup>, Richard D. Bardgett<sup>14</sup>, Michael Bonkowski<sup>15</sup>, Rafael Cargnini-Herrera<sup>16</sup>, Jovani E. Casas<sup>17</sup>, Tancrède Caruso<sup>18</sup>, Larissa de Brito Calzavara<sup>19</sup>, Xiaoyan Chen<sup>20</sup>, Sofia R. Costa<sup>21</sup>, Rachel Creamer<sup>22</sup>, José Mauro da Cunha Castro<sup>23</sup>, Marie Dum<sup>24</sup>, Djibell Djiguel<sup>25</sup>, Miguel Escobar<sup>26</sup>, Bryan S. Griffiths<sup>27</sup>, Carmen Gutiérrez<sup>28</sup>, Karin Hobbie<sup>29</sup>, Darja Kalinkina<sup>30</sup>, Paul Korb<sup>31</sup>, Alan Kerguelen<sup>32</sup>, Gerard Kerthals<sup>33</sup>, Valeriy Kravchenko<sup>34</sup>, Alexey A. Kudrov<sup>35</sup>, Qi Li<sup>36</sup>, Wenja Liang<sup>37</sup>, Matthew Magill<sup>38</sup>, Marianne Marau<sup>39</sup>, José Antonio Rodríguez Martín<sup>40</sup>, Elizaveta Malvoeva<sup>41</sup>, El Hassan Mayad<sup>42</sup>, Christian Mulder<sup>43</sup>, Peter Mullin<sup>44</sup>, Roy Nelsoo<sup>45</sup>, T. A. Daeng Nguyen<sup>46</sup>, Ulle N. Nielsen<sup>47</sup>, Hiroaki Okada<sup>48</sup>, Juan Emilio Palomares Rizo<sup>49</sup>, Kaiwen Pan<sup>50</sup>, Viada Pereira<sup>51</sup>, Luk Peñalosa<sup>52</sup>, Julia Carlos Pereira da Silva<sup>53</sup>, Camille Pétrot<sup>54</sup>, Thomas O. Power<sup>55</sup>, Kirsten Powers<sup>56</sup>, Casper W. Quinn<sup>57</sup>, Sergio Ramanero<sup>58</sup>, Sara Sánchez Moreno<sup>59</sup>, Stefan Schaefer<sup>60</sup>, Heikki Setälä<sup>61</sup>, Anna Sotrichuk<sup>62</sup>, Alexei V. Tarasov<sup>63</sup>, Jean Trap<sup>64</sup>, Wim van der Putten<sup>65</sup>, Mette Vestergaard<sup>66</sup>, Cecile Villenave<sup>67</sup>, Lieve Waayenberg<sup>68</sup>, Diana H. Wall<sup>69</sup>, Rainer Winkel<sup>70</sup>, Daniel G. Wright<sup>71</sup>, Jian-in Yang<sup>72</sup> & Thomas Ward Coker<sup>73</sup>





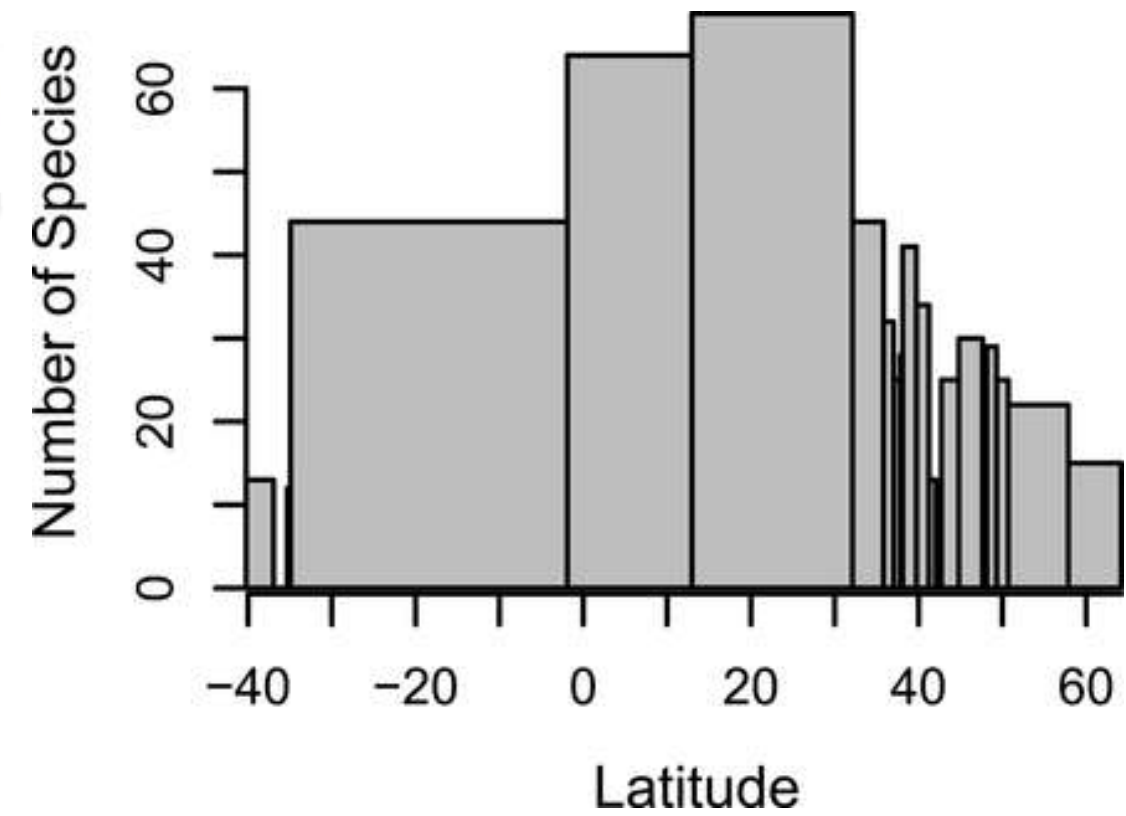
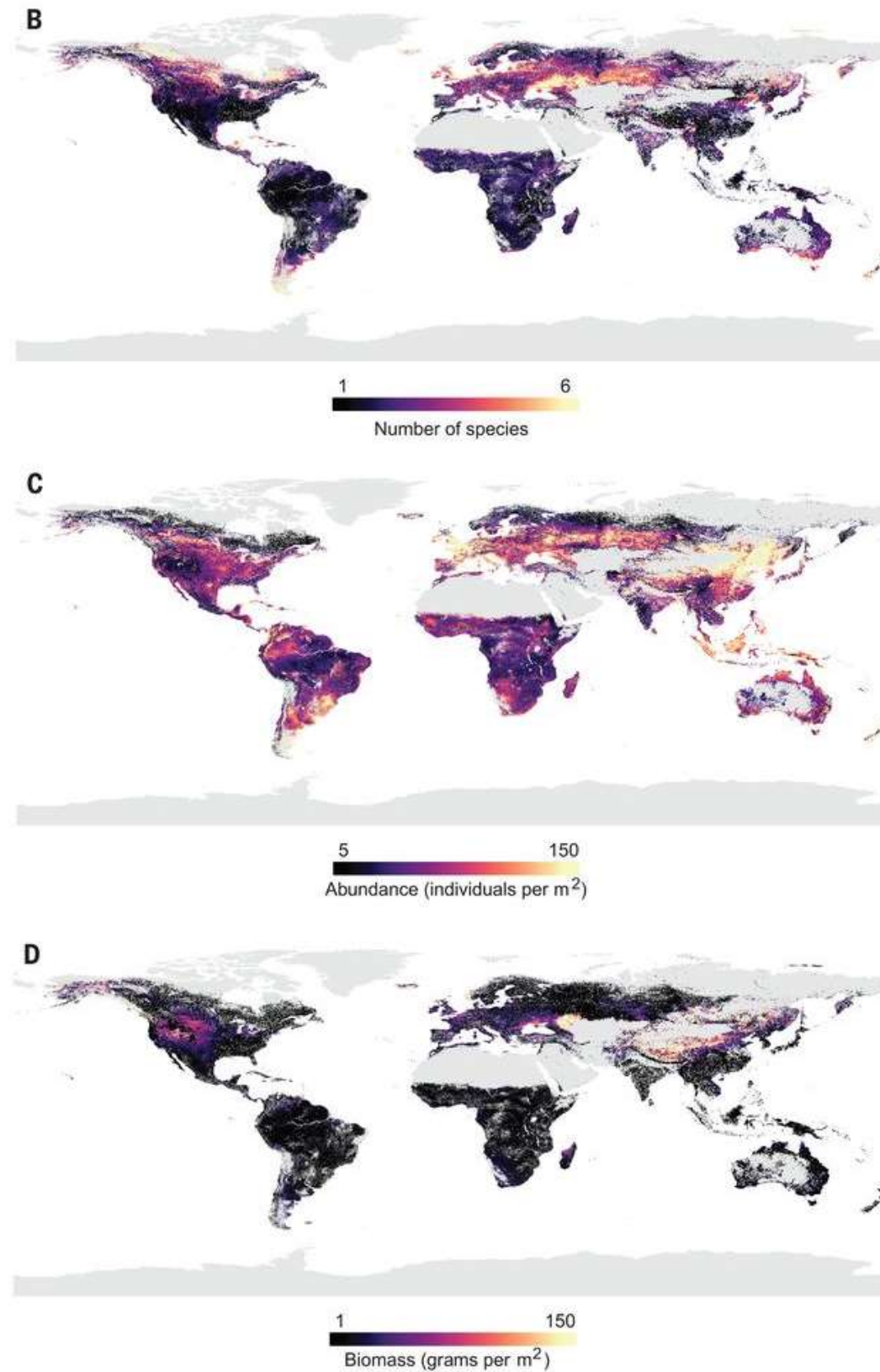
Plant and Insect Parasitic Nematodes

“It’s a Nematode World”  
-E. O. Wilson





# Annelida, Oligochaeta (lombrices de tierra)



## RESEARCH

### BIOGEOGRAPHY

#### Global distribution of earthworm diversity

Helen R. P. Phillips<sup>1,2</sup>, Carlos A. Guerra<sup>1,3</sup>, Marie L. C. Bartz<sup>4</sup>, Maria J. I. Briones<sup>5</sup>, George Brown<sup>6</sup>, Thomas W. Crowther<sup>7</sup>, Olga Ferlian<sup>1,2</sup>, Konstantin B. Gongalsky<sup>8,9</sup>, Johan van den Hoogen<sup>7</sup>, Julia Krebs<sup>1,2</sup>, Alberto Orgiazzi<sup>10</sup>, Devin Routh<sup>7</sup>, Benjamin Schwarz<sup>11</sup>, Elizabeth M. Bach<sup>12,13</sup>, Joanne Bennett<sup>1,3</sup>, Ulrich Brose<sup>1,4</sup>, Thibaud Decaens<sup>15</sup>, Birgitta König-Ries<sup>1,16</sup>, Michel Loreau<sup>17</sup>, Jérôme Mathieu<sup>18</sup>, Christian Mulder<sup>19</sup>, Wim H. van der Putten<sup>20,21</sup>, Kelly S. Ramirez<sup>20</sup>, Matthias C. Rillig<sup>22,23</sup>, David Russell<sup>24</sup>, Michiel Rutgers<sup>25</sup>, Madhav P. Thakur<sup>20</sup>, Franciska T. de Vries<sup>26</sup>, Diana H. Wall<sup>22,23</sup>, David A. Wardle<sup>27</sup>, Miwa Arai<sup>28</sup>, Fredrick O. Ayuke<sup>29</sup>, Geoff H. Baker<sup>30</sup>, Robin Beauséjour<sup>31</sup>, José C. Bedano<sup>32</sup>, Klaus Birkhofer<sup>33</sup>, Eric Blanchart<sup>34</sup>, Bernd Blosssey<sup>35</sup>, Thomas Bolger<sup>36,37</sup>, Robert L. Bradley<sup>38</sup>, Mac A. Callahan<sup>39</sup>, Yvan Capowiez<sup>39</sup>, Mark E. Caulfield<sup>40</sup>, Amy Choi<sup>41</sup>, Felicity V. Crotty<sup>42,43</sup>, Andrea Dávalos<sup>35,44</sup>, Dario J. Diaz Cosin<sup>45</sup>, Anahi Dominguez<sup>46</sup>, Andrés Esteban Duhour<sup>46</sup>, Nick van Eekeren<sup>47</sup>, Christoph Emmerling<sup>48</sup>, Liliana B. Falco<sup>49</sup>, Rosa Fernández<sup>50</sup>, Steven J. Fonte<sup>51</sup>, Carlos Fragoso<sup>52</sup>, André L. C. Franco<sup>52</sup>, Martine Fugère<sup>53</sup>, Abigail T. Fusilero<sup>53,54</sup>, Shaleste Gholami<sup>55</sup>, Michael J. Gundale<sup>56</sup>, Mónica Gutiérrez López<sup>45</sup>, Davorka K. Hackenberger<sup>57</sup>, Luis M. Hernández<sup>58</sup>, Takuo Hishi<sup>59</sup>, Andrew R. Holdsworth<sup>60</sup>, Martin Holmstrup<sup>61</sup>, Kristine N. Hopfensperger<sup>62</sup>, Esperanza Huerta Lwanga<sup>63,64</sup>, Veikko Huhta<sup>65</sup>, Tunsisa T. Hurisso<sup>61,66</sup>, Basil V. Iannone III<sup>67</sup>, Madalina Iordache<sup>68</sup>, Monika Joschko<sup>69</sup>, Nobuhiro Kaneko<sup>70</sup>, Radoslawa Kanianska<sup>71</sup>, Aidan M. Keith<sup>72</sup>, Courtland A. Kelly<sup>73</sup>, Maria L. Kernecker<sup>74</sup>, Jonatan Klaminder<sup>74</sup>, Armand W. Koné<sup>75</sup>, Yahya Kooch<sup>76</sup>, Sanna T. Kukkonen<sup>77</sup>, H. Lalhanzara<sup>78</sup>, Daniel R. Lamme<sup>72,79</sup>, Iuri M. Lebedev<sup>80</sup>, Yiqing Li<sup>80</sup>, Juan B. Jesus Lidon<sup>81</sup>, Noa K. Lincoln<sup>82</sup>, Scott R. Loss<sup>82</sup>, Raphael Marichal<sup>83</sup>, Radim Matula<sup>84</sup>, Jan Hendrik Moos<sup>85,86</sup>, Gerardo Moreno<sup>87</sup>, Alejandro Morón-Ríos<sup>88</sup>, Bart Muys<sup>89</sup>, Johan Neirynck<sup>90</sup>, Lindsey Norgrove<sup>91</sup>, Marta Nová<sup>45</sup>, Visa Nuutinen<sup>92</sup>, Victoria Nuzzo<sup>93</sup>, Mujeeb Rahman<sup>94</sup>, Johan Pansu<sup>95,96</sup>, Shishir Paudel<sup>97</sup>, Guénola Pérès<sup>97</sup>, Lorenzo Pérez-Camacho<sup>98</sup>, Raúl Piñeiro<sup>99</sup>, Jean-François Ponge<sup>100</sup>, Muhammad Imtiaz Rashid<sup>101,102</sup>, Salvador Rebollo<sup>98</sup>, Javier Rodeiro-Iglesias<sup>103</sup>, Miguel Á. Rodríguez<sup>104</sup>, Alexander M. Roth<sup>105,106</sup>, Guillaume X. Rousseau<sup>98,107</sup>, Anna Rozen<sup>108</sup>, Ehsan Sayad<sup>109</sup>, Loes van Schaik<sup>109</sup>, Bryant C. Scharenbroch<sup>110</sup>, Michael Schirrmann<sup>111</sup>, Olaf Schmidt<sup>112</sup>, Boris Schröder<sup>22,113</sup>, Julia Seebler<sup>114,115</sup>, Maxim P. Shashkov<sup>116,117</sup>, Jaswinder Singh<sup>118</sup>, Sandy M. Smith<sup>119</sup>, Michael Steinwandter<sup>120</sup>, José A. Talavera<sup>120</sup>, Dolores Trigo<sup>45</sup>, Jiro Tsukamoto<sup>121</sup>, Anne W. de Valença<sup>122</sup>, Steven J. Vanek<sup>123</sup>, Iligo Virto<sup>123</sup>, Adrian A. Wackett<sup>124</sup>, Matthew W. Warren<sup>125</sup>, Nathaniel H. Wehr<sup>126</sup>, Joann K. Whalen<sup>127</sup>, Michael B. Wironen<sup>128</sup>, Volkmar Wolters<sup>129</sup>, Irina V. Zenkova<sup>130</sup>, Weidn Zhang<sup>131</sup>, Erin K. Cameron<sup>132,133</sup>, Nico Eisenhauer<sup>1,2</sup>



## Papel de las lombrices en los ecosistemas (ingenieros ecosistémicos)

- Reciclado de materia orgánica
- Aumento de disponibilidad de nutrientes
- Mejora de la estructura del suelo (aireación y agregación)
- Comida para depredadores (redes tróficas)
- 3 tipos: anécicas, endógeas, y epígeas
- Indicadores de salud del suelo





# Meso- y macrofauna (artrópodos)







**Regenerando vida en suelos  
de viñedos gaditanos**



**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



**Junta de Andalucía**



# 3 estrategias principales:





# Miembros Grupo Operativo “Suelos Vivos”

# IFAPA

Instituto de Investigación y  
Formación Agraria y Pesquera



MANUEL ARAGON  
VINOS DE CHICLANA











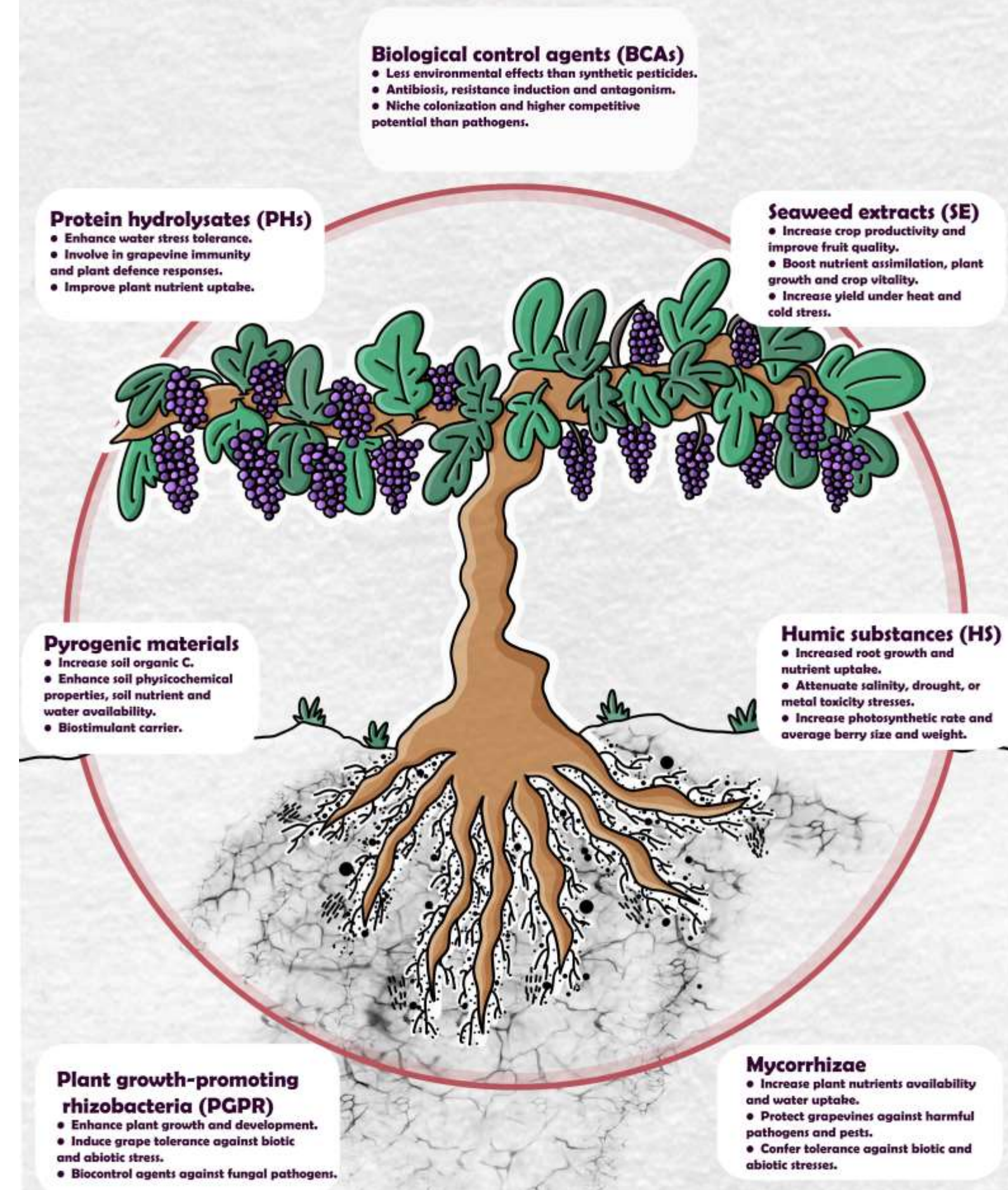


# Soluciones inteligentes basadas en la naturaleza

- Manejo sostenible y uso de características y procesos naturales para resolver retos socio-ambientales. Retos incluyen el cambio climático, el agua, contaminación, seguridad alimentaria, salud humana, pérdida de biodiversidad, y manejo del riesgo de desastres.
- Según la Comisión Europea, estas soluciones están "inspiradas y respaldadas por la naturaleza, son rentables, brindan simultáneamente beneficios ambientales, sociales y económicos y ayudan a desarrollar la resiliencia. Tales soluciones traen más, y más diversidad, naturaleza y características y procesos naturales a las ciudades, paisajes terrestres y marinos, a través de intervenciones sistémicas, adaptadas localmente y eficientes en el uso de los recursos".



# Bioestimulantes





Crop variety	Applied material and properties	Dosage, the form of application, and stage of plant development	Experimental condition	Effects	Reference
<i>Vitis vinifera</i> cv. Pinot noir.	Mixed inoculum of 3 AMF isolated from a vineyard and recultured with <i>Sorghum bicolor</i> : <i>Scutellospora calospora</i> INVAM# OR219, <i>G. mosseae</i> INVAM# OR218, and <i>Glomus</i> sp. INVAM#215.	A mixture of soil with AM fungal spores, hyphae, and colonized root fragments. 20 g of inoculum plant <sup>-1</sup> .	Potted plants in a greenhouse.	Vine growth was dependent on AMF in one soil, but inoculated and non-inoculated vines grew equally well in another soil. Increase in plant dry mass with AMF due to enhanced P uptake (833% increase). The uptake of most other nutrients was also enhanced by AMF in the first soil.	Schreiner (2007).
<i>Vitis vinifera</i> cv. Pusa Navrang.	Six single strains and a mixture of AMF ( <i>G. manihotis</i> , <i>Glomus mosseae</i> , and <i>G. gigantean</i> ) recultured with <i>Chloris guyana</i> : <i>Acaulospora laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Entrophospora colombiana</i> , <i>Gigaspora gigantea</i> , <i>Glomus manihotis</i> , and <i>Scutellospora heterogama</i> .	A mixture of soil with AM fungal spores, hyphae, and colonized root fragments. 20 g of inoculum plant <sup>-1</sup> .	Micropropagated plantlets in a greenhouse.	Enhanced survival and improved tolerance against stresses. Improved physiological and nutritional status and higher relative water content and photosynthetic rate. Higher concentrations of N, P, Mg, and Fe. Better hardening.	Krishna et al. (2005).
<i>Vitis vinifera</i> cv. Tempranillo.	GLOMYGEL Vid, Olivo, Frutales (Mycovitro S.L., Pinos Puente, Spain): Culture of AMF <i>Rhizophagus intraradices</i> .	8 mL of diluted mycorrhizal inoculum plant <sup>-1</sup> (equivalent to 2000 propagules).	Cuttings are planted in 6.5-L plastic pots.	AMF inoculation improved parameters linked to phenolic maturity such as anthocyanin content and increased antioxidant activity under elevated temperature.	Torres et al. (2016).
<i>Vitis vinifera</i> cv. Sangiovese.	<i>Funneliformis mosseae</i> IMA1.	A mixture of soil with AM fungal spores, hyphae, and colonized root fragments and autoclaved peat in a proportion of 1:4 v/v + 2 mL of <i>F. mosseae</i> IMA1 inoculum filtrate.	Explants were cultivated in 150 mL sanitized pots.	Greater emission of volatiles related to plant defense and water stress.	Velásquez et al. (2020b).
<i>Vitis vinifera</i> cv. Viosinho.	<i>Funneliformis mosseae</i> inoculum (isolate BEG95, Symbiom <sup>®</sup> , Czech Republic).	10 g of inoculum plant <sup>-1</sup> buried in ditches and mixed with soil and rye seeds.	Field experiment.	Greater establishment of new mycorrhizal taxa in vine roots. Greater photosynthetic efficiency after a heat wave. Compensation for water competition with cover crops.	Nogales et al. (2021).
<i>Vitis vinifera</i> cv. Cabernet Sauvignon.	Commercial inoculum Mykoflor (Mykoflor, Poland).	20 mL of suspension under the vine roots (~2000 propagules).	Field experiment.	Improved leaf gas exchange. Higher yield and number of clusters. Greater polyphenols and anthocyanins.	Karoglan et al. (2021).



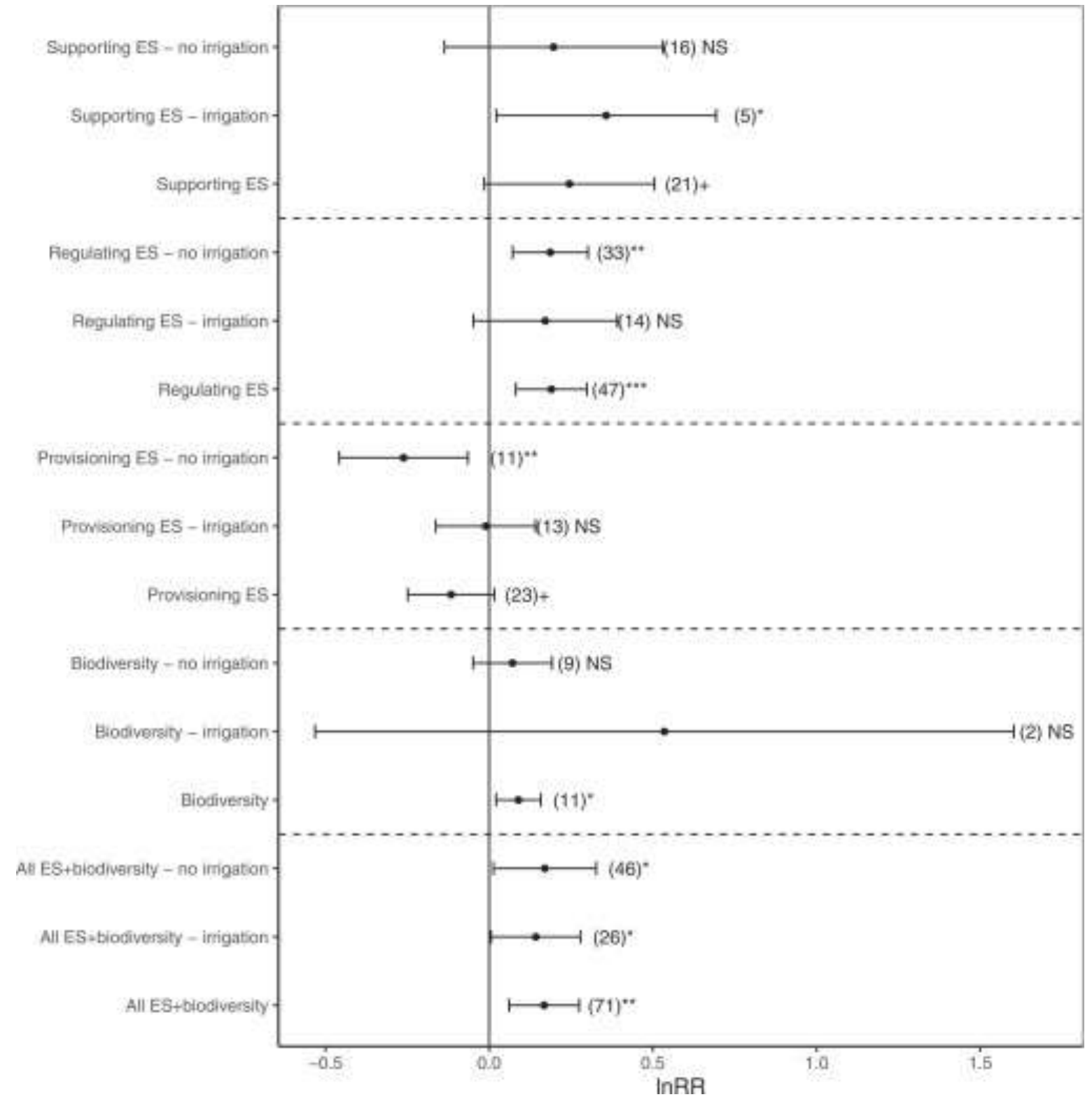
# Valorización de residuos

- Compostación
- Fermentación estado sólido
- Vermicompost
- Humus líquido y te de compost
- Extractos





# Cubiertas vegetales



Chapela-Oliva et al., 2022, Agriculture, Ecosystems & Environment



Ganado ovino  
(compostadores  
vivos)





# Conclusiones

- Los viñedos están ampliamente erosionados y degradados debido a prácticas de manejo intensivas
- Empobrecidos biológicamente
- Viñedos en Cádiz tienen elevado valor histórico, social, y cultural
- Proyecto “Regenerando vida en suelos de viñedos gaditanos” del GO Suelos Vivos
- Papel central del suelo y su biodiversidad
- Principales grupos biológicos y sus funciones en el suelo
- 3 estrategias para la regeneración del funcionamiento y biodiversidad viñedos: bioestimulantes microbianos, cubiertas vegetales, y ovejas
- Manejo integrado basado en la naturaleza para una rápida transición a una viticultura sostenible



# Contacto

- E-mail: [raul.ochoa@uca.es](mailto:raul.ochoa@uca.es)
- Web GO Suelos Vivos: [www.suelosvivos.es](http://www.suelosvivos.es)
- Web Grupo UCA: [www.ecosystemsecology.com](http://www.ecosystemsecology.com)





# ¡Muchas gracias!



Regenerando vida en suelos  
de viñedos gaditanos



## IFAPA

Instituto de Investigación y  
Formación Agraria y Pesquera



MANUEL ARAGON  
VINOS DE CHICLANA

