

13  
14  
DIC  
2023

**infecar**  
Feria de Gran Canaria

Encuentros de  
innovación

Federico Laich



*Unidad de Protección Vegetal  
Instituto Canario de Investigaciones Agrarias  
Valle de Guerra  
Santa Cruz de Tenerife*

[www.researchgate.net/profile/Federico-Laich](http://www.researchgate.net/profile/Federico-Laich)



 **ExpoAgro**  
Canarias

**La actividad microbiológica del suelo y la aportación de materia orgánica como fuente de biodiversidad de microorganismos**



CONSEJERÍA  
DE SECTOR  
PRIMARIO Y  
SOBERANÍA  
ALIMENTARIA

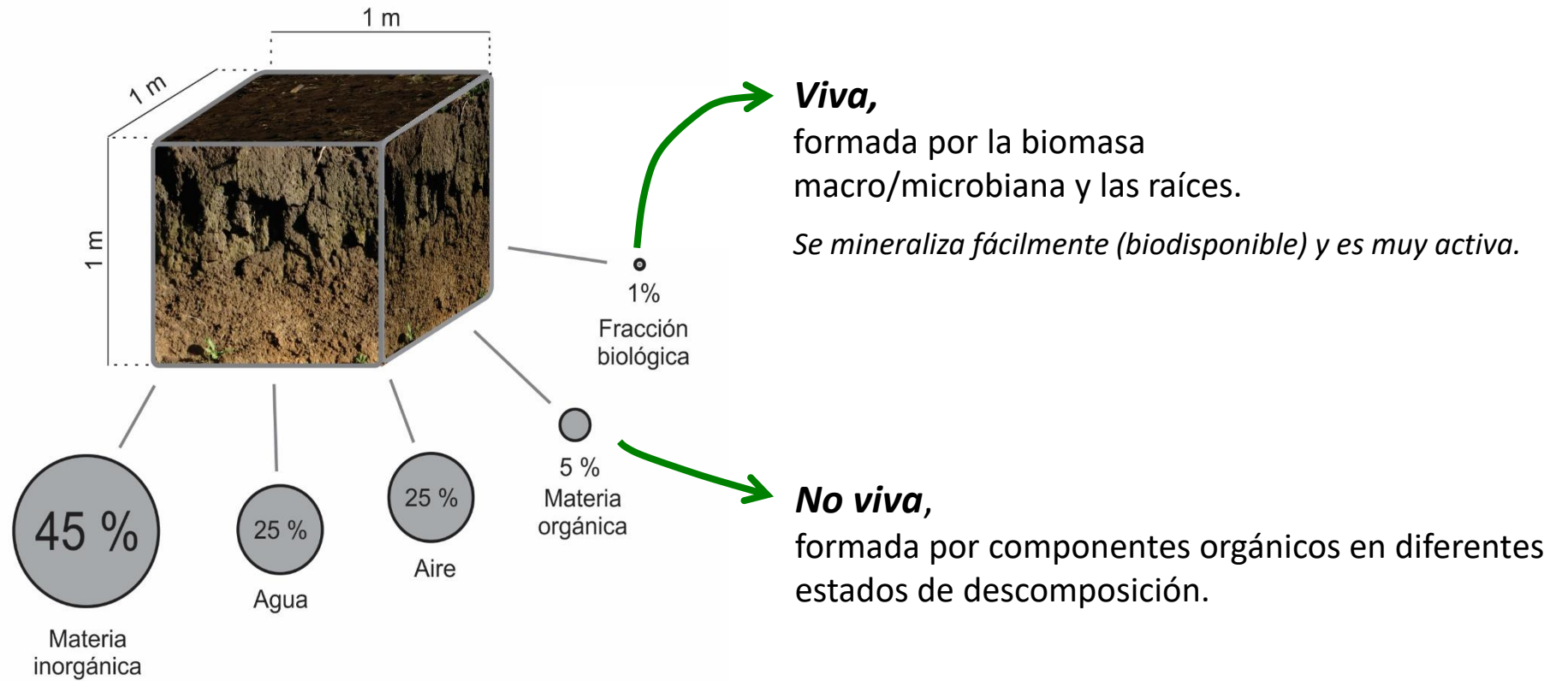
 **cajasiete**

**spegc**  
Sociedad de Promoción  
Económica de Gran Canaria

**Cámara**  
Gran Canaria

**GOAG**  
Canarias

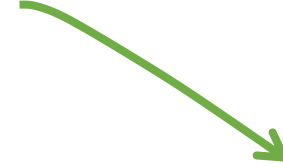
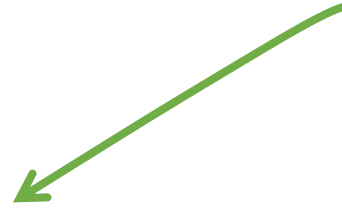
**infecar**  
Feria de Gran Canaria



# Tipos de materia orgánica

**No viva,**

formada por componentes orgánicos en diferentes estados de descomposición.



**Particulada:** son fragmentos orgánicos con una estructura celular reconocible proveniente de diferentes orígenes pero, generalmente, está constituida por residuos vegetales.

*Es biodegradable y fuente de energía para la microbiota edáfica.*

**Soluble:** son moléculas de diferente tamaño y composición en proceso de descomposición.

*Es fácilmente biodegradable y constituye la fracción más importante para la actividad microbiana*

**Humificada:** está formada por moléculas complejas de alto peso molecular, dando lugar a los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, que constituye el componente mayoritario.

*El humus es un componente estable, no se puede descomponer fácilmente debido a sus interacciones íntimas con las fases minerales del suelo. Es químicamente complejo para ser utilizado por la mayoría de los organismos*

**Recalcitrante:** está constituida por material orgánico insoluble y no húmico (cadenas de hidrocarburos, ésteres, ácidos, etc.) asociados a la fracción mineral

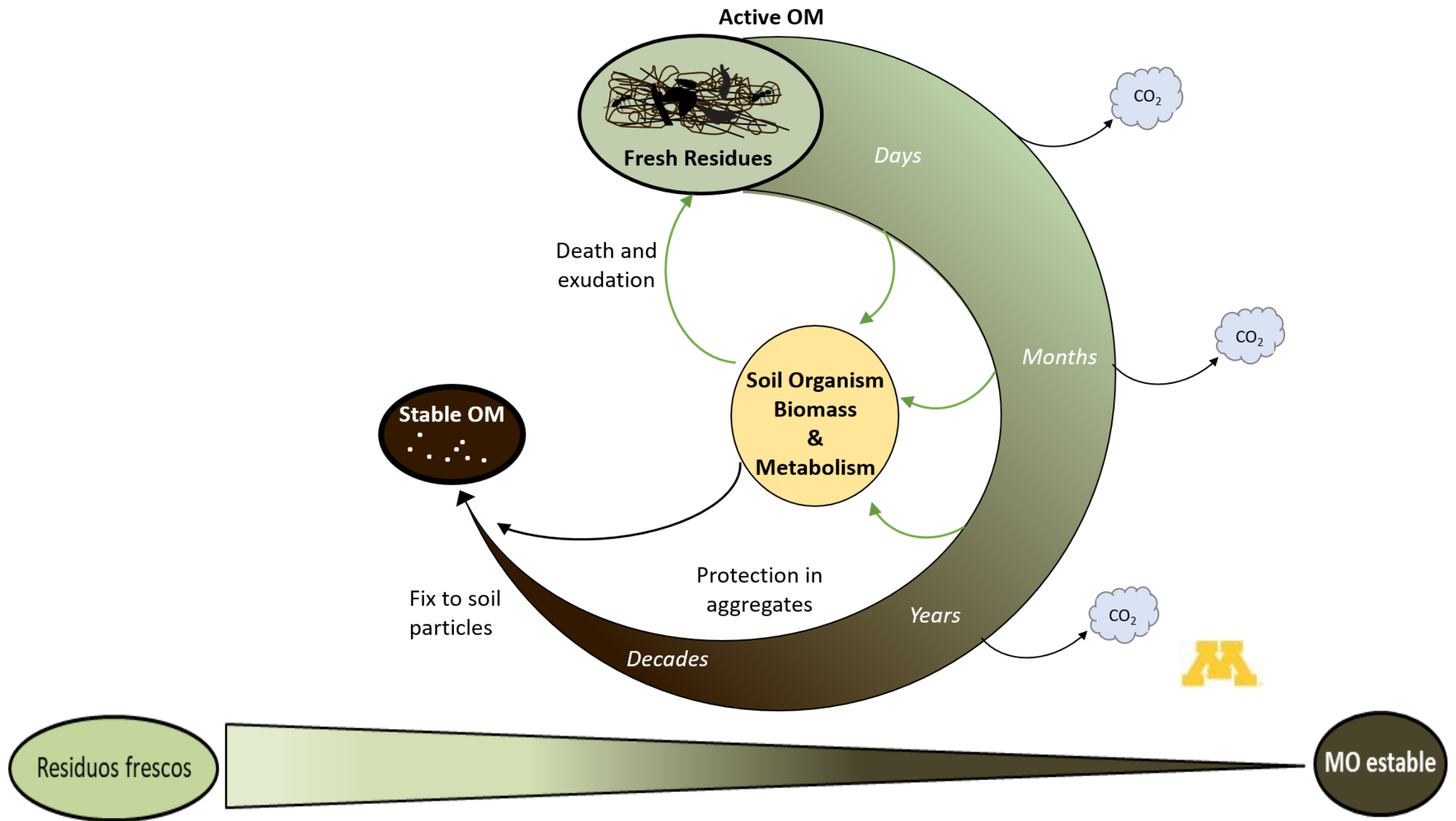
*Corresponde a la fase final de la descomposición. Es una fracción muy difícil de degradar y muy estable. Pueden ser de origen microbiano, como algunos polisacáridos*

Residuos frescos



MO estable





# ¿Cómo podemos incrementar la materia orgánica del suelo?

## INCORPORANDO RESIDUOS FRESCOS O ABONOS ORGÁNICOS

Existen diferentes tipos de abonos orgánicos, entre ellos los más utilizados son;

- ✓ Compost
- ✓ Vermicompost

**Bioxidación (aerobia) con fase termófila**

- ✓ Bokashi

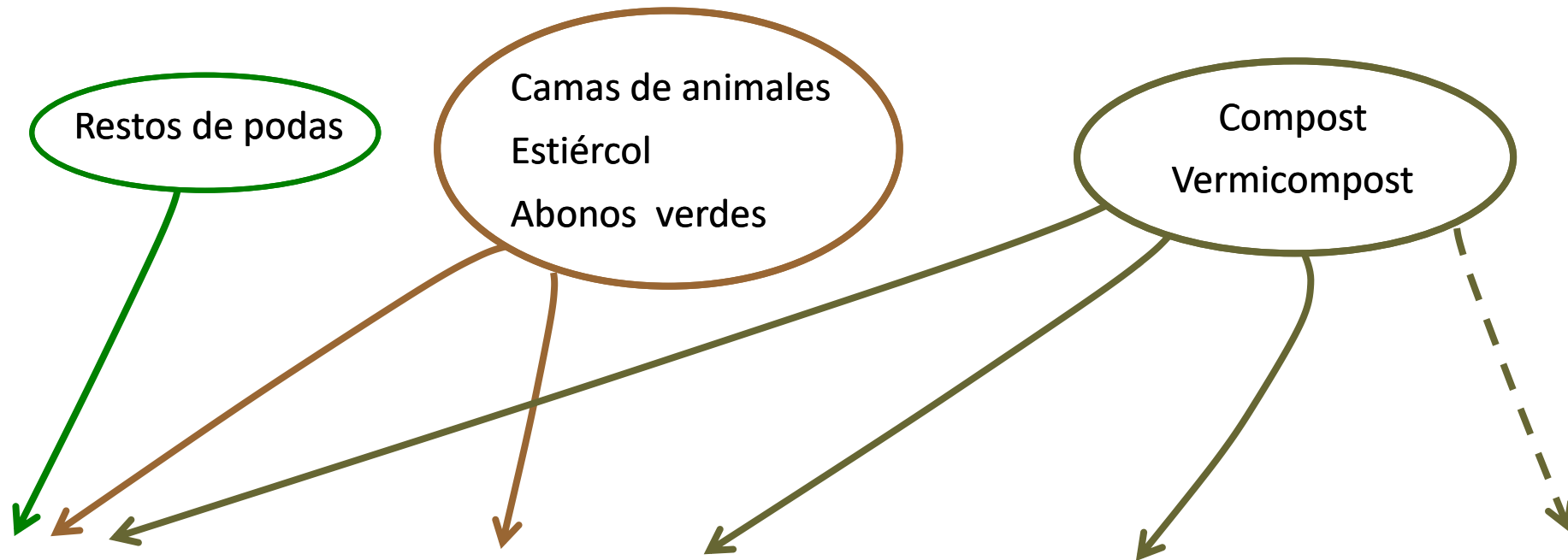
**Fermentación (anaerobia) sin fase termófila**

- ✓ Camas de animales
- ✓ Estiércol
- ✓ Restos de podas
- ✓ Abonos verdes
- ✓ Rastrojos de cultivos anteriores

**Material sin degradar o parcialmente degradado**

- ✓ Té de compost
- ✓ Lixiviados
- ✓ Otros

# ¿Qué tipo de materia orgánica estamos adicionando al suelo?



**Particulada:** son fragmentos orgánicos con una estructura celular reconocible proveniente de diferentes orígenes pero, generalmente, está constituida por residuos vegetales.

**Soluble:** son moléculas de diferente tamaño y composición en proceso de descomposición.

**Humificada:** está formada por moléculas complejas de alto peso molecular, dando lugar a los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, que constituye el componente mayoritario.

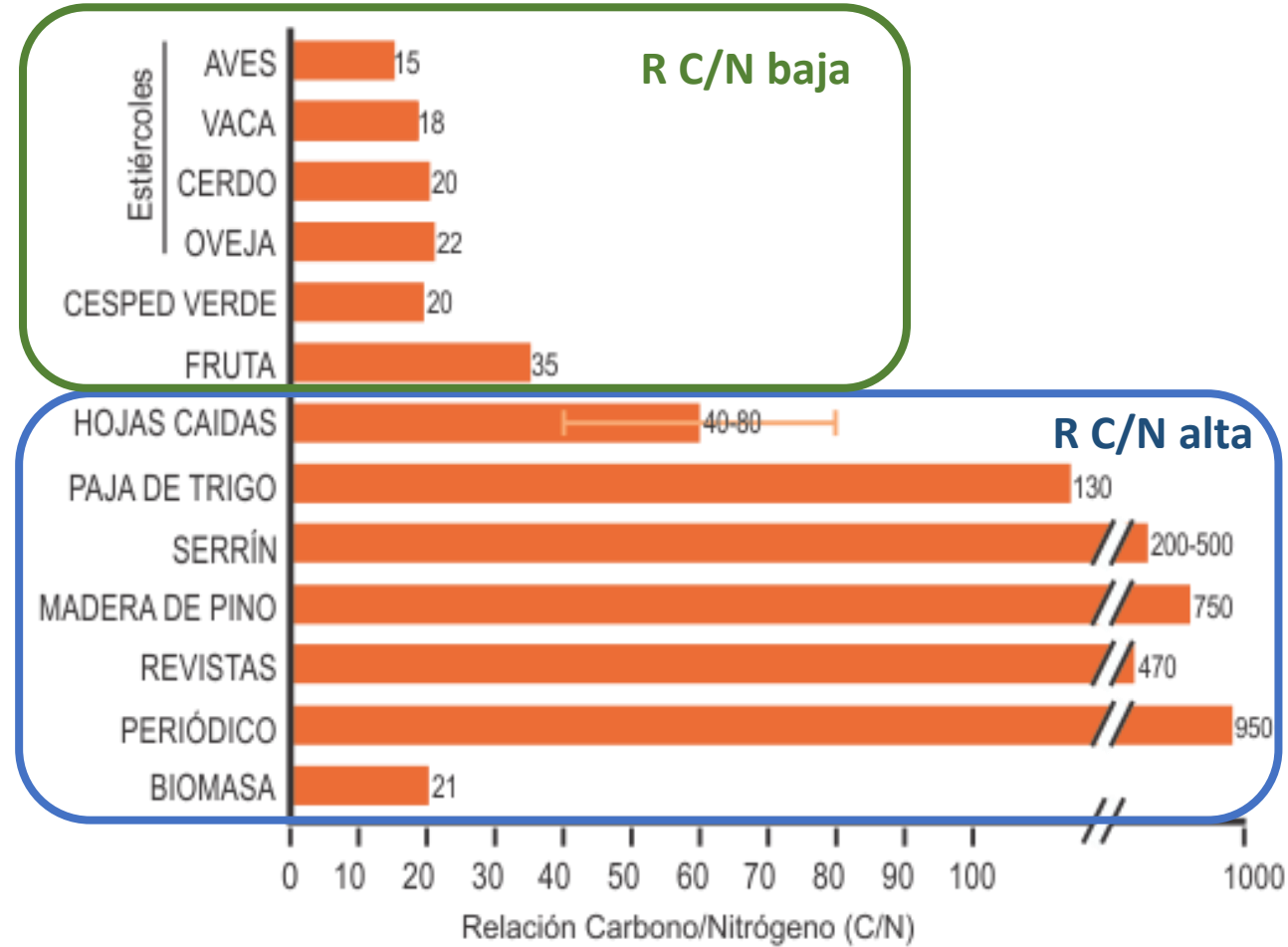
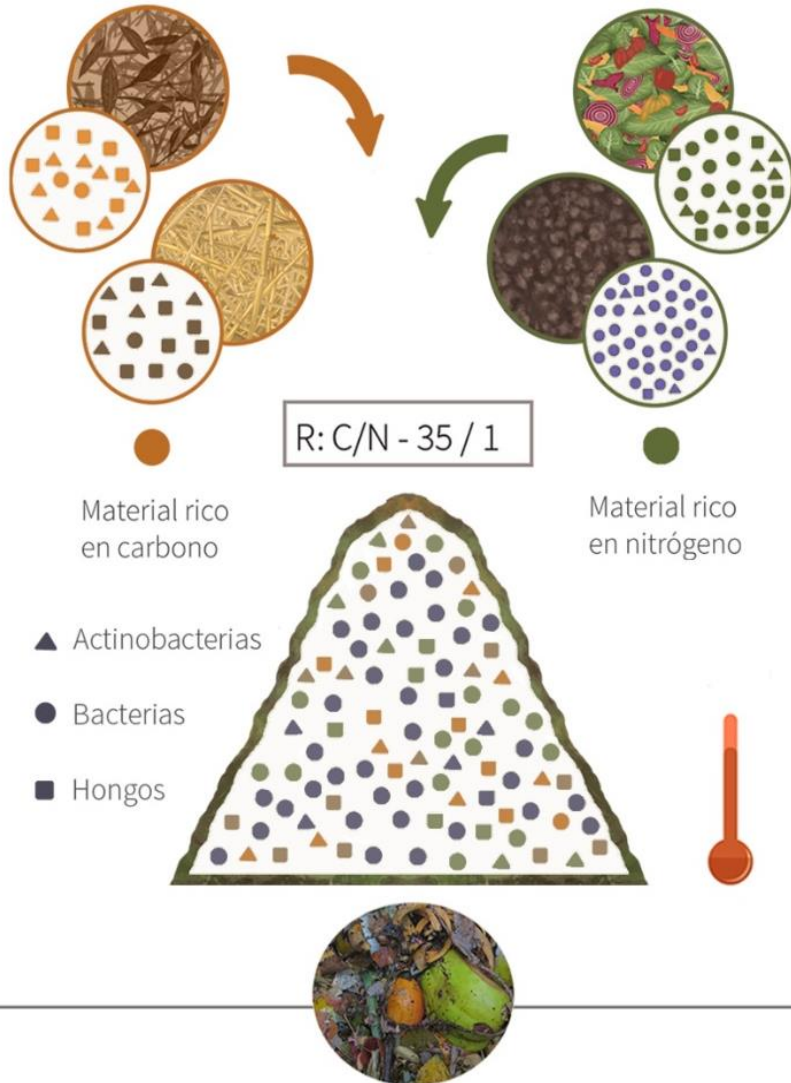
**Recalcitrante:** está constituida por material orgánico insoluble y no húmico (cadenas de hidrocarburos, ésteres, ácidos, etc.) asociados a la fracción mineral

Residuos frescos

MO estable

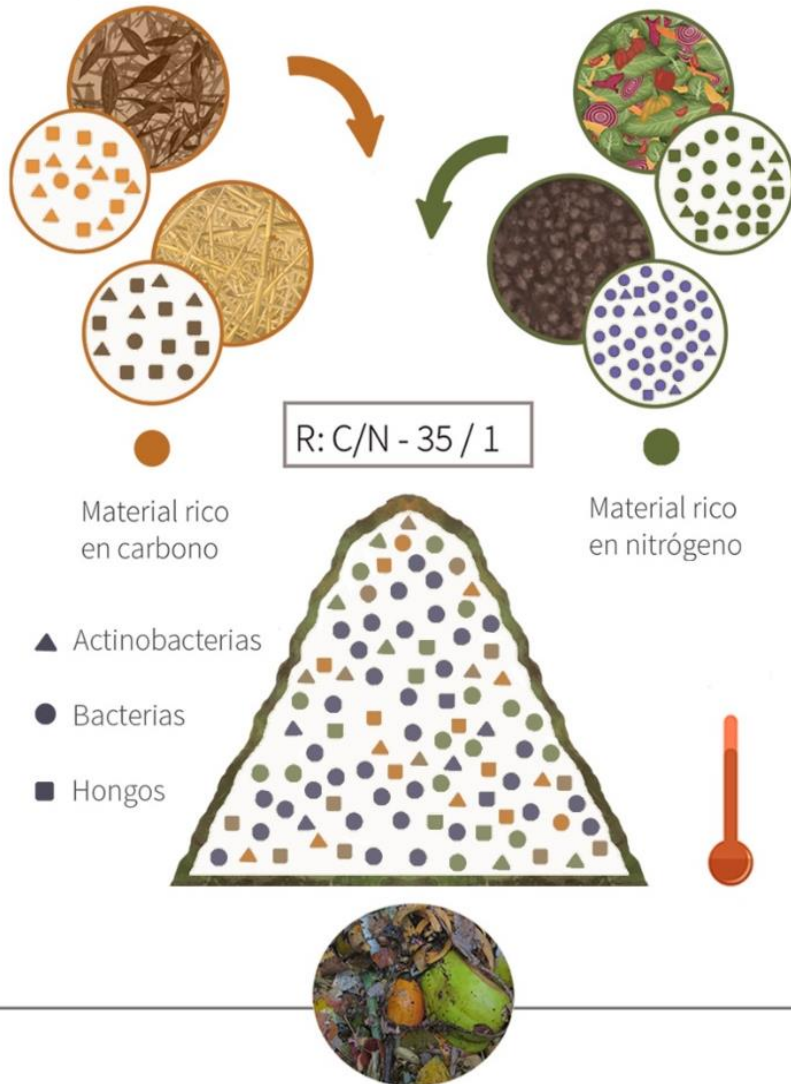
# 1. Elaboración de la pila

Cada material a compostar está colonizado por una comunidad microbiana específica (representada con diferentes colores; amarillo, verde, marrón y azul). Esta comunidad está compuesta por bacterias (círculos), actinobacterias (triángulos) y hongos (cuadrados).



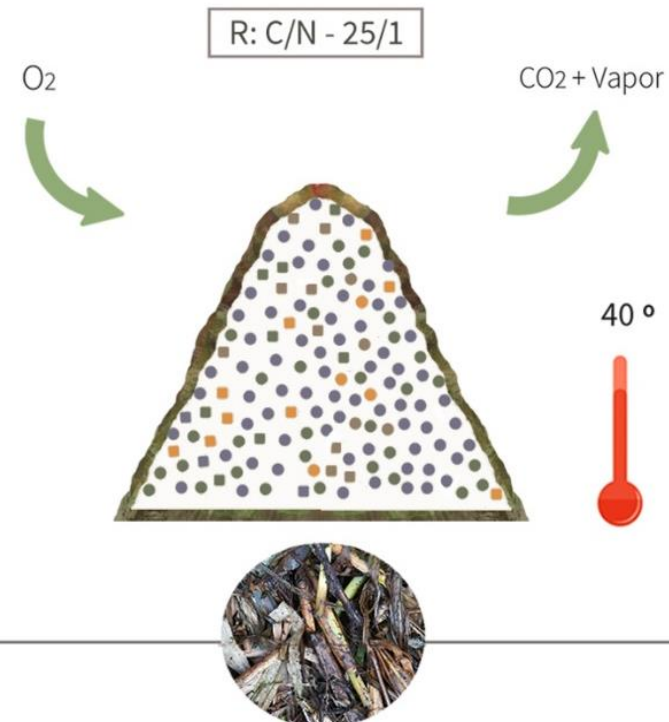
## 1. Elaboración de la pila

Cada material a compostar está colonizado por una comunidad microbiana específica (representada con diferentes colores; amarillo, verde, marrón y azul). Esta comunidad está compuesta por bacterias (círculos), actinobacterias (triángulos) y hongos (cuadrados).



## 2. Activación. Fase mesófila

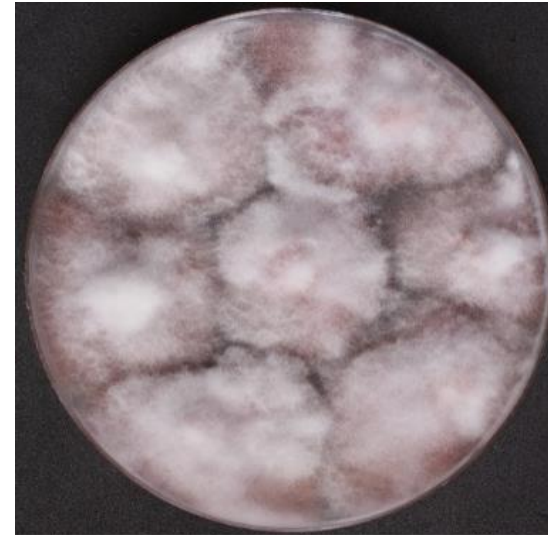
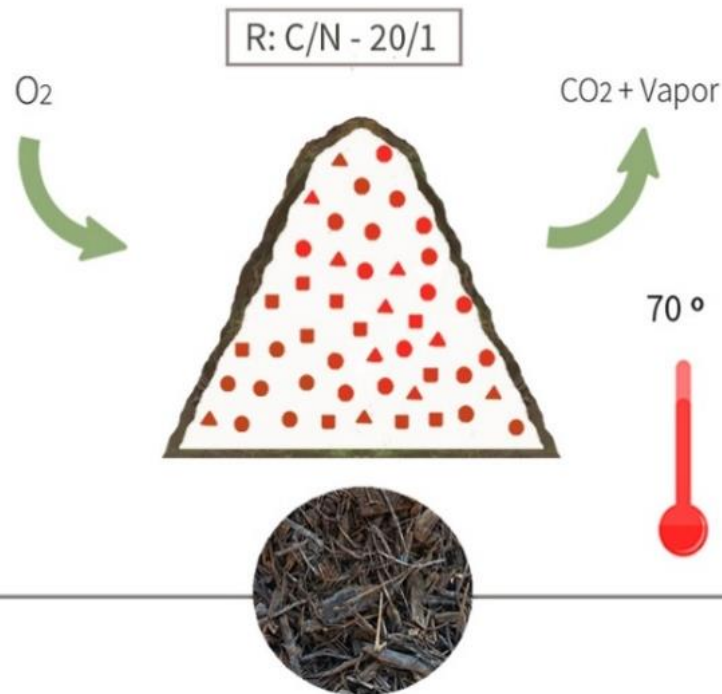
Los compuestos fácilmente degradables como los azúcares, proteínas, aminoácidos, etc. son abundantes, y los microorganismos realizan su descomposición. Las bacterias mesófilas acidificantes y determinadas especies de hongos filamentosos, son las poblaciones dominantes en los residuos orgánicos frescos. Las bacterias del ácido láctico intervienen en la etapa inicial del proceso y provocan una disminución del pH. Esta actividad es corta (aprox. 72 h). Posteriormente, diferentes tipos de bacterias, actinobacterias y hongos filamentosos intervienen activamente durante esta etapa mesófila.





### 3. Fase termófila

Los microorganismos mesófilos comienzan a disminuir su actividad rápidamente y son parcialmente eliminados. Las bacterias, hongos y actinobacterias termófilas o termotolerantes incrementan su población. La descomposición continúa siendo rápida y se acelera hasta los 60-62°C. A partir de los 65°C se reducen las funciones microbianas. Esta fase es muy importante debido a que se lleva a cabo un proceso de higienización o pasterización. Los patógenos de plantas y de humanos son eliminados, así como las semillas, las larvas de insectos y los compuestos fitotóxicos.



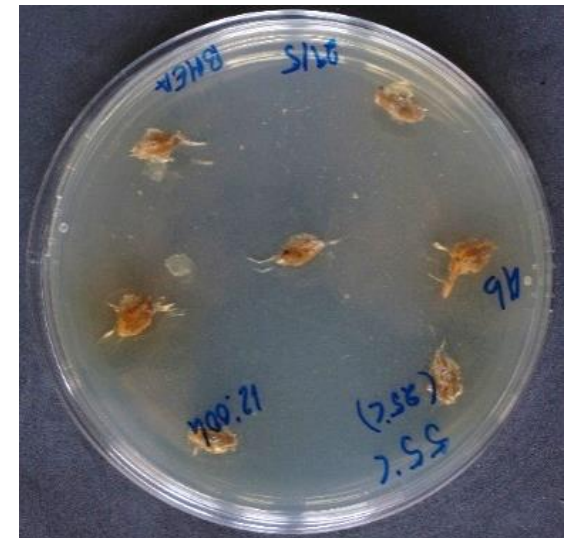
25°C



45°C



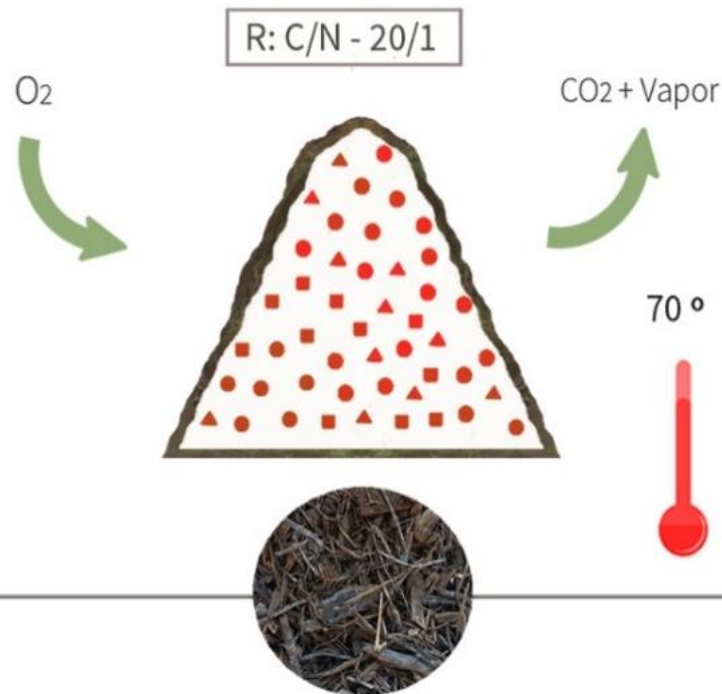
55°C



65°C

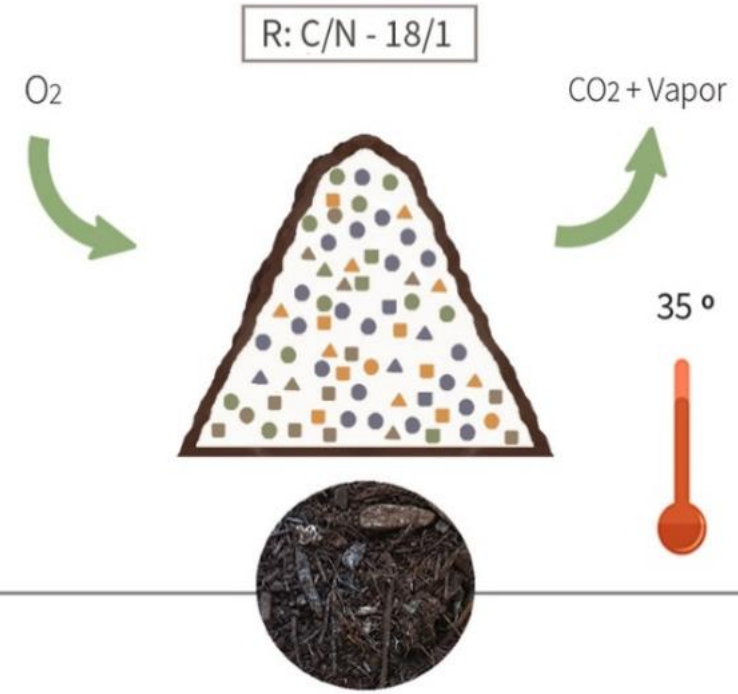
### 3. Fase termófila

Los microorganismos mesófilos comienzan a disminuir su actividad rápidamente y son parcialmente eliminados. Las bacterias, hongos y actinobacterias termófilas o termotolerantes incrementan su población. La descomposición continúa siendo rápida y se acelera hasta los 60-62°C. A partir de los 65°C se reducen las funciones microbianas. Esta fase es muy importante debido a que se lleva a cabo un proceso de higienización o pasterización. Los patógenos de plantas y de humanos son eliminados, así como las semillas, las larvas de insectos y los compuestos fitotóxicos.



### 4. Enfriamiento. Fase mesófila

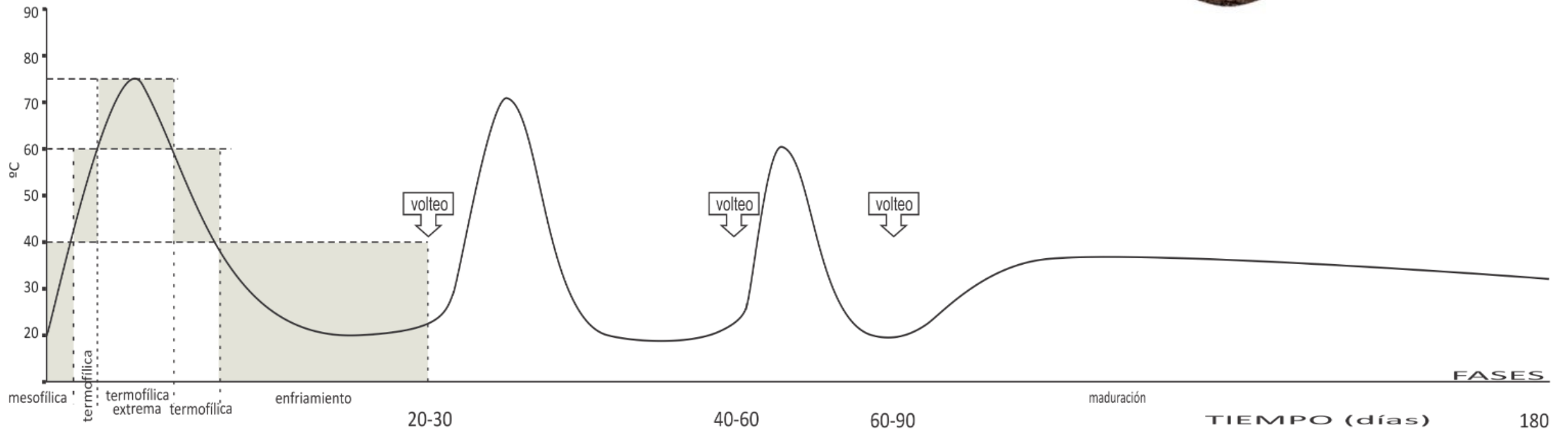
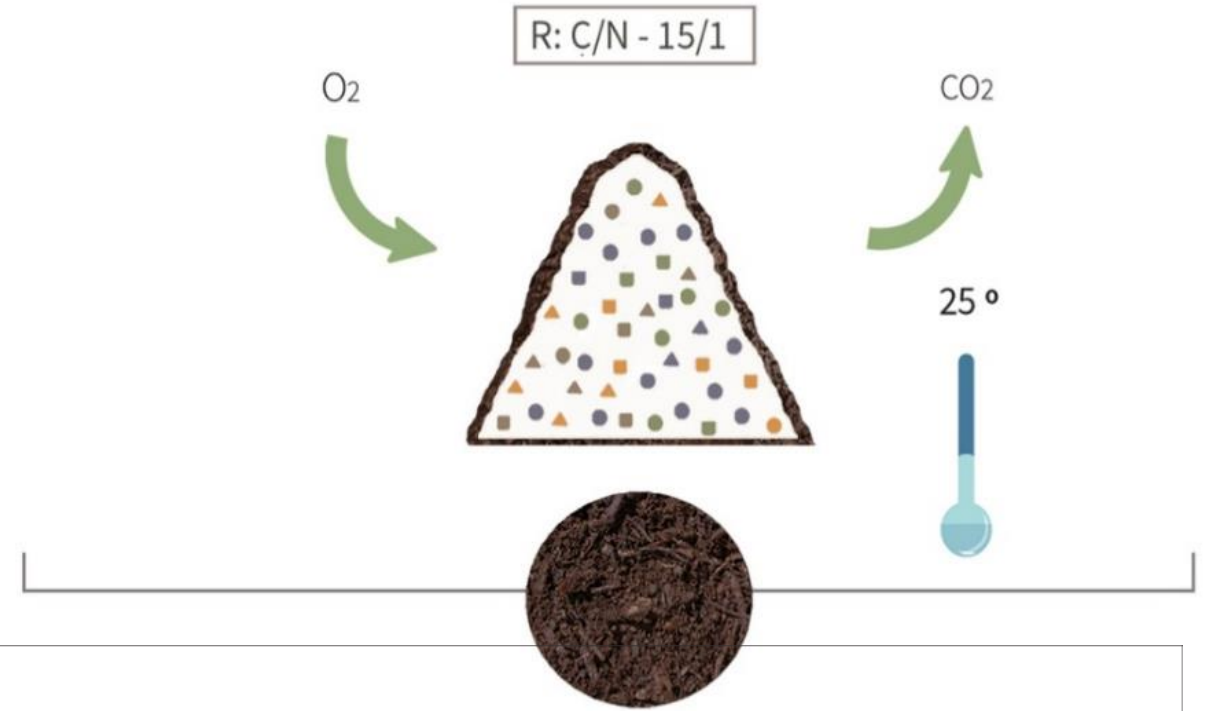
La diversidad taxonómica y metabólica de la microbiota se incrementa. La cantidad de microorganismos que pueden “reactivarse” depende del número de especies termotolerantes o capaces de formar estructuras de resistencia térmica. Esta respuesta favorece, principalmente, la descomposición de compuestos orgánicos, la formación de humus (mediante la polimerización de sustancias orgánicas simples), la oxidación y mineralización de nutrientes, la supresión de fitopatógenos, y la formación de agregados minerales.





## 5. Maduración

La calidad del sustrato degradable disminuye y la biodiversidad de la microbiota se altera. Las bacterias formadoras de polímeros (humificantes), las actinobacterias y los hongos que intervienen en la degradación de los compuestos más complejos, juegan un papel preponderante en esta etapa. Se forman compuestos no degradables, como los complejos lignina-humus, que comienzan a ser predominantes. El grado de maduración de un compost afecta significativamente su utilización en la agricultura. La adición de un compost maduro beneficia la fertilidad de un suelo, su estructura, e incrementa los efectos de control biológico.



# COMPOST

## *Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

### **1) Reducir y reciclar en origen los restos orgánicos.**

Obtener un producto higienizado (libre de plagas y patógenos) de alta calidad y estabilidad.

Mejorar la gestión de residuos sólidos, ya sean rurales o urbanos.

### **2) Mejorar las propiedades del suelo**

**Físicas:** mejora la estructura del suelo

aumenta la capacidad de retención de agua

mejora la infiltración, la permeabilidad y el transporte del agua

incrementa el intercambio de gases y la aireación, etc.

**Químicas:** incrementa la disponibilidad de nutrientes

regula el pH (incrementa la capacidad buffer)

mejora la capacidad de intercambio catiónico

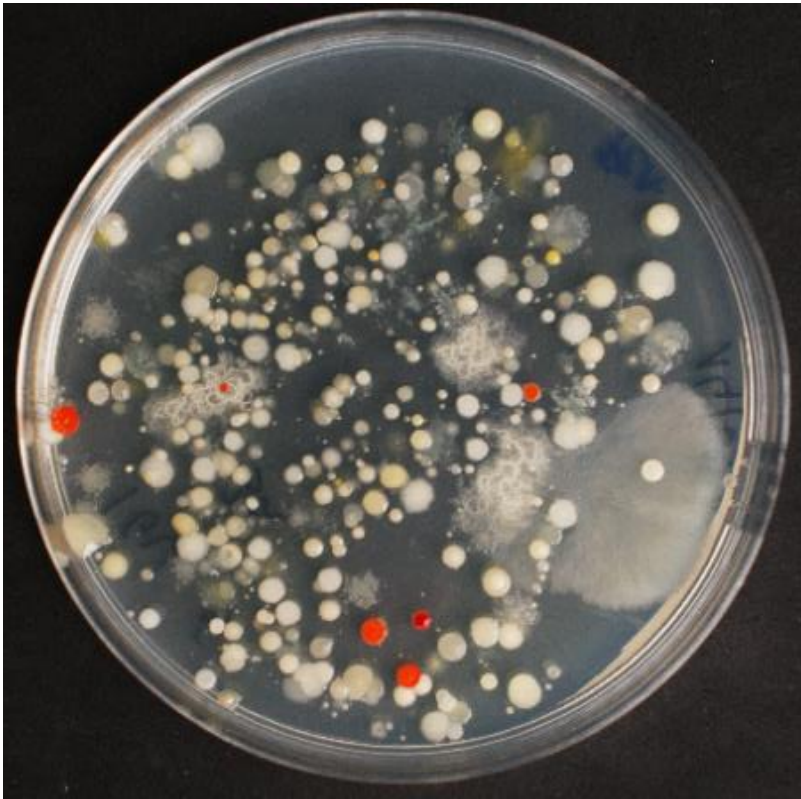
### **3) Introducir una alta variedad de microorganismos implicados en el ciclo de diferentes nutrientes y en procesos de control biológico**



## COMPOST

*Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

3) Introducir una alta variedad de microorganismos implicados en el ciclo de diferentes nutrientes y en procesos de control biológico



**Bacterias**

100 a 1000 millones/g



**Actinobacterias**

1 a 100 millones/g



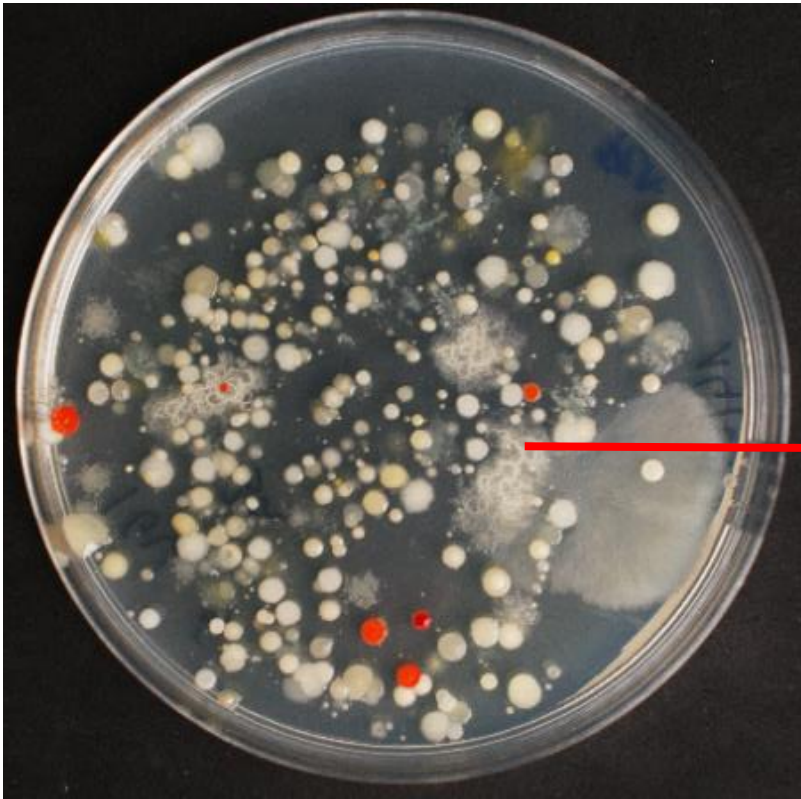
**Hongos filamentosos**

10.000 a 100.000/g

## COMPOST

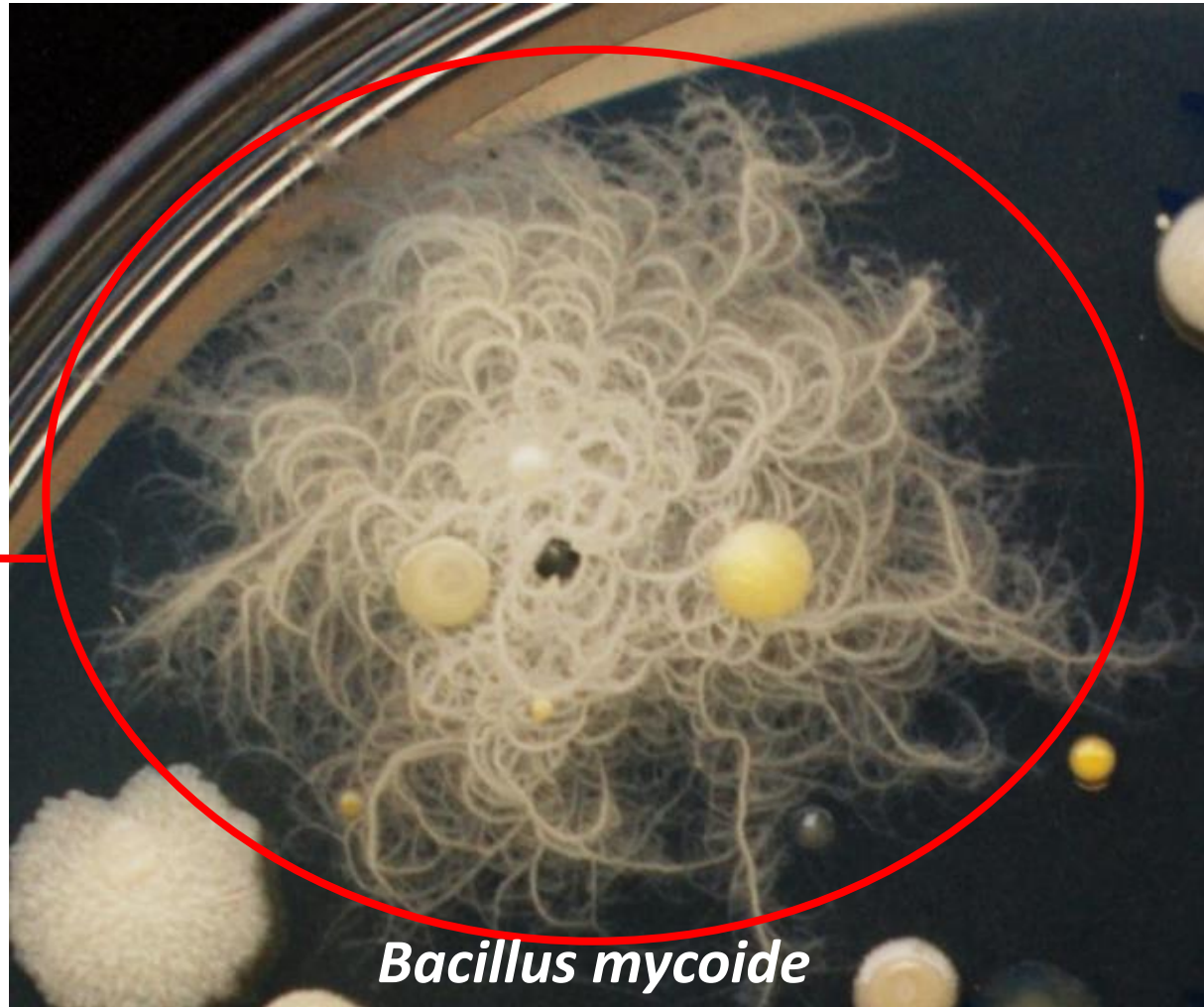
*Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

3) Introducir una alta variedad de microorganismos implicados en el ciclo de diferentes nutrientes y en procesos de control biológico



**Bacterias**

100 a 1000 millones/g



***Bacillus mycoide***

*Se incorporan bacterias potencialmente benéficas*

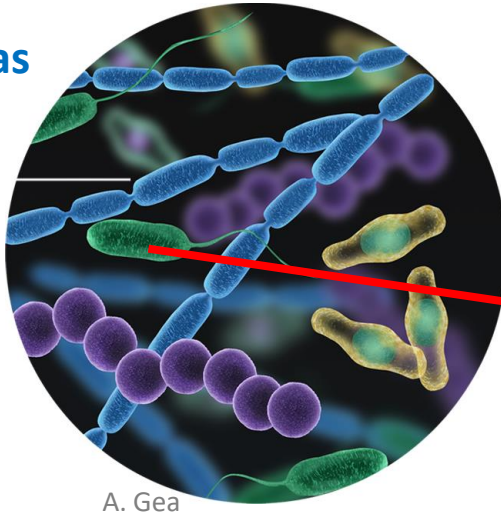


## COMPOST

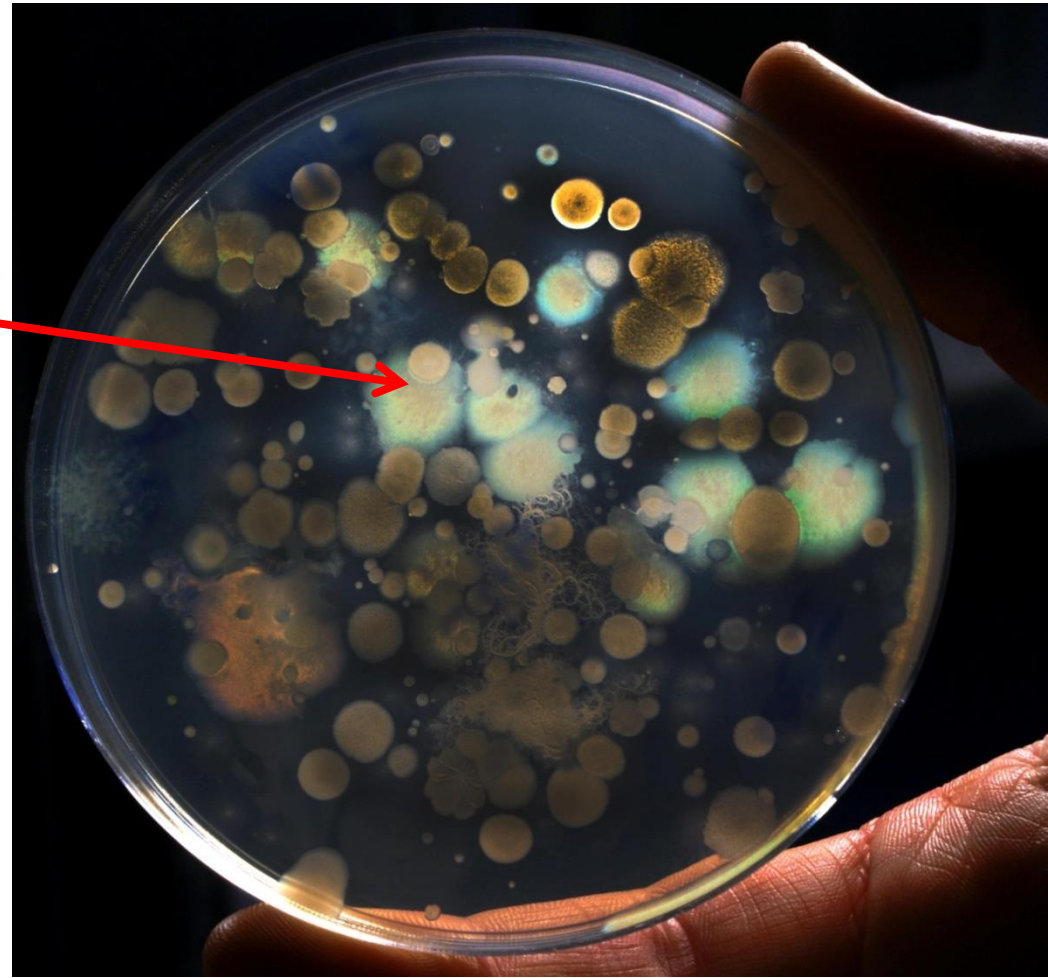
*Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

3) Introducir una alta variedad de microorganismos implicados en el ciclo de diferentes nutrientes y en procesos de control biológico

Bacterias



*Pseudomonas* fluorescentes



**Sideróforos fluorescentes**

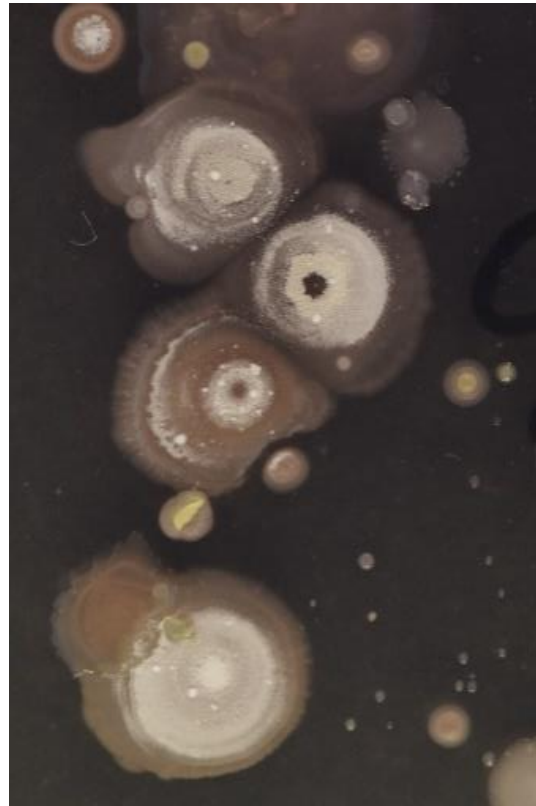
- ✓ Piocianina, azulado
- ✓ Pioverdina *amarillo-verdoso*
- ✓ Piomelanina, marrón



## COMPOST

*Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

3) Introducir una alta variedad de microorganismos implicados en el ciclo de diferentes nutrientes y en procesos de control biológico

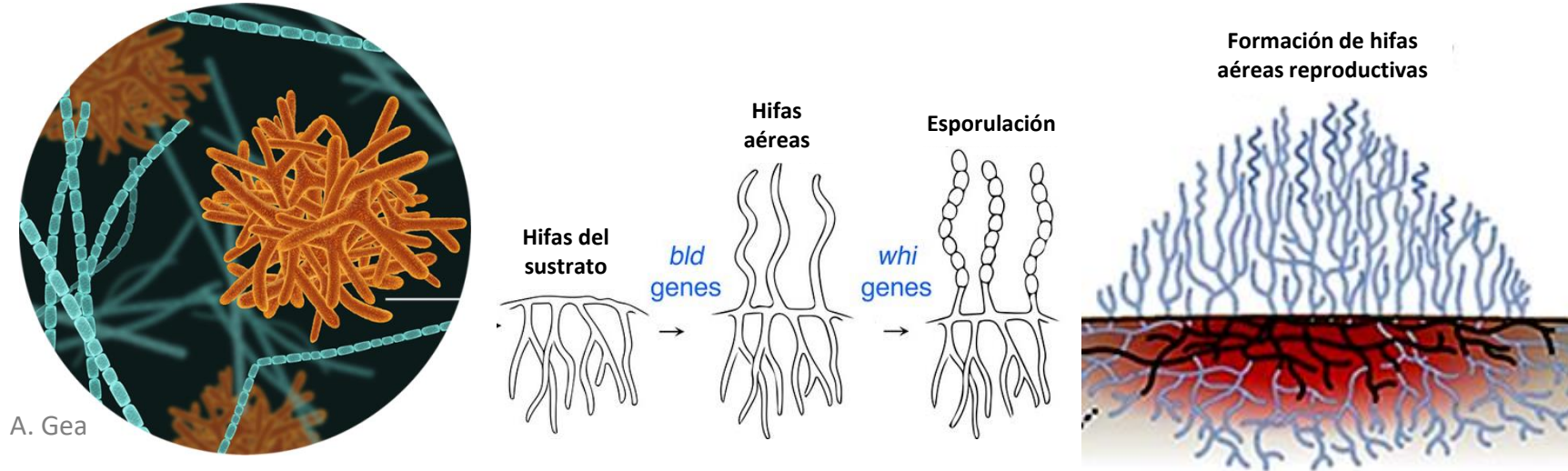


**ACTINOBACTERIAS**

# COMPOST

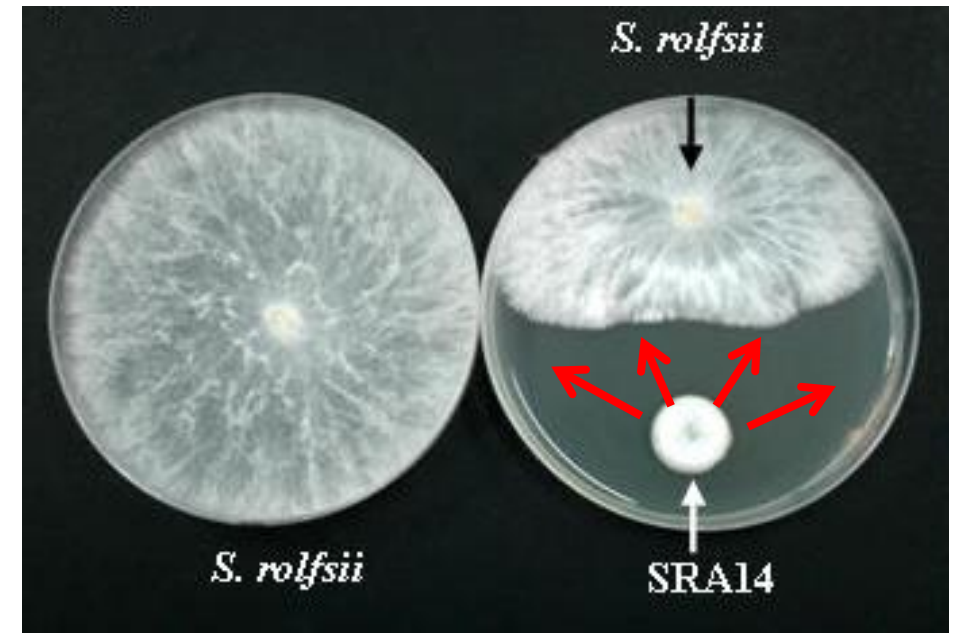
*Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

## Actinobacterias



*Streptomyces coelicolor* puede producir Geosmina (ácido volátil) lo que produce el típico olor a tierra mojada.

Estos compuestos se acumulan en aerosomas intracelulares los cuales se abren cuando llueve.





# COMPOST

*Cuáles son los beneficios del compostaje y de adicionar compost al suelo*

Hongos  
filamentosos



*Aspergillus spp.*

*Rhizopus/Mucor spp.*

*Penicillium spp.*

*Trichoderma spp.*

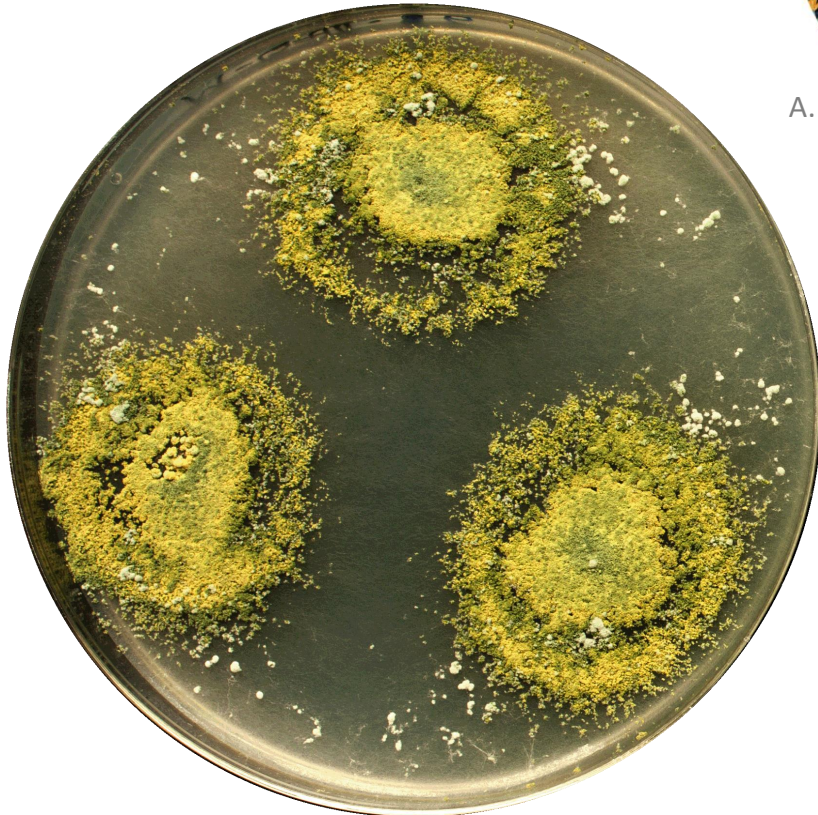
## *Mecanismos de acción*

- Competencia por nutrientes.
  - Producción de compuestos inhibidores (antibiosis).
  - Producción de enzimas líticas.
  - Micoparasitismo.
- 
- Alteración de la fisiología de la planta: incrementa la capacidad de resistencia al ataque de un patógeno (*protección sistémica o resistencia inducida*).
  - Promoción del crecimiento de la planta.

*Trichoderma*



Agente de  
control biológico





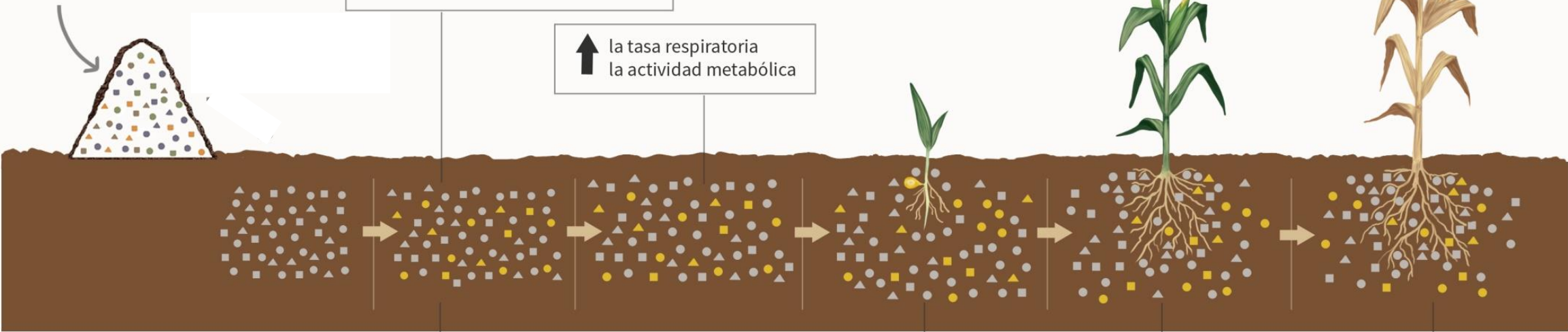
# MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO

## BIOLÓGICAS

Comunidad microbiana del compost

↑ la biomasa microbiana  
la diversidad de microorganismos

↑ la tasa respiratoria  
la actividad metabólica



Comunidad microbiana del suelo

## FÍSICAS

Mejora — la estructura del suelo.  
la capacidad de retención de agua.  
la infiltración y la permeabilidad.  
el transporte del agua.  
el intercambio de gases y la aireación.

El efecto rizosférico estimula selectivamente la población microbiana y comienza la mineralización de la materia

La mineralización de la materia orgánica se realiza a medida que la planta requiere nutrientes. La velocidad de mineralización depende de varios factores, principalmente, de la calidad del compost (R:C/N) y de la constitución de la comunidad microbiana.

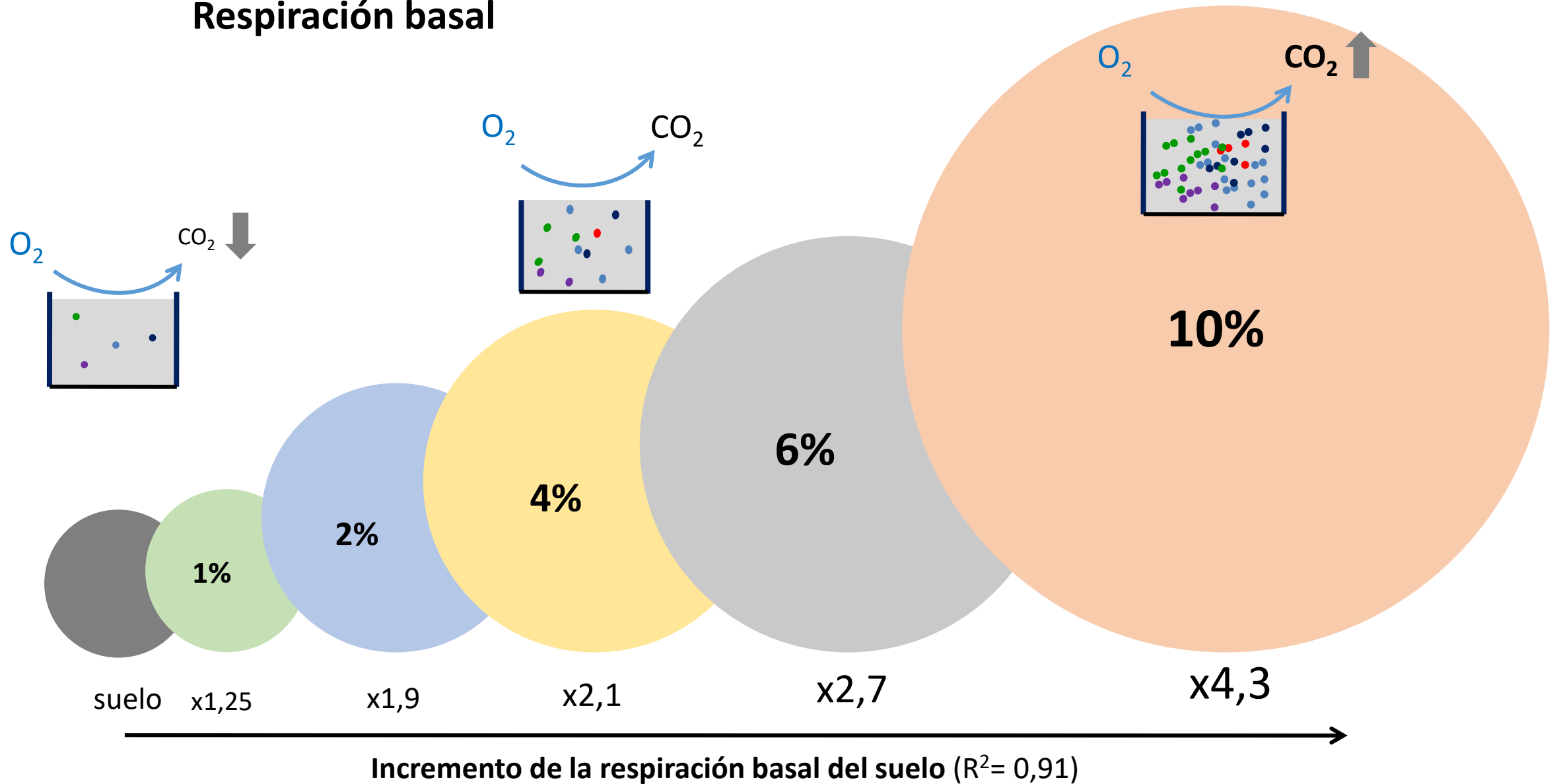
En términos generales la tasa de mineralización del nitrógeno es del 20-30% durante el primer ciclo de un cultivo anual, y del 10-20% en los años sucesivos. Estos valores dependen de la estabilidad de la materia orgánica del compost

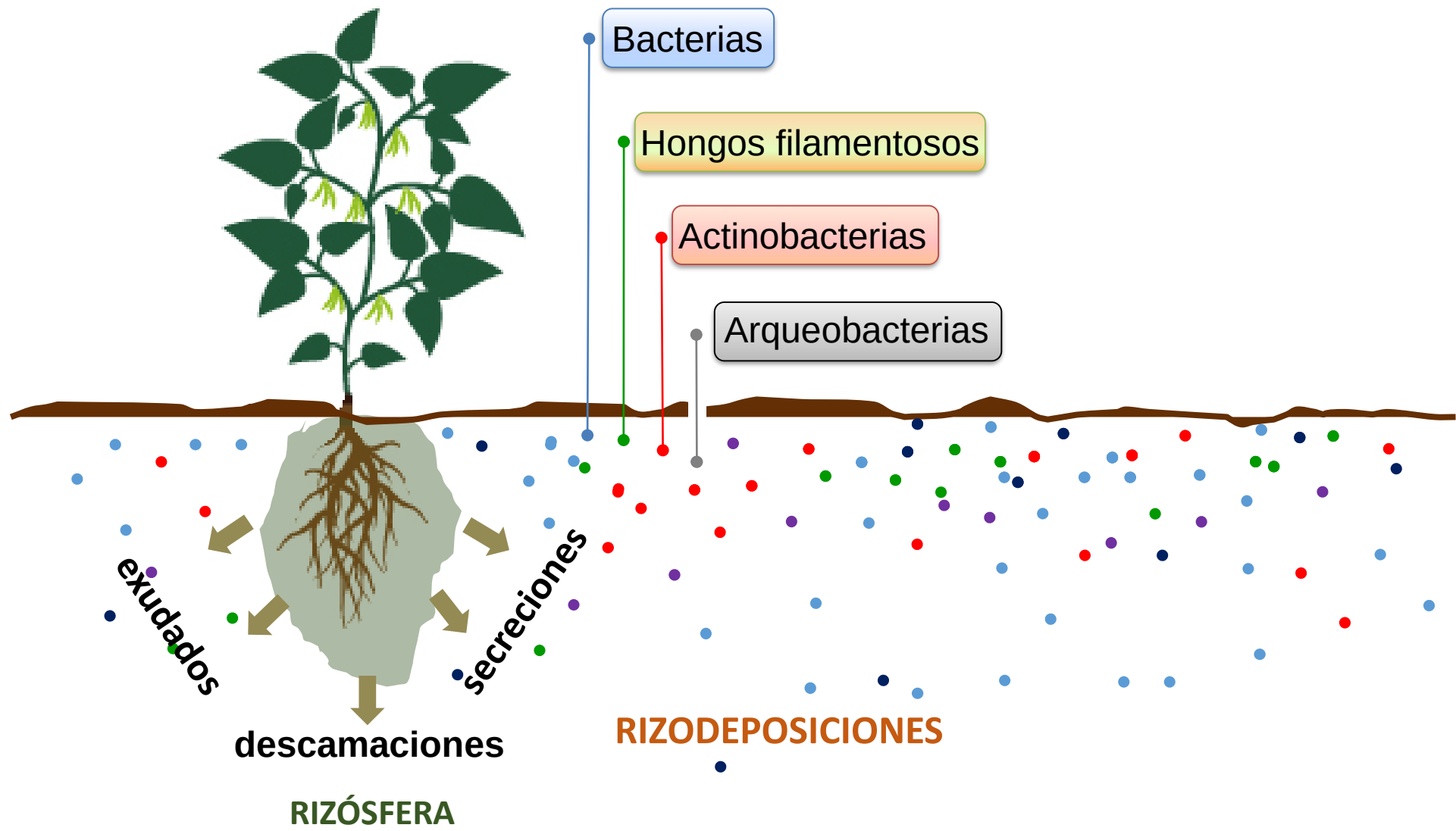
## QUÍMICAS

incrementa la disponibilidad de nutrientes  
Regula el pH (incrementa la capacidad buffer)  
Mejora la capacidad de intercambio catiónico

# ¿CUÁL ES EL EFECTO DE LA ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO?

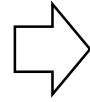
## Respiración basal



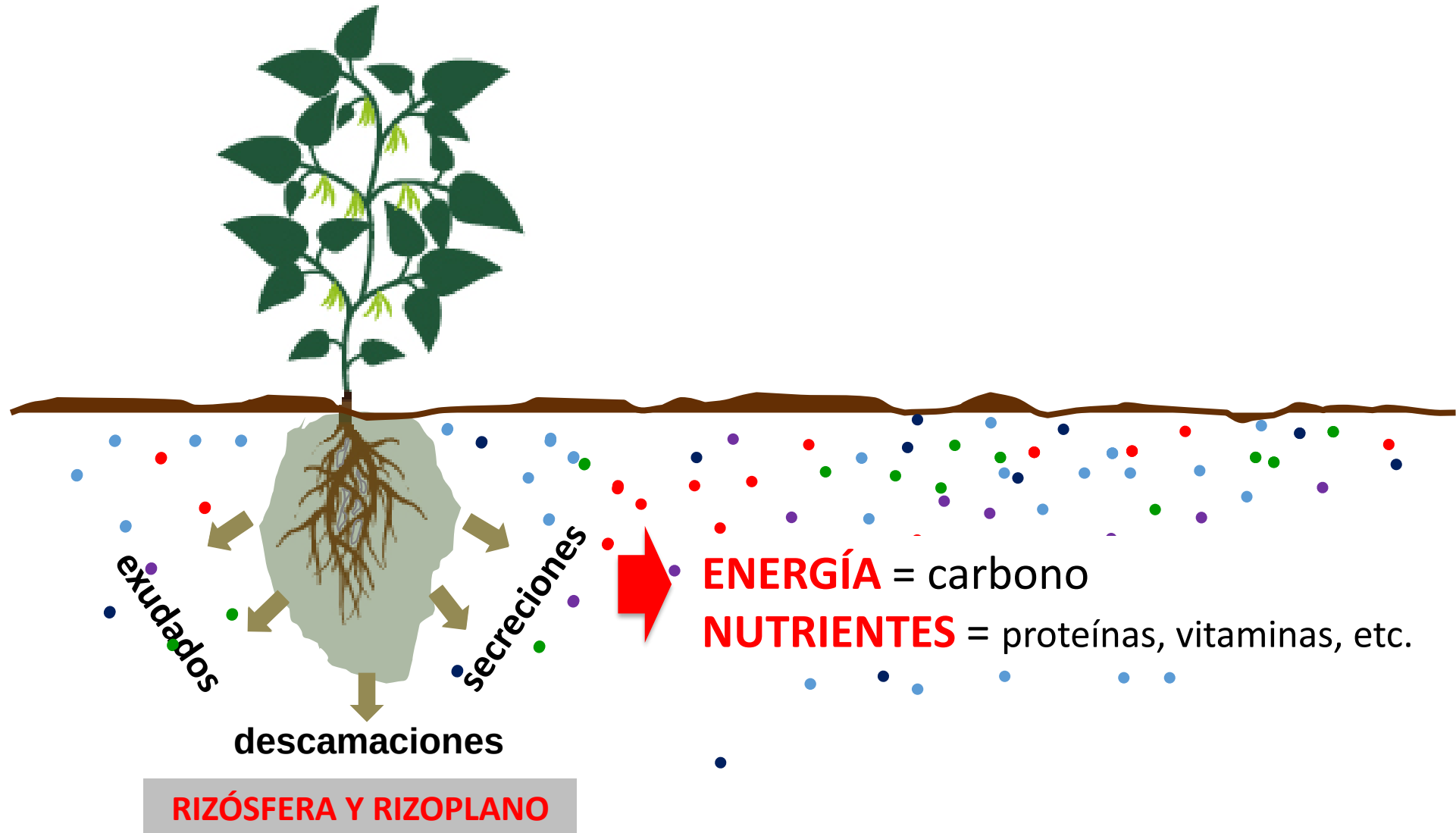




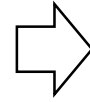
Comunidad microbiana del suelo



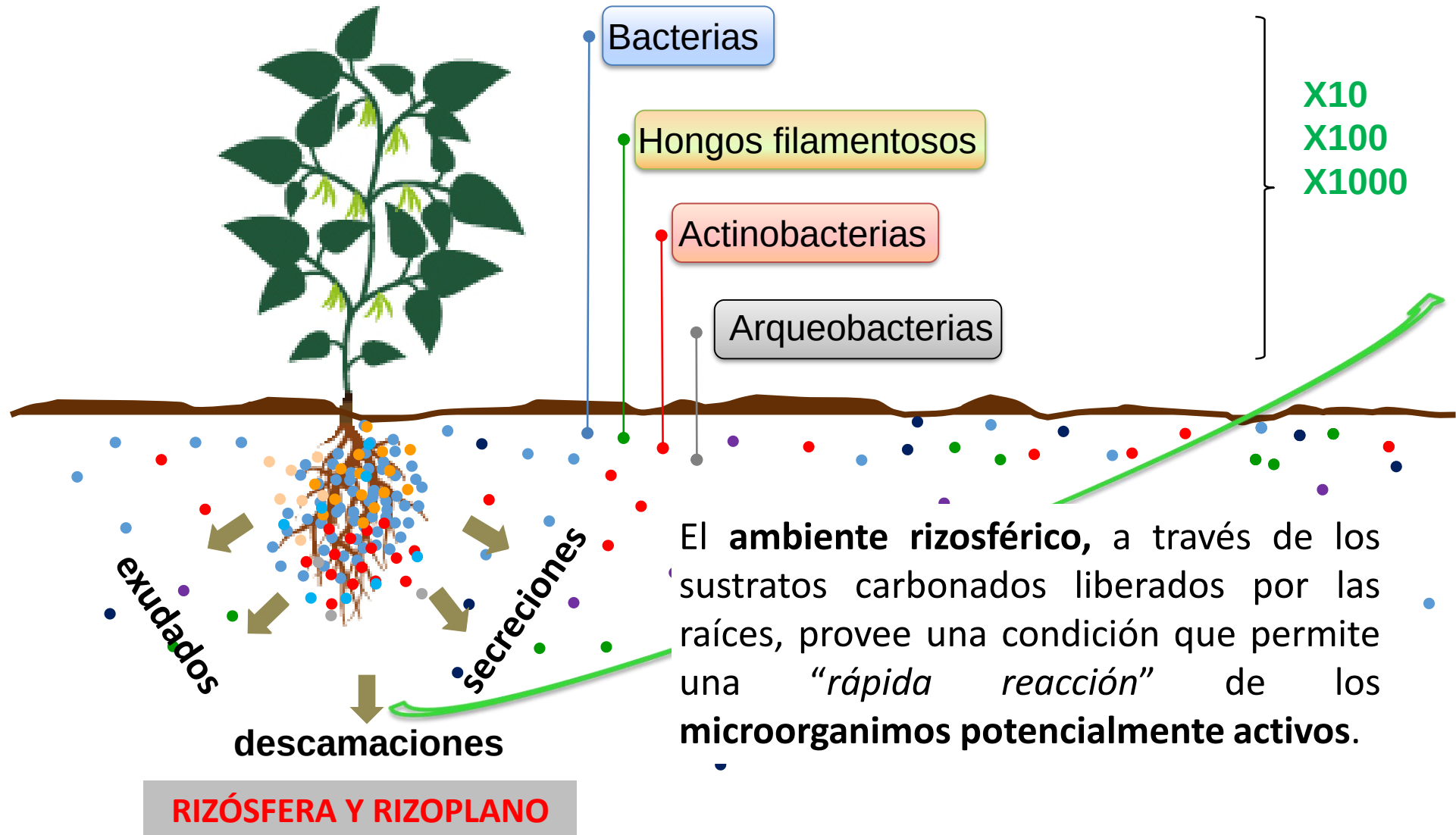
¿Qué efecto posee la rizósfera y el rizoplasma sobre el suelo?



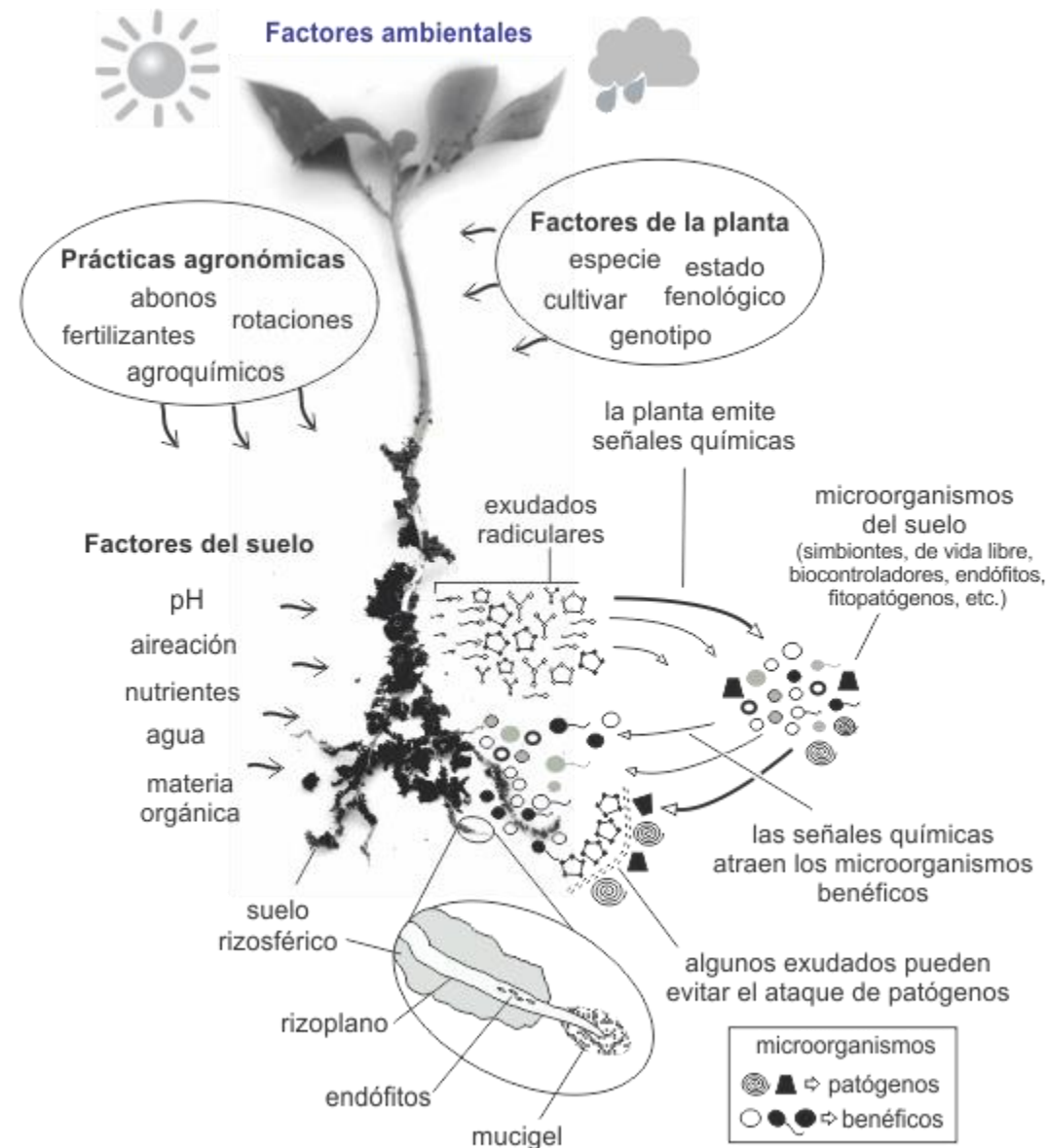
Comunidad microbiana del suelo



## ¿Qué efecto posee la rizósfera y el rizoplasma sobre el suelo?



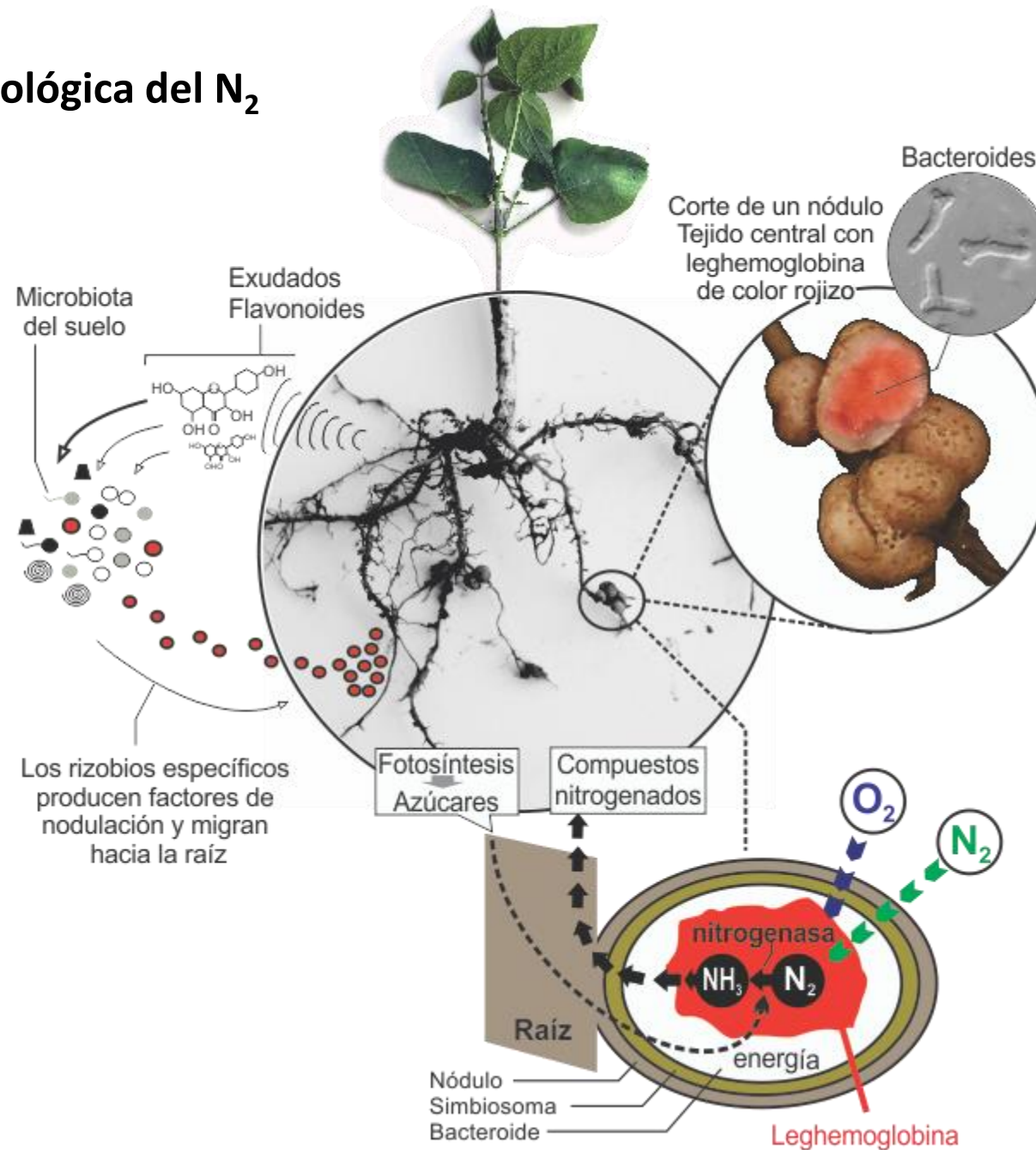
# El ambiente rizosférico



Laich, F. 2021. Comunidades microbianas rizosféricas: Interacciones y funcionalidades. En: Labrador, J., Porcuna, J. L., Jaízme Vega, M. C. Vivificar el suelo. Conocimientos y prácticas agroecológicas. FIAES y SEAE. De acceso libre en: [www.researchgate.net/profile/Federico-Laich](http://www.researchgate.net/profile/Federico-Laich)



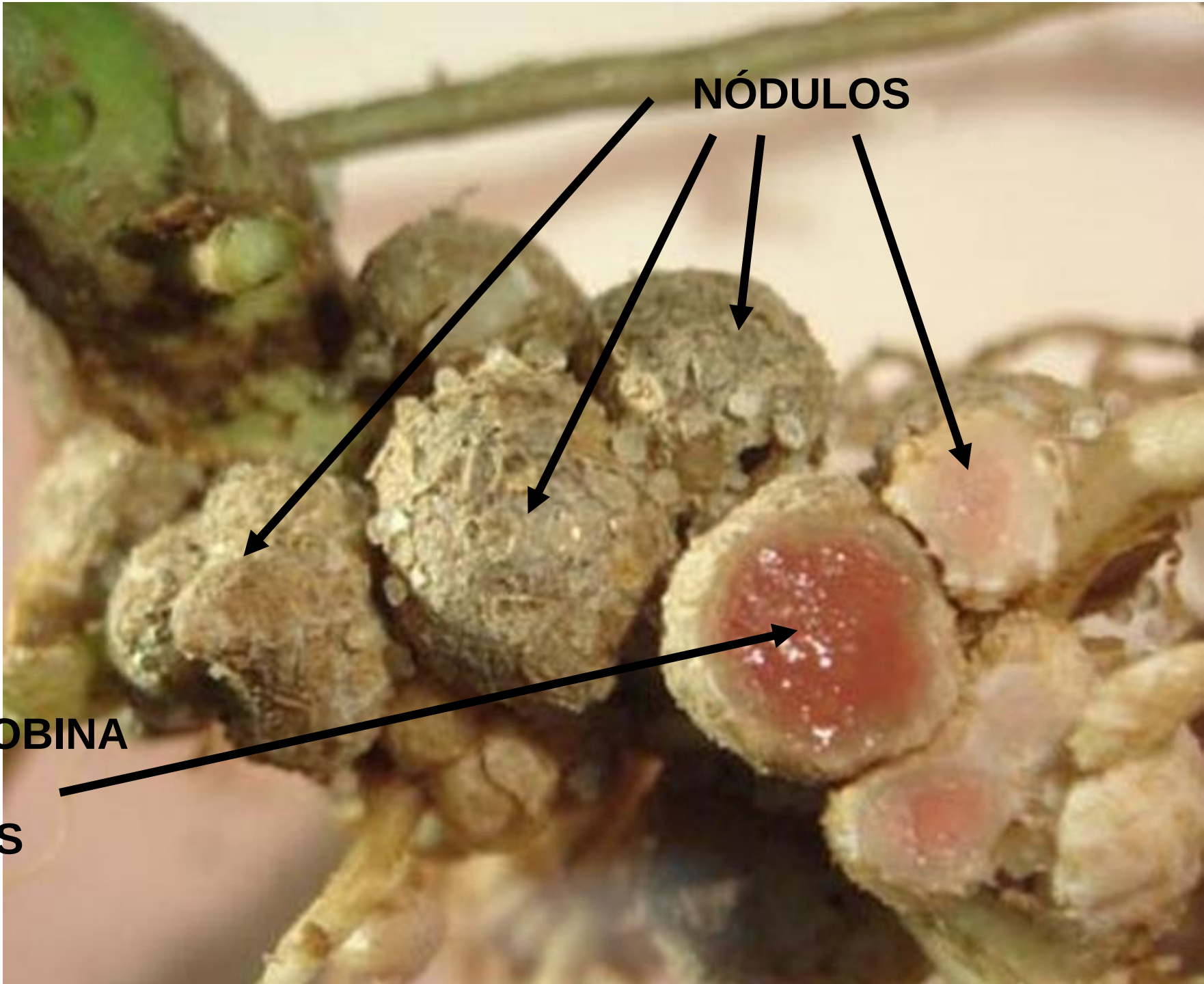
## La fijación biológica del N<sub>2</sub>



Laich, F. 2021. Comunidades microbianas rizosféricas: Interacciones y funcionalidades. En: Labrador, J., Porcuna, J. L., Jaízme Vega, M. C. Vivificar el suelo. Conocimientos y prácticas agroecológicas. FIAES y SEAE. De acceso libre en: [www.researchgate.net/profile/Federico-Laich](http://www.researchgate.net/profile/Federico-Laich)

**NÓDULOS**

**LEGHEMOGLOBINA  
SIMBIOSOMA  
BACTEROIDES**





Nódulos de crecimiento determinado en *Phaseolus*

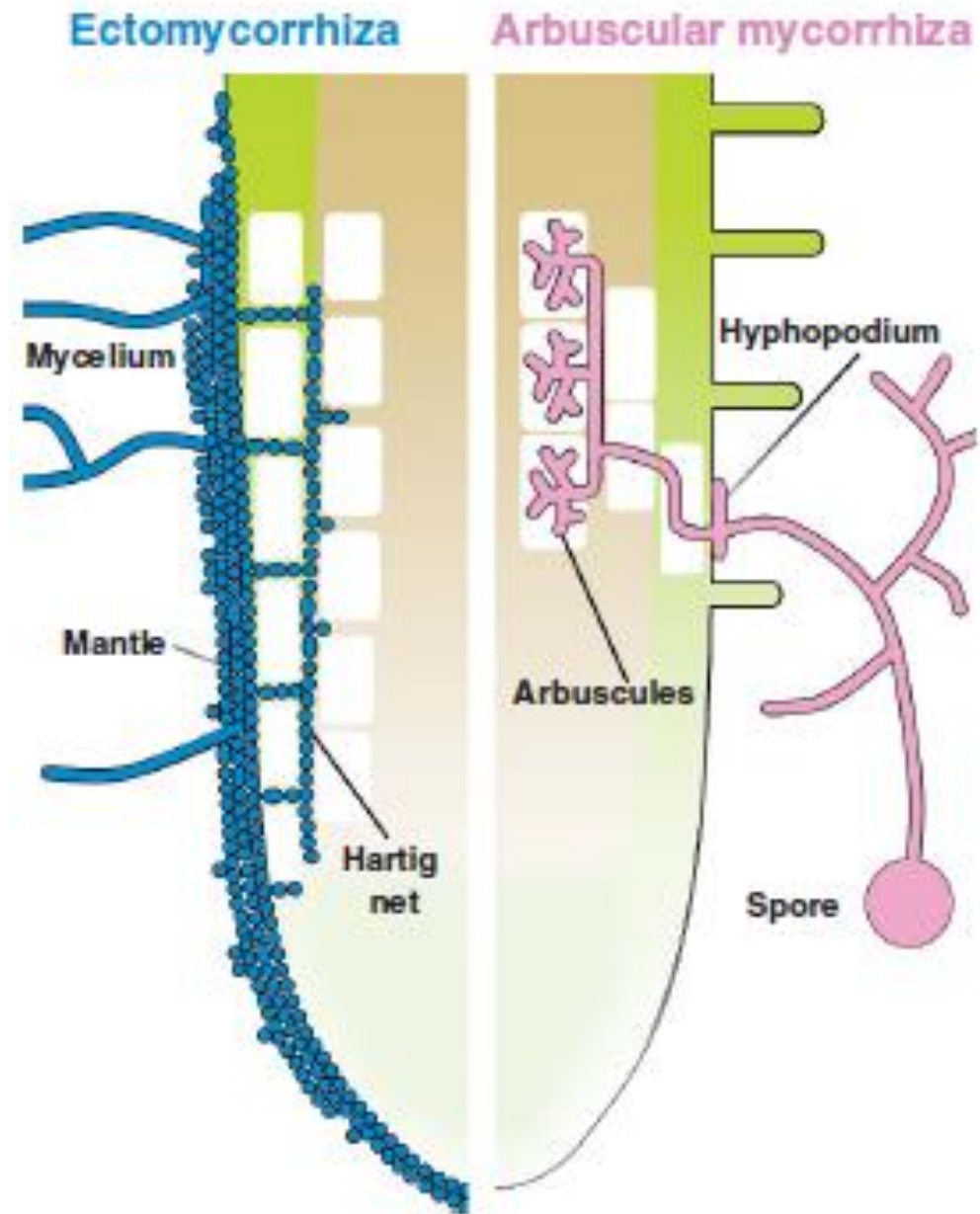








## Los hongos micorrícicos



## Los hongos micorrícicos

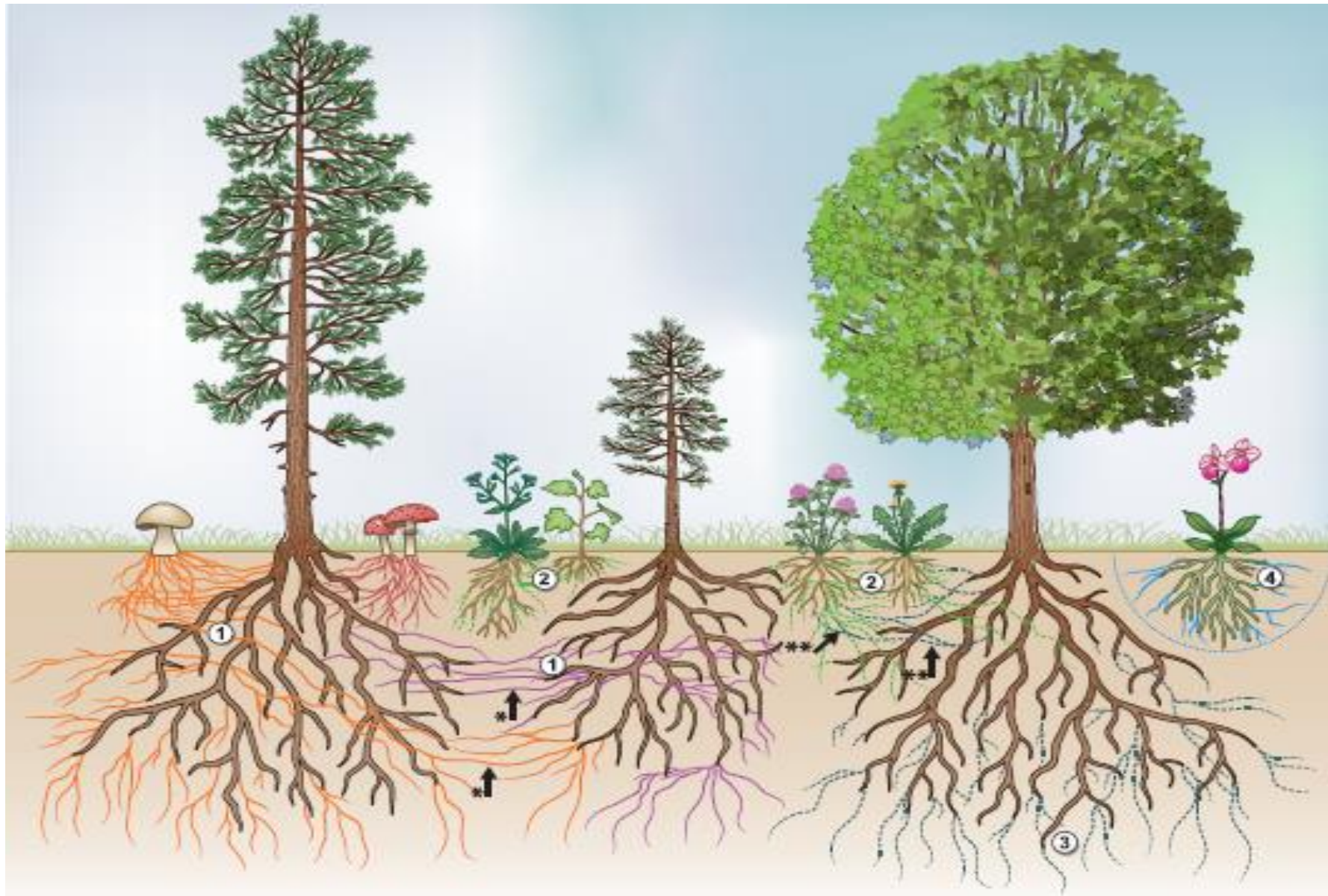


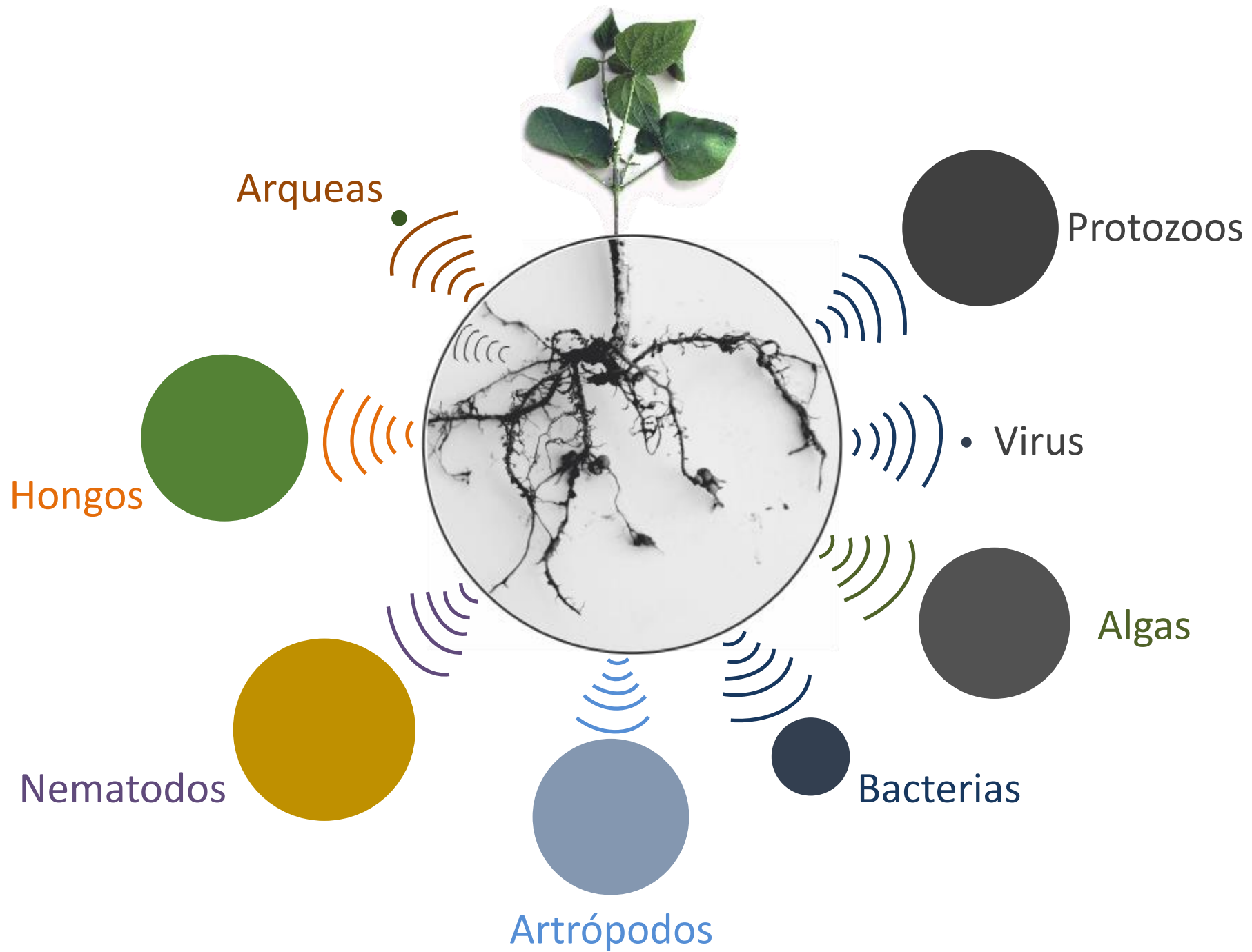
**Sin micorrizas**

**Con micorrizas**



## Los hongos micorrícicos





## Redes subterráneas

En la superficie, las plantas compiten por la luz solar que les da vida, pero debajo de la superficie la imagen es más compleja.

Nature, Vol 449, 2007

