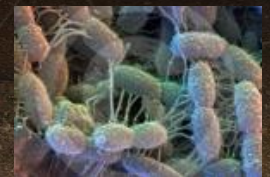
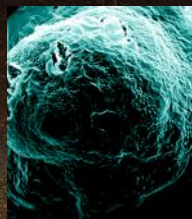


Biología de Suelos: Un Recurso Esencial para la Agricultura Sostenible

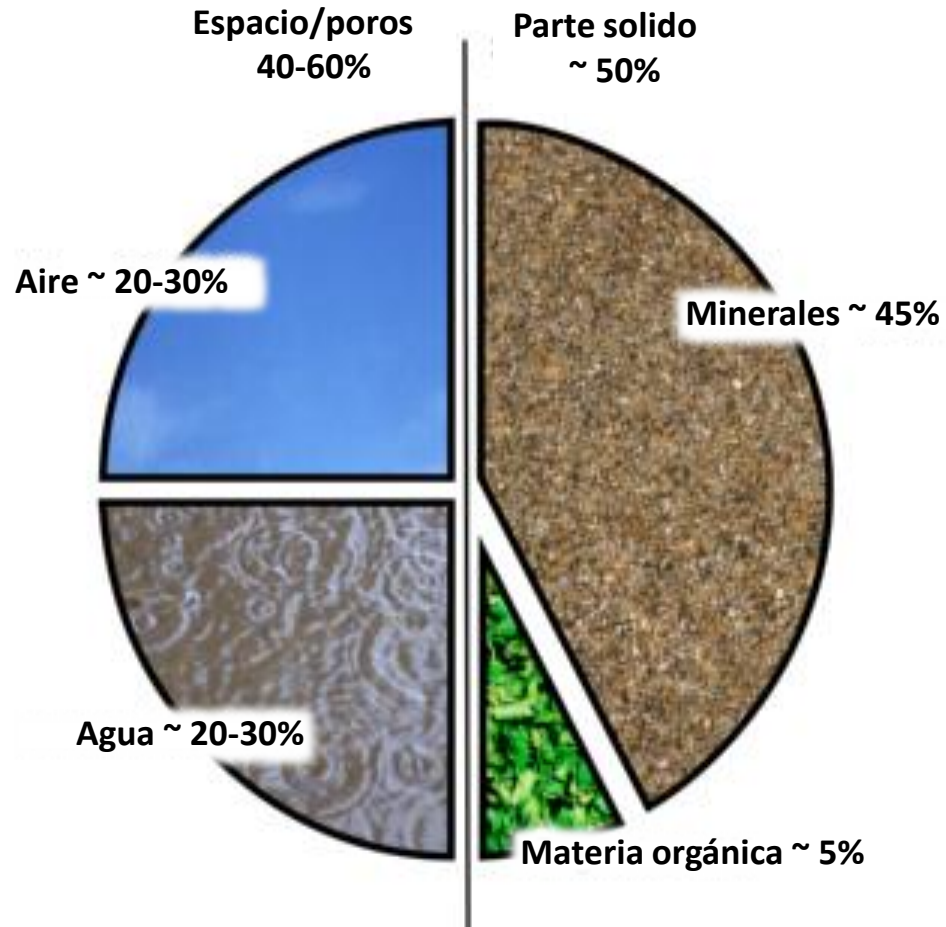


Steven Fonte
Universidad de California, Davis

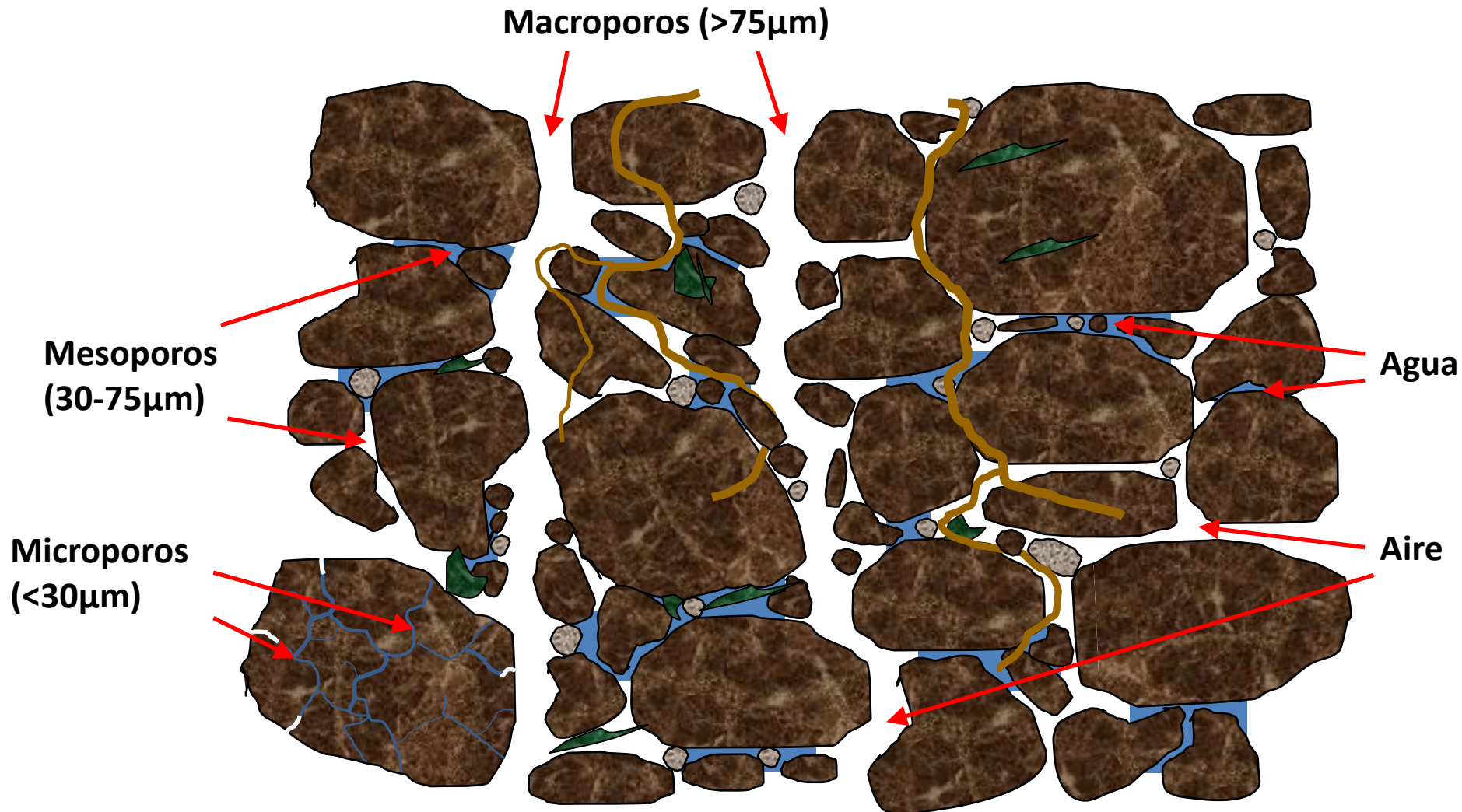


¿Que es el Suelo?

Composición de un Suelo Común



Minerales (arcilla, limo, arena) con materia orgánica forman agregados y un laberinto de poros de diferentes tamaños que controlan el movimiento y la disponibilidad de agua.




Biodiversidad de los Suelos

¿Quiénes viven en el suelo?

Biodiversidad de los Suelos

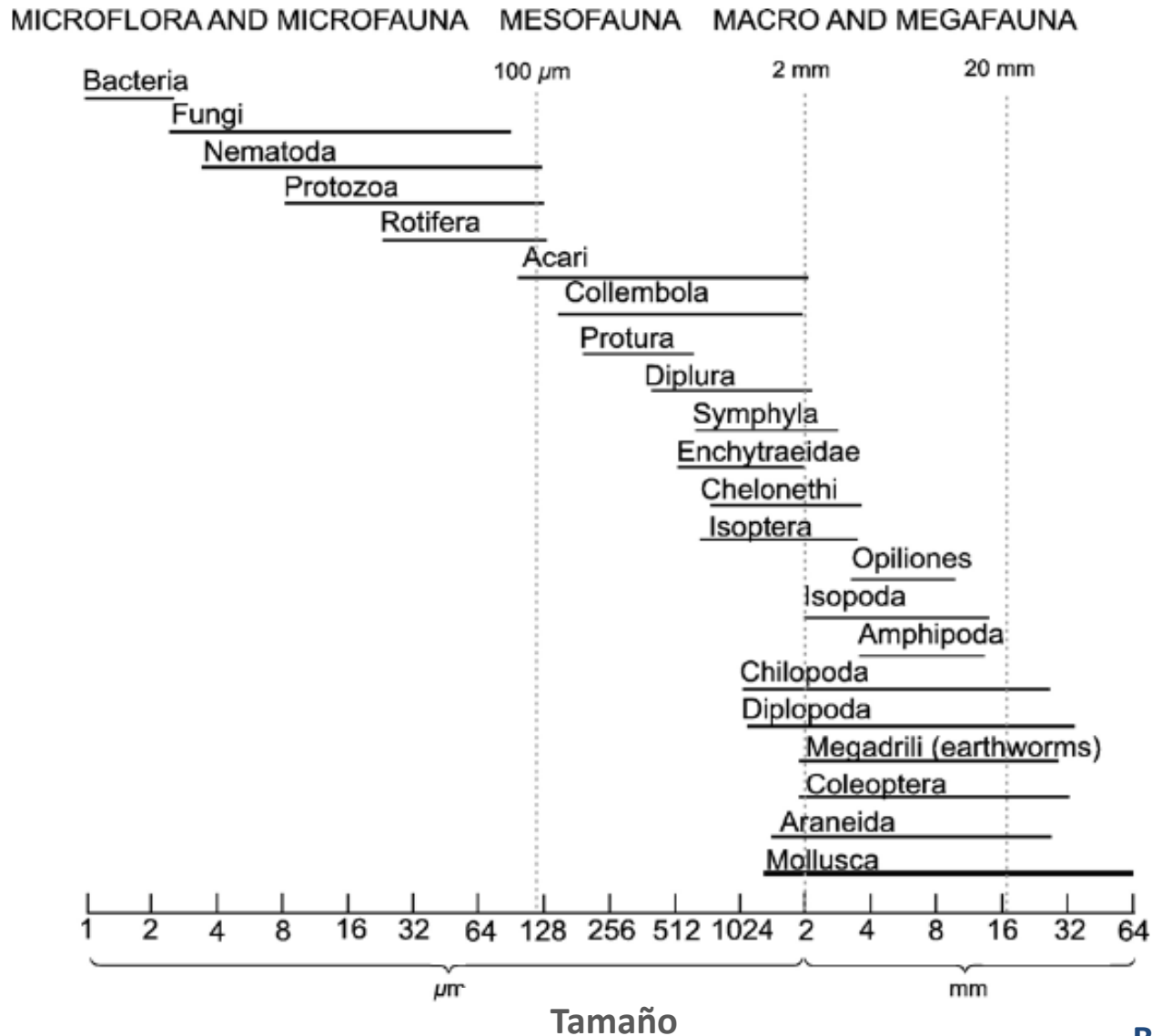
Tabla 1: Numero estimado de especies de plantas y organismos de suelo organizado según su tamaño (modificado de Wall et al., 2000)



Size	Group	Known species	Estimated total species	% Known
	Vascular plants ^a	270000	300000	90
	Macrofauna			
	Ants	8800	15000	58.7
	Termites	1600	3000	53.3
	Earthworms	3600	No estimate	No estimate
	Mesofauna			
	Mites	20.000-30.000	900,000	2.2-3.3
	Collembola	6500	24,000	27.1
	Microfauna			
	Protozoa	1500	200,000	7.5%
	Nematodes	5000	400,000	1.3
	Microflora			
	Bacteria	13,000	1.000.000	1%
	Fungi	18000-35000	1.500.000	1-2%

^a Estimates for Vascular plants (UNEP, 1995).

Biodiversidad de los Suelos



Microrganismos del Suelo (microflora)

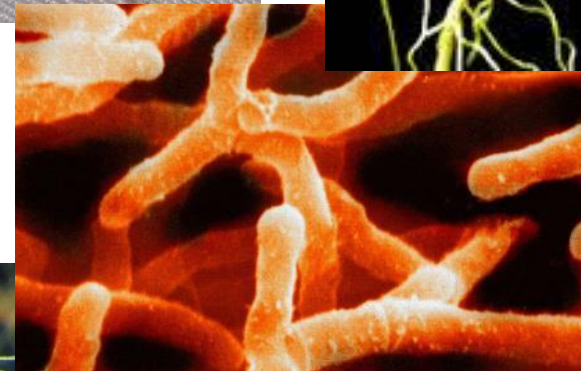
Bacteria

- rhizobia
- actinobacteria
- *Ralstonia solanacearum*



Fungí/hongos

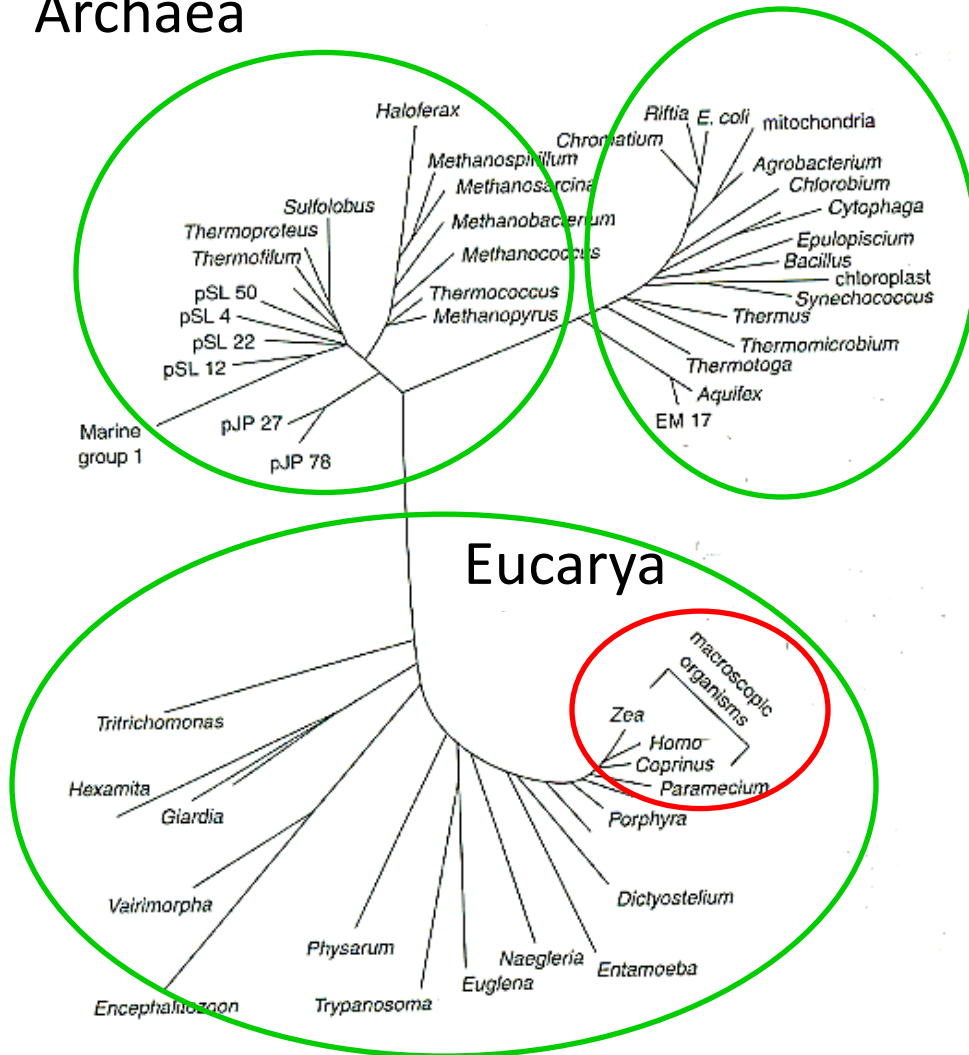
- micorriza
- trichoderma



Microrganismos del Suelo

Bacteria

Archaea



3 Dominios

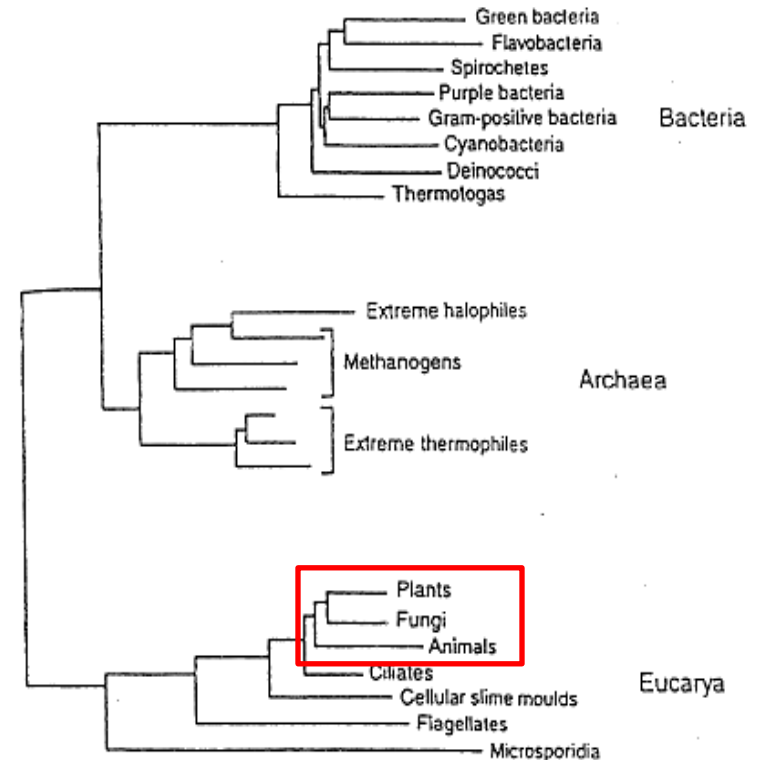


FIGURE 4.1 Universal phylogenetic tree showing the domains proposed by Carl Woese. (From Goodfellow and O'Donnel, 1993.)

Micro- y Mesofauna del Suelo



Nematodos



Tardigrada



Rotifera



Colembola



Ácaros

Macrofauna del Suelo

= Invertebrados que se puede ver sin magnificación (>2mm)



Plantas

- Raíces pueden tener una arquitectura diversa y representan una gran parte de la planta



- Plantas son productoras primarias
=> contribuyen residuos orgánicos (raíces, hojas,...)
= base de energía fundamental en el suelo

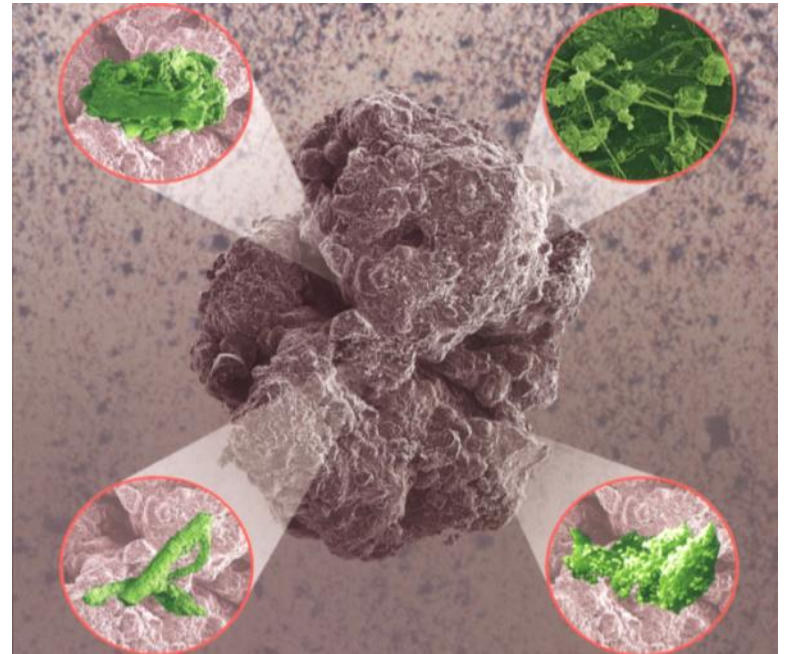
La Vida en un m²

- Miles de especies de fauna
- Hasta millones individuos de micro- y mesofauna
- Miles de individuos de macrofauna de 15 ordenes



Biodiversidad de los Suelos

- Apoyada por la formación de **diversos hábitats** que existen en **varias escalas** - asociadas con la disponibilidad de recursos (ej. carbono, nutrientes, agua, oxígeno, protección contra enemigos, microclima, etc.)

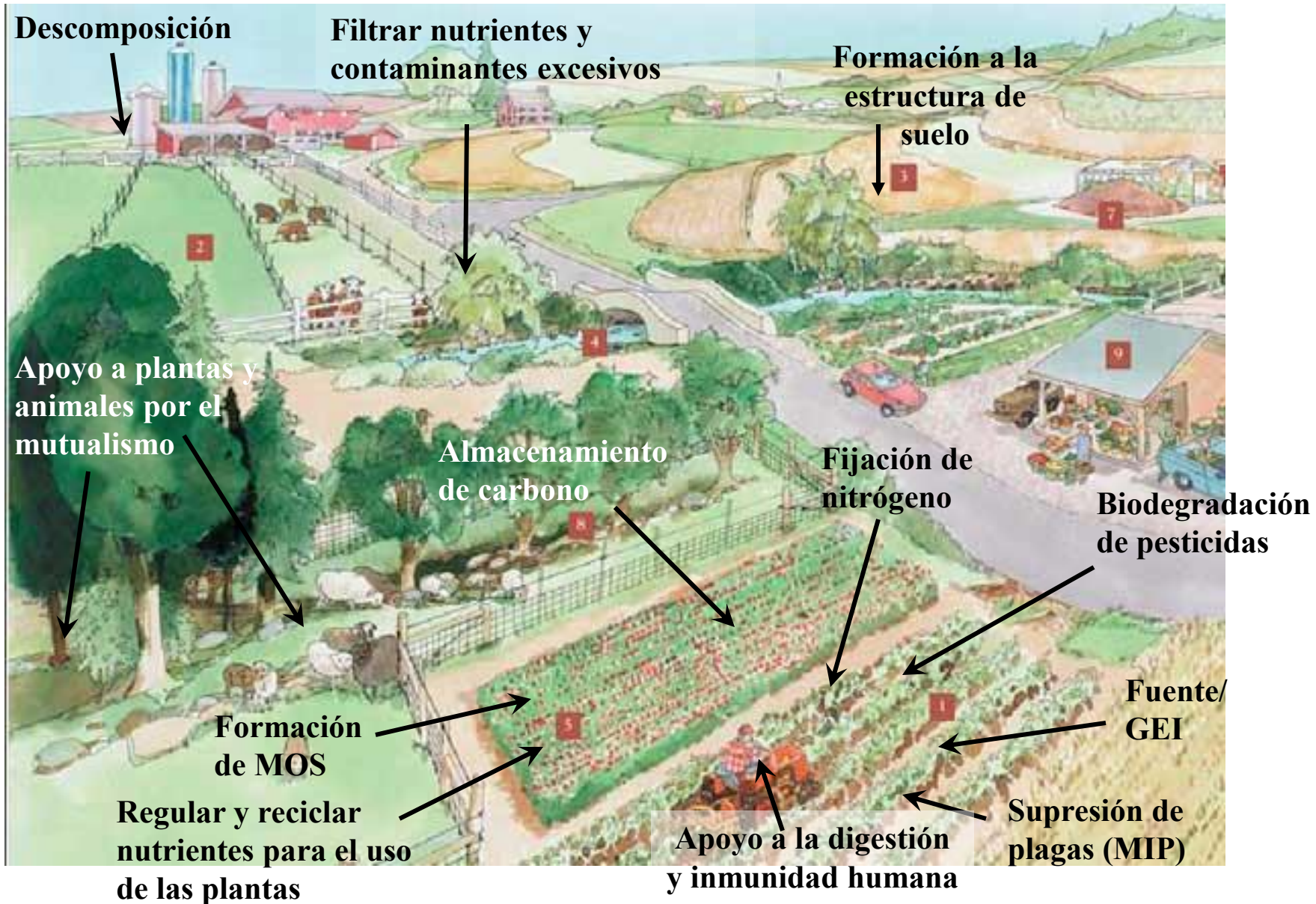


Función Biológica del Suelo

¿Qué hacen estos organismos?

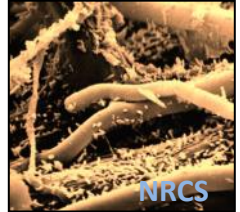
¿y por qué nos importan?

Servicios Ecosistémicos



Servicios Ecosistémicos

Reciclaje de Nutrientes: descomposición de residuos y conversión en nutrientes disponibles



Provisión de Nutrientes: fijación N, solubilización de P,...

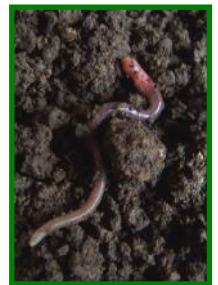
Estabilización de Materia Orgánica: producción de material orgánica estable en el suelo, protección en agregados, incorporación de residuos



Regulación de Estructura del Suelo: agregación, aeración del suelo, formación de macroporosidad

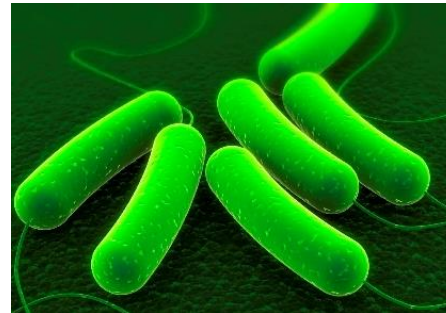


Defensa de Plantas y Incremento de Crecimiento: biocontrol, competir con (y destruir) microbios dañinos, producción de hormonas benéficas



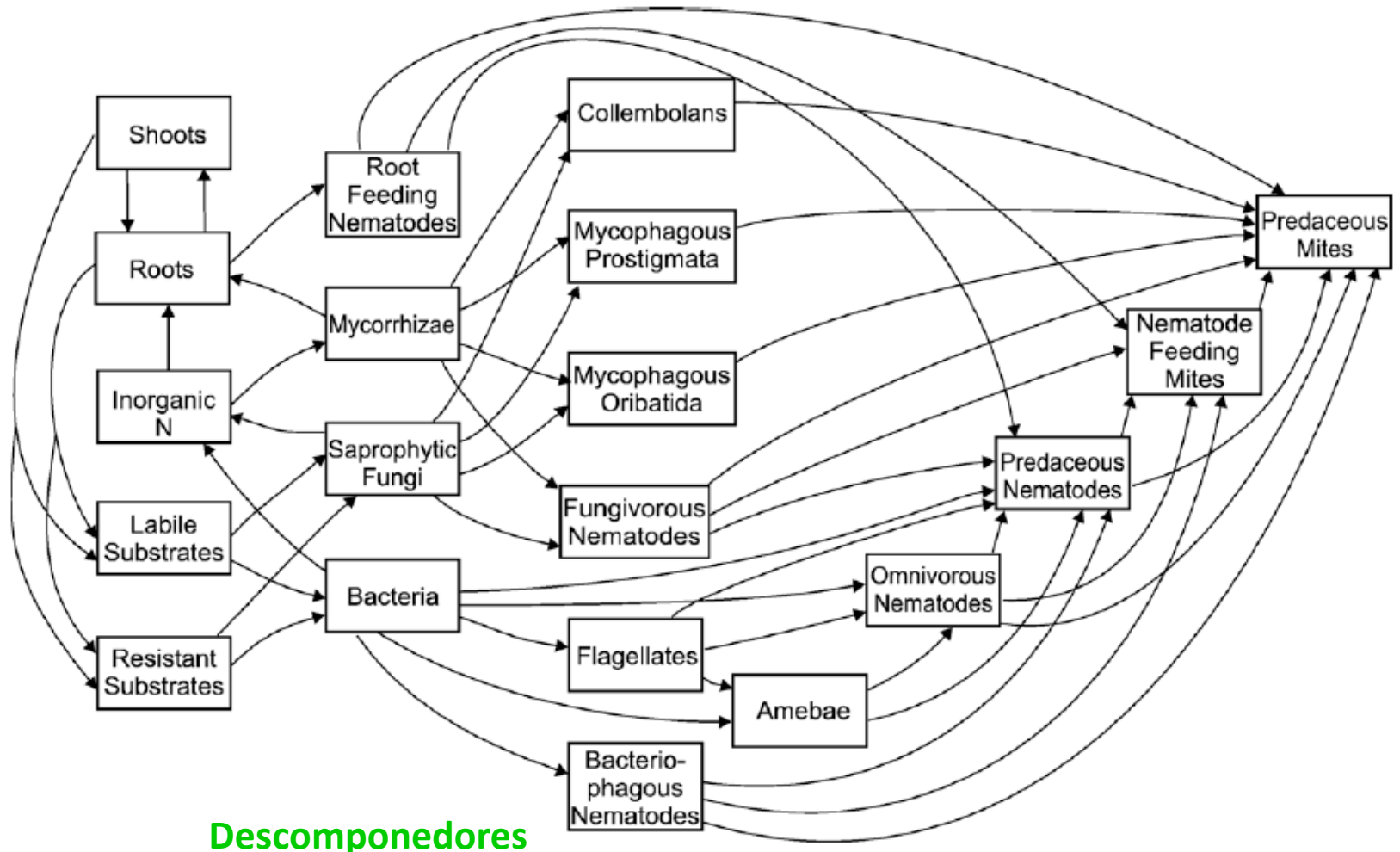
Des-servicios

- Son plagas de nuestros cultivos (ej. gorgojo de los andes) y enfermedades de las seres humanas (ej. *E. coli*)
- Microbios y malezas pueden competir para nutrientes y agua con los cultivos
- Producción de gases del efecto invernadero
- Otros efectos negativos...



=> Hay que pensar en manera holística y tomar en cuenta que todo está interrelacionado

Red Alimentaria del Suelo



Descomponedores

Residuos
Orgánicos
(Detritus)

Consumidores
Primarios

Consumidores Secundarios
(Omnívoros y Depredadores)

Ingenieros Ecosistémicos (del Suelo)

= Organismos que modifican o construyen su propio hábitat (y lo de otros organismos) y tienen efectos directos e indirectos sobre muchas funciones del suelo



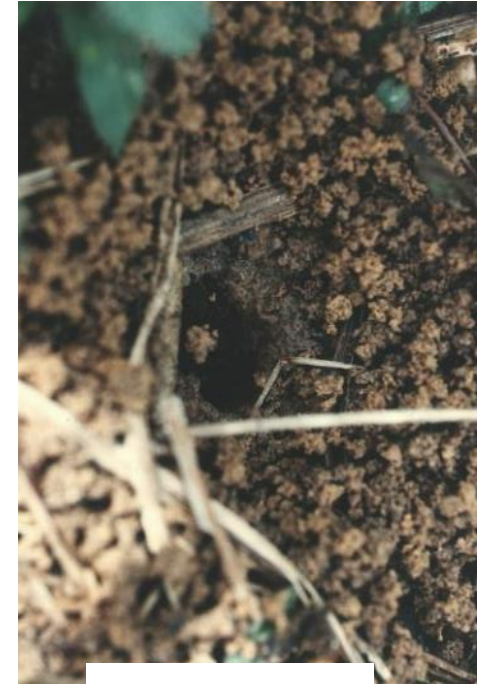
Ingenieros Estructurando el Suelo



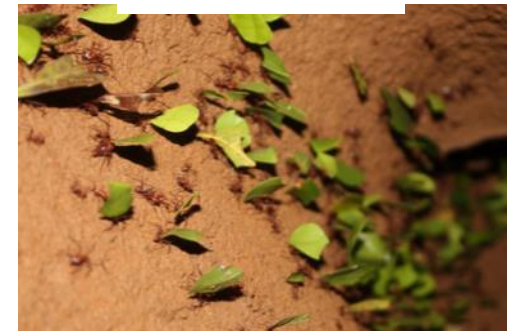
Termitas



Lombrices



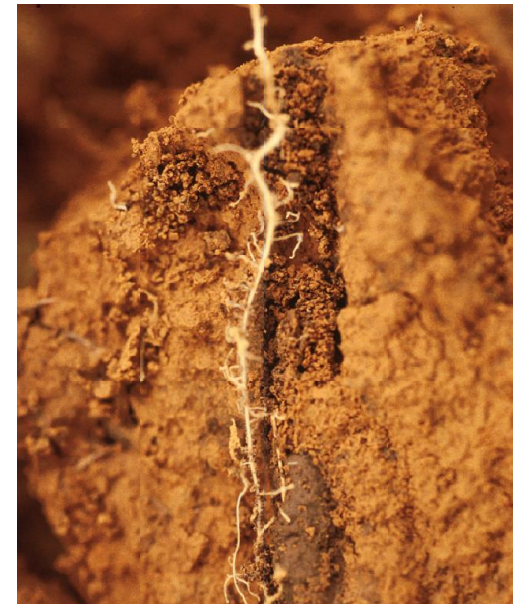
Hormigas



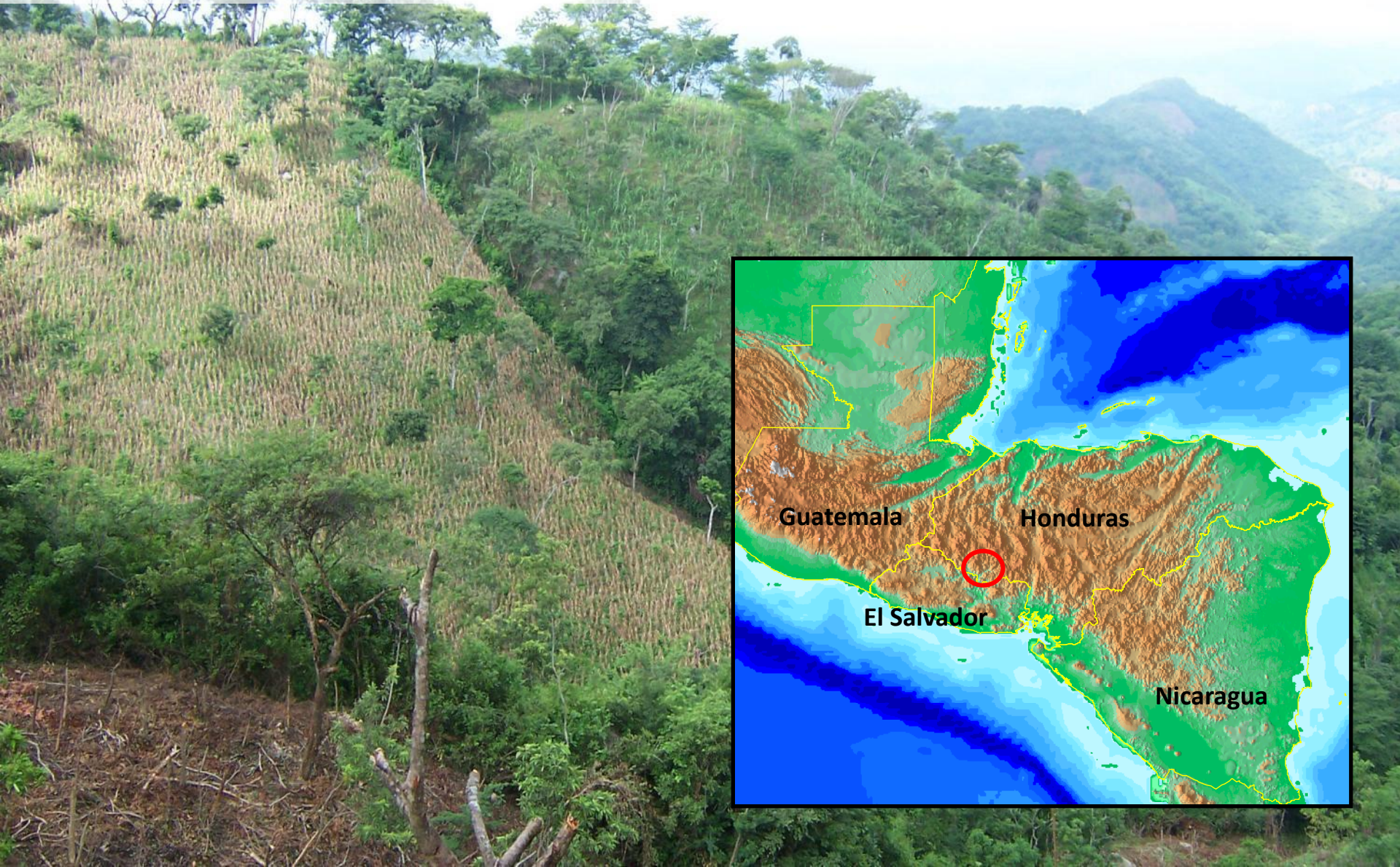
Ingenieros del Suelo

Tienen grandes impactos sobre:

- Infiltración y la dinámica de agua
- Disponibilidad de nutrientes en el suelos
- Dinámica y estabilización de materia orgánica en el suelo
- Creación de hábitat para otros organismos
- Regulación de la vida microbiana
- Productividad de los cultivos



Estudio de Caso: Lombrices en el Sistema Agroforestal Quesungual



**Tala y Quema
(Slash and Burn)**



Cortesía de L.A. Welchez



Sistema Agroforestal Quesungual

Agroforesteria vs. Tradicional

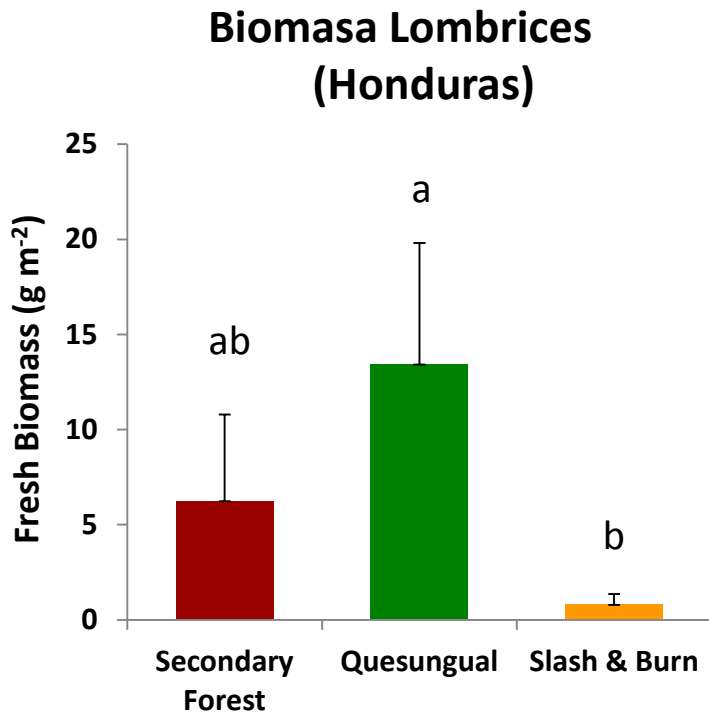
- Alta cantidad de residuos
- Perturbación mínima del suelo (no quema y sin labranza)
- Mantenimiento de alta abundancia y diversidad de arboles.



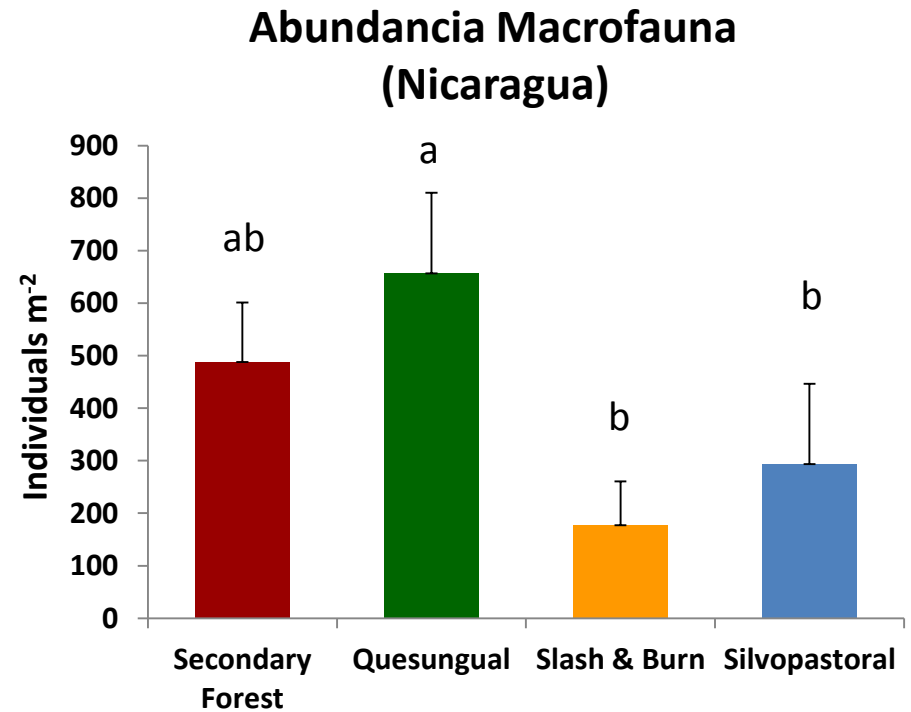
**Sistema
Quesungual**

Impactos Sobre la Actividad Biológica

- Quesungual apoya alta nivel de actividad de macrofauna



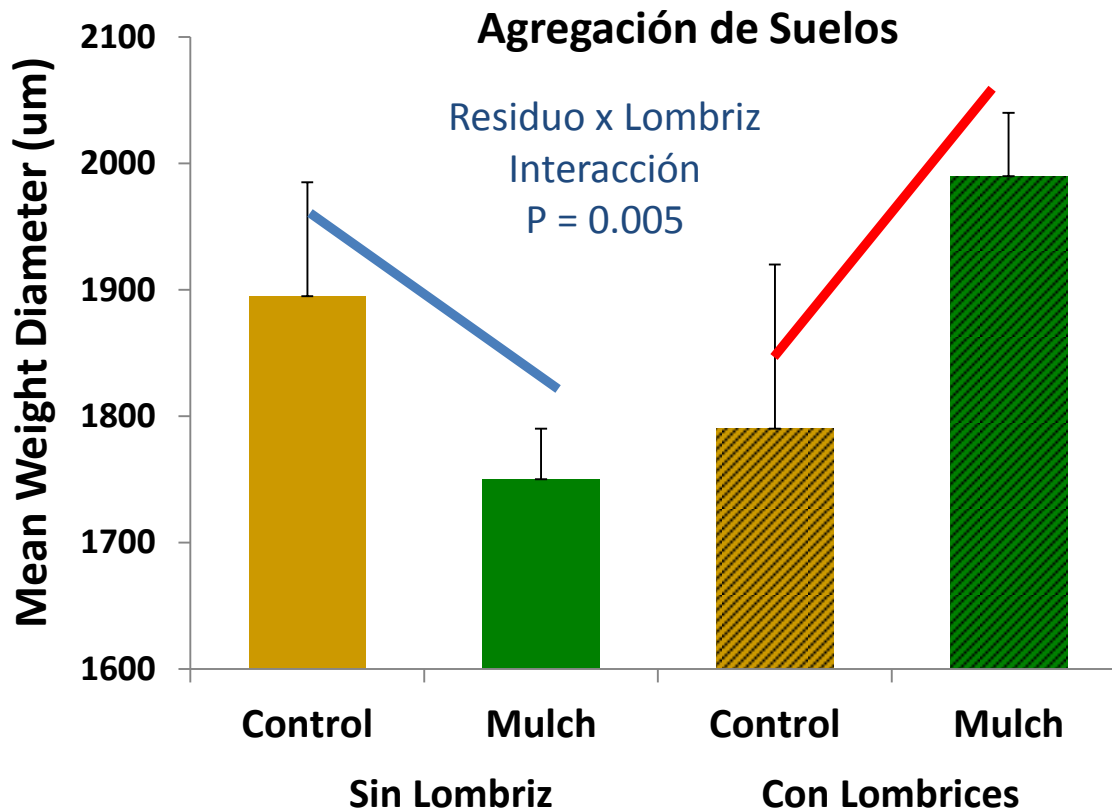
Fonte et al. (2010) Geoderma



Rousseau et al. (2013) Ecol. Indic.

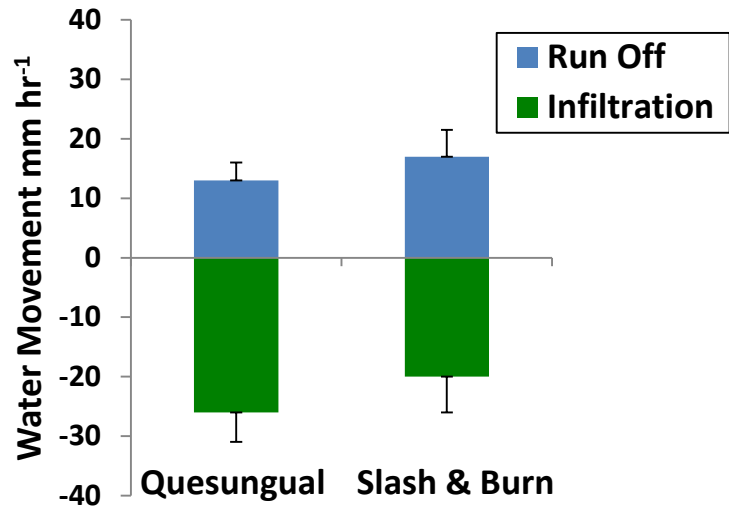
Lombrices y Estructura del Suelo

- Residuos mejoran la estructura del suelo, pero solo en la presencia de lombrices

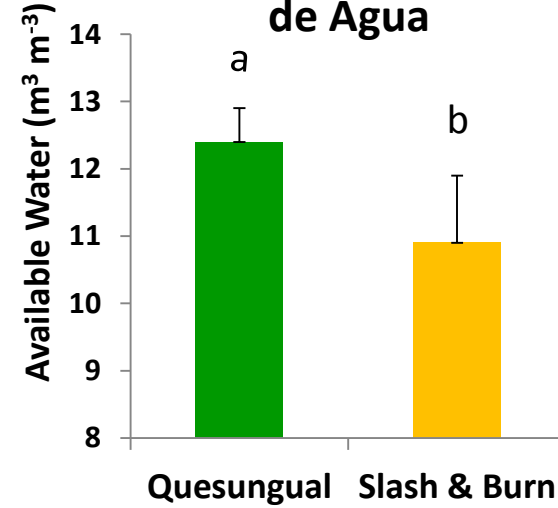


Dinámica de Agua y Erosión

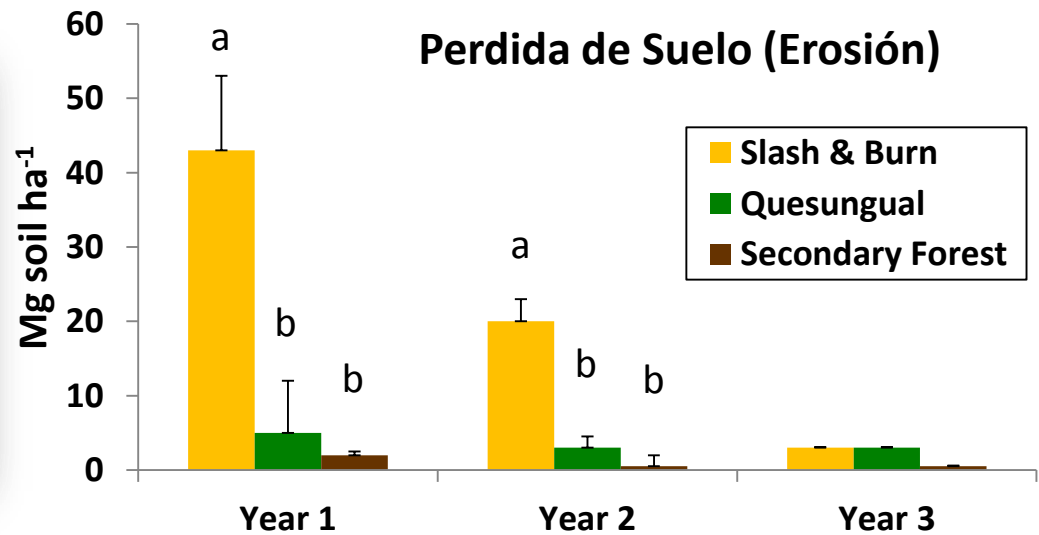
Movimiento de Agua



Almacenamiento de Agua



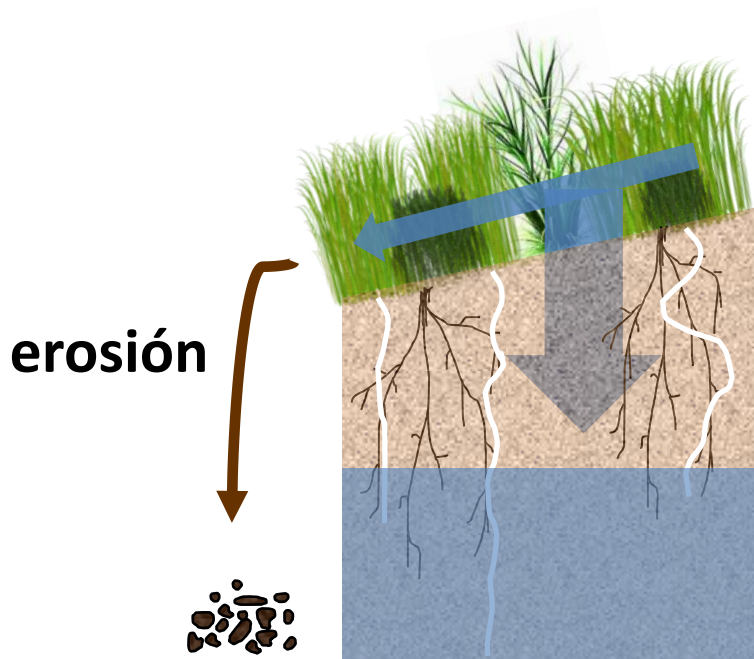
Perdida de Suelo (Erosión)



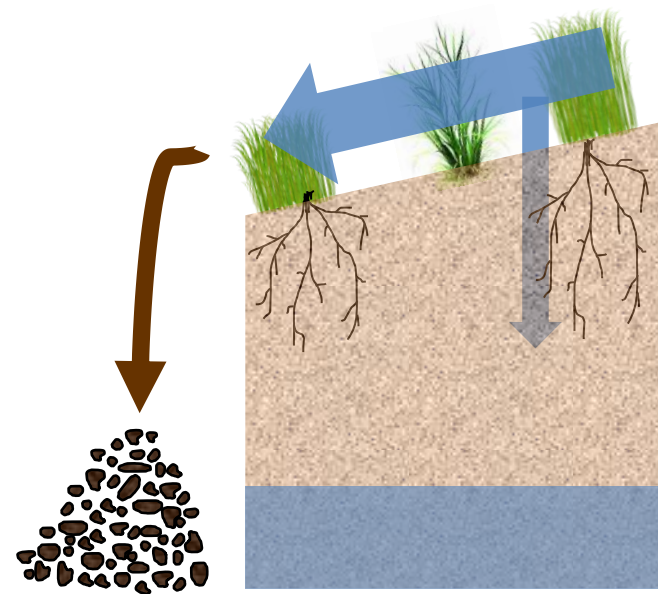
Adaptada de M. Rivera (2008)

Servicios de Agua y Control de Erosión

La cobertura del suelo, la agregación, y las lombrices afectan la infiltración, erosión y el agua disponible para los cultivos



**Suelo con buena
cobertura y drenaje**



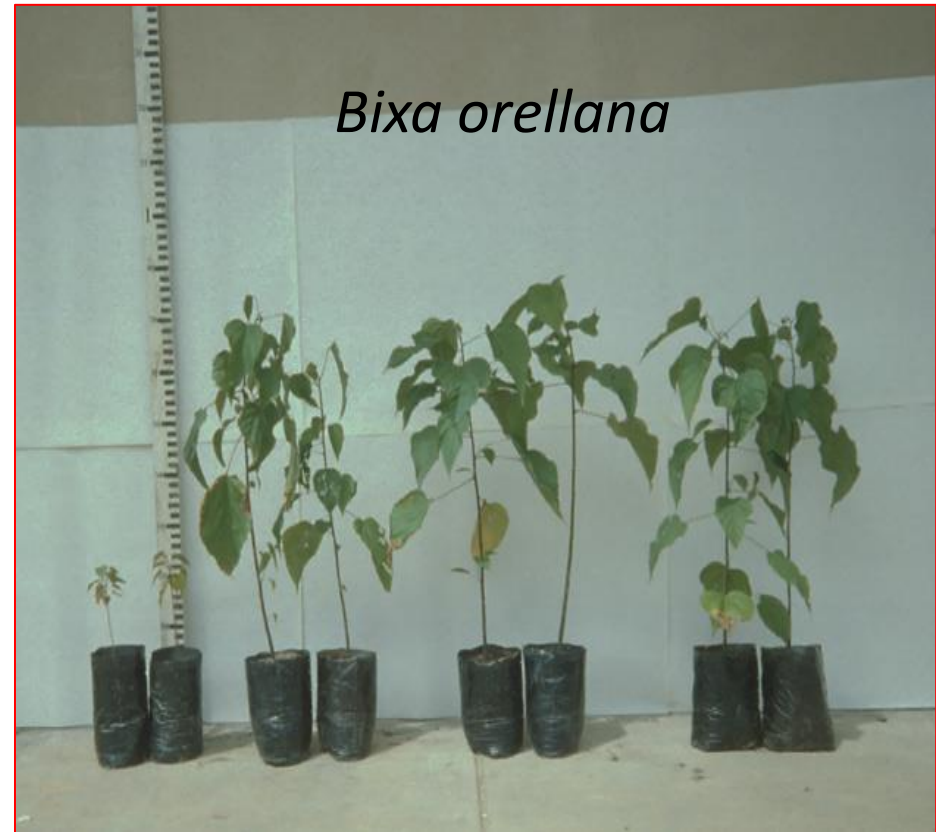
**Suelo desnudo, compactado,
y con mal drenaje**

Los Lombrices Aumentan el Crecimiento de las Plantas

* 75% de los casos +
70% en promedio

Mecanismos:

- Aeración del suelo
- Nutrientes
- Microflora simbiótica
- Protección de parásitos
- Hormonas



Sin lombrices — Con lombrices —

Cortesía de P. Lavelle

Uso más eficaz de las enmiendas del suelo

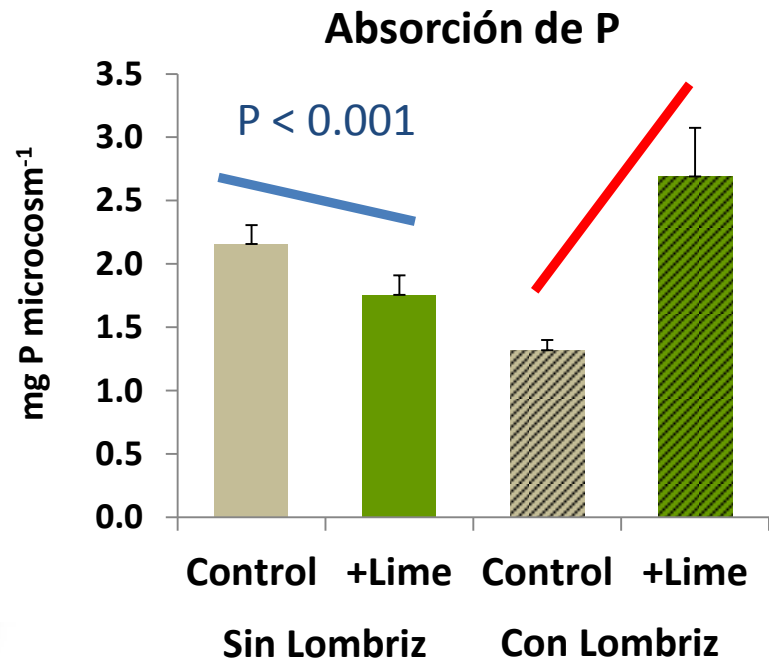
- Adiciones de cal solo aumentan el contenido N y P en la planta cuando están presentes las lombrices.

Frijol común (*Phaseolus vulgaris*)



Sin Lombriz
+Cal

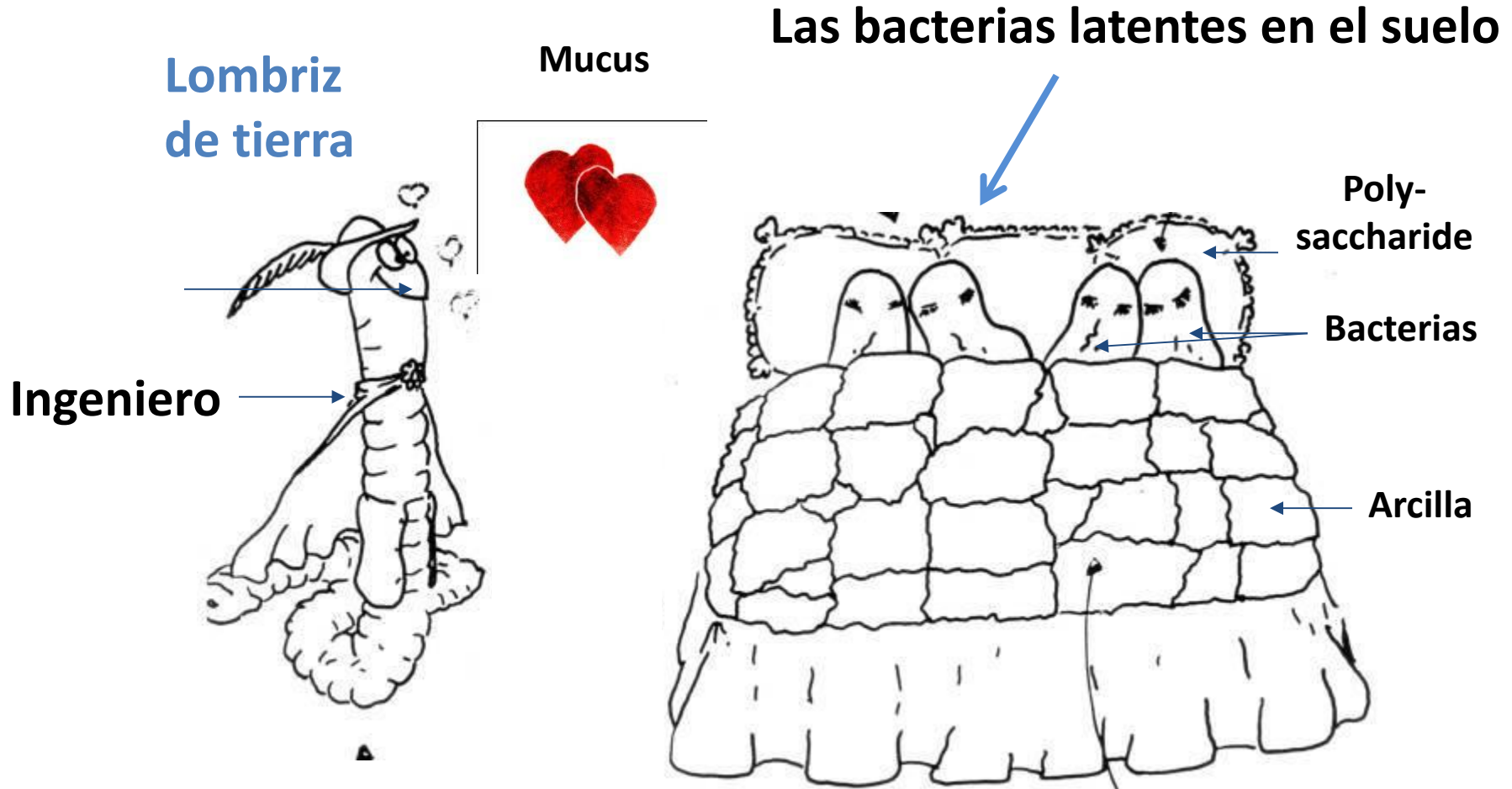
Con Lombriz
+ Cal



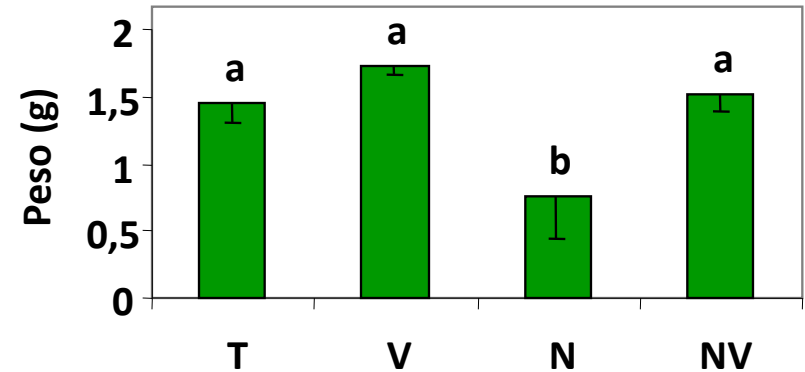
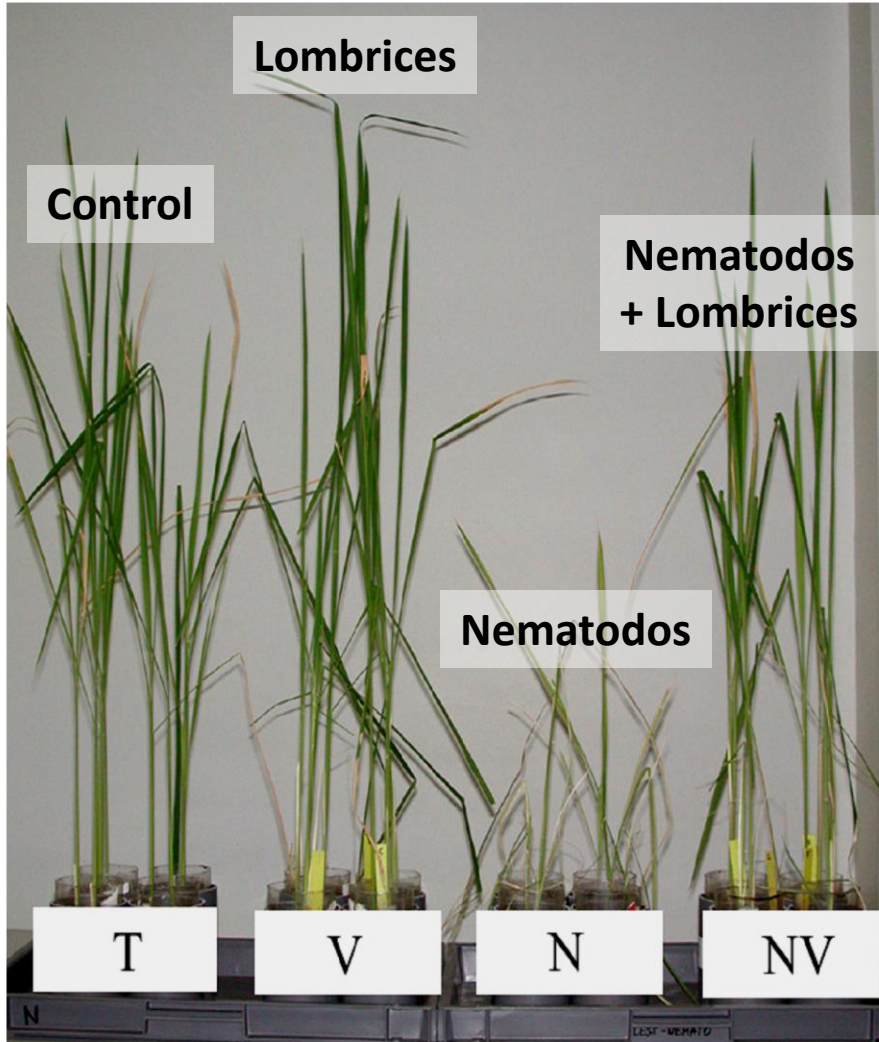
Fonte et al. (in prep)

Efectos en la Microflora

La Parábola de la Bella Durmiente



Protección de Parásitos



➔ Modificación de la expresión de los genes que hacen la planta tolerante a los nematodos

Factores que Regulan la Biodiversidad y Actividad Biológica de los Suelos

- Insumos de materia orgánica (base de energía)
- Clima/microclima
- Formación de micro-hábitats diversos en el suelo
- Perturbación al suelo



¿Entonces, como cuidamos a nuestras chacras y suelos para apoyar la vida del suelo?

- **Manejo de materia orgánica** (guano, coberturas verdes, dejar residuos de los cultivos, descanso, mantener cultivos productivos, etc.)
- Inclusión de **diversos componentes** en el paisaje y sustratos orgánicos para alimentar los organismos del suelo
- **Minimizar la perturbación** (labranza y quema mínima, uso responsable de pesticidas, evitar sobrepastoreo)

¡Gracias!

¿Preguntas?



Literatura Citada

- Barrios, E. (2007) Soil biota, ecosystem services and land productivity. **Ecological Economics**, 64: 269-285.
- Blouin et al. (2005) Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. **Ecology Letters**, 8: 202-208.
- Fonte, S.J. and J. Six (2010) Earthworms and litter management contributions to ecosystem services in a tropical agroforestry system. **Ecological Applications**, 20: 1061-1073.
- Fonte, S.J., E. Barrios, and J. Six (2010) Earthworms, soil fertility and aggregate-associated organic matter dynamics in the Quesungual agroforestry system of western Honduras. **Geoderma**, 155: 320-328.
- Rousseau, L., S.J. Fonte, O. Téllez, R. van der Hoek and P. Lavelle (2013) Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. **Ecological Indicators**, 27: 71–82.
- Sylvia et al. (2004) Principles and Applications of Soil Microbiology, Prentice Hall.