



Feria Nacional de la  
**Cultura Orgánica**  
7° versión

FORO INTERNACIONAL  
DE AGRICULTURA  
ORGÁNICA Y AGROECOLOGÍA

20 y 21 DE SEPTIEMBRE



ESCUELAS  
TÉCNICAS



# LA RED ALIMENTARIA DEL SUELO

CÓMO PARTICIPA EN LA AGRICULTURA REGENERATIVA

# Loida Vasquez

- B.S. Agricultura Sostenible con Enfoque en Biología de Suelos, Maharishi University of Management, Iowa, USA
- ◀ Investigadora en el Departamento de Investigación de Manejos Agrícolas en Sistemas Orgánicos Rodale Institute, Pennsylvania, USA,
- ◀ Técnica de Laboratorio de Investigaciones de composta, Maharishi University of Management
- ◀ Certificada en Gestión de la nutrición vegetal de agricultura de precisión, Academia de Regen.Ag
- Regenerative Soils 101--Dueña
  - Consultas en EEUU, Latino América y Asia
  - Maíz, pimientos, tomate, pepino, aguacate, durazno, frijol, calabaza, berenjena y Cannabis.
- ◀ Maestra y experta en la materia y creadora de contenidos., Soil Food Web Inc School, USA

# ¿Qué es la regeneración de los suelos?

- El proceso por el cual la fertilidad del suelo es devuelto a una tierra muerta que es incapaz de sostener la vida de la planta
- El aumento de la fertilidad del suelo



# Regeneración de suelos incorpora varias prácticas mientras dejas ir de otros

## Incorpora...

- ▶ La red alimentaria del suelo
- ▶ Cultivos cobertura
- ▶ Fertilizantes orgánicos
- ▶ Sin labranza o baja
- ▶ Los ecosistemas naturales
  - ▶ Los insectos beneficiosos
- ▶ Remineralización
- ▶ Trabajar con la naturaleza

## Abandona prácticas como...

- ▶ Herbicidas, pesticidas, fungicidas, etc...
- ▶ Los fertilizantes sintéticos
- ▶ La labranza pesada
- ▶ Extracción de nutrientes del suelo sin retorno
- ▶ Luchando contra la naturaleza

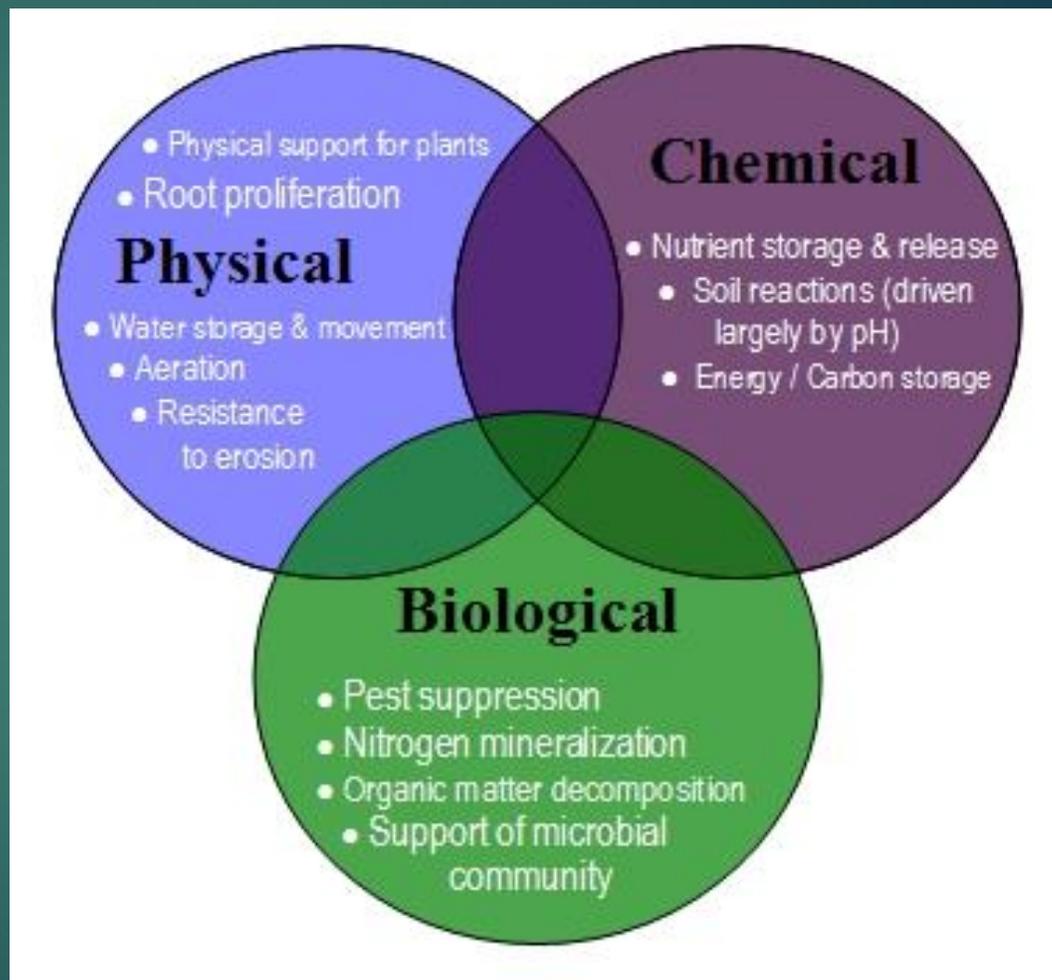
# La fertilidad del suelo

"La capacidad del suelo para suministrar nutrientes esenciales y el agua del suelo en cantidades adecuadas y en las proporciones necesarias para el crecimiento de las plantas y la reproducción, en la ausencia de sustancias tóxicas que pueden inhibir el crecimiento de la planta"

- Apoyar la sanidad vegetal
- Proporciona todos los elementos necesarios: primaria, secundaria y oligoelementos.
- Retiene agua y aire.
- Alta retención de nutrientes
- Microflora equilibrada y apropiada para la planta
- Sin sustancias tóxicas

# Tríada de la Fertilidad del Suelo

Los procesos regidos por componentes físicos, químicos y biológicos, todos trabajando juntos para sostener el crecimiento y salud de las plantas





La mayoría de los atributos  
de la fertilidad de los suelos  
son impulsadas o  
influenciados por la  
microbiología del suelo...

ESTE ES EL ENFOQUE PRINCIPAL O EL TEMA DE ESTA  
PRESENTACION

# Física

- Porosidad del Suelo (proceso biológico)
  - Túneles y pasadizos creados por nematodos, micro artrópodos, flagelados y gusanos
- La estructura del suelo (proceso biológico)
  - Las bacteria y hongos trabajan juntos para crear micro y macro agregados del suelo
  - Mayor capacidad de retención de agua y aire (Resultado de la estructura y la porosidad)
- Permite el crecimiento de raíces más profundas



# Químico

## Minerales (solubilizadas en parte por la biología)

### Minerales equilibrada

- Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Forforo (P), Azufre (S), etc...
  - Los microbios del suelo convierten minerales en una forma que la planta lo puede asimilar

## La capacidad de intercambio catiónico (CEC)

La capacidad de un suelo para retener los nutrientes y minerales

- Las partículas de arcilla con carga negativa
  - Las partículas de mayor tamaño más desglosada por la biología y la impermeabilización
- Partículas de Humus con carga negativa
  - Hecha por la biología

## PH

Controladas en parte por la presencia de bacterias y hongos.

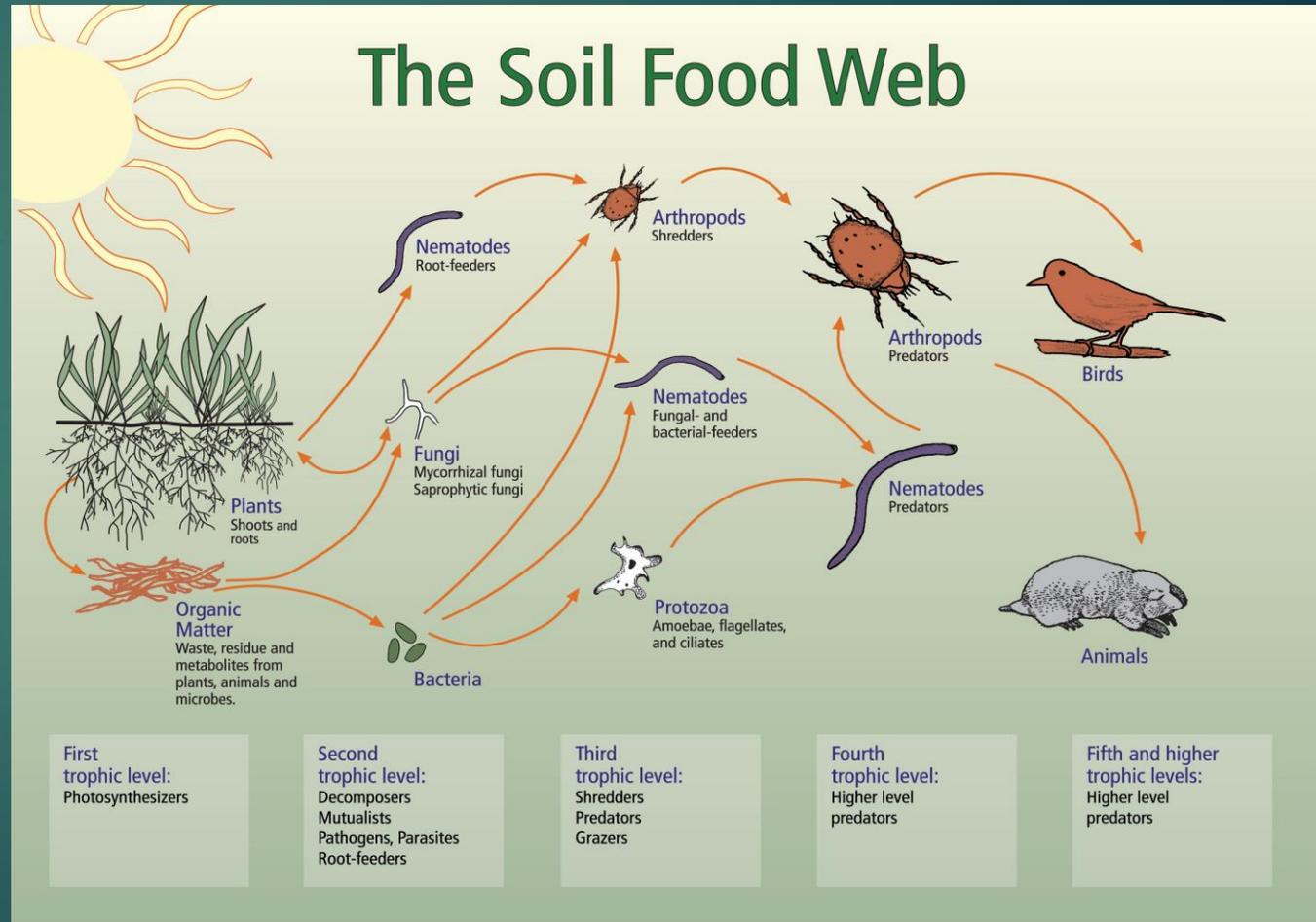
- Hongos crean suelos de pH inferior ( $\text{pH} < 7$ )
- Las bacterias crean suelos de pH superior ( $\text{pH} > 7$ )

# Biológico

- ▶ Deben estar presentes en la microflora del suelo en la biomasa apropiada para esa planta específica
- ▶ Uno puede decir que son conductores de la fertilidad del suelo
  - ▶ Crean humus (Química)
  - ▶ Crean la estructura del suelo ayudando en la retención de agua y oxígeno (físico)
  - ▶ Producen enzimas que recombinan elementos a iones disponibles para la planta (química)
  - ▶ Rompen los enlaces moleculares (Química)
  - ▶ Equilibran la relación de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) a amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (química)
  - ▶ Controlan el pH (Química)
  - ▶ Evita la lixiviación de nutrientes (química y física)

# Introducción a la red alimentaria del suelo

Un conjunto diverso de organismos microscópicos que varían en tamaño desde una bacteria unicelular, hongos, algas y protozoos, nematodos más complejos, micro artrópodos, a lo visible de lombrices, insectos, pequeños vertebrados y plantas



# ¿Cuál es la función de la Red Alimentaria en el suelo?

- ▶ Los organismos benéficos del suelo tienen una amplia gama de empleos y funciones que ayudan a crear y/o mantener la fertilidad del suelo
- ▶ Secuestran el gas nitrógeno ( $N_2$ ) y lo hacen disponible para la absorción de las plantas
- ▶ Ellos solubilizan minerales en el suelo
- ▶ Muchos mejoran la agregación y porosidad del suelo, aumentando así la infiltración del agua y la reducción de la escorrentía de agua
- ▶ Presionan las plagas de cultivos

# ¿Cuál es la función de SFW en el suelo?

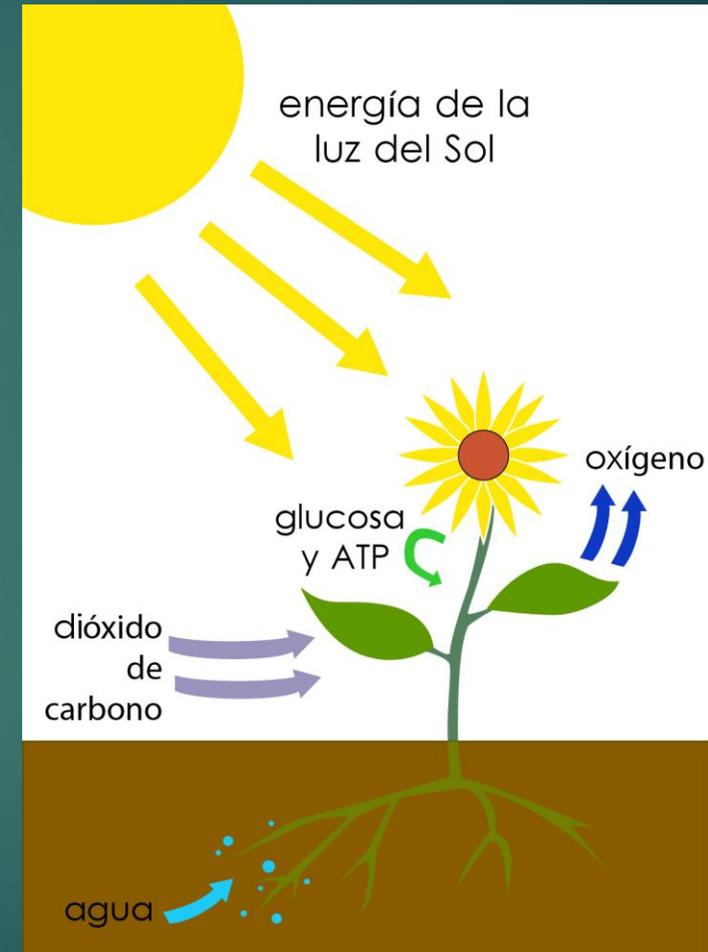
- ▶ Ellos crecen, comen y se mueven a través del suelo
- ▶ Hacen posible respirar aire limpio por el secuestro del carbono (CO<sub>2</sub>) en el suelo, que a su vez alimentan la planta y micro organismos
- ▶ Proporcionan macro, micro y oligoelementos para las plantas para mantenerlos sanos
- ▶ Descomponen la materia orgánica, como los estiércoles y residuos de cultivos y los convierten en nutrientes disponibles para las plantas

# Todas las cadenas tróficas del suelo son alimentadas por productores primarios: Las Plantas

- ▶ Una saludable Red Alimentaria comienza con las plantas porque las plantas tienen la habilidad para convertir la energía solar y el Dioxido de Carbon ( $\text{CO}_2$ ) en azúcares
- ▶ Los azúcares son una forma de energía que la planta puede utilizar para crecer y metabolizar
- ▶ Las plantas comparten esta energía con microorganismos en cambio de nutrientes
- ▶ Cuando caen las hojas de plantas, frutas o la planta muere, su materia orgánica se convierte en alimento para la microflora del suelo

# Los productores primarios

- Las plantas
  - Cuando las plantas fotosíntesan, hacen azúcares
  - Algunos de estas azucars son liberados a través de sus raíces como exudados
  - Estos exudados son consumidos por las bacterias y hongos que se han concentrado alrededor de la zona de raíz esperando sus alimentos
  - Bacterias y hongos en cambio liberan los nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), etc...en la zona de raíz que la planta puede tomar



# Decomponedores primarios

Los organismos que descomponen la materia orgánica, como los estiércoles y plantas, y lo convierten en componentes básicos

- Las bacterias
- Los hongos
- Mutualistas
- Nematodos pathogenos

 Plant Nutrition Periodic Table of Elements

Legend:  
■ Essential Nutrient (Green)  
■ Beneficial Nutrient (Yellow)  
■ Essential Nonmineral Element (Blue)

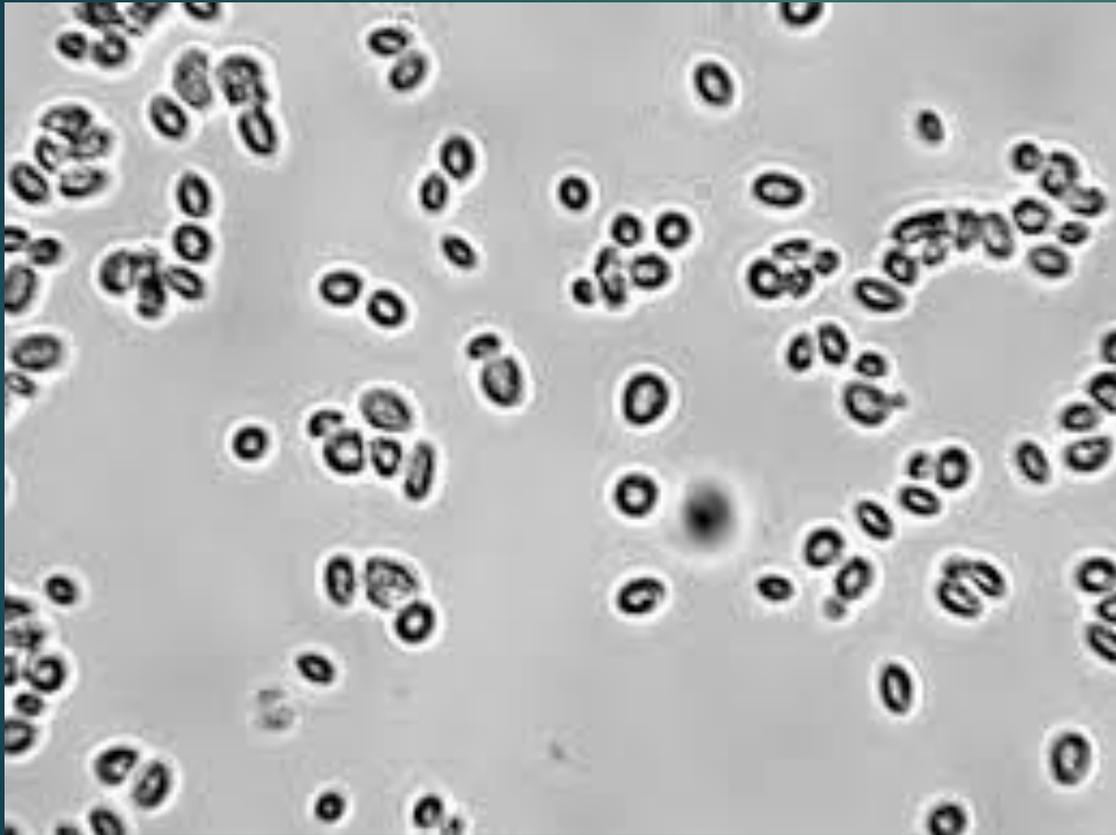
hydrogen 1 H 1.0079	beryllium 4 Be 9.0122											boron 5 B 10.81	carbon 6 C 12.011	nitrogen 7 N 14.007	oxygen 8 O 15.999	fluorine 9 F 18.998	helium 2 He 4.0026												
lithium 3 Li 6.941												aluminum 13 Al 26.982	silicon 14 Si 28.086	phosphorus 15 P 30.974	sulfur 16 S 32.06	chlorine 17 Cl 35.45	argon 18 Ar 39.948												
sodium 11 Na 22.990	magnesium 12 Mg 24.305											gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.61	arsenic 33 As 74.922	selenium 34 Se 78.96	bromine 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.80												
potassium 19 K 39.098	calcium 20 Ca 40.078	scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nickel 28 Ni 58.69	copper 29 Cu 63.546	zinc 30 Zn 65.38	indium 49 In 114.82	tin 50 Sn 118.71	antimony 51 Sb 121.76	tellurium 52 Te 127.60	iodine 53 I 126.90	xenon 54 Xe 131.29												
rubidium 37 Rb 85.468	strontium 38 Sr 87.62	yttrium 39 Y 88.906	zirconium 40 Zr 91.224	niobium 41 Nb 92.906	molybdenum 42 Mo 95.94	technetium 43 Tc [98]	ruthenium 44 Ru 101.07	rhodium 45 Rh 102.91	palladium 46 Pd 106.42	silver 47 Ag 107.87	cadmium 48 Cd 112.41	thallium 81 Tl 204.38	lead 82 Pb 207.2	bismuth 83 Bi 208.98	polonium 84 Po [209]	astatine 85 At [210]	radon 86 Rn [222]												
cesium 55 Cs 132.91	barium 56 Ba 137.33	lanthanum 57-70 * *	lutetium 71 Lu 174.97	hafnium 72 Hf 178.49	tantalum 73 Ta 180.95	tungsten 74 W 183.84	rhenium 75 Re 186.21	osmium 76 Os 190.23	iridium 77 Ir 192.22	platinum 78 Pt 195.08	gold 79 Au 196.97	mercury 80 Hg 200.59	thallium 81 Tl 204.38	lead 82 Pb 207.2	bismuth 83 Bi 208.98	polonium 84 Po [209]	astatine 85 At [210]	radon 86 Rn [222]											
francium 87 Fr [223]	radium 88 Ra [226]	actinium 89-102 * *	thorium 90 Th [232]	protactinium 91 Pa [231]	uranium 92 U [238]	neptunium 93 Np [237]	plutonium 94 Pu [244]	americium 95 Am [243]	curium 96 Cm [247]	berkelium 97 Bk [247]	californium 98 Cf [251]	einsteinium 99 Es [252]	fermium 100 Fm [257]	mendelevium 101 Md [258]	nobelium 102 No [259]	lawrencium 103 Lr [260]	rutherfordium 104 Rf [261]	dubnium 105 Db [262]	seaborgium 106 Sg [266]	bohrium 107 Bh [264]	hassium 108 Hs [265]	meitnerium 109 Mt [268]	darmstadtium 110 Ds [271]	roentgenium 111 Rg [272]	copernicium 112 Cn [285]	nihonium 113 Nh [286]	flerovium 114 Fl [289]	tennessine 115 Ts [288]	oganesson 116 Og [294]

# Las bacterias

- ▶ Son los miembros más pequeños de la SFW
- ▶ Descomponen la materia orgánica que tienen corto cadenas de carbono como azúcares simples
- ▶ También se alimentan de exudados radiculares (carbono tomado de la atmósfera)
- ▶ Servir como nutriente inmovilizadores, manteniéndolos en sus celdas y evitando la lixiviación de nutrientes
- ▶ Liberan una sustancia adhesiva que ayudan a enlazar la arena, limo y arcilla que construye estable micro agregados de suelos



# Las bacterias



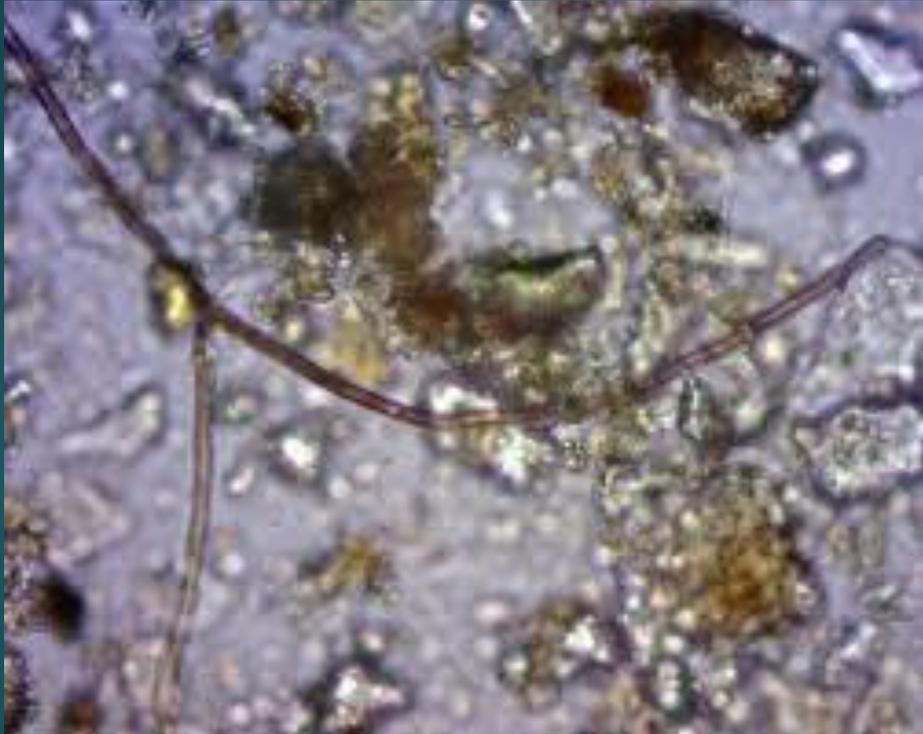
- ▶ Puesto que las partículas del suelo estable ayuda a mejorar la infiltración del agua y la capacidad de retención de agua,
- ▶ Cuando las bacterias son diversas, ayudan a competir con organismos causantes de enfermedades que atacan la raíz y las superficies vegetales
- ▶ Tienden a concentrarse en zonas raíz donde las plantas pueden proporcionarles exudados (azúcares)
- ▶ Fija el nitrógeno atmosférico ( $N_2$ )
- ▶ Convertir el amonio ( $NH_4^+$ ) a nitrato ( $NO_3^-$ )

# Los hongos

- ▶ Las células microscópicas que crecen en forma de largos filamentos llamados hypha
- ▶ La hypha crecer y abrirse camino a través de las partículas del suelo
- ▶ A medida que empujan su camino a través de las partículas del suelo, y unen al micro agregados, creando una mayor estructura del suelo
- ▶ Descomponen materia organica difíciles de digerir--material leños, en nutrientes disponibles para las plantas



# Los hongos



- ▶ Estos descomponen cadenas de carbono también sirven como alimento para otros miembros de la Red Alimentaris, al igual que bacterias
- ▶ Inmovilizan los nutrientes por mantenerlos en su cuerpo
- ▶ Sin embargo, no necesitan ser devorados, como las bacterias, a fin de que los nutrientes disponibles para las plantas porque se metabolizan mediante la liberación de enzimas y ácidos en el suelo
- ▶ Son los primeros constructores de humus o de los ácidos húmicos

# Los hongos micorrícicos

- ▶ Un tipo especial de hongos que crea una relación con plantas introduciendo o colonizar las raíces
- ▶ Son expertos en solubilizantes y entrega fósforo (P) a las raíces colonizadas
- ▶ Sin embargo, ellos entregan/intercambian muchos otros nutrientes para las plantas, incluyendo el agua
- ▶ Puede verse como una extensión del sistema radicular de las plantas con habilidades especiales, incluyendo la ampliación de su alcance más allá de la capacidad del sistema radicular de las plantas



# Depredadores menores y trituradoras

Organismos que aprovechan de decomposers

- Los protozaurios
  - Flagelados
  - Las amibas
  - Ciliados
- Los nematodos de vida libre
- Micro artrópodos

# Los protozarios

- ▶ Los protozarios desempeñan un papel importante en la liberación de nutrientes atrapados en bacterias y hace disponible nutrientes para absorción de las plantas
- ▶ Como los protozarios necesitan mucho menos nitrógeno que las bacterias hacen, liberan el exceso de nitrógeno en el suelo en forma de  $\text{NH}_4^+$
- ▶ Esto ocurre generalmente cerca de la zona de la raíz, justo donde la planta lo necesita para su absorción
- ▶ Ayuda a regular las poblaciones de bacterias
  - ▶ Los protozarios comen bacterias, liberando los nutrientes mientras se alimentan
  - ▶ Población de bacterias aumenta, aumenta la descomposición de la materia orgánica
  - ▶ Los protozarios comen bacterias de nuevo

# Flagelado

- ▶ Varias veces más grandes que las bacterias
- ▶ Tienen un látigo como flagelos que les ayudan a moverse por el suelo
- ▶ A medida que se mueven, crean túneles, creando así la porosidad de la tierra
- ▶ Consumen las bacterias
- ▶ Ya que no necesitan tanta nitrógeno como bacterias, liberan el exceso en el suelo
- ▶ Las plantas, a su vez, absorben el exceso de nitrógeno y otros nutrientes
- ▶ Presente en grandes cantidades en suelos dominados por bacterias



# Ameba

- ▶ Mucho más grande que flagelados
- ▶ Algunos tienen conchas y algunos son "desnuda" (sin cáscara)
- ▶ Consumen las bacterias
- ▶ El ameba esta presente en suelos dominados por el hongo



# Los nematodos de vida libre

- ▶ Gusanos microscópicos que se dividen en cuatro grupos
  - ▶ Alimentadores de bacterias
    - ▶ Consumen solo bacterias
  - ▶ Alimentadores de hongos
    - ▶ Consumen solo hongos
  - ▶ Los omnívoros
    - ▶ Consumen una variedad de organismos, incluyendo otros nematodos
  - ▶ Depredadores
    - ▶ Consumir otros nematodos, incluyendo los patógenos



# Los nematodos de vida libre



- ▶ Alimentadores de bacterias liberan una gran cantidad de nitrógeno
- ▶ Compiten con nematodos fitopatógenos por el espacio alrededor del sistema radicular, ayudando así a proteger las raíces de la infección o ataque
- ▶ A medida que se mueven a través del suelo, crean túneles que construyen la porosidad de la tierra

# Micro artrópodos

- ▶ Crustáceo microscópico
- ▶ Purgar la basura orgánica en partes más pequeñas para que los hongos lo puede descomponer más rápido
- ▶ Consumen las bacterias y hongos.
- ▶ Algunos consumen nematodos pathogenos
- ▶ Cuando se mueven y comen, mezclan y airean el suelo
- ▶ Ayudan a regular las poblaciones de otros organismos



# Los depredadores superiores

Los depredadores que consumen todos los demás organismos de nivel trófico inferior de la Red Alimentaria. Incluye los protozarios, nematodos y micro artrópodos

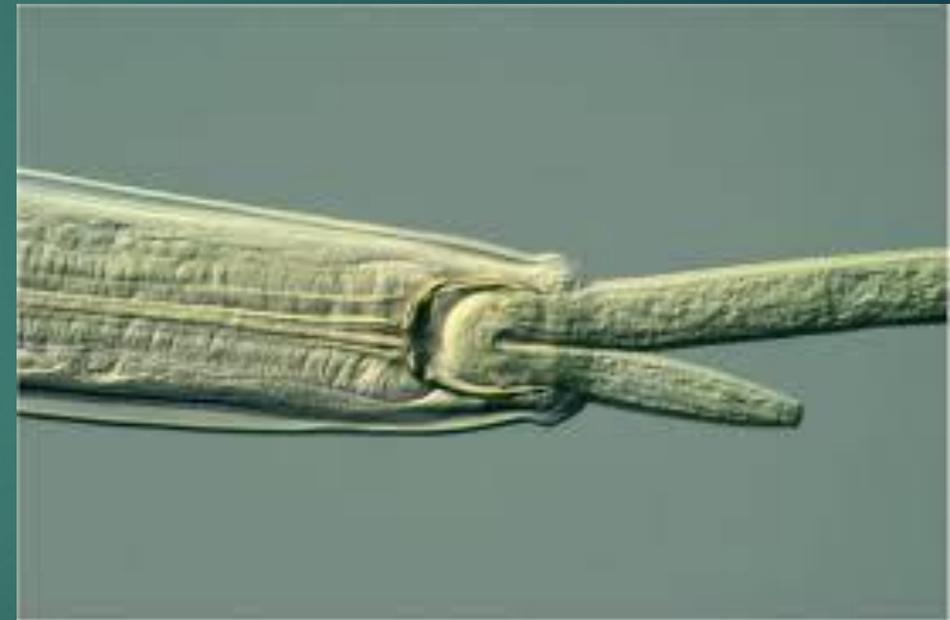
# Artrópodos de macro

- Pequeños invertebrados pero visible para el ojo
  - Los insectos, los escarabajos, saltadores, hormigas, Etc...
- Cumplen la misma función como micro artrópodos pero a gran escala
- Algunos son plagas que consumen las plantas débiles



# Los nematodos que se alimentan de otros nematodos

- ▶ El más grande de todos los nematodos
- ▶ Consumen otros nematodos incluyendo alimentadores de raíces
- ▶ Cuando están presentes en un sistema del suelo es un indicador de una alta población de nematodos en el sistema existen





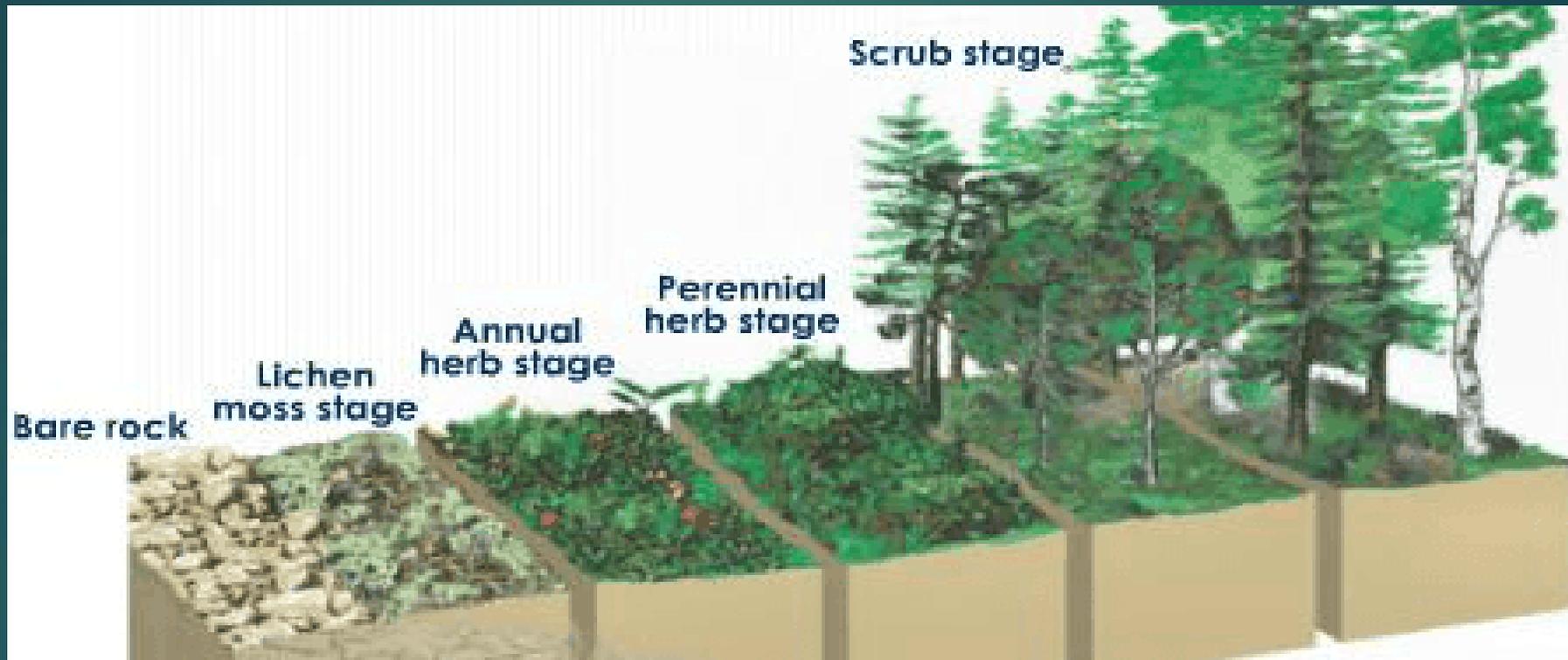
Cada vez que un miembro consume el otro miembro de la Red Alimentaria del suelo, los nutrientes son liberados

De esta forma, los nutrientes se retienen en los organismos del suelo, lo cual reduce la lixiviación, y luego regresa a la tierra en una forma que esté disponible para las plantas

# Ventajas de disponer de un complete Red Alimentaria

- ▶ Aumento en la estructura del suelo
  - ▶ Disminución en riego
- ▶ Incrementa la fertilidad del suelo
- ▶ Disminución de costosos fertilizantes sintéticos
- ▶ Reducir la lixiviación de los nutrientes
- ▶ Aumenta la producción de metabolitos secundarios en la planta
- ▶ Reducción en el uso de químicos
- ▶ Aumento el vigor de la planta
- ▶ Raíces y plantas saludables (paredes más gruesas, vástagos)
- ▶ Aumento en Brix
  - ▶ Sabrosos frutos
  - ▶ Aumenta la vida útil de las frutas

# Diagrama de sucesión vegetal



Relacion de H:B 0:0

0.25

0.75

1

2

5

100

500

# La sucesión de plantas

- ▶ Las malezas → gramíneas anuales → maíz → arbustos → árboles
  - ▶ Las malezas son plantas de sucesión muy tempranas porque crecen donde hay escasa fertilidad del suelo y mucha compactación del suelo (bajo números de bacterias y sólo bacterias).
    - ▶ Consumen sólo nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )
    - ▶ Los céspedes anuales necesitan alguna de la fertilidad del suelo y necesitan mucho nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y poco amonio ( $\text{NH}_4^+$ )
- ▶ El maíz requiere cantidades iguales de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$
- ▶ Los arbustos necesitan más  $\text{NH}_4^+$  que  $\text{NO}_3^-$
- ▶ Los árboles necesitan aún más  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  muy poco

# Ejemplo de efectos positivos de una comunidad microbiana equilibrada en el suelo



# Problema: Perdida en 10 Ha de plantas

Debido a una grave infestación de nematodos fitopatógenos, el 10% de las plantas no llegaron a la etapa de dar fruto



# ¿Cuáles fueron las implicaciones financieras?

- Cada planta producía un promedio de 6 lbs de pimiento
- Cada Ha tenía 3,200 plantas
- Perdimos 10 Ha o 10% de plantas en una Agrícola de 100 Ha
- Representando una pérdida total de 32,000 plantas
- O pérdida total de 192,000 lbs
- Cada lb se vendía a \$3 USD
- **Una Pérdida total de \$576,000**

# Teoría y práctica implementada

- Después de usar múltiples métodos orgánicos para controlar los nematodos, decidimos incorporar un método más
- Teoría: cuando aumenta la masa de raíces, la planta puede resistir a los nematodos que se alimentan de raíces durante un período de tiempo más largo con mayores rendimientos
- Práctica implementada: Sumerja la masa de raíces de las plántulas en té de compost en el momento del trasplante y aplique extracto de composta durante la temporada de crecimiento.

# Plántula una semana después del trasplante

No Tratamiento



Tratamiento con té de composta



# Datos de microbiología del suelo antes / después de los tratamientos con té y extracto de composta

Microorganisms	Numbers or $\mu\text{g}$ per Gram of Soil Before Treatment	Numbers or $\mu\text{g}$ per Gram of Soil 4 wks After Treatment (approx 3 applications)	Numbers or $\mu\text{g}$ per Gram of Soil Half Way Through Growing Season (approx 10 applications)
Bacteria	4300 $\mu\text{g/g}$ (+/- 580)	3900 $\mu\text{g/g}$ (+/- 250)	2300 $\mu\text{g/g}$ (+/- 36)
Fungi	0 $\mu\text{g/g}$	171 (+/- 59) $\mu\text{g/g}$	347 (+/- 110) $\mu\text{g/g}$
Oomycetes	0 $\mu\text{g/g}$	0 $\mu\text{g/g}$	0 $\mu\text{g/g}$
Flagellates	0 per gram	82,000 per gram	240,000 per gram
Amoeba	0 per gram	0 per gram	82,000 per gram
Ciliates	0 per gram	0 per gram	0 per gram
Beneficial Nematodes	0 per gram	<b>400 (+/- 120)</b> (300 BF, 0 FF, 100 PN )per gram	<b>10,000 (+/- 3,300)</b> (700 BF, 100 FF, 200 PN) per gram
Root Feeding Nematodes	300 (+/- 120) per gram	200 (+/- 100) per gram	100 (+/- 50) per gram

# Resultados de la incorporación de té/extracto de composta

- Menos necrosis de las plantas debido al nemátodo que se alimenta de las raíces
- Aunque hay nemátodos en las raíces, todas las plantas tratadas produciendo al 60% de lo normal debido al gran bulbo
- Resultó en una presencia de productividad
- Disminución del uso de fertilizantes líquidos costosos aplicados como foliares (por inability de que la planta no podía tomar nutrientes por su raíces)

# Traducción Económica

- Se restableció el 66% de la producción en las 10 hectáreas afectadas
- Dando como resultado la recuperación de \$345,600 USD en producción



# Gracias!

Dr Elaine's Soil Food Web School  
[www.soilfoodweb.com](http://www.soilfoodweb.com)  
[laida@soilfoodweb](mailto:laida@soilfoodweb)

Aseorias Agricolas  
[www.regenerativesoils101.com](http://www.regenerativesoils101.com)  
[laida.rea.Vasquez@gmail.com](mailto:laida.rea.Vasquez@gmail.com)  
+1 (323) 378 0055