



## La agricultura ecológica en Canarias

### El suelo y la fertilización

#### Propiedades biológicas, físicas y químicas

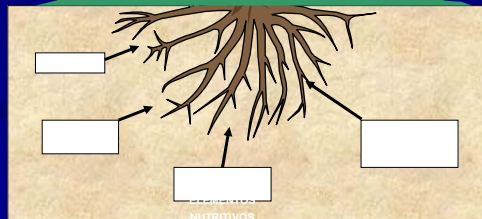
Tomás R. Alcoverro Pedrola



## Concepto del suelo

- Condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas.
- Que es el suelo.
- Componentes de la superficie del suelo.
- Propiedades físicas, químicas y biológicas

## Interacción suelo-planta-aire-agua-energía



## Que es el suelo

- El suelo es la capa superior de la superficie terrestre hasta 6 m de profundidad.
- Se diferencia de las rocas por sus propiedades físicas, químicas, biológicas y el contenido en materia orgánica.
- Suministra a las plantas:
  - Sostén
  - Nutrientes
  - Aire (oxígeno y anhídrido carbónico)
  - Agua



## Componentes del suelo I

- Parte orgánica
- Parte mineral
- Aire
- Agua



## Componentes del suelo IV

- Aire
  - Ocupa los macroporos del suelo
  - % de aireación (5-20 %)
  - Composición parecida a la atmósfera



## Componentes del suelo III

### •Parte mineral

- Los silicatos
- Aluminosilicatos amorfos y paracristalinos
- Óxidos e hidróxidos del suelo
- Calcita y carbonatos relacionados
- Sales mas solubles que el yeso
- Los fosfatos



## Componentes del suelo V

### •Agua

- Ocupa los microporos del suelo
- Suelo saturado
- Capacidad de campo
- Punto de marchitez
- Agua utilizable por los cultivos



## Componentes del suelo II

### •Parte orgánica

- Organismos vivos
  - . Raíces vivas de las plantas
  - . Macroorganismos (insectos, roedores, gusanos...)
  - . Microorganismos (bacterias, hongos, algas....
  
- Materia orgánica (restos vegetales y animales)



## Raíces

- Más voluminosas que la parte aérea, menos conocidas.
- Complicadas de estudiar.
- Responsables de la toma de agua y nutrientes para la planta.
- Enriquecimiento del suelo a través de la segregación de exudados radicales, ricos en carbono que nutren a los microorganismos del suelo.
- Materia orgánica derivadas de su descomposición.
- Mantener una buena estructura en el suelo, evitando la compactación.



## Raíces



Son responsables de que el suelo no esté biológicamente muerto



## Macroorganismos o Macrofauna Reino animal

Mamíferos ( ratones, topos.....) crean galerías que permiten la penetración del aire y del agua al suelo

Artrópodos ( crustáceos, arácnidos, miriápodos....) trocean la materia orgánica y producen con sus excrementos un soporte adecuado a la vida microbiana.

Moluscos ( babosas y caracoles) comen la materia orgánica

Lombrices excavan galerías en todos los sentidos aireando el suelo. Al mezclar la tierra y la materia orgánica en su intestino mejoran la fertilidad de los suelos



## Aceleración de la descomposición de la materia orgánica

Macrofauna (Colembolos, cochinillas, larvas de mosca...) ataca a la hojarasca picando la epidermis de la hoja y la prepara para los microorganismos.



Moluscos, cochinillas, larvas de mosca, tijeretas, lombrices, maceran la hojarasca y la pulverizan, aumentando la superficie.



Lombrices de tierra, insectos y otros animales excavadores. Transportan la hojarasca mezclándola con el suelo.



La acción microbiana convierte a la hojarasca en un componente integral del suelo.



## Microorganismos del Reino Vegetal

- Algas
- Hongos
- Actinomicetos
- Bacterias



## Microorganismos del Reino Vegetal

### Algas

- Son muy numerosas.
- Se asocian con hongos para formar líquenes.
- Fuente de materia orgánica.
- Fijadoras de nitrógeno en simbiosis con cianobacterias.
- La fertilidad del agua tiene un efecto directo sobre la abundancia de las algas. La falta de N, P y K controla su crecimiento.
- Eutroficación: Sobreenriquecimiento de nutrientes en el agua.



## Microorganismos del Reino Vegetal

### Hongos

- Más numerosos (1-2 Ton/Ha) Representan las 2/3 partes de la biomasa microbiana del suelo.
- Pueden ser microscópicos y unicelulares, o formar grandes cuerpos carnosos (corro de brujas 3 Km).





## Microorganismos del Reino Vegetal

### Hongos

- Acción mecánica sobre la estructura, agregando el suelo. Principales agentes en la descomposición de la materia orgánica: Celulosa, Pectina, Almidón y Lignina.
- Descomponedores de lignina  $\Rightarrow$  Fuente de humus. Sin aire sería turba.
- Deposito de nutrientes.



## Microorganismos del Reino Vegetal

### Hongos

- Segregan antibióticos. Ocupan un alto porcentaje de la biomasa microbiana en el suelo. Estructuras de supervivencia.
- Algunos se alimentan de nematodos (*Arthrobotrys*) y otros pueden consumirse por el hombre (*Agaricus*).
- Agentes patógenos de animales y plantas.
- Hongos formadores de micorrizas





## Microorganismos del Reino Vegetal

### Actinomicetos

- Son saprófitos, degradan quitina.
- Participan en la formación de humus (compost) como gérmenes termófilos que permiten la pasteurización de los residuos.
- Mineralizan la materia orgánica.
- Algunas especies fijan el nitrógeno atmosférico (gen *Frankia* y *Myrica*, *Casuarina*...).
- Pueden ser patógenos humanos (*Mycobacterium leprae* y *M. tuberculosis*).



## Microorganismos del Reino Vegetal

### Bacterias

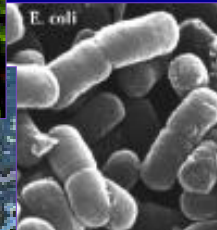
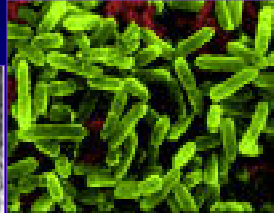
- Son procariotas (sin núcleo). Forma de vida más antigua y exitosa (más de 3000 millones de años).
- Pueden descomponer materia orgánica. Están implicadas en la formación, depósito, y en la solubilización de caliza y azufre, entre otros.
- Pueden fijar N, solubilizar P.
- Contienen muchas enzimas.
- Son depredadoras y presas, patógenas y parásitas.



## Microorganismos del Reino Vegetal

### Bacterias

- Pueden ser esféricas, en forma de bastón, o helicoidales.



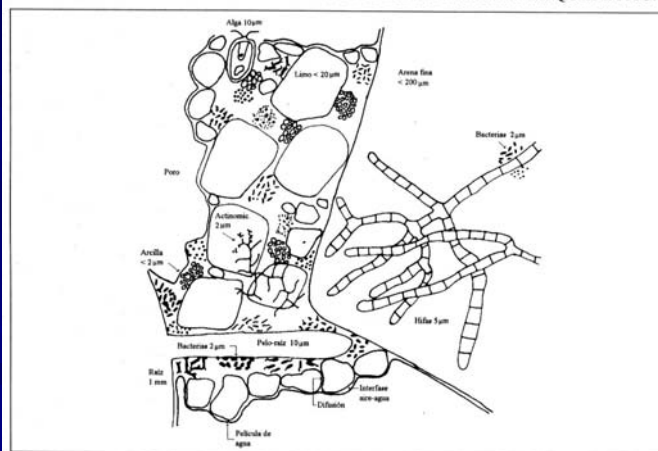
- Gram-positivas (azul) o Gram-negativas (rojo) en función del grosor de su pared celular.



## Microorganismos del Reino Vegetal

### Comunidad edáfica

RELACIONES DE TAMAÑO EN UNA COMUNIDAD EDÁFICA ESQUEMÁTICA



Fuente: Adaptado de White (1979).



## El papel de los Microorganismos en el suelo

Fijan nitrógeno atmosférico, todo el nitrógeno existente en la corteza terrestre procede de la atmósfera de donde es fijado en casi su totalidad por los microorganismos

Transforman compuestos nitrogenados

Solubilizan compuestos de azufre, fósforo y hierro.

Los microbios pueden también formar quelatos.

## Propiedades físicas del suelo

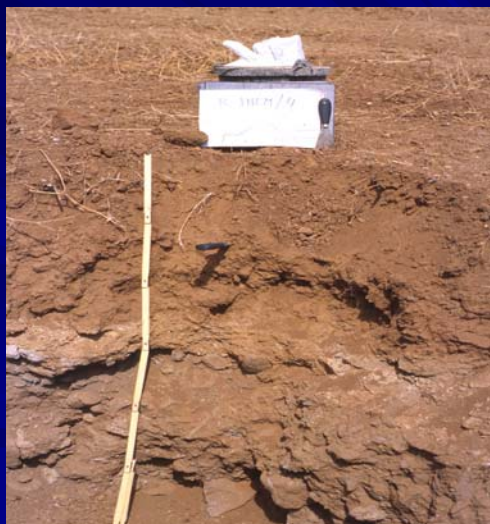


- Textura
- Estructura
- Consistencia (suela de labor)
- Profundidad
- La porosidad y la densidad del suelo
- Grietas
- Elementos gruesos
- Humedad del suelo
- Aireación del suelo
- Espesor de un horizonte
- Cementaciones y acumulaciones

## Propiedades físicas del suelo: uso no adecuado de la maquinaria agrícola, suela de labor



## Espesor de un horizonte, cementaciones y acumulaciones





## Profundidad de un suelo



## Calicata Lanzarote: suelo cubierto con picón





*Calicata: finca platanera*



*Calicata a estudiar AP, estructura, raíces grietas*





## Incremento de la actividad biológica



## Propiedades químicas del suelo

**pH**

**Salinidad**

**Capacidad de intercambio catiónico**

**Materia orgánica**

**Nitrógeno**

**Fósforo**

**Potasio, calcio, magnesio, sodio**

**Micronutrientes**



## Propiedades químicas del suelo

### pH

El concepto de pH es una medida de la concentración de iones  $H^+$  en solución acuosa, se expresa la concentración de iones  $H^+$  diciendo que el pH es 7 (neutro), 6 (ácido) u 8 (básico) respectivamente.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo se ven influenciadas por la acidez o basicidad del medio. El pH influye sobre la movilidad de los diferentes elementos del medio. En unos casos disminuirá la solubilidad con lo que las plantas no podrán absorberlas. En otros el aumento de la solubilidad debido a la acidez, hará que la concentración alcance niveles de toxicidad, como es el caso del aluminio.



## Propiedades químicas del suelo

### Efecto del pH sobre la actividad biológica del suelo

En los suelos con pH bajos se observa una ralentización de la actividad biológica. Efecto negativo sobre gusanos y bacterias (son substituidas por hongos). Procesos microbianos como la nitrificación (conversión de ion amonio a nitrato) o fijación de nitrógeno atmosférico desaparecen totalmente a pH inferior a 4,5.

En suelos neutros el número de microorganismos es superior y son mas activos. A pH altos (9) se resienten mucho los procesos microbianos. La mineralización o descomposición de la m.o. es muy importante a pH neutros.



## Propiedades químicas del suelo

### pH

#### Efecto del pH sobre la solubilidad de las especies químicas del suelo

- Fosfatos insolubles en medio ácido o muy básico
- El Mn, Fe y Zn son más solubles a pH ácido
- En suelos básicos clorosis férricas
- A pH muy ácidos toxicidad del aluminio
- En general a pH neutros máxima solubilidad



## Propiedades químicas del suelo

### Salinidad

Cuando en el suelo se acumulan sales solubles (más que el yeso) afectan negativamente en el desarrollo de la mayoría de los cultivos.

Efectos de la acumulación de sales en el suelo:

- El osmótico
- El sodio de intercambio
- Ion específico ( $\text{Na}^+$  ,  $\text{Cl}^-$  , boratos)



## Propiedades químicas del suelo

### Nitrógeno

La forma de nitrógeno predominante en el suelo es el

N-orgánico, el cual no está a disposición de las plantas

• Formas en que se asimila: Nítrica y amoniacal



## Propiedades químicas del suelo

### Capacidad de Intercambio Catiónico C.I.C.

Las partículas finas del suelo (arcilla y humus) tienen carácter coloidal (gran actividad en su superficie). Se debe a la carga negativa y por ello a la propiedad de atraer iones positivos. Estos cationes se pueden cambiar o sustituir.

Cationes cambiables (H, Ca, Mg, K, Na)

Los cationes que están en el complejo de cambio se hallan en equilibrio con los cationes de la solución del suelo.



## Propiedades químicas del suelo

### Capacidad de Intercambio Catiónico C.I.C.

Expresión de resultados: meq/100g

Calculo de los cambiables:

$$\% = \text{catión meq/100g} * 100 / \text{CIC meq/100g}$$

Interpretación:

Calcio 60 a 80 % de CIC

Magnesio 10 a 20 % de CIC K/Mg= 0,3 a 0,8

Sodio < 5% de CIC

Potasio 2 a 6 % de CIC



## El Fósforo

### Formas de P en el suelo:

• El P iónico, lábil o activo. Es el P asimilable inmediatamente o a corto plazo. Forma parte de las especies iónicas (fostato monobásico y bibásico). Este P se reparte entre la solución acuosa y la fase sólida del suelo, donde se encuentra adsorbido en la superficie del complejo húmico arcilloso, de los coloides de óxido de hierro o de aluminio, y también de los carbonatos.

• El P molecular no lábil. Agrupa todas las restantes formas (el precipitado y el integrado en los minerales y en la materia orgánica). Este P no es asimilable por las plantas a corto plazo pero debemos advertir que parte del P molecular con una corrección de pH y unos abonados orgánicos pueden liberarlo a medio plazo.



## Corrección de salinidad y aportación de calcio



## Lavado de sales





## Corrección potasio

- **Compuestos orgánicos**
  - Compost
  - Estiércol
  - Purín
  - Harina de huesos
  - Cenizas de madera
- **Compuestos minerales**
  - Patenkali (28 %)
  - Rocas silíceas (3 - 10%)



## Corrección de nitrógeno

- **Compuestos orgánicos**
  - Compost
  - Estiércol
  - Purín
  - Harina de carne, pescado, sangre.
  - Harina de soja
  - Abono verde
- **Compuestos minerales**
  - Ninguno



## Corrección del fósforo

- **Compuestos orgánicos**
  - Estiércol
  - Compost
  - Purín
  - Huesos pulverizados
  - Abono verde
- **Compuestos minerales**
  - Fosfatos naturales
  - Escorias de desfosforación
  - Fosfal, creta fosfatada



## Corrección del calcio

- **Dolomita**
- **Sulfato cálcico**
- **Fosfatos naturales**
- **Algas**



Gracias por su  
atención