

# SUELOS: FUNDAMENTOS TEORICOS

## Tierra vs Suelo

### Propiedades físicas

Relieve - Topografía  
Perfil del suelo  
Textura  
Estructura  
Movimiento del agua

### Propiedades físico-químicas

pH  
Salinidad



# Tierra vs. Suelo

- **¿Es lo mismo suelo y tierra?**
- **El suelo es el material que nos permite cultivar todas las especies**
- **La tierra es la capa superior del suelo, el primer material que obtenemos al cavar un pozo.**
- **El suelo es el sistema biológico de composición en mayor parte mineral. Su función para los cultivos es proveer soporte, nutrientes y agua a los vegetales.**

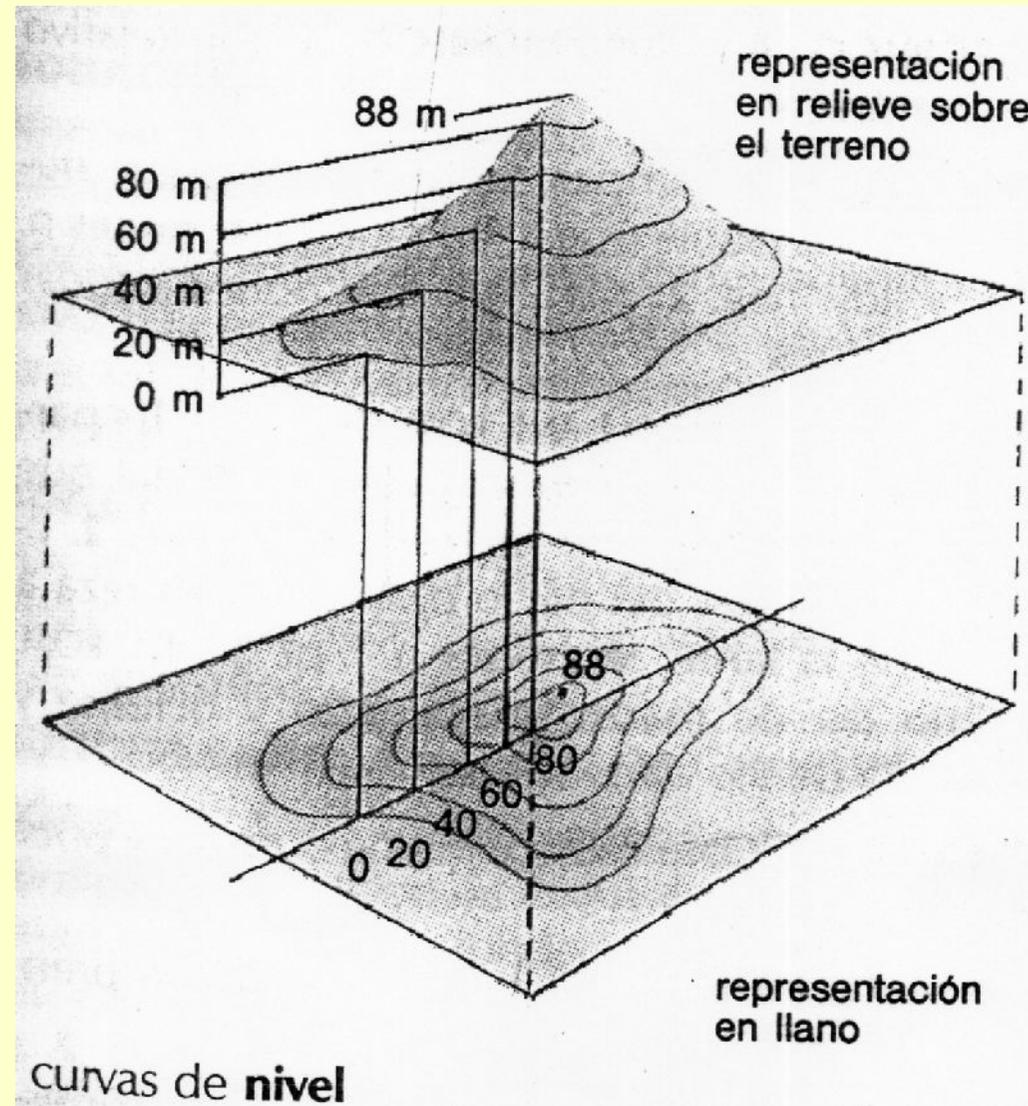
## PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

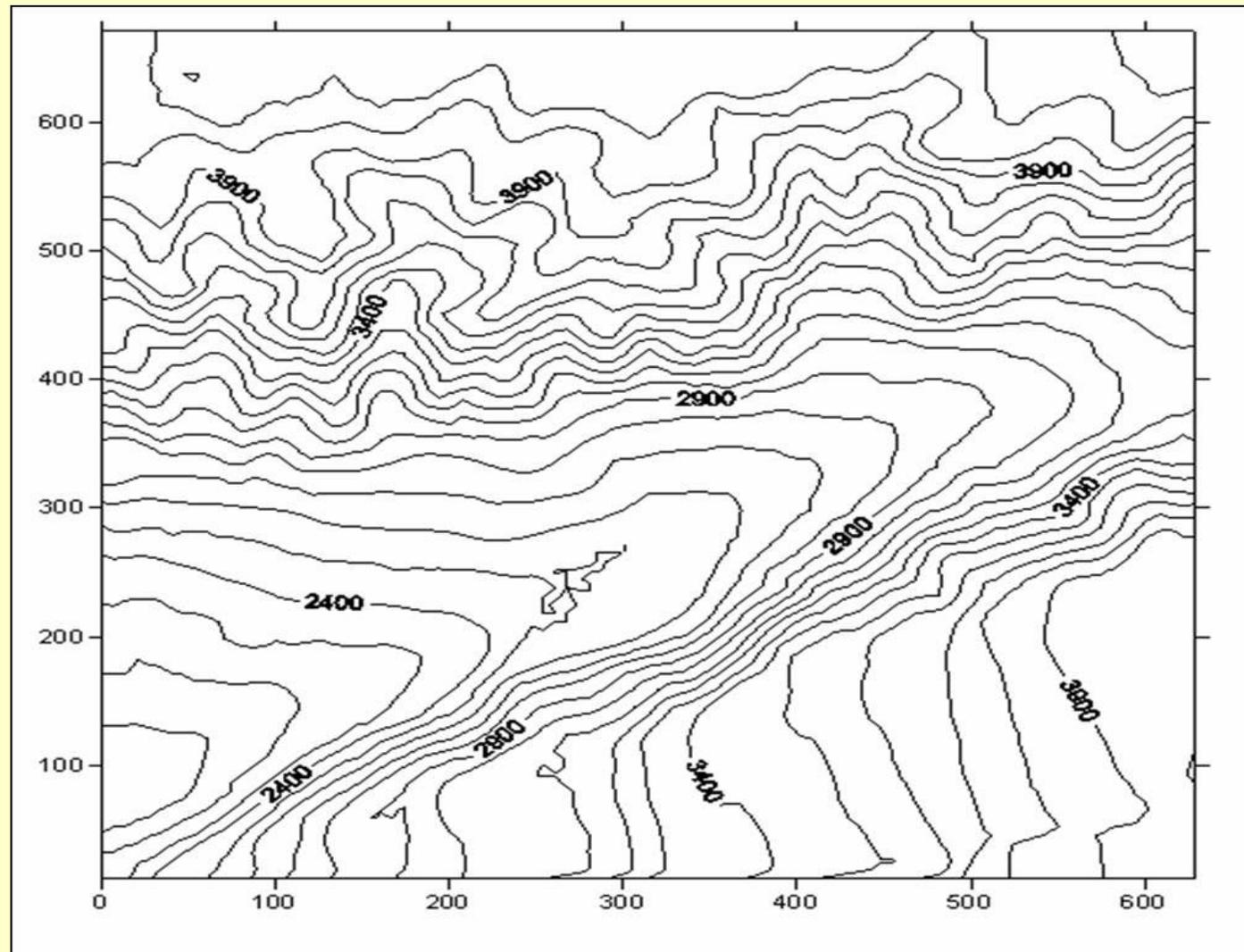
La proporción de los componentes sólidos líquidos y gaseosos de un suelo determina una serie de propiedades que se conocen como **propiedades físicas o mecánicas del suelo**: **textura, estructura**, consistencia, densidad, aireación, temperatura y color.



# Relieve - Topografía

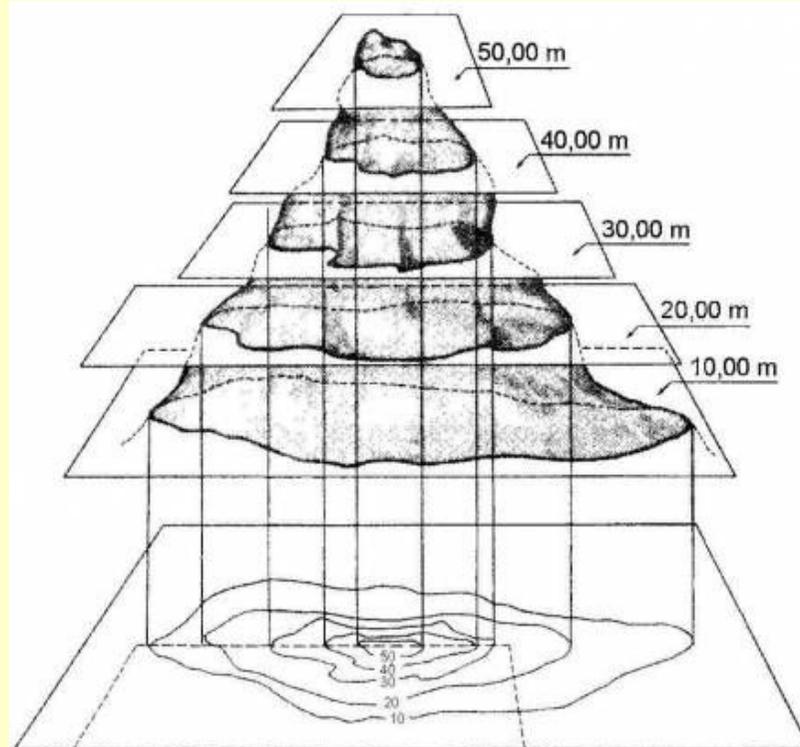
Unen en el mapa todos los puntos que en el terreno que tienen una misma altura con respecto a una altura de referencia







Asignatura Taller 1: el medio físico y biológico para la producción y ecosistemas regionales



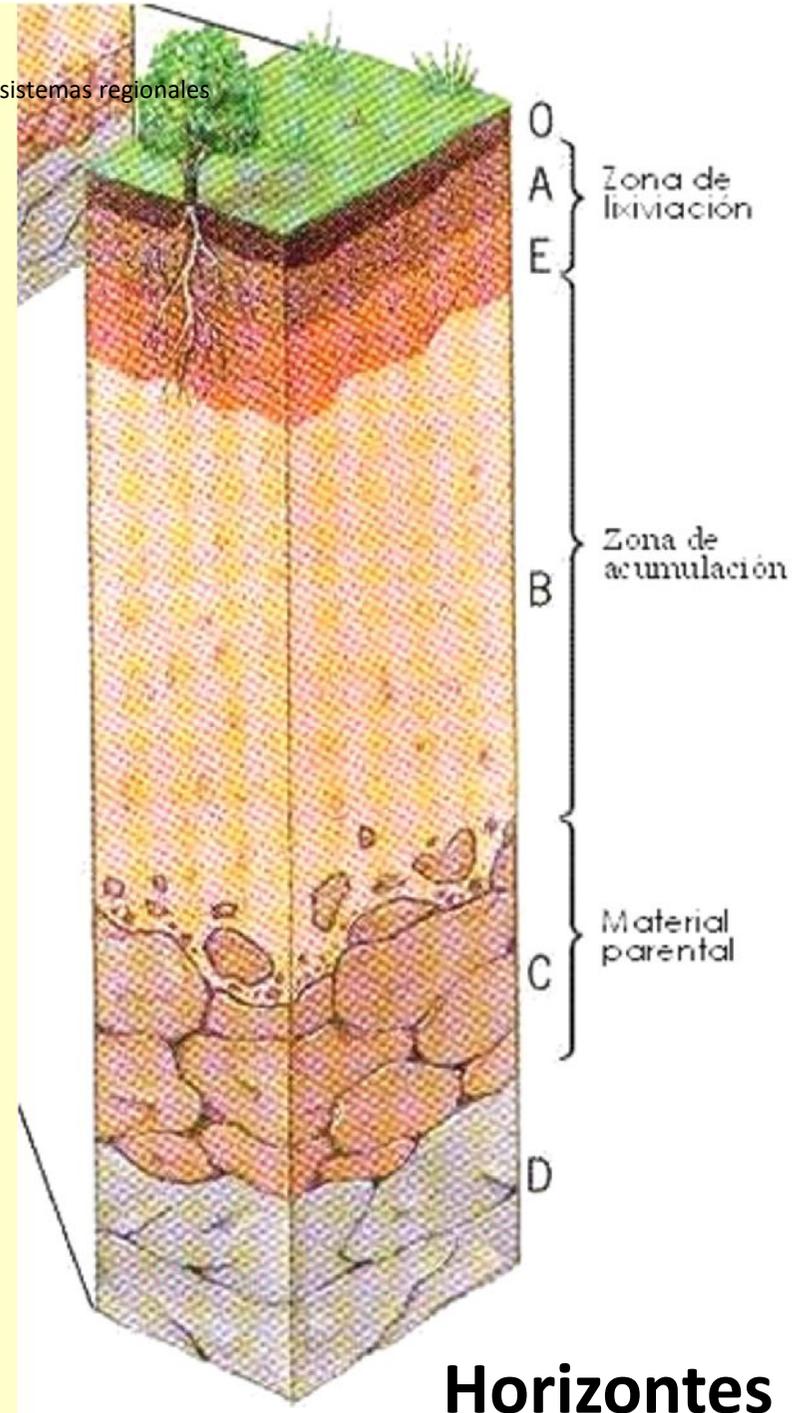
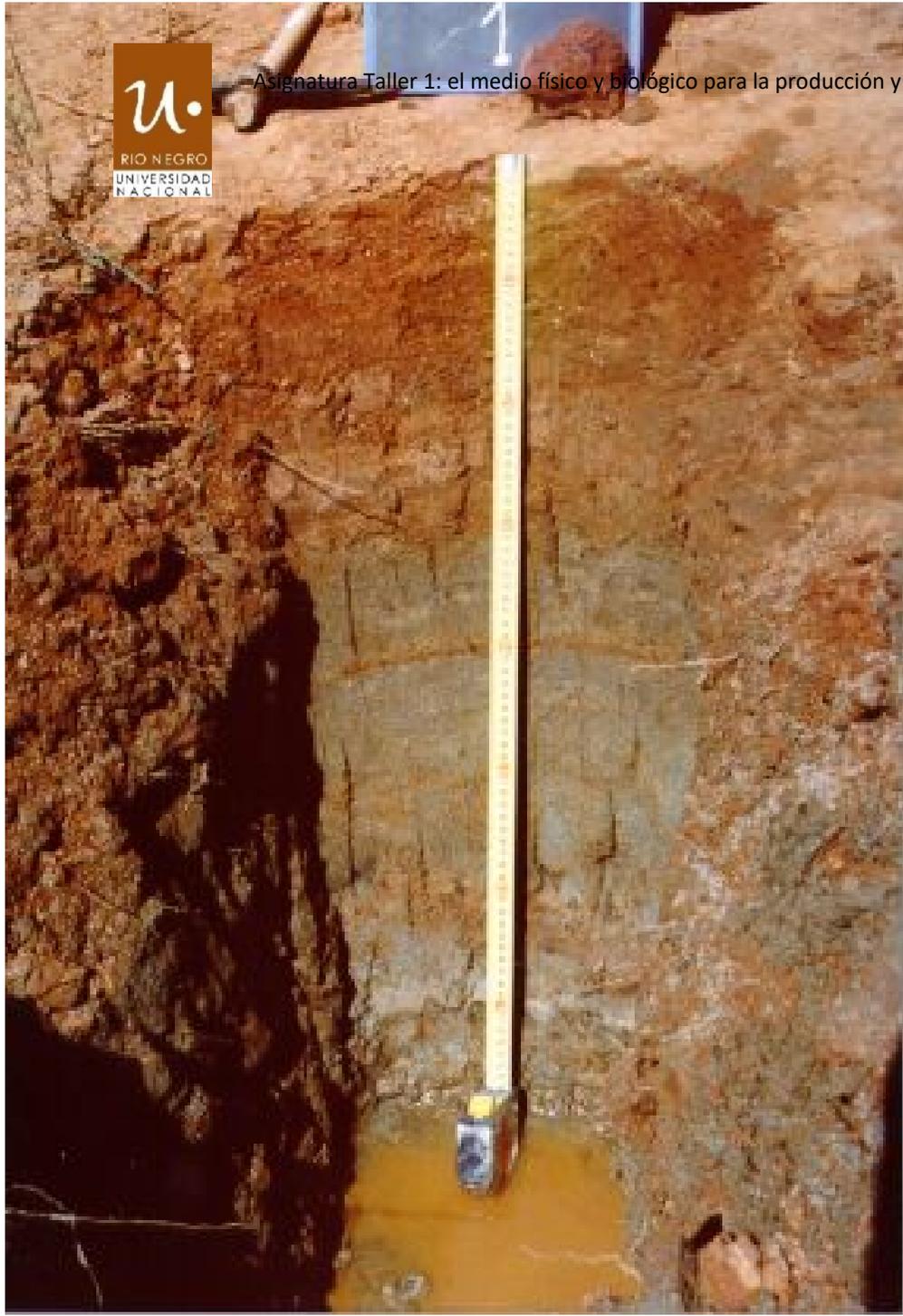
## Perfil del suelo

## Horizontes



El *perfil del suelo* es la ordenación vertical de los horizontes.





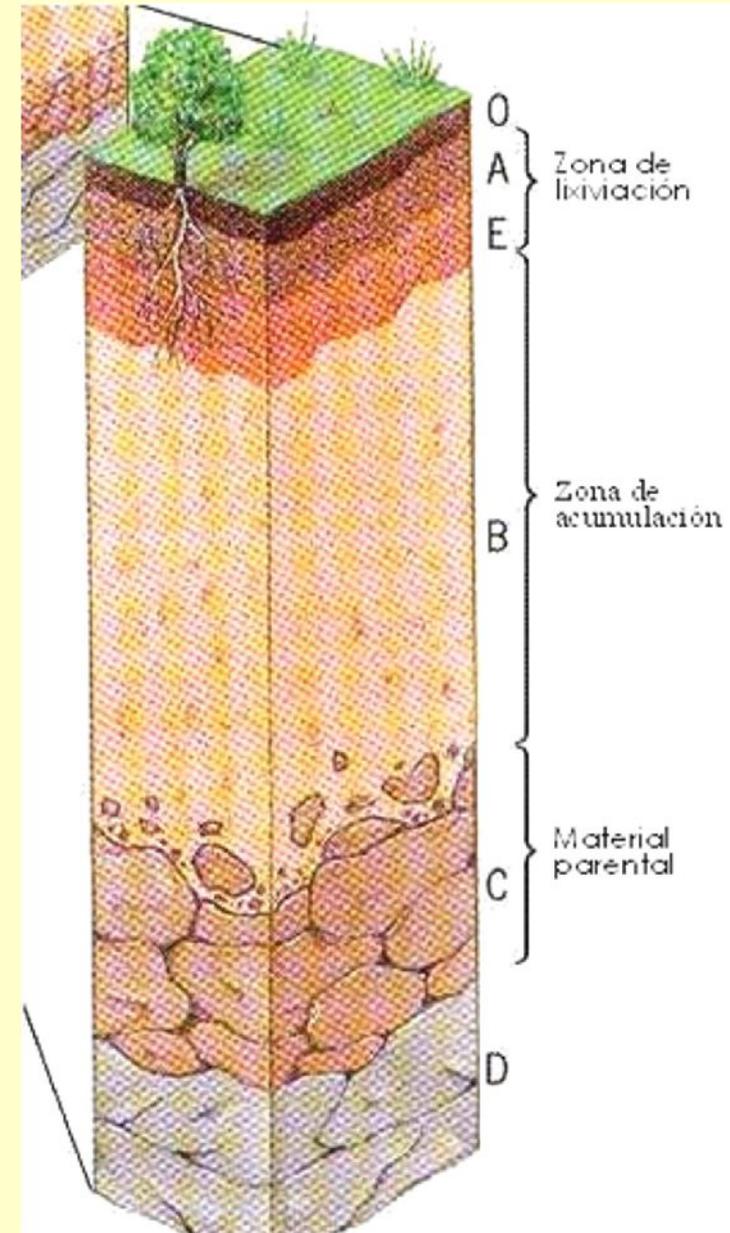
**Horizontes**

## Horizontes

**Horizonte O**, o capa superficial del horizonte A: Es la parte más superficial del suelo, formado por hojas, ramas y restos vegetales (detrito).

**Horizonte A, o zona de lavado vertical:** Es el más superficial y en él enraíza la vegetación herbácea. Su color es generalmente oscuro por la abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado, determinando el paso del agua arrastrándola hacia abajo, de fragmentos de tamaño fino y de compuestos solubles. Está sujeto a bioturbación.

**Horizonte B o zona de precipitado:** Carece prácticamente de humus, por lo que su color es más claro (pardo o rojo), en él se depositan los materiales arrastrados desde arriba, principalmente, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, etc

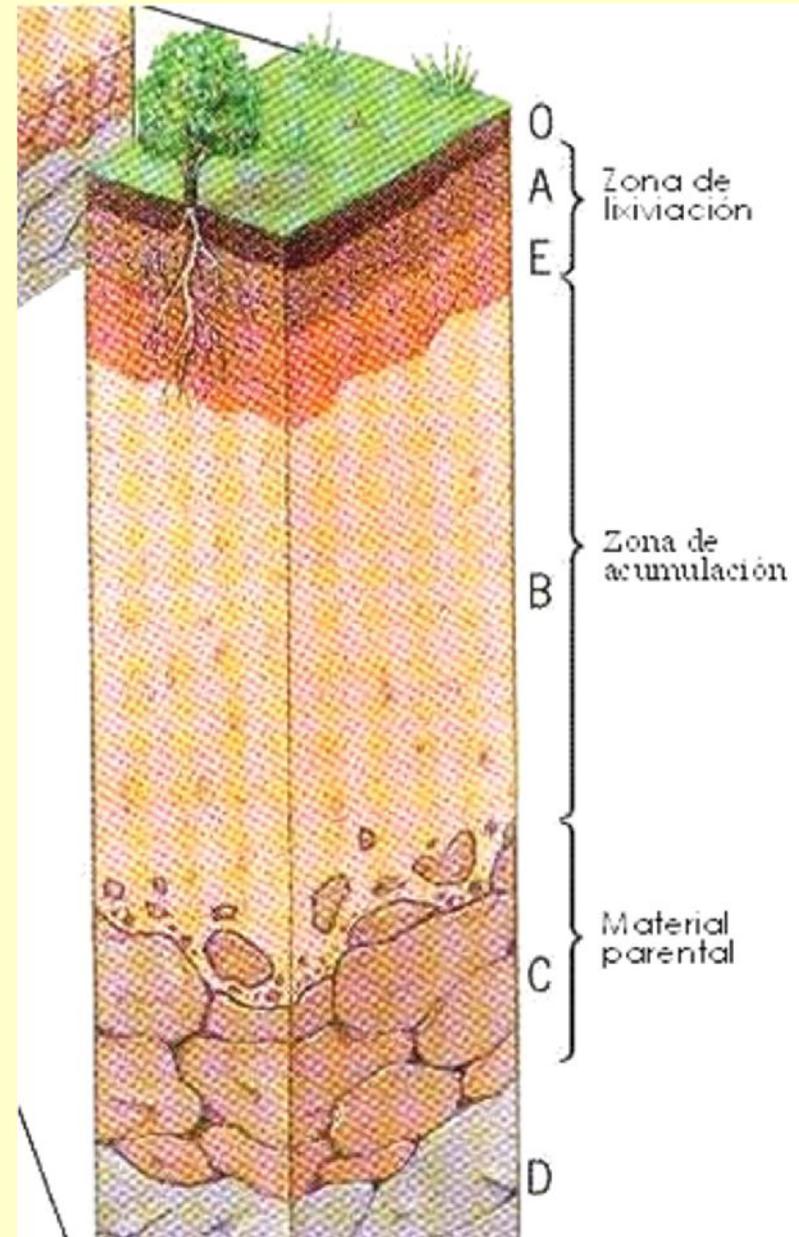


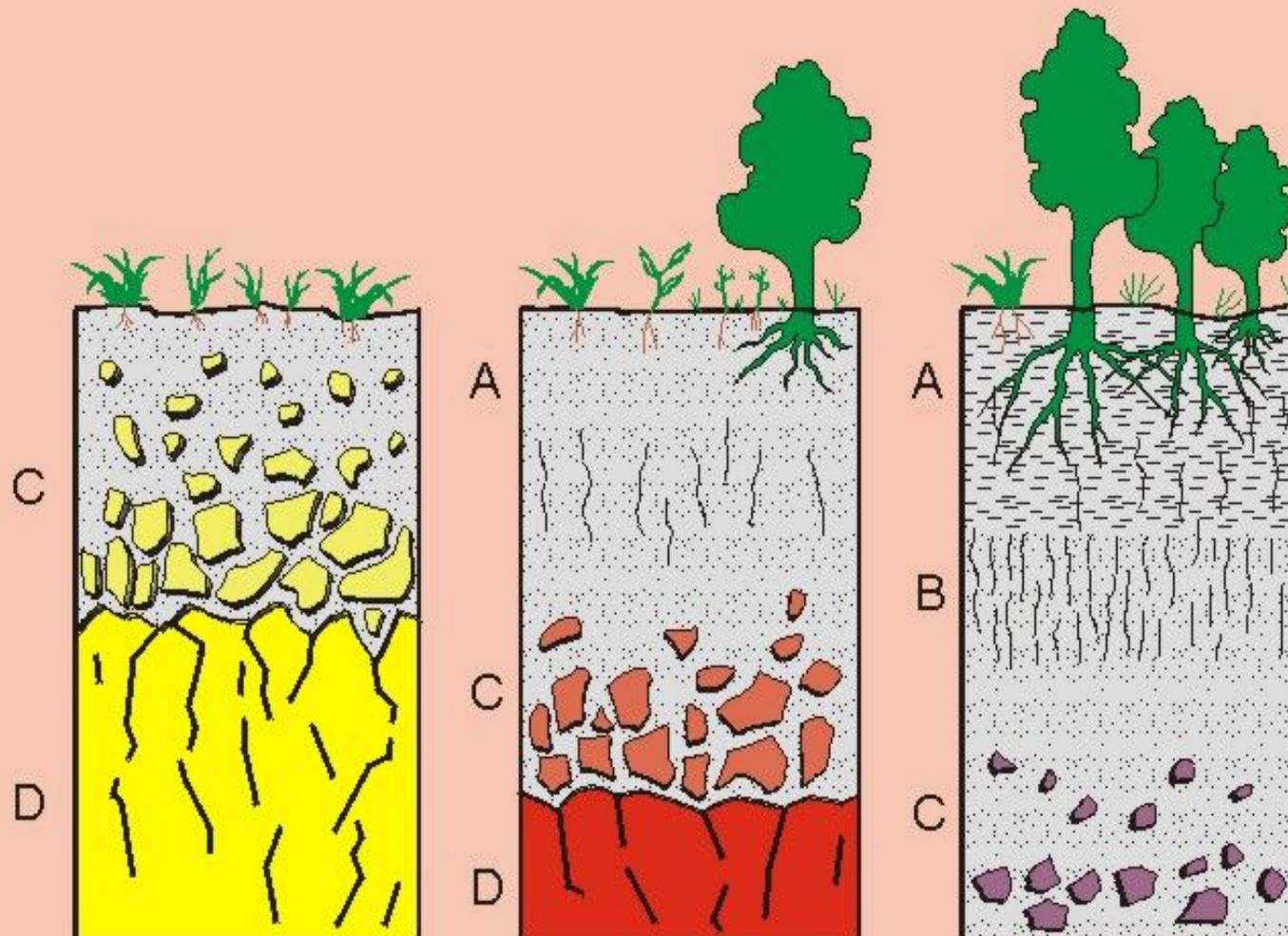
## Horizontes

**Horizonte C o subsuelo:** Está constituido por la parte más alta del material rocoso in situ, sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica y la química (la alteración química es casi inexistente ya que en las primeras etapas de formación de un suelo no suele existir colonización orgánica), pero en él aún puede reconocerse las características originales del mismo.

**Horizonte D** roca madre o material rocoso: Es el material rocoso subyacente que no ha sufrido ninguna alteración química o física significativa.

**Horizonte E,** capa no siempre presente: Es el horizonte de lavado o eluviación. Suele ser de color claro, y presenta una estructura con espacios de desarrollo laminar



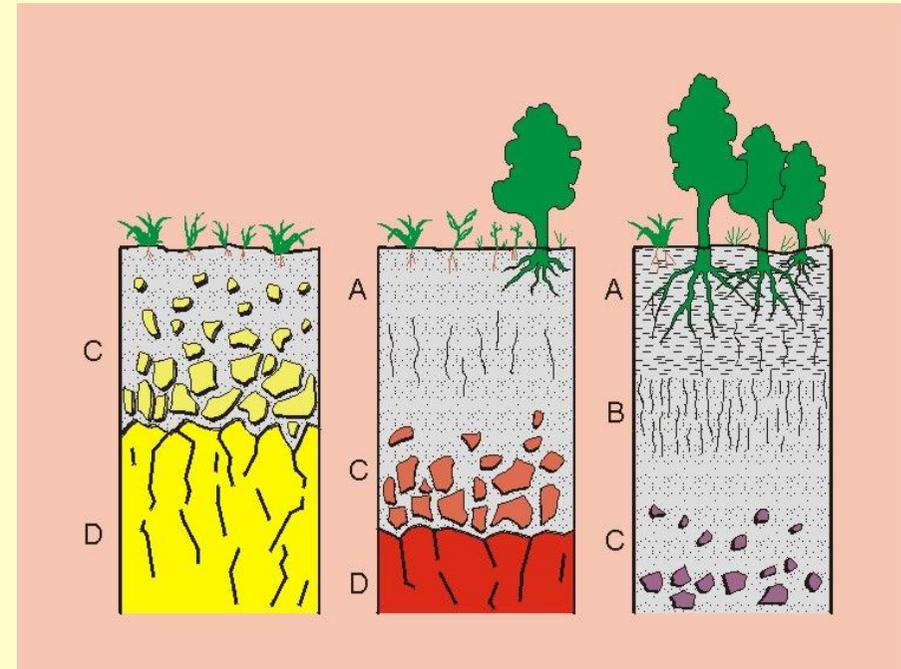


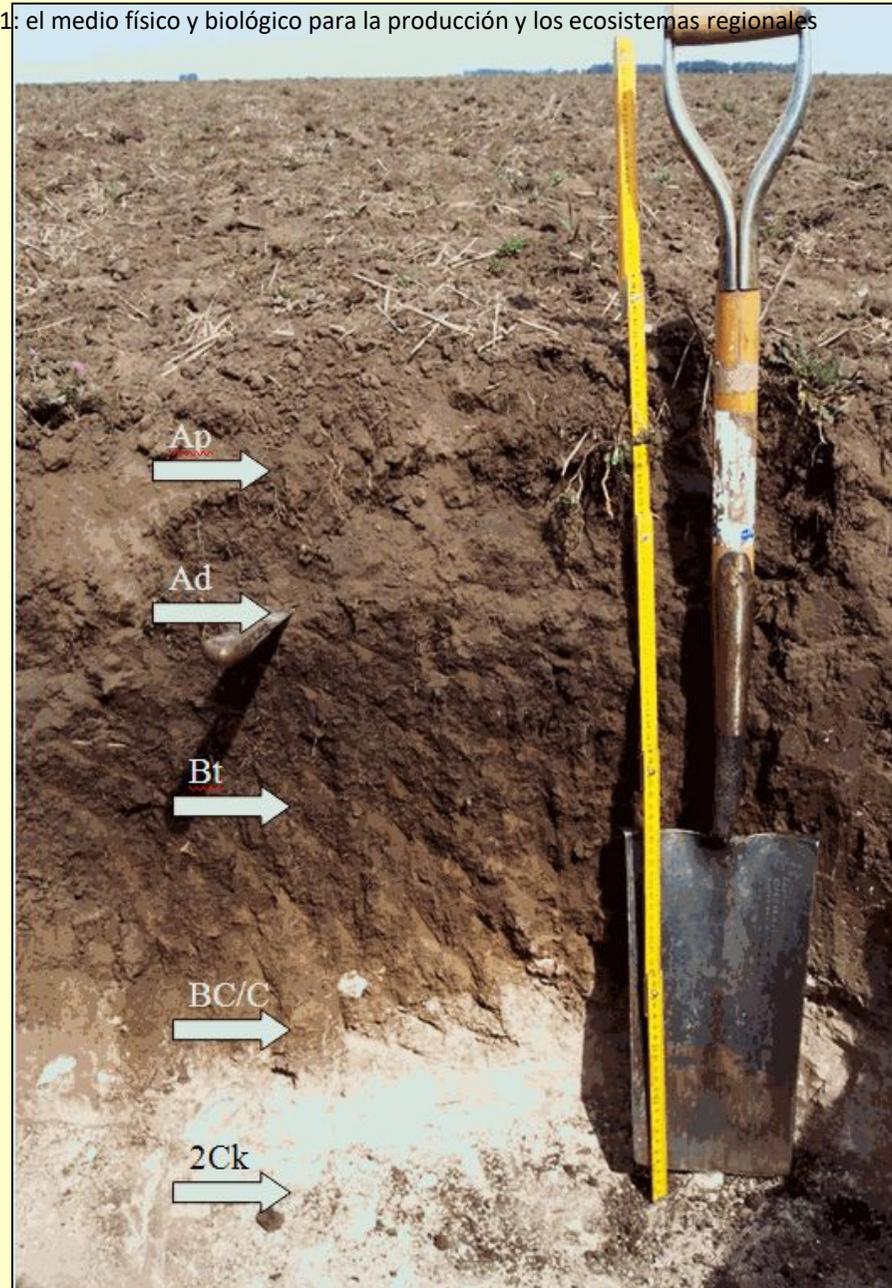
Los suelos se **originan** por la acción de los factores del clima (humedad, temperatura, calor, viento, etc) y de los organismos vivientes sobre los distintos tipos de roca.

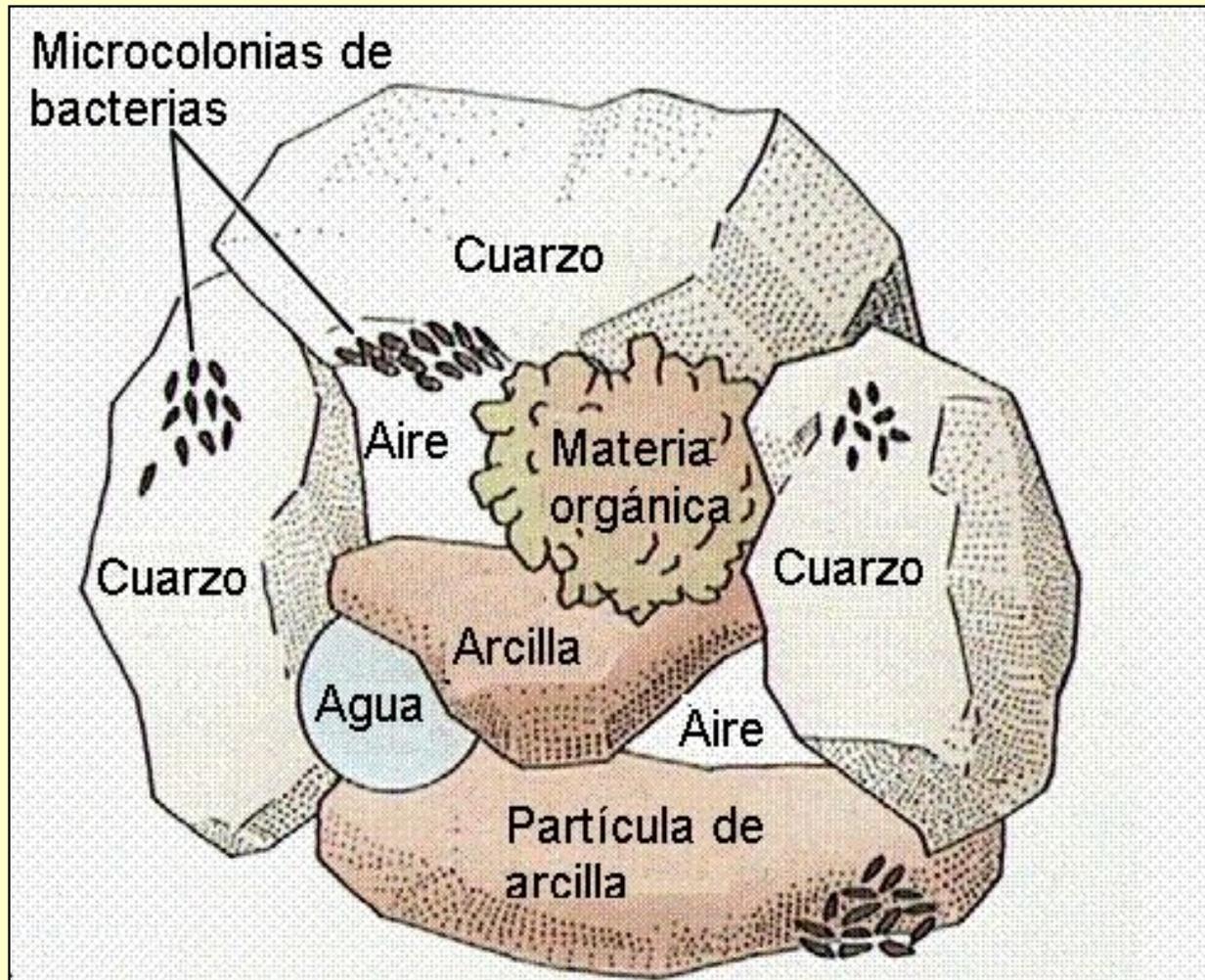
La base es la **roca madre**, que, por acción de los factores del clima (precipitaciones, frío, calor y vientos), se va descomponiendo en partes cada vez más pequeñas

Este proceso se denomina **meteorización**, que puede ser **física** (calor, frío, humedad) **y química** (hidratación, hidrólisis, solución, oxidación, reducción).

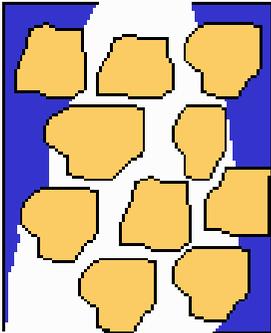
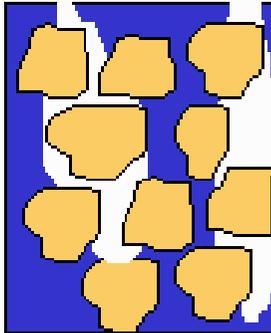
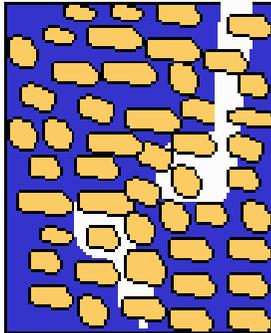
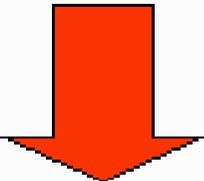
Hay factores que **aceleran y retardan la formación de suelos**. Los factores que la aceleran son climas calurosos y húmedos, la vegetación

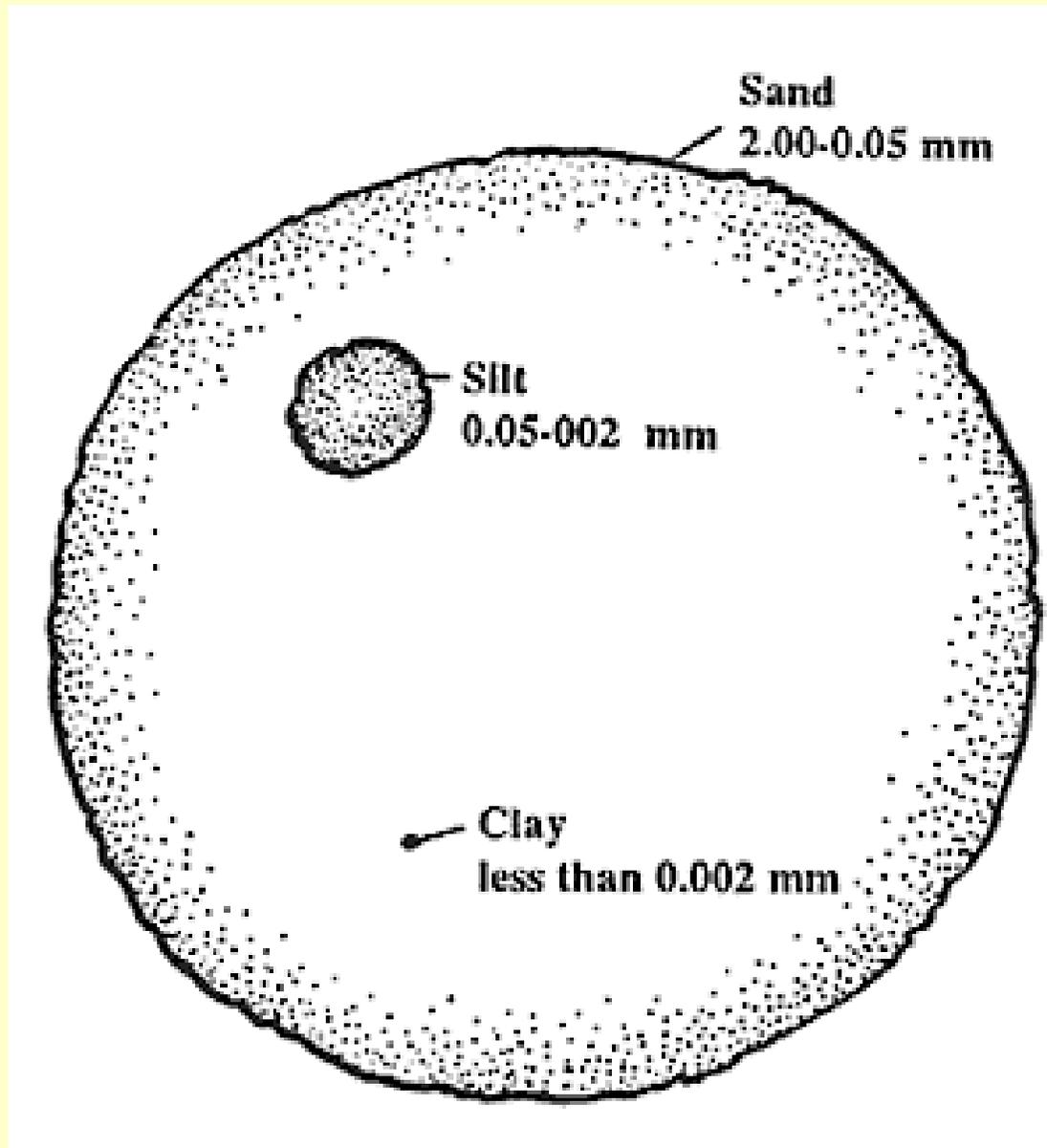






# Textura

Soil texture:	Sand	Silt	Clay
Size [mm]:	0.05 - 2	0.002 - 0.05	< 0.002
			
<u>Macropores</u> :	+++	++	(+)
Medium-sized p.:	++	++	++
<u>Micropores</u> :	(+)	++	+++
Percolation:			
Lixiviación			

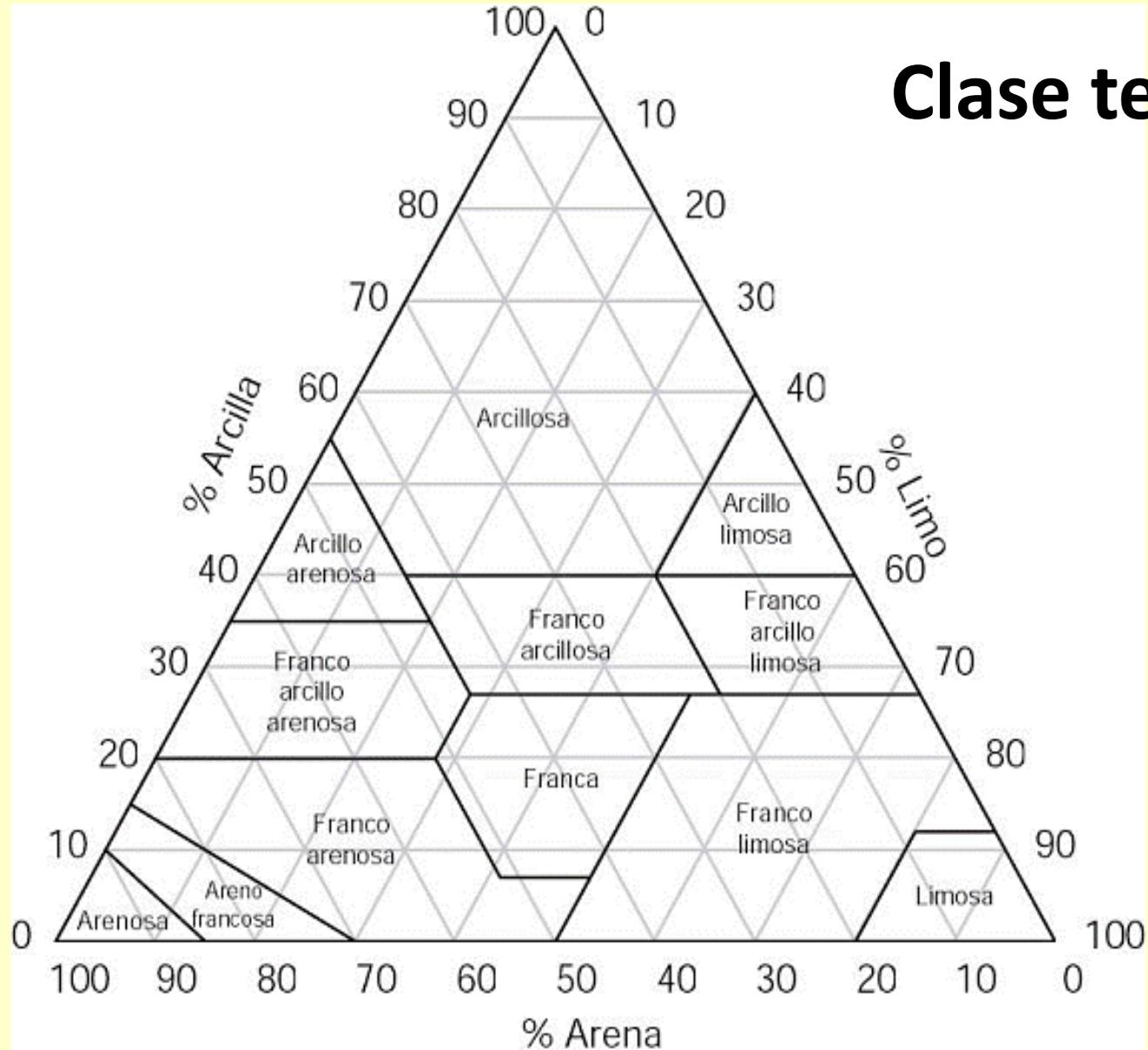




INTERNACIONAL									
piedra	grava	arena gruesa	Arena fina	limo	arcilla				
	20	2	0,2	0,02	0,002	mm			
USDA									
		arenas							
piedra	grava	muy gruesa	gruesa	media	fina	muy fina	limo	arcilla	
	20	2	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,002	mm

# DIAGRAMA TRIANGULAR

## Clase textural





- **Los suelos arenosos**, como son más sueltos son fáciles de trabajar pero tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas.
- **Los suelos limosos** tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. Forman terrones fáciles de desagregar cuando están secos.
- La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. **Los suelos arcillosos** son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos.

# Estructura



Una buena estructura mejora la difusión de aire, del agua y la exploración de raíces

## Soil structure

FIGURE 3-28



Source, USDA

A cluster of strong medium columnar peds. The cluster is about 135 mm across.

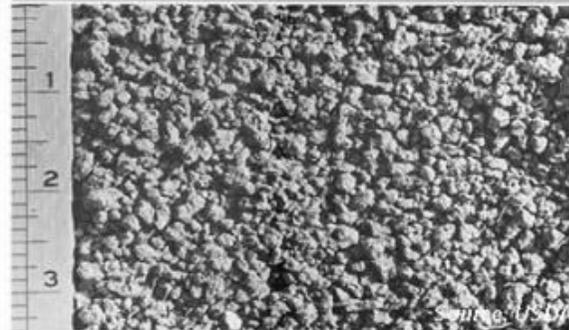
FIGURE 3-29



Source, USDA

Strong medium and coarse blocky peds

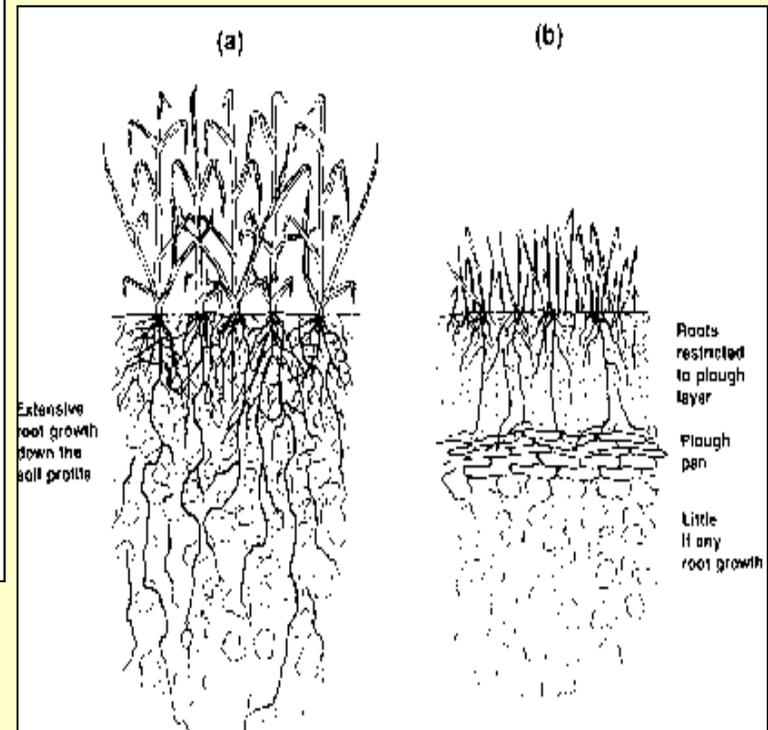
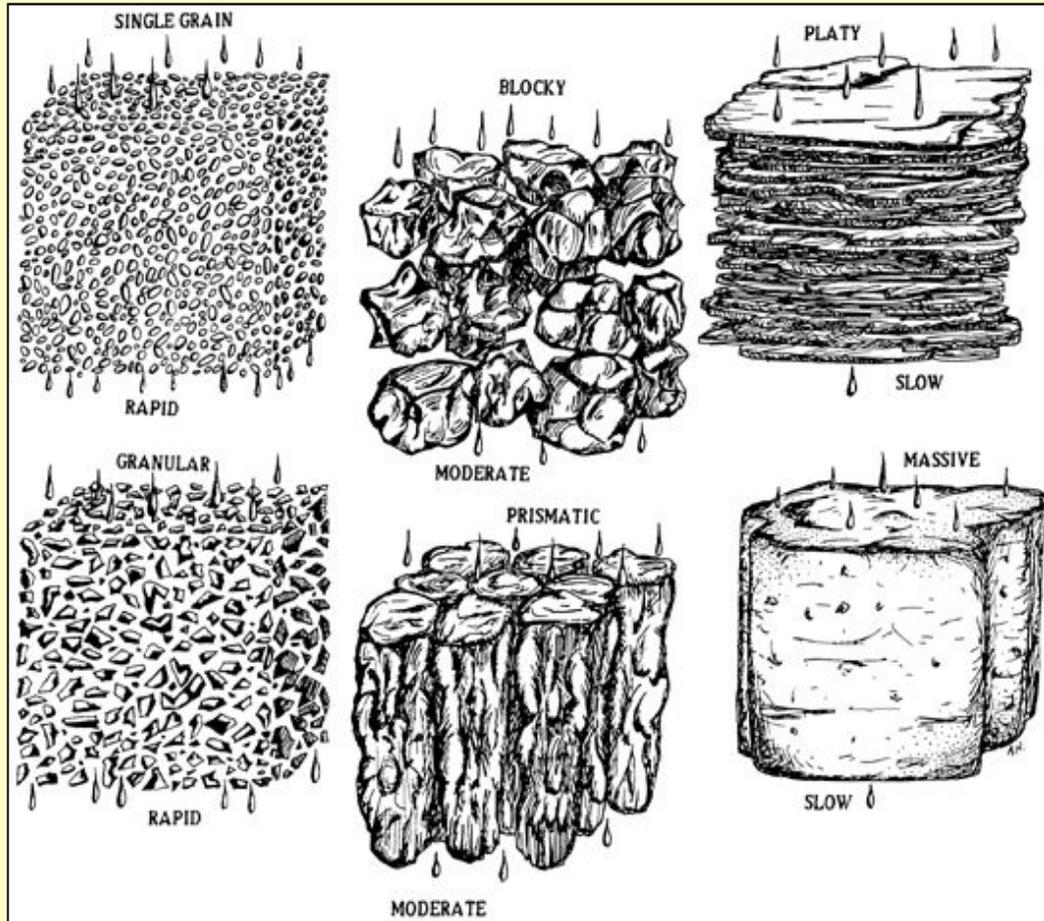
FIGURE 3-30



Strong fine and medium granular peds

In the public domain.

# Agregados



# Estructura - Agregados

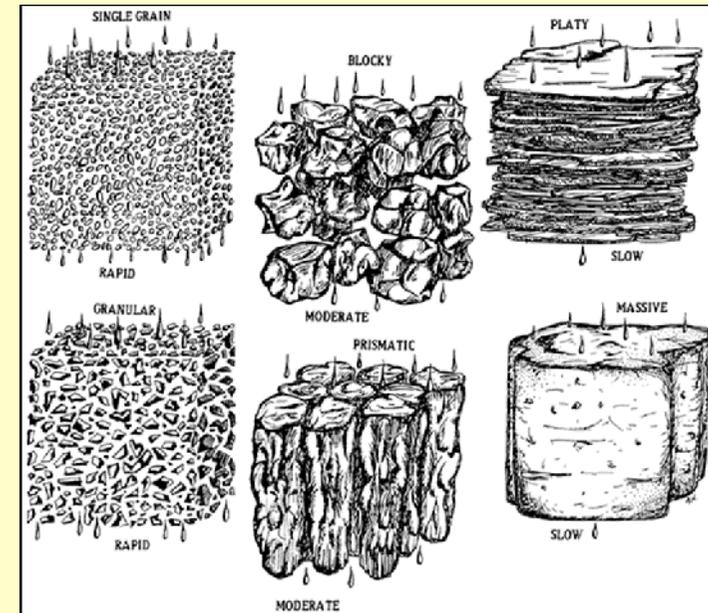
Desde el punto de vista macroscópico, se definen los siguientes tipos:

**1. MIGAJOSA** : agregados porosos de forma redondeada (no se ajustan a los agregados vecinos). **Típica de los horizontes A.**

**2. GRANULAR**: agregados sin apenas poros en su interior, de forma redondeada (no se ajustan a los agregados vecinos). Es similar a la migajosa pero con los agregados compactos. **Típica de los horizontes A.**

**3. BLOQUES ANGULARES** Agregados de forma poliédrica, con superficies planas, de aristas vivas y con vértices. Las caras del agregado se ajustan muy bien a las de los agregados vecinos. **Típicamente en los horizontes arcillosos, como son los hor. B.**

**4. BLOQUES SUBANGULARES** Agregados de forma poliédrica, con superficies no muy planas, de aristas romas y sin formación de vértices. Las caras del agregado se ajustan moderadamente a las de los agregados vecinos. **Típicamente en los horizontes arcillosos, como son los hor. B.**



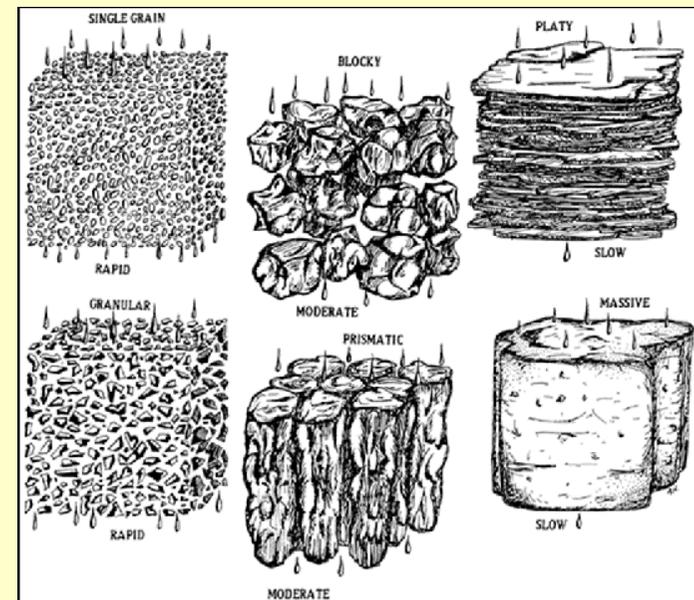
# Agregados

**5 . PRISMÁTICA** Los bloques se desarrollan en una dirección (vertical) más que en las dos horizontales. Presente en los horizontes más arcillosos, a veces hor. B y en ocasiones hor. C.

**6. COLUMNAR** Prismas con su cara superior redondeada. Estructura muy rara.

**7. LAMINAR** Los agregados se desarrollan en dos direcciones (horizontales) más que en la tercera (vertical). Típica de los horizontes arenosos, como los hor. E.

**8. SIN ESTRUCTURA.** Cuando no hay desarrollo de agregados. Horizontes de partículas sueltas (pulverulentos) o masivos (endurecidos).





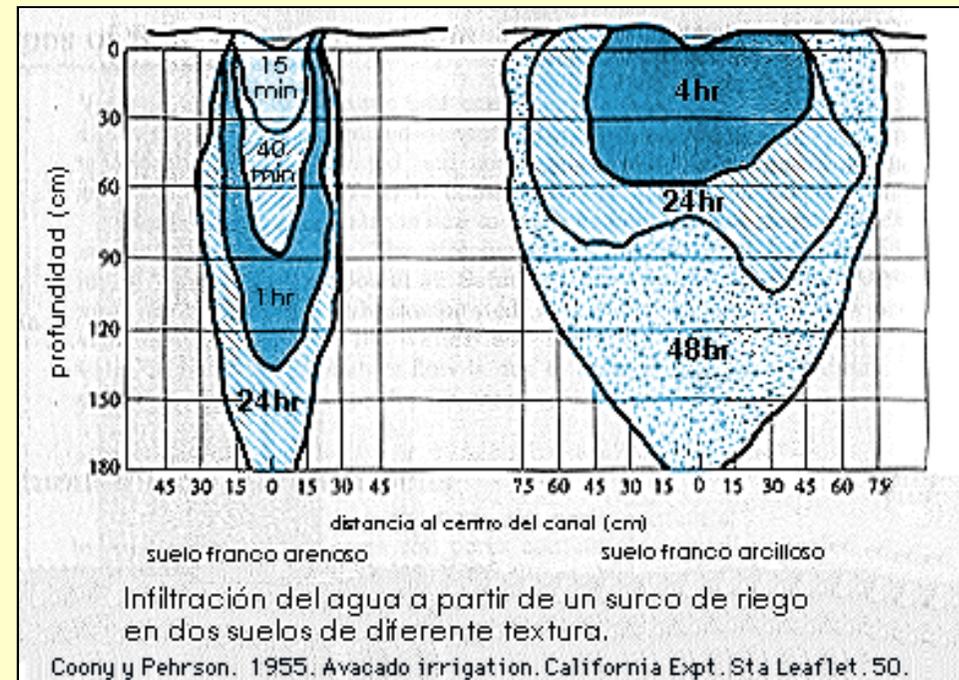
# Movimiento del agua

Agua estructural

Agua higroscópica

Agua capilar

Agua gravitacional





Asignatura Taller 1: el medio físico y biológico para la producción y los ecosistemas regionales



# Sellado - Encostramientos

**Generan problemas para el nacimiento de las plantas**

**Sellados: el suelo húmedo**

**Encostramiento : consecuencia del anterior al secarse el suelo.**

El sellado es una capa delgada creada por el efecto de golpeo sobre el suelo desnudo.

**Destrucción agregados (cuando la estructura es inestable)**

Provocan la dispersión de los coloides (arcillas) que rellenan los huecos superficiales del suelo;

**Crea una capa impermeable, tanto al agua como al aire**

El encostramiento aparece por el desecamiento de una capa sellada

# Sellado - Encostramientos

**El espesor de las costras no suele superar los 3 centímetros**

**Estructura es de tipo laminar**

**Consistencia es dura y muy compacta.**



**Las costras suelen ser muy frágiles pero las plántulas no tienen suficiente fuerza para romperlas**

**También puede llegar a estrangular plantas recién nacidas.**



Asignatura Taller 1: el medio físico y biológico para la producción y los ecosistemas regionales



# Sellado - Encostramientos

**¿Porqué esta favorecido el sellado y encostramiento?**

**Todo lo que favorezca la Inestabilidad de la estructura del suelo**

**¿Suelo desnudo o con vegetación?**

**Desnudo**

***¿maquinarias?***

**Uso reiterado de maquinaria. Tipo**

**¿Textura?**

**Presencia de arcillas y arcilla elevada**

**¿Sales?**

**Presencia de sales en superficie.**

**¿Mat Org?**

**Ausencia de materia orgánica cementante**



# Propiedades físicas

## CONSISTENCIA

- Resistencia para la deformación o ruptura.
- Según la resistencia el suelo puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc.
- Esta característica tiene relación con la labranza del suelo y los instrumentos a usarse.
- ¿A mayor dureza o consistencia del suelo? Energía de labranza?
- A mayor dureza será mayor la energía (animal, humana o de maquinaria) a usarse para la labranza.



# Propiedades físicas

## DENSIDAD

- **Peso por volumen del suelo. (real / aparente)**
- **Está en relación a la porosidad.**
- **Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso.**
- **¿Si tiene mayor MO? Porosidad? Densidad?**
- **A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo**



# Propiedades físicas

## AIREACION

- **Contenido de aire del suelo - ¿Es importante?**
- **Importante para el abastecimiento de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono en el suelo.**
- **¿Qué pasa si un suelo está anegado?**
- **La aireación es crítica en los suelos anegados.**
- **¿Cómo se mejora la aireación?**
- **Se mejora con la labranza, la rotación de cultivos, el drenaje, y la incorporación de materia orgánica.**



# Propiedades físicas

## TEMPERATURA

- Del suelo
- Determina la distribución de las plantas e influye en los procesos bióticos y químicos.
- Cada planta tiene sus requerimientos especiales.
- Encima de los 5º C es posible la germinación en algunas especies



# Propiedades físicas

## COLOR

- El color del suelo depende de sus componentes
- Medida indirecta de ciertas propiedades.
- El color varía con el contenido de humedad.
- Rojo: óxidos de hierro y manganeso
- Amarillo: óxidos de hierro hidratado
- Blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín;
- Negro y marrón indican materia orgánica.

## PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

Son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos.

Las principales son:

- La materia orgánica
- La fertilidad
- La acidez-alcalinidad

## PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

- **MATERIA ORGANICA**
- **¿Qué es? Esta compuesta por:**
  - 1. Residuos de plantas y animales en descomposición (10 a 20%)**
  - 2. Residuos de plantas y animales descompuestos. Humus. (50-85%)**
  - 3. Biomasa microbiana (1,5%)**
- **Exceptuados los residuos vegetales y animales no descompuestos (hojas recién caídas, hojarasca etc)**

## PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

- **MATERIA ORGANICA**
- Ofrece al suelo algunos **alimentos** que las plantas necesitan para su crecimiento y producción. **Es una reserva!!!**
- **Mejora las condiciones del suelo** para un buen desarrollo de los cultivos.
- Suelo de consistencia demasiada suelta (**Suelo arenoso**) se puede mejorar haciendo aplicaciones de materia orgánica (Compost)
- Suelo demasiado pesado (**suelo arcilloso**) se mejora haciéndolo más suave y liviano mediante aplicación de materia orgánica.

# PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

## Efectos de la materia orgánica

- Le da granulación a la tierra haciéndola más **porosa, permeable y fácil de trabajar.**
- Hace que los suelos de color claro se vuelvan oscuras y por lo tanto **absorban una cantidad mayor de radiaciones solares.**
- Defiende los suelos contra la **erosión** porque evita la dispersión de las partículas minerales, tales como limos, arcilla y arenas.
- Mejora **la aireación o circulación** del aire en el suelo
- Ayuda al suelo a **almacenar alimentos** para las plantas.

# PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

## FERTILIDAD - NUTRIENTES

Es una propiedad que se refiere a la **cantidad de «alimentos»** que poseen los suelos, a la cantidad de nutrientes.

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes para las plantas o por dotar al suelo de diferentes características.

- **Macro nutrientes** (N, P, Ca, Mg, K ,S)
- **Micro nutrientes** (Fe, Mn, Co, B, Mo, Cl, Cu, Zn)
- **También son nutrientes** C,H,O.

# PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

¿**Cómo incorpora** estos nutrientes la planta?

- En forma directa por el **crecimiento de las raíces**
- Por movimiento de los nutrientes desde el suelo hasta la superficie de las raíces.
  - **por difusión** (gradiente de concentración cerca de las raíces)
  - **flujo masal** (nutrientes disueltos en el agua)

¿**En el suelo son móviles o inmóviles?**

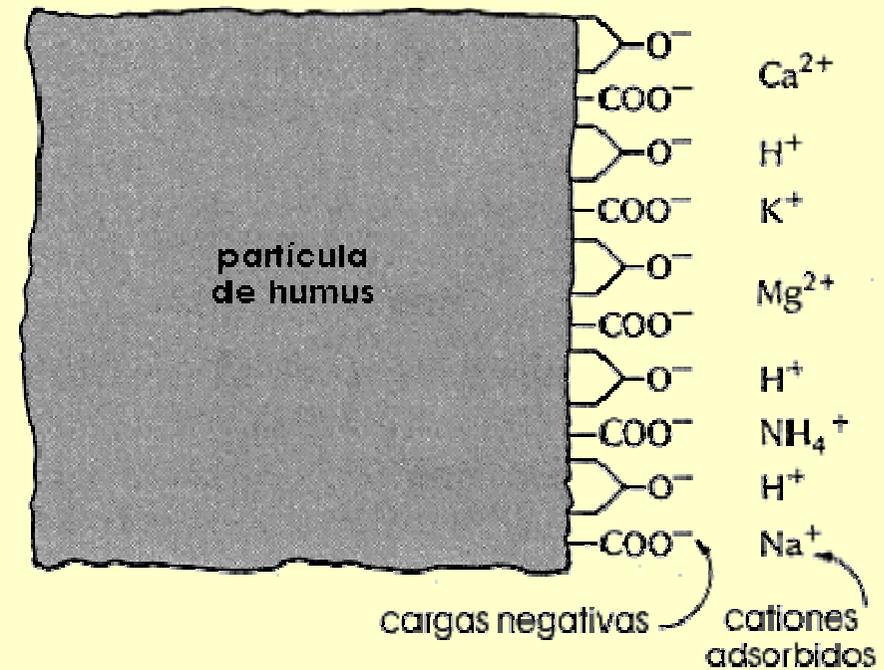
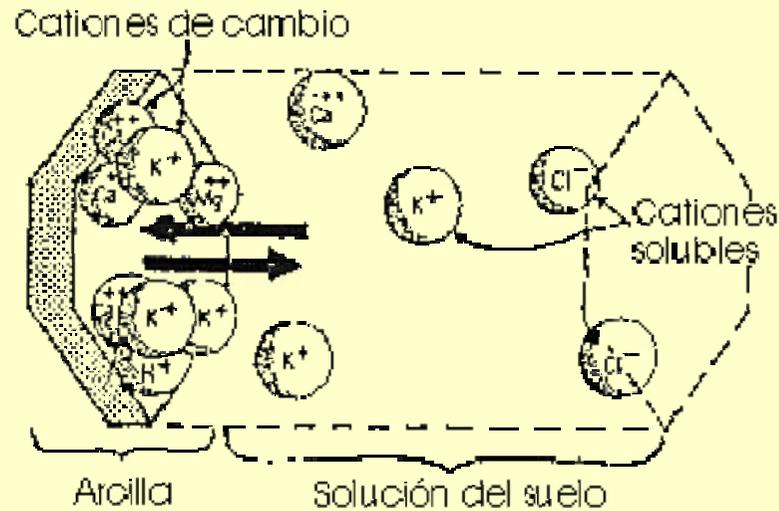
**Nitratos-Sulfatos y ácido bórico móviles**

**P – Zn – Fe – Mn – Muy inmóviles**

**Son Ph dependientes**

# PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO



# PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

**pH: La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones (H<sup>+</sup>), en el suelo los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio.**



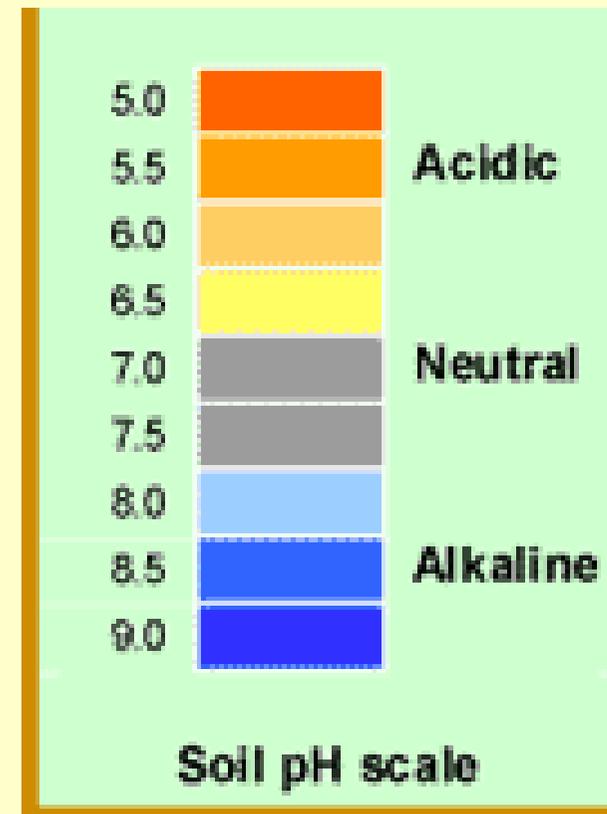
## PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

pH: La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones ( $H^+$ ), en el suelo los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio en el suelo

**Suelo ÁCIDO** tiene un pH menor de 7.

**Suelo NEUTRO** tiene un pH igual a 7.

**Suelo BÁSICO o ALCALINO**: pH mayor de 7





# PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

pH

Por tanto, si decimos: "Este suelo tiene un pH 6"; significa que es un suelo.....

**ácido.**

O: "Este suelo tiene un pH 8,2"; significa que es:

**básico o alcalino.**

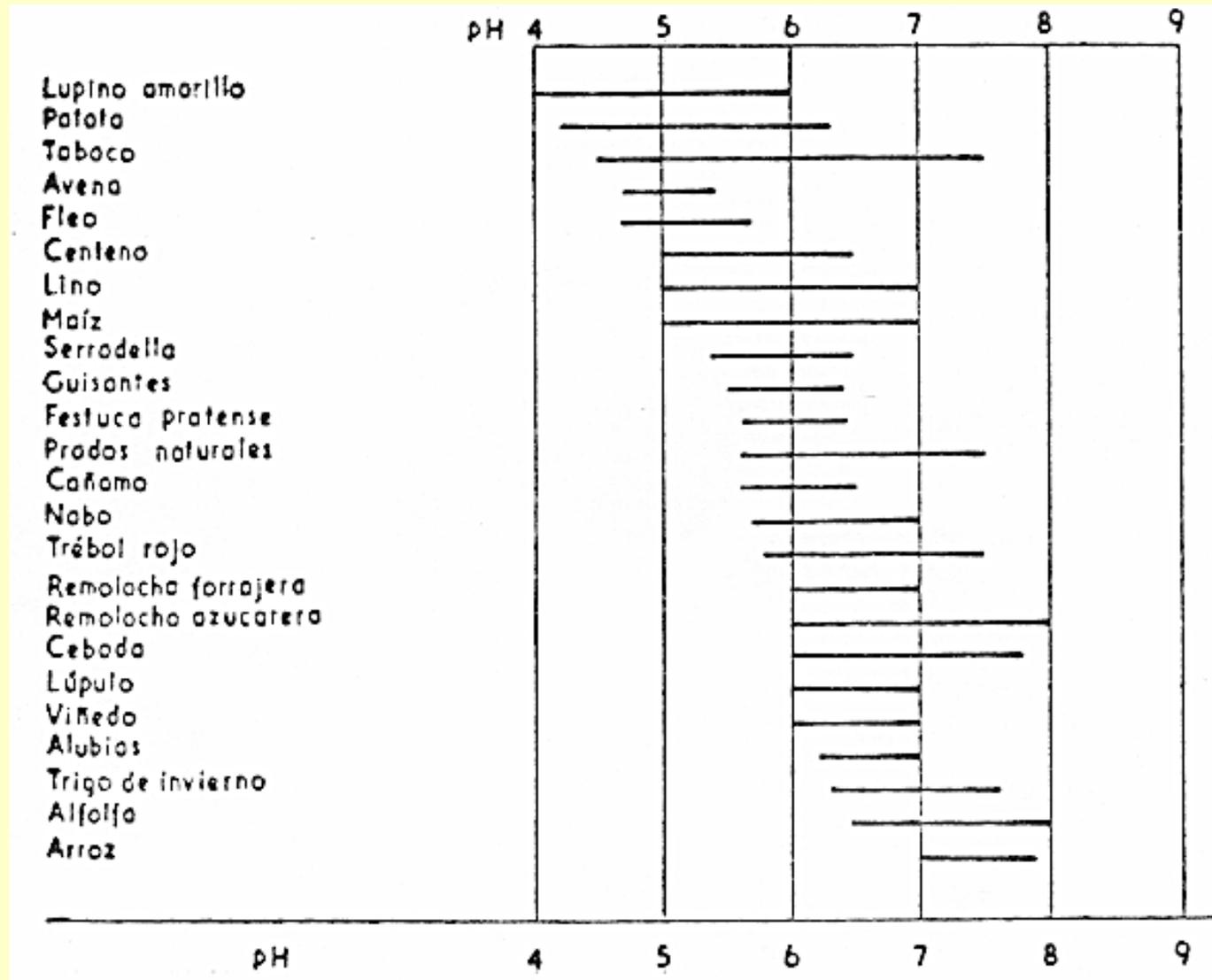
**El pH neutro**, aunque se indique el **7** como valor teórico, normalmente **se considera neutro si está entre 6,5 y 7.**

El mejor pH para la mayoría de **las plantas oscila entre 6,5 y 7**, es decir, neutro.

Algunas, llamadas acidófilas, lo prefieren inferior a 6, y otras (calcícolas), son felices con un pH superior a 7

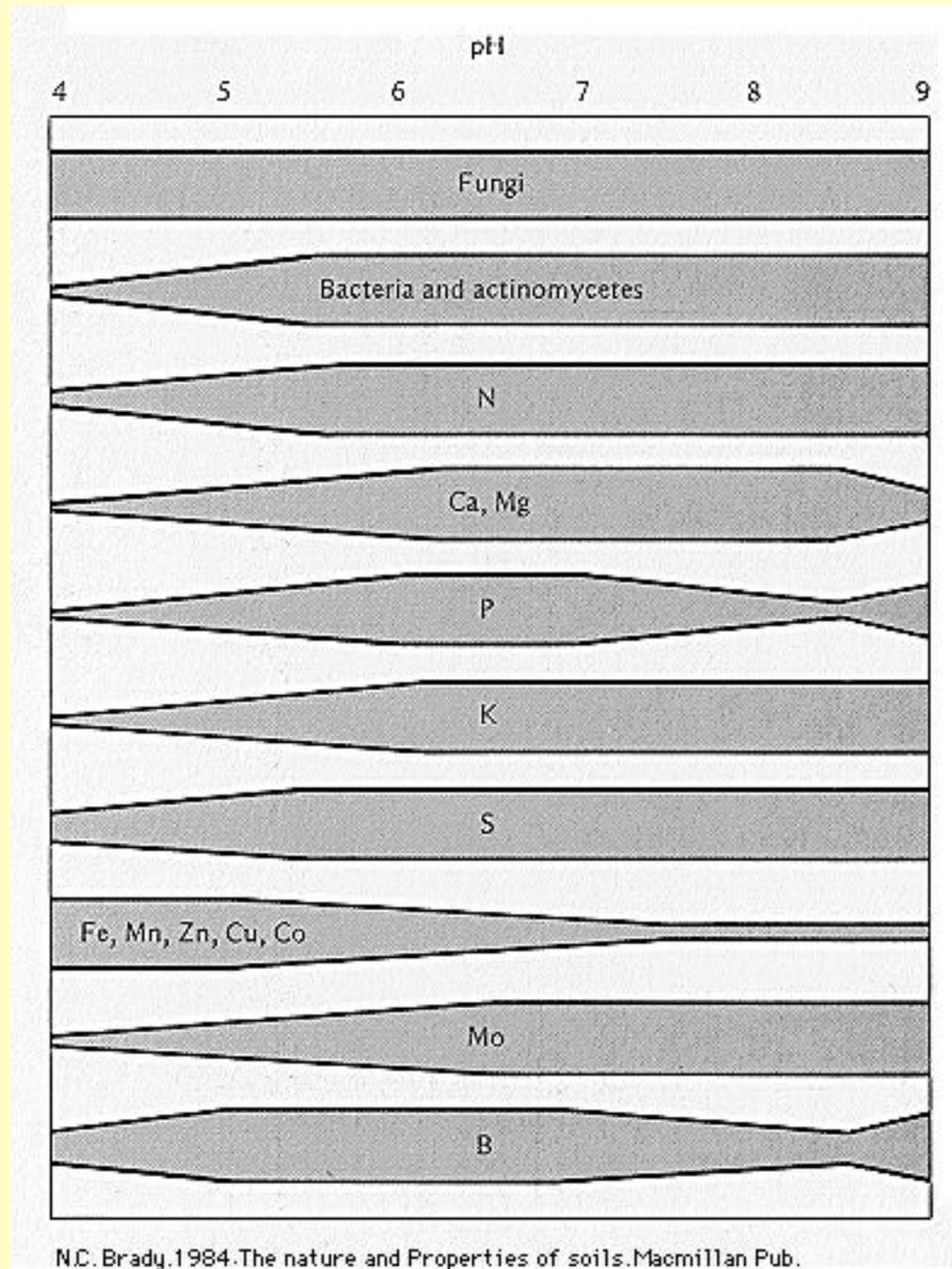
## PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

pH: La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones ( $H^+$ ), en el suelo los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio



## PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

pH:  
absorción  
nutrientes



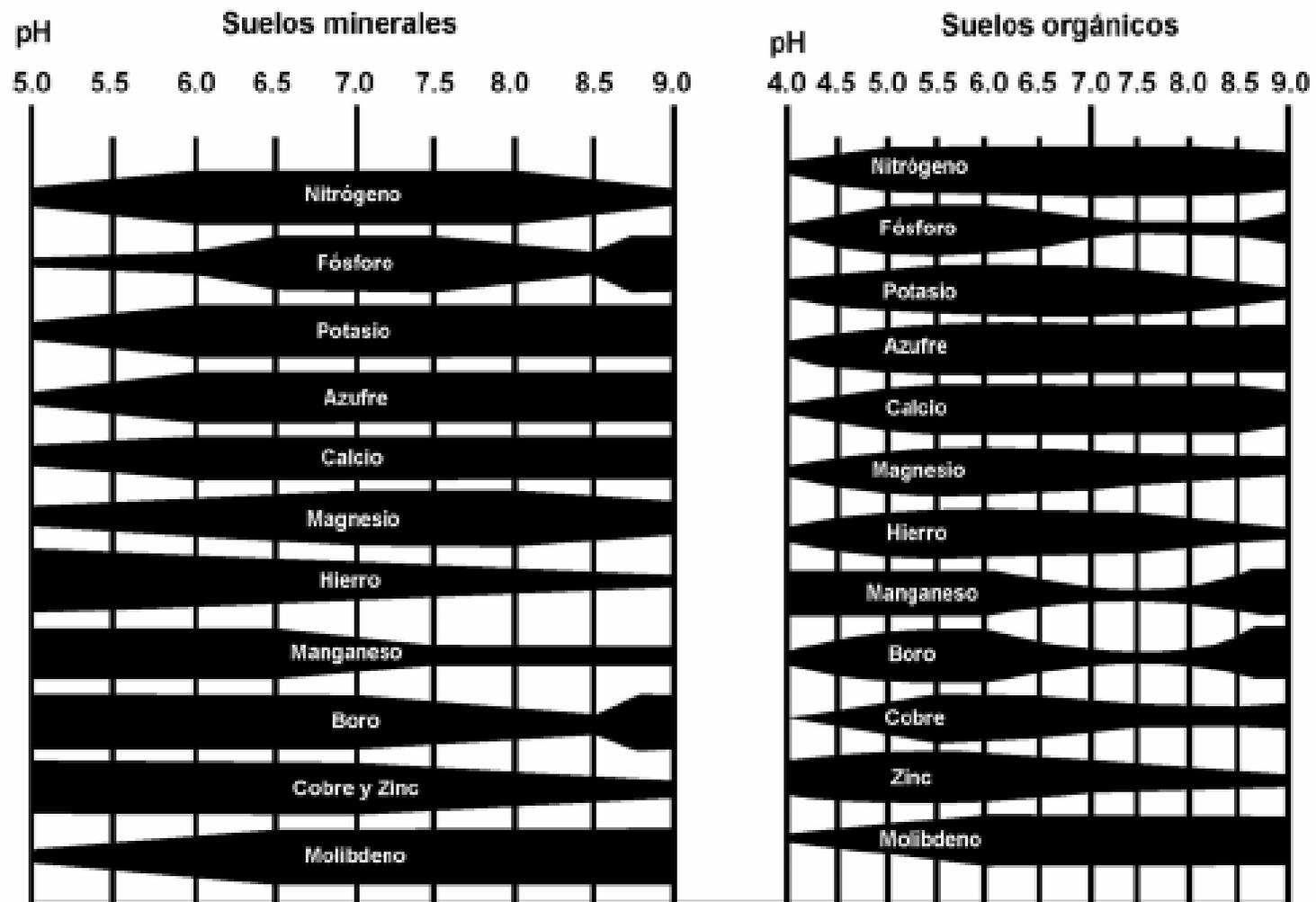


Figura 2.2.1 La disponibilidad relativa (tanto más gruesa la banda, más disponible el nutriente) de los varios nutrientes minerales, es distinta para suelos con base mineral, y para suelos con base orgánica. La máxima disponibilidad de nutrientes para suelos minerales se da con pH de 6.5, comparado con pH 5.5 para suelos orgánicos (Kuhns, 1985).



Nitrógeno  
atmosférico ( $N_2$ )

Plantas

Asimilación

Bacterias  
desnitrificantes

Bacterias  
fijadoras  
de  $N_2$   
de las raíces

Descomponedores  
(bacterias, hongos)

Nitrato ( $NO_3^-$ )

Amonificación

Nitrificación

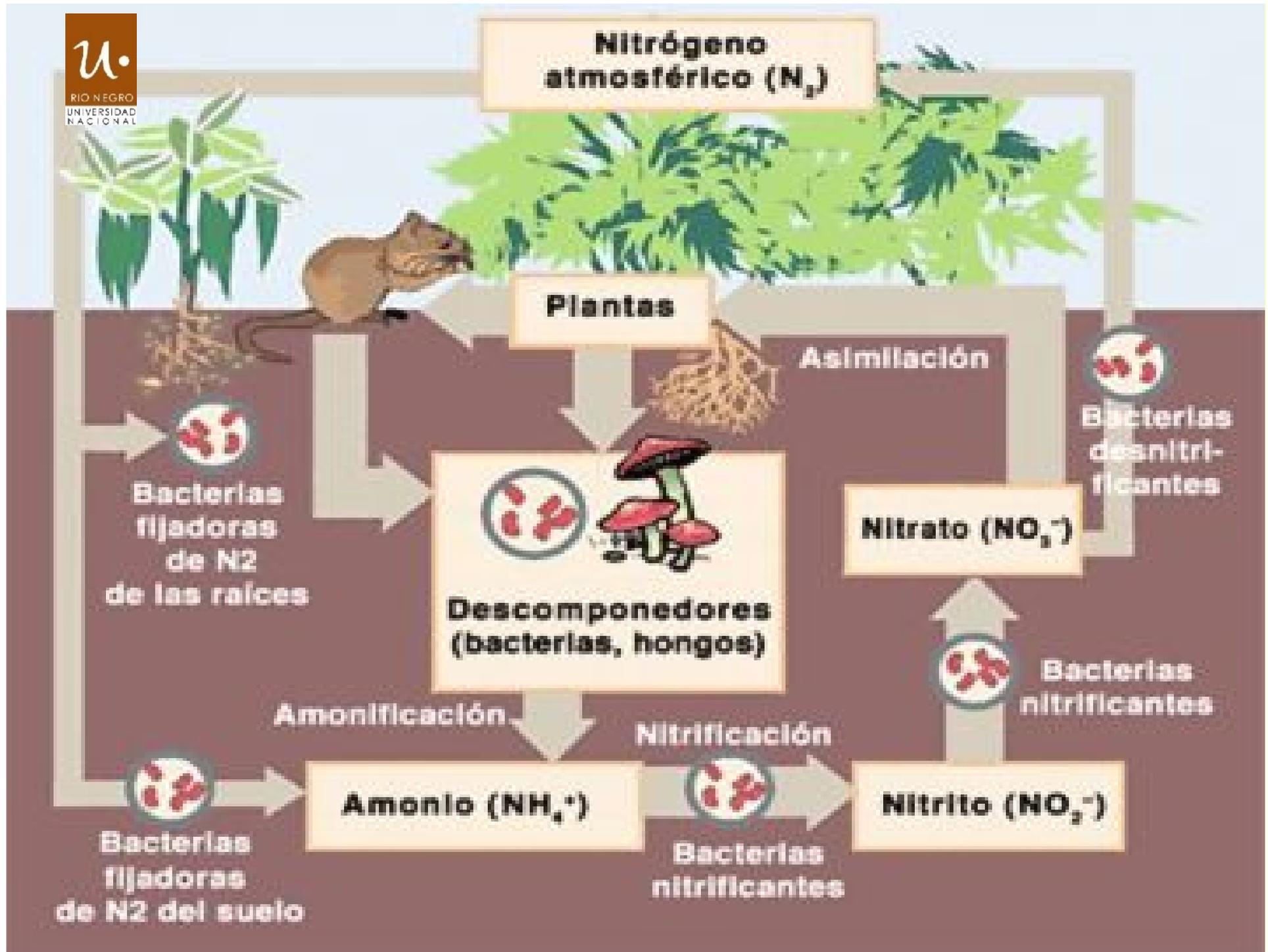
Bacterias  
nitrificantes

Amonio ( $NH_4^+$ )

Nitrito ( $NO_2^-$ )

Bacterias  
fijadoras  
de  $N_2$  del suelo

Bacterias  
nitrificantes



# Guide to Nutrient Deficiency Symptoms



**HEALTHY** leaves shine with a rich dark green color when adequately fed.



**PHOSPHATE** shortage marks leaves with reddish-purple, particularly on young plants.



**POTASH** deficiency appears as a firing or drying along the tips and edges of lowest leaves.



**NITROGEN** hunger sign is yellowing that starts at tip and moves along middle of leaf.



**MAGNESIUM** deficiency causes whitish strips along the veins and often a purplish color on the underside of the lower leaves.



**DROUGHT** causes the corn to have a greyish-green color and the leaves roll up nearly to the size of a pencil.

Drawings: Myriam Ponce

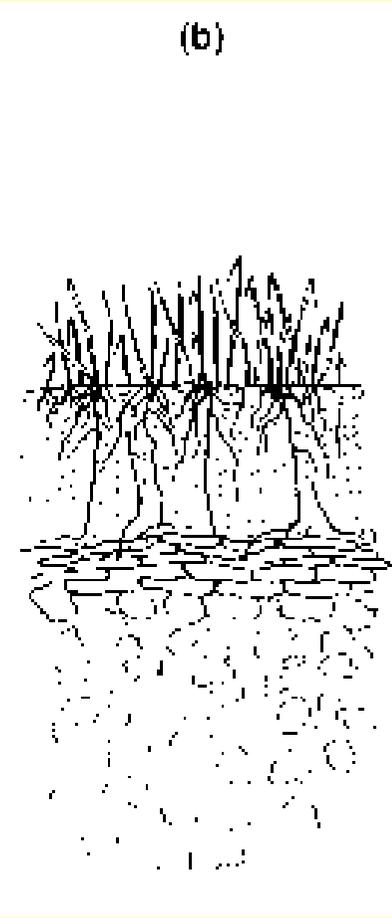
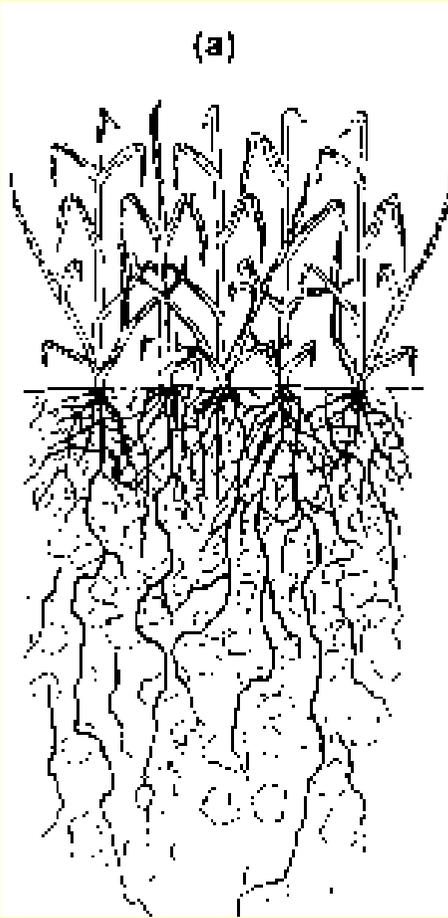
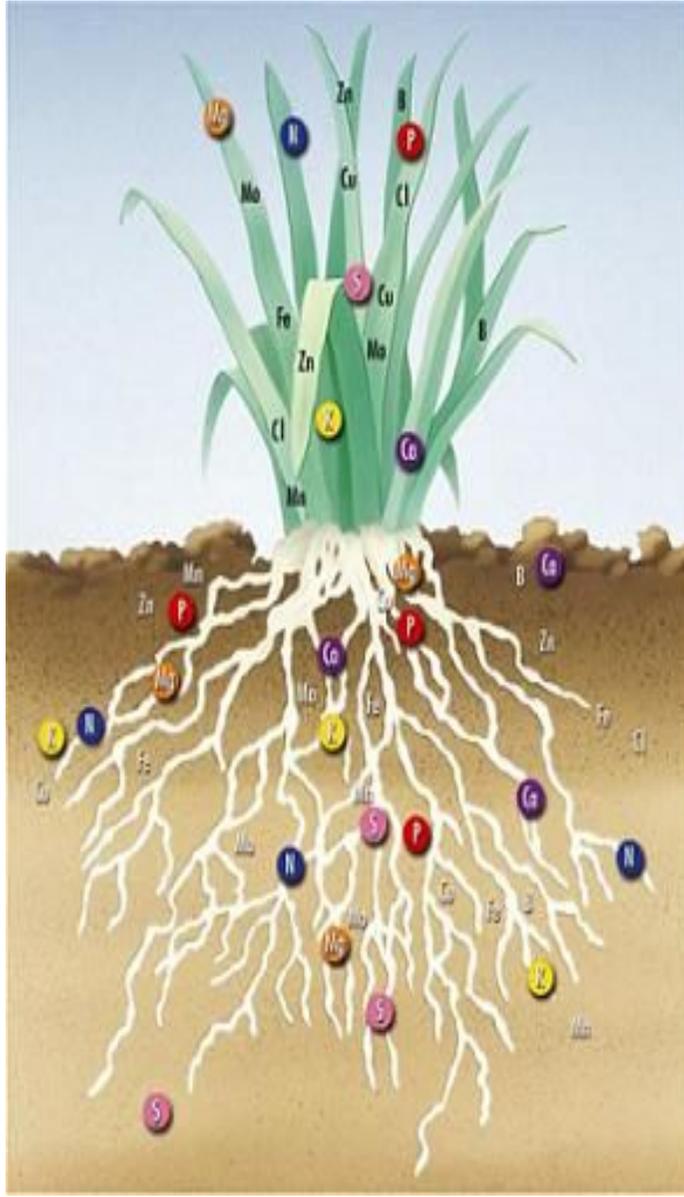


**DISEASE, *Helminthosporium blight***, starts in small spots, gradually spreads across leaf.



**CHEMICALS** may sometimes burn tips, edges of leaves and at other contacts. Tissue dies, leaf becomes whitcap.

# Profundidad



pie de arado

# ¿ Qué es la salinidad ?

Acumulación de sales en el suelo da origen a los suelos salinos

Las sales afectan dependiendo de su concentración :

- La zona explorada por las raíces
  - Disminución del desarrollo
  - Disminución del rendimiento
  - Muerte de la planta

## ¿ Qué efectos tienen ?

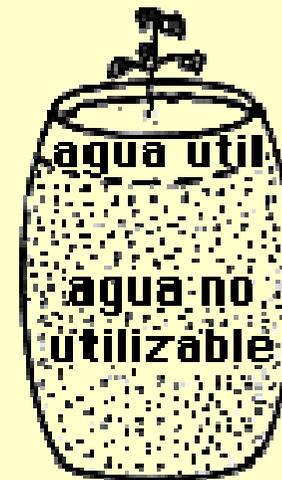
Sequía Fisiológica: menor disponibilidad de agua para las plantas, gran reducción de crecimiento



**suelo  
no  
salino**



**suelo  
moderadamente  
salino**



**suelo  
extremadamente  
salino**

¿ Qué efectos tienen ?

## Efecto Nutricional y Tóxico

**Efecto nutricional:** absorción de nutrientes de la planta es limitada por la presencia elevada de sales provocado por elementos como cloruros, sodio y magnesio.

**Efecto tóxico:** provocado por elementos como cloruros, sodio y magnesio.

Directa: exceso de sales efectos tóxicos

Indirecta: sodio (Na) y Magnesio (Mg). Deterioro en el suelo por deficiencia en el contenido del aire y penetración de agua

## ¿ Qué tipo se sales hay ?

**Solubles:** mas común Cl Na (cloruro de sodio)

Se encuentran en la fase líquida del suelo

Unidad de medida. Conductividad eléctrica

Se pueden lavar

- Efecto: mayor retención de agua...menor disponibilidad para las plantas
- Toxicidad: alteraciones metabólicas perdidas en germinación/muerte
- Hojas. color verde azulado, marchitez, menor tamaño de hojas

# ¿ Qué tipo se sales hay ?

## Sódicas:

- Se encuentran en la fase sólida del suelo (arcillas y materia orgánica)
- Atraen a los iones de cargas opuestas
- Unidad medida
- **(PSI) % Sodio intercambiables o RAS-** relación con Mg y Ca)

## Efectos sobre el suelo y plantas

Partículas sólidas se humedecen y se hinchan...menores poros...menor aire...menor penetración de agua

En superficie costras superficiales: **muerte de plántulas**

**Alteraciones metabólicas**

**Restringe disponibilidad de hierro, fósforo, zinc, boro, cobre**



# Características deseables de un buen suelo hortícola I:

## ¿Nivelación?

§ Buena nivelación, con pendientes entre 0 - 3 por mil en nuestra zona.

## ¿Profundidad?

§ Profundidad adecuada, superior a los 0,5 m.

## ¿Textura?

§ Textura de carácter franco

## ¿Uniformidad?

§ Calidad uniforme en toda la superficie

## ¿Propiedades de labor?

§ Capaz de conservar durante bastante tiempo sus propiedades de labor



# Características deseables de un buen suelo hortícola II:

## ¿Drenaje?

§ Con buen drenaje para que no se encharque

## ¿Ph?

§ Con pH entre 6 - 7,5

## ¿Nutrientes?

§ Equilibrado en elementos nutritivos

## ¿Sales?

§ Sin exceso de sales

## ¿Materia orgánica?

§ Con materia orgánica del orden del 3 %



# Características deseables de un buen suelo hortícola III:

## ¿Plagas y enfermedades?

§ Con baja presión de plagas y enfermedades (semillas de malezas, nemátodos, insectos, hongos, etc.).

## ¿Vida Microbiana?

§ Con una vida microbiana intensa.



# Características deseables de un buen suelo hortícola:

- § Buena nivelación, con pendientes entre 0 - 3 por mil en nuestra zona.
- § Profundidad adecuada, superior a los 0,5 m.
- § Textura de carácter franco
- § Calidad uniforme en toda la superficie
- § Capaz de conservar durante bastante tiempo sus propiedades de labor
- § Con buen drenaje para que no se encharque
- § Con pH entre 6 - 7,5
- § Equilibrado en elementos nutritivos
- § Sin exceso de sales
- § Con materia orgánica del orden del 3 %
- § Con baja presión de plagas y enfermedades (semillas de malezas, nemátodos, insectos, hongos, etc.).
- § Con una vida microbiana intensa.