

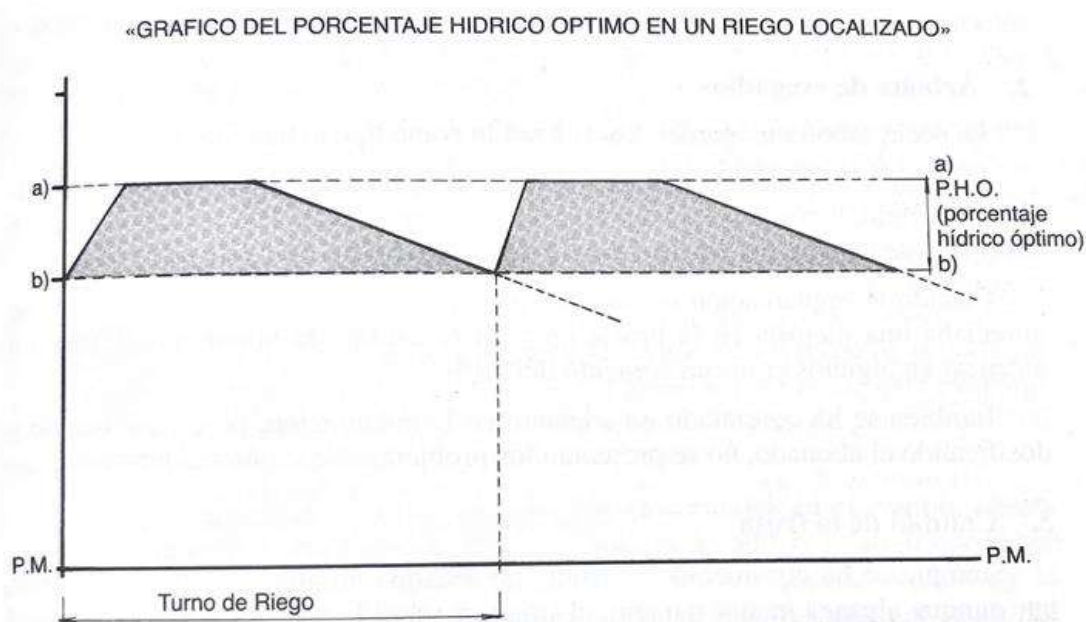
CAPÍTULO Nº 2

NOCIONES: EL SUELO AGRÍCOLA

Definición. -Mezcla de elementos sólidos, líquidos y gaseosos, con animales y vegetales vivos y muertos, con huecos o poros ocupados de aire y agua.

Por la acción de los microorganismos se descompone la materia orgánica en *humus*, que, junto con la parte mineral, forma el complejo *arcillo-húmico* que enriquece el suelo evitando que la mayoría de elementos fertilizantes solubles no se pierdan arrastrados por las aguas de drenaje.

Los espacios entre los elementos sólidos se denominan poros, que se clasifican en grandes o macro-poros y en pequeños o micro-poros. Los grandes no pueden retener el agua por la gravedad que al descender renuevan el aire interior por el nuevo, rico en oxígeno disuelto en el agua. Los poros pequeños son capaces de retener agua por el potencial capilar y el de salinidad, y a medida que se renueva el agua, también el aire interior es remplazado por el nuevo.



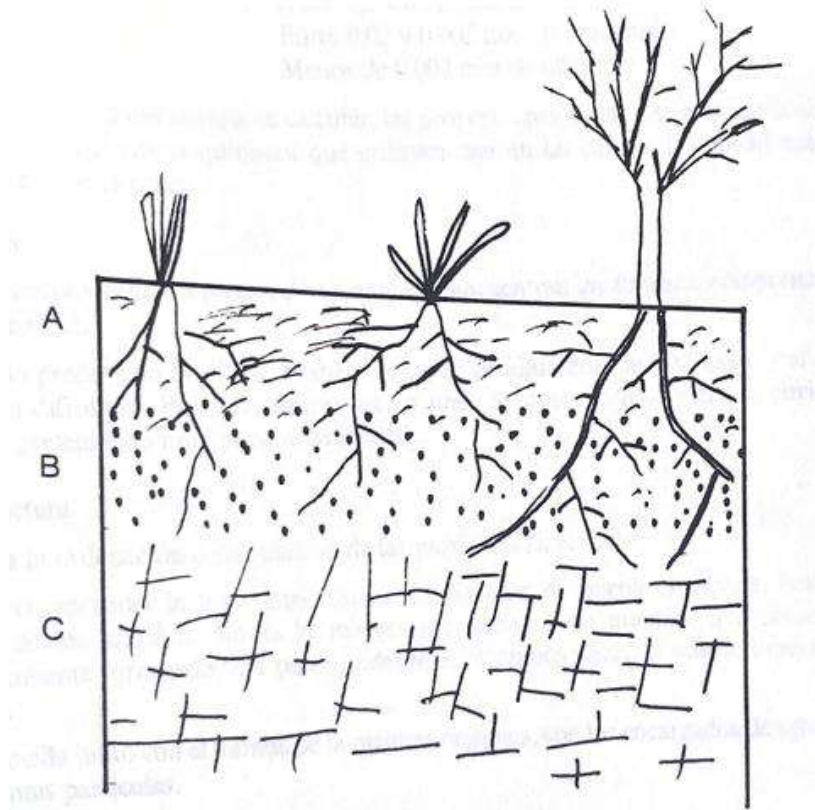
Perfil. -

Haciendo un corte vertical en el suelo, se aprecian diferentes capas u horizontes que abreviadamente se simplifican en tres, desde la capa superior hasta la más profunda:

- Horizonte **A**.- Es la superficial, formado por la parte mineral correspondiente y la mayoría de la parte orgánica (raíces y microorganismos).

- Horizonte **B**.- También llamado de ACUMULACIÓN, porque se enriquece de los elementos finos del anterior horizonte al ser arrastrados por el agua. La parte mineral se encuentra menos disgregada

- Horizonte **C**.- Constituye la roca madre, origen del suelo. La parte mineral está poco o nada disgregada.



Esta diferenciación no es tan simple, ya que entre dos horizontes contiguos siempre hay zonas intermedias. En el "Soil Survey Staff" norteamericano, se les denomina "horizontes de diagnóstico" y los formados en la parte superior "*epipediones*", habiendo clasificado ocho diferentes, y los situados a continuación "*endopediones*", habiéndose clasificado también veinte, formados por la acumulación de materiales procedentes de la parte superior. También se clasifica un perfil incompleto, formado entre el "A" y el "B", llamado "*solum*" formado por la acumulación de los aportados y transformados.

ESTUDIO FÍSICO DEL SUELO

Los factores variables:

a) Características del suelo:

- Textura y estructura.
- Capacidad de campo o de retención.
- Velocidad de infiltración
- Profundidad

b) Características del Cultivo:

- Arbóreo (frutales)
- Herbáceo (hortícolas)

Los suelos se valoran físicamente según las características de **Textura y Estructura**, complementándose con Capacidad de campo o retención de agua (C.C.), Permeabilidad, Porosidad, Salinidad y Profundidad (Pf)

En su aspecto físico, los componentes minerales se clasifican según su tamaño y el tipo de agregación. A las partículas mayores de 2 milímetros, no se tienen en cuenta en los análisis por considerarlos “*grava*”.

En el Departamento de Agricultura norteamericano, los componentes del suelo están clasificados según su tamaño y su nomenclatura en la siguiente

Tabla nº 5

Elemento o partícula	Diámetro tamaño
Arena muy gruesa	Entre 1 y 2 mm
Arena gruesa	Entre 0,5 y 1 mm
Arena media	Entre 0,25 y 0,50 mm
Arena fina	Entre 0,10 y 0,25 mm
Arena muy fina	Entre 0,05 y 0,10 mm
Limo	Entre 0,05 y 0,002 mm
Arcilla	Menor de 0,002 mm

TEXTURA

La textura indica la **proporción** de las partículas del suelo. Según el predominio de las partículas varían sus características, recibiendo distintas denominaciones: Arenoso, Limoso, Arcilloso, pero lo más normal es que estén mezcladas en distintas proporciones, recibiendo los nombres de los elementos mezclados.

En su clasificación se prescinde de nomenclatura complicada simplificándola en cinco grandes grupos de trabajo, atendiendo al *tipo de suelo*, su comportamiento con relación al agua y al riego, principalmente *capacidad de campo* o de retención, así como a su *permeabilidad y velocidad de infiltración*, dejando por el momento la pendiente y la fertilización en este estudio.

Arenosos.- Poca capacidad de retención o de campo (C.C.) y mucha permeabilidad. Debido a esta escasa C.C., la percolación es muy rápida, perdiéndose el agua no absorbida por las raíces, ni retenida por el suelo, por lo que los riegos tienen que ser frecuentes y de poca duración. La proporción de arena puede llegar al 90% y no menos del 50%. La arcilla como máximo el 10%

Ligeros.- Mejoran su capacidad de campo (C. C.) al disponer más elementos finos, aunque en poca proporción pero suficiente. La proporción de arena puede llegar al 70% en un caso extremo, mantienen la buena permeabilidad hasta la formación de capa impermeable por acumulación de las capas superiores.

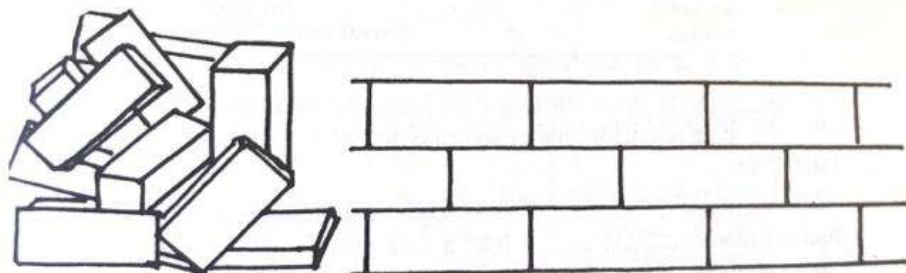
Medios o francos.- La proporción de limo y arcilla está equilibrada con la arena fina, mejorando las buenas características de retención, de laboreo y fertilidad, así como el drenaje. El porcentaje de arena del 30% al 50% y por el exceso de laboreo fácilmente forman capa impermeable.

Franco- Limosos.- Buena capacidad de campo (C.C.). Predomina el limo y la arena fina, pudiendo haber problemas de drenaje en la profundidad que no llegan las labores, debido a la formación de la "suela" o capa impermeable como en los otros suelos. Arena del 20% al 40%

Arcillosos.- Suelos pesados de labrar, mucha capacidad de campo y poca permeabilidad, no adecuados para el empleo del riego por aspersión. La arcilla puede llegar a superar el 40%.

ESTRUCTURA

Estudia la ordenación o **disposición** de los elementos constituyentes del suelo. Para comprender la gran importancia de la estructura, basta el ejemplo de los ladrillos. No es lo mismo que esté en un montón que ordenados formando una pared.



CAPACIDAD DE CAMPO (C.C.) O DE RETENCIÓN

Indica la cantidad de agua, en volumen, que es capaz de retener el suelo. Con el riego los poros se empapan completamente y por evaporación directa de la superficie mojada, se producen pérdidas. Si existe un buen drenaje, el agua de los macroporos continúa descendiendo por gravedad al no poder retenerla, siendo los microporos los que la retienen, hasta que parte de ella la consumen las plantas.

La retención de agua en el suelo se expresa en milímetros (mm), que equivale a un litro por metro cuadrado (l/m^2). En los cálculos, se expresa en milímetros por centímetros de profundidad útil de suelo (mm/cm).

Tabla nº 6

Tipo de suelo	Capacidad de campo o de retención
Suelos arenosos	De 0,33 a 0,85 mm/cm
Suelos ligeros	De 0,85 a 1,25 mm/cm
Suelos medios	De 1,25 a 1,90 mm/cm
Suelos arcillosos	De 1,45 a 2,10 mm/cm

Para mantener y aumentar la humedad del suelo, están muy indicadas las labores superficiales **mientras haya rocío**, con el fin de facilitar la penetración de la humedad del aire, hasta donde profundicen dichas labores. Cuando no se produzca rocío en el ambiente no se produce esa captación húmeda, como solíamos demostrar en los Cursillos.

PERMEABILIDAD

El concepto de permeabilidad o infiltración, significa la facilidad de descenso que tiene el agua para profundizar en el suelo y se complementa con la velocidad, ya que lo que interesa en los cálculos es la velocidad de infiltración.

Normalmente se mide el descenso en mm/hora, que como se ha indicado anteriormente son los litros por metro cuadrado y hora. (l/m²/hora). Si existe pendiente el agua no infiltrada provoca escorrentía que además de ser una pérdida puede producir erosión, es decir, arrastre y pérdida de la mejor tierra agrícola.

Todos estos perjuicios nos van señalando la importancia que tiene el regar bien, es decir, **no regar** con caudales superiores a las características del suelo aprovechando totalmente el agua.

Como orientación para suelos de cultivo, el cuadro de la F.A.O. sobre permeabilidad es muy amplio, por lo que se usa otro más simplificado, pero también amplio, como el de la tabla nº 7:

Tabla nº 7

Tipo de suelos	Velocidad de infiltración
Suelos arenosos	De 19 a 25,5 mm/hora
Suelos ligeros	De 12 a 19 mm/hora
Suelos medios	De 10 a 12,5 mm/hora
Suelos arcillosos	De 7,5 a 9 mm/hora

Como se verá en el desarrollo de los ejercicios, se prefiere relacionar las características del riego a los tipos de suelo. Sencillamente es más práctico y verdadero.

Tabla nº 8

Profundidad alcanzar y Duración del riego		
Tipo de suelo	Profundidad	Tiempo
<u>Arenoso</u> .- Arena	25 cm	1hora
	40 cm	1,6h (1h:35')
<u>Ligero</u> .- Areno limoso	20 cm	1,6h (1h:35')
	40 cm	3,2h (3h:10')
<u>Medio o franco</u> .- Limo arenoso-arcilloso	20 cm	3 horas
	40 cm	6 horas
<u>Arcilloso</u> . Pesado	20 cm	7,5h (7h:30')

Tabla nº 9 (Para completar ejercicios)

Tipo de suelos	Relaciones físicas Suelo	
	Capacidad de campo(mm/cm)	Vel. Infiltración i (mm/h)
Arenoso	0,8	20
Ligero.- Areno-limoso	1,2	15
Medio o Franco.- Limo-arenoso	1,8	12
Franco Limo-arcilloso	2,4	10
Arcilloso o pesado	3,0	8

POROSIDAD

La porosidad es el conjunto de espacios o poros existentes entre las partículas del suelo, los cuales son ocupados por agua y aire.

PROFUNDIDAD

Por profundidad se entiende el espesor de suelo útil o rizosfera, es decir, la capa de suelo donde se desarrollan la mayoría de las raíces más activas de las plantas. En un suelo sano pueden llegar hasta la roca madre. Los impedimentos que limiten su desarrollo se tienen que solucionar plenamente en toda Agricultura intensiva

EL OXÍGENO EN LA “ATMÓSFERA” DEL SUELO

El oxígeno es necesario para que las raíces puedan respirar y así obtener la energía necesaria para la absorción de nutrientes y agua. Dentro del suelo a las raíces les puede ocurrir una situación semejante a lo que les ocurre a los peces en aguas estancadas en épocas de sequía, que van consumiendo oxígeno hasta que se les agota y mueren, apareciendo flotando sobre la superficie hecho bastante frecuente.

Cuando se riega los poros se llenan de agua. A medida que ésta desciende va ocupando el espacio del aire viejo que va siendo sustituido por el nuevo aire entrante, rico en oxígeno disuelto en el agua. Si este proceso se dificulta por encharcamientos o situaciones parecidas, el aire interior se va viciando disminuyendo el porcentaje de oxígeno hasta llegar a faltar y producir asfixia. Si no se repone con nueva entrada de agua y aire rico en oxígeno, se podría llegar hasta producir la muerte de las raíces, situación no tan rara cuando se ha producido la formación de “suela” o capa impermeable.

Los restos de raíces y de vegetación muerta en el interior del suelo, al descomponerse lo esponjan facilitando la aireación del subsuelo, por lo que conviene que durante el invierno, en los cultivos arbóreos, se mantenga la vegetación espontánea, especialmente si predomina el “agret” o vinagrillo

(*Oxalis corniculata*), que suele secarse al llegar el buen tiempo, dejando el suelo esponjoso con finos canalillos.

LA SALINIDAD DEL SUELO

Como “sales” se incluyen todos los componentes químicos solubles que entran en la composición del suelo. Un suelo se considera salino cuando tiene un exceso de sales solubles

Por lo tanto, todos los suelos contienen “sales”, ya que se han formado a partir de los minerales característicos después de actuar una serie de agentes climáticos erosivos, minerales y biológicos, hasta su transformación en iones.



Cuanta mayor concentración de sales, mayor será la presión osmótica que tendrá que vencer la planta para poder absorber agua, por lo que **menor será su capacidad productiva**.

Mientras el cultivo es de “secano”, no se producen problemas de salinidad, pero al transformar en regadío la finca, se puede llegar a producir su disolución, provocando problemas de salinización y clorosis.

Con la lluvia y el agua aportada, parte de estas sales insolubles se disuelven pasando a ser sales activas. Las nutrientes son consumidas por las plantas y las que no, son arrastradas por el agua de riego formando capas más o menos concentradas hasta donde llega la humedad.

Con la “Aspersión” suelen descender hasta donde llega el agua y si hay un buen drenaje, se produce una lixiviación o lavado.

En el “Localizado” no es tan sencillo. Por una parte, se aporta menos agua y ésta se concentra en el interior del bulbo, arrastrando hacia el exterior el exceso de agua junto con sales. En la superficie también se localizan en el exterior hasta donde llega la humedad.

Con el paso del tiempo se forman capas o zonas salinas, que se mantienen fuera del bulbo sin perjudicar al no estar en contacto directo con las raíces pero con el agua de una ligera lluvia se pueden provocar desplazamientos y romper ese equilibrio.

Si continúa lloviendo y en cantidad suficiente, se pueden producir lavados, que llegan a ser beneficiosos, pero si son lluvias ligeras al variar su ubicación y ser arrastradas al interior del bulbo, pueden producir problemas salinos. Para evitar este problema cuando llueve escasamente se tendrá que regar igual o más, hasta conseguir provocar lavados y alejarlas del bulbo, tal como se representa en el dibujo donde el agua del bulbo intenta impedir que penetren las sales.

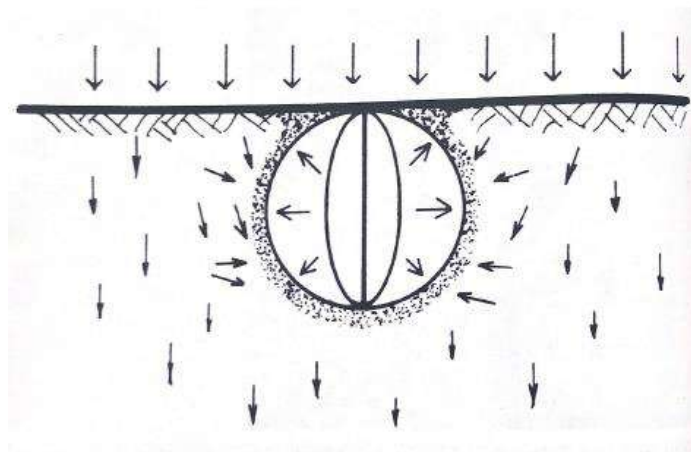


Tabla nº 10

Tolerancia de los cultivos a la salinidad del suelo				
<i>Conductividad</i> (µmho/cm).	Sales totales gr/l meq/l		Presión osmótica atm.	Tolerancia cultivos
1.000	0,650	10	0,3	Sin problemas.
2.000	1,280			Sólo plantas sensibles Reducción cosecha
2.500	1,600	30	0,9	Igual anterior Límite salinidad
4.000	2,560	-	1,4	Solo planta resistente.
5.000	3,300	60	1,9	Plantas muy resistentes
7.500	5,000	90	2,9	-
8.000	5,120	-	-	-
10.000	6,600	125	3,9	Límite palmera
12.000	7,680	-	-	
40.000 58000	---	-	-	Agua de mar

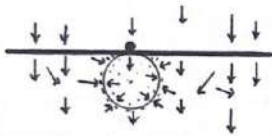
Varios. Bibliografía especializada

Se completa esquemáticamente los efectos de la lluvia, según indicábamos en nuestra bibliografía en los Cursos realizados por la mayoría de Comarcas de la Comunidad Valenciana.

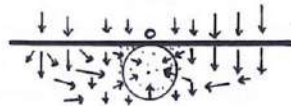
Proceso de un supuesto de lluvia moderada y otro supuesto de lluvia copiosa y los efectos que se pueden producir en las capas salinas del suelo.

EFFECTO DE LLUVIA DÉBIL O MODERADA

Al inicio se tiene que regar para mantener el equilibrio salino dentro del bulbo y que el exceso de las sales permanezca en la periferia del mismo.



Al cabo de unas horas, en el caso de no regar existe riesgo de romper dicho equilibrio, penetrando sales en la zona del PHO.

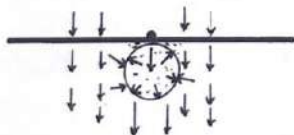


Después de unos días se evapora el agua de la superficie provocando un ascenso de la inmediata inferior que al arrastrar las sales disueltas, saliniza la zona radicular.

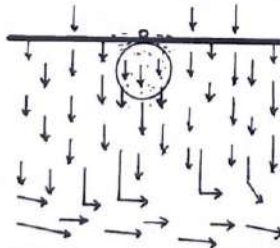


EFFECTO DE LLUVIA COPIOSA

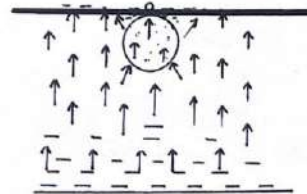
Al principio conviene regar como en el caso anterior, hasta tener la seguridad de que la lluvia alcanza las capas profundas.



Si existe un buen drenaje se produce un lavado de sales, arrastradas por el agua de lluvia en su descenso.



Si no hay un buen drenaje, las sales y el agua quedan almacenadas sobre la capa impermeable, y al cabo de un tiempo se produce el efecto inverso de ascensión de sales.

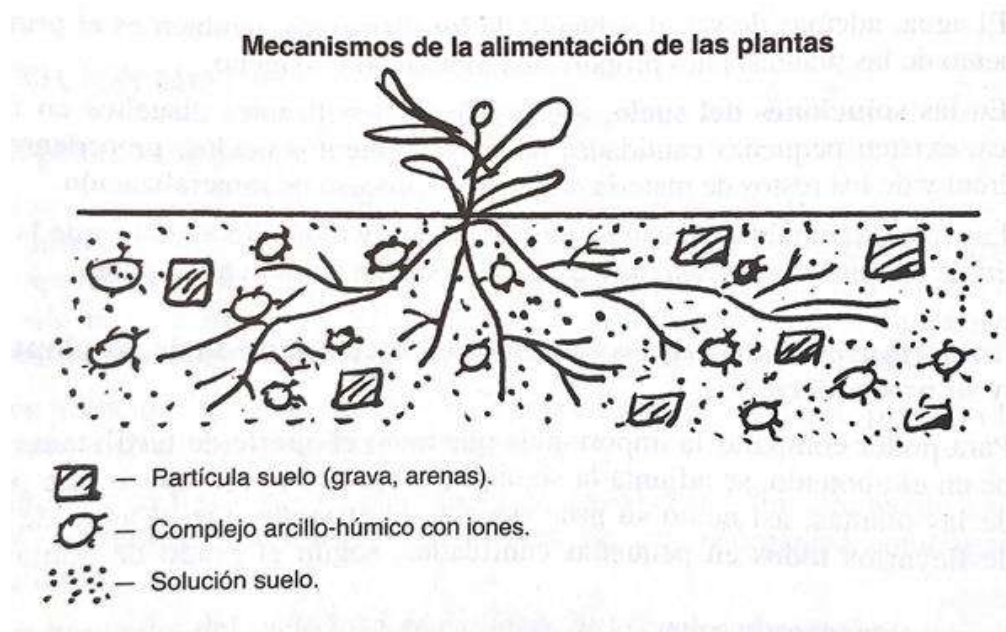


LA ALIMENTACIÓN DE LAS PLANTAS POR EL SUELO.

Se distinguen 3 partes:

1ª PARTE. -Materiales y minerales originarios

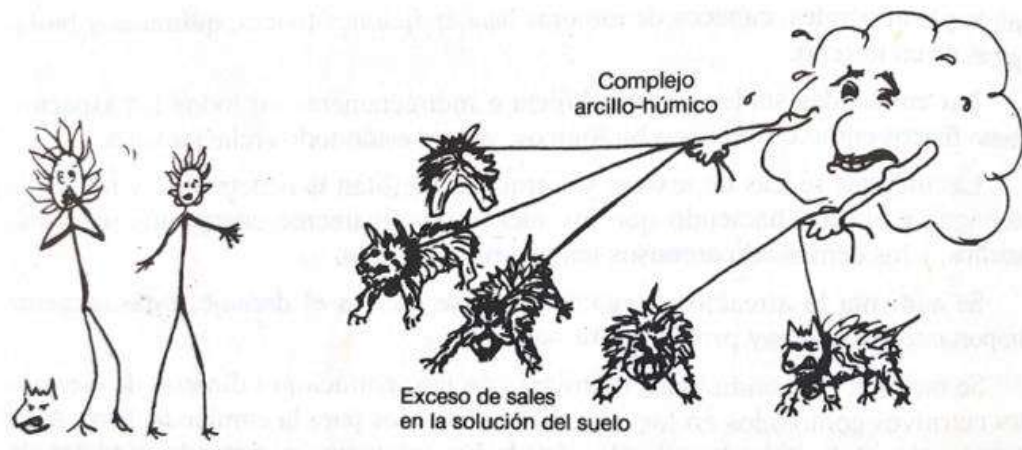
Característicos de cada suelo, comprendiendo las partículas de tierra mayores de 2 mm y minerales insolubles, además de la materia orgánica.



Como ejemplo didáctico lo representamos como el **ALMACÉN** de una tienda de comestibles, donde las plantas pueden servirse de los productos almacenados, siendo los “operarios” los microorganismos encargados de transformarlos en asimilables.



2ª PARTE. - Complejo arcillo-húmico



Está compuesto por parte mineral (arcilla) y parte orgánica (humus) y tiene la propiedad de adsorber y retener los iones con carga positiva (cationes), como son el amoníaco (NH_4^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{++}) y todos los metales, además de los fosfatos (PO_4H_2^-) debido a la acción intermedia del calcio. No retiene los de carga negativa (aniones), como el nitrato y los sulfatos.

Siguiendo con el ejemplo didáctico, equivale a la **TIENDA**, donde la planta adquiere fácilmente los nutrientes necesarios.

3ª PARTE. - Solución del suelo

La componen el agua junto a los radicales químicos (iones) de los distintos fertilizantes disueltos, así como otras sustancias beneficiosas o no.

En el ejemplo didáctico propuesto, equivale al **RESTAURANTE**, donde la planta toma directamente su alimento, pudiendo incluso “pagar” por ello, mediante el intercambio iónico.