

EL SUELO

El suelo, base esencial de toda producción agrícola, constituye para la planta un soporte, una reserva de agua y de elementos nutritivos. Hay que estudiarlo desde al menos dos campos: el medio físico y el medio químico.

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO

Textura: hace referencia al tamaño de las partículas del suelo.

Existen varias clasificaciones, pero en todas coincide el orden. Las partículas de más gruesas a más finas serían: arena, limo y arcilla. Dependiendo del porcentaje de cada una se dice que un suelo es arenoso, limoso, arcilloso, arcillo-limoso y todas las demás combinaciones posibles. Cuando se da un cierto equilibrio se dice que un suelo tiene *textura franca* y esta es la mejor desde el punto de vista agrícola.

Las arcillas del suelo, dotada de propiedades físico-químicas particulares, constituye los coloides minerales, que junto con el coloide de la materia orgánica forma el complejo arcillo-húmico (C.A.H.) jugando este un papel importantísimo en las propiedades físico-químicas del suelo y de la absorción como veremos más adelante.

La arcilla es un coloide electronegativo dotado de propiedades de absorción propias, por lo que es capaz de retener en su superficie los cationes de las sustancias ionizadas.

Las arcillas absorben agua, aumentando su volumen y por lo tanto su capacidad de intercambio iónico.

En los suelos con exceso de sodio, este elemento deflocula o dispersa las arcillas, rompiendo el C.A.H.

El humus también es un coloide electronegativo, e igual que las arcillas, atrae a los cationes constituyendo humatos, siendo el más frecuente el humato cálcico. El humus es hidrófilo (que retiene mucha agua) y desempeña una importante función en la economía del agua.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO

Todos los elementos existentes en el suelo no tienen igual importancia, ya que la planta utiliza preferentemente algunos (N.P.K.). Por otra parte, es una absorción selectiva, no siempre perfecta, puesto que los vegetales pueden admitir algunos elementos hasta la toxicidad (CO_3Ca y ClNa) y realizan frecuentes consumos de lujo (potasa K_2O) que no se traduce en un aumento de producción.

Según la preferencia de las plantas por unos elementos u otros se puede hacer la siguiente división:

- **Macroelementos:** la planta tiene mayores necesidades de estos elementos:
⇒ **Macroelementos primarios:** **N** (nitrógeno), **P** (fósforo) y **K** (potasio).
⇒ **Macroelementos secundarios:** **Ca** (calcio), **S** (azufre) y **Mg** (magnesio).
- **Microelementos u oligoelementos:** la planta tiene poca necesidad de estos elementos, pero esto no quiere decir que no sean importantes: **B** (boro), **Zn** (zinc), **Mn** (manganeso), **Fe** (hierro), **Mo** (molibdeno) y **Cu** (cobre).

Estos elementos los toma la planta mayoritariamente del suelo y tienen origen mineral, salvo el N que tiene origen orgánico o atmosférico.

A estos elementos químicos hay que añadir los más esenciales, pues son el 95% de las células animales y vegetales: **C** (carbono), **H** (hidrógeno) y **O** (oxígeno). La planta los toma directamente del aire a través de los estomas de su epidermis (CO_2 , O_2) o por absorción de agua del suelo a través de las raíces.

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

La principal propiedad física del suelo es **la estructura**, que se define como la forma de ordenarse las partículas (arena, arcilla y limo) en el suelo. Estas partículas están unidas por coloides arcillosos, húmicos, y por el C.A.H.

La estructura del suelo tiene gran importancia para el desarrollo de los cultivos, por que determina la porosidad (poros por donde circula aire y agua necesarios para las raíces) y la permeabilidad.

Los factores más importantes para tener una buena estructura son tener un nivel de materia orgánica adecuado y un adecuado laboreo del suelo para mantener y aumentar la porosidad. El poder cementante del humus (ácidos húmicos) es 3 veces mayor que el de las arcillas, de ahí su importancia a la

hora de pasar a formar parte del C.A.H. del suelo y de mejorar su estructura.

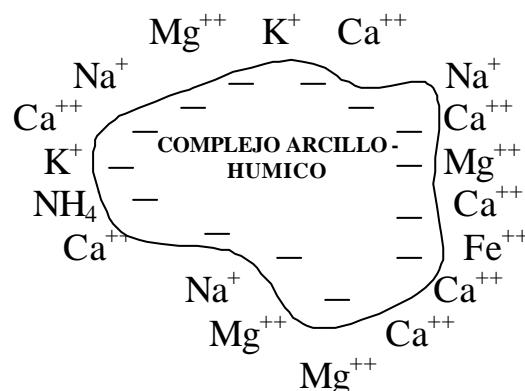
Como actúa el complejo arcillo-húmico.

Un ión es un átomo o grupo de átomos que ha perdido electrones por lo cual adquiere carga eléctrica. Los iones con carga eléctrica positiva se llaman *cationes* (K^+ , Ca^{++} , Fe^{+++} , Mg^{++} , NH_4^+) y los de carga negativa *aniones* (NO_3^- , CO_3^{--} , Cl^-).

Algunos compuestos químicos cuando están disueltos en agua se disocian en iones; por ejemplo el nitrato amónico (NO_3NH_4) se disocia en el anión nitrato (NO_3^-) y en el catión amonio (NH_4^+). Los elementos nutritivos se disuelven en el agua del suelo, disociándose en iones, y así son absorbidos por las plantas.

El agua del suelo junto con los elementos nutritivos disueltos, recibe el nombre *de disolución del suelo o solución del suelo*.

El C.A.H. tiene carga negativa, por lo que atrae a los cationes de carga positiva contenidos en la solución del suelo.



En la mayor parte de los suelos el catión Ca^{++} representa la mayor parte de los cationes atraídos por el C.A.H., siguiéndole los cationes Mg^{++} , K^+ , Na^+ y NH_4^+ . El catión Ca^{++} representa el ión de intercambio por excelencia y sin él las acciones de absorción de la planta se verían seriamente dificultadas.

Cuando se incorpora al suelo un abono, por ejemplo un abono potásico, al disolverse en el agua se incrementa el número de cationes K^+ de la disolución del suelo. Muchos de estos cationes sustituirán a cationes Ca^{++} del C.A.H. pasando estos a la disolución. Cuando la planta absorba cationes K^+ de la disolución del suelo, otros cationes K^+ pasarán del CAH a la disolución, con el fin de mantener un cierto equilibrio entre disolución y complejo.

Es importante resaltar que para que el intercambio cationico se realice de forma plenamente satisfactoria, es necesario que el número de cationes de la solución y del complejo alcance cierto nivel. Los abonados llamados de enriquecimiento, no de mantenimiento, consisten en añadir el abono correspondiente hasta alcanzar ese nivel, sin el cual no habría intercambio y por ello difícilmente absorción.

De las propiedades del complejo coloidal y del movimiento de los iones en el suelo, se deduce la utilización de los abonos:

- ❖ Los abonos nitrogenados suministran el N de dos formas diferentes, como anión nitrato (NO_3^-) o como catión amonio (NH_4^+). El CAH retiene el amonio pero no el nitrato, quedando este en la disolución del suelo y por ser muy móvil a merced de la lixiviación (penetración del agua a capas profundas).
- ❖ Los abonos fosfóricos suministran el fósforo en forma de aniones fosfatos.
- ❖ Los abonos potásicos suministran el potasio bajo forma de catión K^+ que es retenido por el CAH.

ABSORCIÓN DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS

Las plantas absorben los nutrientes contenidos en el aire y el suelo a través de las hojas y de las raíces respectivamente. El CO_2 (fuente de carbono y oxígeno) se absorbe a través de los estomas de las hojas, en tanto que los demás nutrientes se absorben por las raíces desde la disolución del suelo o directamente del CAH.

Los iones (cationes y aniones) pueden estar libres en la disolución del suelo o ligados a las partículas coloidales (arcilla, humus y complejo arcillo-húmico). Los aniones (-) y una pequeña parte de los cationes (+) se encuentran en la disolución del suelo, mientras que la mayoría de los cationes se encuentran ligados al CAH.

Las plantas absorben los nutrientes por medio de los numerosos pelos radiculares que poseen las raíces jóvenes, los cuales se renuevan continuamente, ya que tienen una vida de unos pocos días. Estos pelos radiculares segregan sustancias ácidas que facilitan la disolución de compuestos difícilmente solubles (fosfatos, carbonatos). En esta acción también interviene el dióxido de carbono (CO_2) producido por la respiración de las raíces.

En la absorción de nutrientes juega un papel importante la membrana celular, dotada de una selectividad que impide el paso de determinados elementos químicos.

La absorción de nutrientes se verifica, por *osmosis*, cuando la concentración interna de la planta es mayor que la del medio externo. *La densificación de la savia por las aplicaciones foliares*, hace que la concentración de sales de la planta sea mayor que la del suelo y por ello las raíces toman la disolución nutritiva de forma más efectiva.

El agua y los elementos nutritivos disueltos, que normalmente se absorben por las raíces, también pueden ser absorbidos por las hojas.

Factores que influyen en la absorción

Numerosos factores inherentes al medio (suelo y clima) influyen sobre el mayor o menor grado de asimilación de nutrientes.

La textura arcillosa, debido a sus elementos muy finos, puede presentar escasa aireación, disminuye la capacidad de crecimiento de las raíces, aumenta la capacidad de retención de agua y de elementos nutritivos y, según el tipo de arcilla, presenta bloqueos de elementos fertilizantes.

Sin embargo en suelos arenosos, con sus partículas gruesas, existe mucha movilidad de agua y de otros elementos (NO_3^- y B).

El suelo debe presentar una *estructura* mullida, bien trabajada y con un nivel de humus adecuado, de esta forma tanto la porosidad (y la capilaridad) como el CAH ayudarán a la nutrición de las plantas de forma decisiva.

Para unos determinados valores de *pH* algunos elementos se transforman en inasimilables, debido a que entran a formar parte de compuestos insolubles.

En medio ácido ($\text{pH} < 7$) los elementos afectados son: P, Ca, Mg y Mo.

En medio básico ($\text{pH} > 7$) son: P, K, Fe, Mn, B, Mg, Zn y Cu.

En otras ocasiones se producen compuestos volátiles, que se pierden por que escapan a la atmósfera, como por ejemplo los fertilizantes amónicos aplicados en suelos básicos y mal enterrados.

En algunas ocasiones se producen interacciones entre dos iones que facilitan o dificultan la absorción de uno de ellos.

Se llama *antagonismo* cuando uno de los iones tiende a inhibir la absorción del otro. El caso que más afecta al agricultor es el antagonismo potasio-magnesio.

El *sinergismo* se produce cuando uno de los iones provoca una acción excitante sobre la absorción del otro, como ocurre con el nitrógeno y el potasio.

El último de los factores del suelo que influye en la absorción de nutrientes es la llamada "*ley del mínimo*", según la cual "El rendimiento o el aumento de material vegetal durante el crecimiento viene determinado por

el factor que se encuentra en menor cantidad en relación con las necesidades de la planta”, o sea, la asimilación de todos los nutrientes va interrelacionada, de tal forma que si uno de ellos presenta una carencia, esto limita la absorción de los demás. Como nutrientes no debemos pensar sólo en N. P. K sino también en todos los microelementos.

Me parece importante destacar aquí la “Ley de rendimientos no proporcionales”, en la que se demuestra que aumentos iguales de abonado se reflejan en rendimientos cada vez más débiles. Por otra parte el exceso de abonado vía radicular ha llevado a una progresiva mineralización del suelo (y posterior erosión) y a una contaminación de los acuíferos (contaminación por nitratos).

En cuanto al clima, los factores más influyentes son la temperatura y humedad. A medida que aumenta la temperatura se incrementa la absorción, debido a una mayor actividad biológica (hasta llegar a un límite óptimo por encima del cual decrece hasta paralizarse) y a una mayor solubilidad de ciertos compuestos.

De modo semejante a medida que aumenta la humedad se produce mayor absorción de nutrientes. Por ello en sequía existe poca absorción.

Resumiendo la absorción de nutrientes por la raíz puede verse dificultada por estos factores:

- ❖ Puede no existir nutrientes (carencia, lavado excesivo...)
- ❖ Pueden existir pero estar bloqueados para la planta (antagonismos, compuestos insolubles y por ello inasimilables, bloqueos del pH del suelo, ...)
- ❖ Suelos con poca materia orgánica, por lo que tienen mala estructura y el CAH mal cohesionado.
- ❖ Suelos con poca Capacidad de Intercambio Cationico o con pocas bases cambiables (Ca^{++}), por lo que el CAH coge los nutrientes del abonado para sí.
- ❖ Ley del mínimo.
- ❖ Texturas extremas, o muy arenosas o muy arcillosas.

Otros factores que hacen que la absorción radicular no sea suficiente para nutrir a la planta son:

- ❖ El ritmo de crecimiento de la planta exige una sobrealimentación selectiva en ciertos momentos. La planta necesita determinado elemento en un periodo o estado fenológico concreto (arranque vegetativo, desde floración a caída de pétalos, desarrollo y engorde de frutos).
- ❖ Hay tipos de plantas que son más exigentes en ciertos elementos. Por ejemplo: el B para alfalfa, olivo; el Ca para frutales de hueso, col,

melón, cítricos; el S para las leguminosas (judías, guisante, habas, alfalfa, veza), las crucíferas (col, coliflor, nabo).

Todos estos factores justifican más que sobradamente el uso de productos para aplicación foliar como complemento necesario de la nutrición vía raíz.

PROFERFOL[®], como especialistas que somos, fabrica y comercializa la más amplia gama de productos para nutrición foliar:

- ▣ ABONOS FOLIARES LIQUIDOS
- ▣ ABONOS FOLIARES SOLIDOS
- ▣ AMINOACIDOS
- ▣ CORRECTORES DE CARENCIAS
- ▣ ACIDOS HUMICOS
- ▣ TAMPONIZADOR
- ▣ CORRECTOR DE SALINIDAD