

Aunque visualmente se parezcan mucho, los suelos pueden ser muy diferentes en varias de sus características. Por razones como estas es necesario estudiarlos, distinguiendo en ellos:

- Características físicas.
- Características químicas.
- Características biológicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

Las **características físicas** de un cuerpo cualquiera son aquellas que se pueden estudiar sin alterar su estructura molecular. Pueden evaluarse por inspección visual o por el tacto y pueden describirse con precisión e incluso medirse. En el caso del suelo, las características físicas (que se estudian en este curso) son las siguientes:

1. La textura.
2. La estructura.
3. La densidad.
4. La consistencia.
5. La plasticidad.
6. La profundidad.
7. El color.

Estas cualidades son importantes porque influyen en el desarrollo de las plantas y en el manejo mecánico de los suelos agrícolas. Conocerlas implica hacer valoraciones de mucha utilidad relacionadas con la labranza, drenaje, aireación, anclaje de las plantas, retención de nutrientes y de agua, etc.

TEXTURA DEL SUELO

La **textura de un suelo** es la sensación que éste produce al tacto, causada por los materiales minerales que lo constituyen. Es decir, la textura del suelo está determinada sólo por el material mineral; no se considera en la textura el material orgánico.

La textura de un suelo se puede medir con exactitud. Para esto se requiere de un laboratorio.

Determinación en laboratorio de la textura del suelo

Para la medición de la textura en un laboratorio se desecha el material orgánico de las muestras de suelo y se toma en cuenta solamente el material mineral. El material mineral del suelo está constituido de partículas de diverso tamaño. Las hay desde grandes (visibles a simple vista) hasta muy pequeñas (visibles sólo con un microscopio).

Según su tamaño (iguales o menores a 2 mm de diámetro) se clasifican en arenas, limos y arcillas, como en la siguiente tabla:

TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS MINERALES DEL SUELO, DE ACUERDO CON EL SISTEMA INTERNACIONAL

Tipos de partículas	Rangos de diámetro (mm)
Arena	2.0 – 0.02
Limo	0.02 – 0.002
Arcilla	Menos de 0.002

Se cuantifican las proporciones (%) de los tres tipos de partículas y se determina la clase textural por medio del triángulo de texturas. Por esto, una vez concluida la medición, se acostumbra decir que la **textura** es el porcentaje que de arena limo y arcilla hay en un suelo.

La determinación de la textura del suelo en un laboratorio se hace apoyándose en el triángulo de texturas. El **triángulo de texturas** es una escala gráfica que se emplea para designar la clase textural a la que pertenece el suelo que se esté estudiando.

Las diversas proporciones de los tres tipos de partículas dan como resultado diversos tipos de textura, por lo que se han determinado las 12 clases texturales que aparecen en el susodicho triángulo.

Como ejercicio para obtener la denominación de la clase textural se dan las siguientes cifras de los separados arena, limo y arcilla;

Arena	Limo	Arcilla	Clase de textura
65 %	25 %	10 %	Migajón arenoso
20 %	20 %	60 %	Arcilla
20 %	70 %	10 %	Migajón limoso

Triángulo de texturas

Si hay partículas minerales mayores de 2 mm en cantidades importantes, al nombre de la textura se le agrega el término “gravoso” o “pedregoso”, según el caso.

Determinación en campo de la textura del suelo

La textura del suelo puede ser determinada directamente en el campo por una persona experimentada y los resultados obtenidos deben considerarse solamente como una estimación.

El procedimiento consiste en tomar entre los dedos una pequeña fracción de suelo, humedecerlo y frotarlo o moldearlo. De acuerdo con la sensación o forma, se establece la clase textural. Para esto, los criterios que tradicionalmente se siguen son:

- La dominancia de arena da una sensación rasposa, como de lija.
- La dominancia en limo produce una sensación a jabón
- La dominancia en arcilla origina un material pegajoso y moldeable

También es común diferenciar a los suelos arcillosos de los francos por las formas que pueden moldearse. Con ambos es posible hacer cordones redondeados entre las manos, pero sólo con las arcillas pueden formarse anillos.

Por su textura, en términos generales, los suelos se dividen en suelos de textura fina y textura gruesa. En los suelos de textura fina predomina la arcilla y en los de textura gruesa la arena.

Influencia de la textura en las propiedades del suelo

La textura es una característica que afecta las propiedades físicas y químicas del suelo. Los suelos de textura fina presentan más superficie activa total que los de textura gruesa, por tanto, poseen mayor capacidad de **adsorción** de nutrientes, por lo que frecuentemente son más fértiles.

Los suelos arcillosos tienen más capacidad de retención de agua debido a su mayor área superficial y mayor espacio poroso total que los suelos arenosos. En los suelos arenosos hay más macroporos que funcionan en el movimiento del aire y del agua, pero no en su retención, por lo que el agua rápidamente se infiltra.

Si los suelos contienen suficientes piedras como para interferir o impedir el laboreo o las prácticas de cultivo se les llama suelos pedregosos. La textura del suelo no es modificada por las labores de labranza.

ESTRUCTURA DEL SUELO

Dos suelos con la misma textura pueden presentar otra característica física distinta debido a que sus partículas se ordenan de cierta manera. Por esto es importante estudiar la estructura del suelo

El suelo está constituido por partículas. Cada una está integrada por materia mineral, materia orgánica, agua y aire. De manera natural, las partículas más finas (arcilla y humus) tienden a unirse entre sí dando como resultado unidades mayores de suelo o **agregados** del suelo.

La **estructura de un suelo** es la manera en que sus partículas se unen entre sí para formar agregados del suelo. Los diversos tipos de estructura se muestran en la siguiente tabla. Obsérvese que la estructura se determina por la forma general de los agregados o “peds”:

Tipo de estructura	Descripción de los agregados	Forma de los agregados	Horizonte donde comúnmente se localizan
Granular	Relativamente porosos. pequeños esferoidales. ajustados a los agregados adyacentes.	no Peds y No los agregados adyacentes.	A
Migajonosa	Relativamente porosos. pequeños esferoidales. ajustados a los agregados adyacentes.	Peds y No los agregados adyacentes.	A

Laminar	Agregados similares a placas. Las placas a menudo se superponen e impiden la permeabilidad.	A ₂
Bloques	Peds similares a bloques limitados por otros agregados cuyas caras angulares bien definidas le dan forma al ped. Los agregados a menudo se rompen en bloques más pequeños.	B
Bloques subangulares	Peds similares a bloques limitados por otros agregados cuyas caras angulares redondeadas le dan forma al ped.	B
Prismática	Peds similares a columnas con las partes superiores no redondeadas. Otros agregados prismáticos le dan forma al ped. Algunos agregados prismáticos se rompen en peds de bloques más pequeños.	B
Columnar	Peds similares a columnas con las partes superiores redondeadas y limitadas por otros agregados columnares que le dan forma al ped.	B

La estructura del suelo afecta la infiltración del agua, el drenaje, la aireación, la penetración de las raíces, influyendo así en la productividad del suelo y en las labores de labranza.

La estructura del suelo (resultado de un proceso natural) puede ser alterada por las labores de labranza, especialmente en los horizontes más superficiales.

DENSIDAD DEL SUELO

La **densidad** es una característica que sirve para saber que tan juntas o separadas están las partículas de materia (de cualquier sustancia) en un determinado volumen. La densidad se puede medir; se cuantifica como la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo material (Densidad = peso/volumen).

En el cuadro siguiente se presentan las densidades aproximadas de algunos materiales. En forma general, puede establecerse que a mayor densidad mayor dureza del material.

DENSIDADES APROXIMADAS DE ALGUNOS MATERIALES

MATERIAL	DENSIDAD g/cm ³
Agua	1.0
Cuarzo	2.6
Acero común	7.7
Plomo	11.3

Entonces, la **densidad del suelo** es una característica que describe que tan juntas o separadas están las partículas de suelo en el volumen que ocupan. Entre las partículas de suelo hay, de manera natural, espacio poroso.

Si las partículas están más juntas, caben más por unidad de volumen, por lo tanto habrá más densidad en ese volumen. Si están menos juntas (más separadas) caben menos partículas por unidad de volumen, por lo tanto

habrá menos densidad en ese volumen. Hay menos espacio poroso cuando hay más densidad del suelo y viceversa.

En el estudio de los suelos se distinguen dos tipos de densidad:

- 1) La densidad aparente del suelo.
- 2) La densidad real del suelo.

La densidad (relación peso/volumen) de un suelo se puede cuantificar considerándolo en su presentación natural, tal y como se encuentra en el campo, es decir, con espacio poroso. Cuando así se procede se obtiene la **densidad aparente del suelo**, que es la relación del peso de las partículas de suelo con el volumen aparente ocupado por ellas.

Volumen aparente del suelo = Volumen ocupado por materiales sólidos del suelo + Espacio poroso

Densidad aparente = Peso del suelo/Volumen aparente del suelo

La densidad aparente se debe calcular para cada suelo pues los cambios en la porosidad se reflejan en los valores de la densidad aparente.

Muestreador de suelos para determinar la densidad aparente

El suelo y la producción vegetal

La densidad (relación peso/volumen) de un suelo también se puede cuantificar considerándolo en una situación hipotética, como nunca se va a encontrar (con 0% de espacio poroso). Cuando así se procede se obtiene la **densidad de partículas del suelo** o **densidad real del suelo**, que es la relación del peso de las partículas sólidas del suelo con el volumen real ocupado por ellas.

Volumen real del suelo = Volumen ocupado por las partículas del suelo.

Densidad real = Peso del suelo/Volumen real del suelo

La densidad real en la práctica es difícil de determinar. En clasificación de suelos se ha convenido en adoptar el valor de **2.65 g/cm³** como la Densidad real para todos los suelos. Dicho valor se considera como el promedio aproximado de los minerales dominantes: cuarzo, feldespatos, micas y minerales arcillosos.

Usos de la densidad aparente

El dato de la densidad aparente puede emplearse en los siguientes casos:

- Para identificar capas endurecidas del suelo; éstas provocan problemas en el desarrollo de las raíces de los cultivos. Generalmente presentan densidades mayores de 2.0 g/cm³.
- Para cálculos del peso de una capa de suelo.
- Para calcular espacio poroso.

CONSISTENCIA DEL SUELO

Al unirse las partículas, el suelo adquiere cierta firmeza, que puede ser mucha o poca. Así llegamos a la característica que se llama **consistencia del suelo**. Ésta es el grado de cohesión o la resistencia que la masa del suelo opone a la deformación o ruptura.

La consistencia depende fuertemente del contenido de humedad del suelo y de la cementación de las partículas sólidas. La cementación se relaciona con la textura, con la materia orgánica y con la estructura. En general, las uniones entre partículas de arena son débiles o no existen, en cambio, las uniones entre partículas de arcilla pueden ser muy fuertes.

Estudiar la consistencia es importante porque describe la respuesta del suelo a fuerzas externas que le pueden causar fracturas o compactación. Por lo tanto, es útil esta característica para determinar el momento oportuno de la labranza. Por ejemplo, un suelo fácilmente desmoronable cuando está húmedo, tiene la consistencia óptima para la labranza pero esta característica se puede perder si se humedece de más o de menos.

PLASTICIDAD DEL SUELO

La **plasticidad del suelo** es su capacidad para ser moldeado, o la posibilidad de cambiar de forma en su masa cuando se le somete a una determinada presión y la de conservar esa nueva forma al cesar la presión. La plasticidad de un suelo depende de las proporciones de arcilla, limo y arena, de la cantidad de materia orgánica en estado coloidal y de la cantidad de humedad.

Un suelo es moldeable cuando su contenido de humedad se encuentra entre ciertos límites; si la cantidad de agua es elevada, el suelo comienza a comportarse como un fluido y no como una masa sólida y si la humedad es demasiado poca, el suelo se desmorona en lugar de deformarse.

Muchas de las labores de labranza se basan en la consistencia y plasticidad del suelo (nivelación, barbecho, surcado, etc.), por lo que conviene que estas prácticas se realicen con el nivel de humedad óptimo.

PROFUNDIDAD DEL SUELO

Para un buen anclaje y disponibilidad de agua y nutrientes, las plantas necesitan que el suelo sobre el que se desarrollan tenga determinada profundidad. La **profundidad del suelo** es el espesor de la capa de suelo

favorable para la penetración y desarrollo de las raíces de las plantas. En este sentido, son deseables los suelos profundos, no compactados, con buen drenaje.

La profundidad del suelo puede estar limitada por barreras físicas (“tepetates”), barreras químicas (capas de suelo contaminadas con sustancias químicas tóxicas) o niveles freáticos elevados (aguas subterráneas muy superficiales).

Las capas endurecidas conocidas como tepetates, las capas gravosas y los niveles tóxicos de elementos químicos son extremadamente difíciles de corregir. Los niveles freáticos elevados pueden abatirse mejorando el drenaje.

La profundidad del suelo puede medirse directamente en el perfil de una excavación o por medio de perforaciones que se hacen en distintos puntos de un terreno con una barrena especial. Si la profundidad del suelo es menor al espesor de máximo enraizamiento del cultivo su producción estará limitada.

COLOR DEL SUELO

El color del suelo es probablemente la característica más obvia y la que más fácilmente puede observarse. Puede ser heredado del material mineral parental del que procede el suelo o es el resultado de cambios importantes en el perfil.

El color del suelo tiene relación con el clima y presencia de materia orgánica. En una misma región climática los suelos derivados de diferente material parental pueden tener el mismo color e, inversamente, los suelos originados por un material mineral parental idéntico, pueden diferir en color cuando se han desarrollado en climas distintos.

El color de los horizontes del suelo puede ser uniforme o no uniforme (moteado, manchado, veteado).

- El moteado generalmente se debe al mal drenaje.
- Las manchas generalmente se deben a la acumulación de cal, materia orgánica y el estado de oxidación del hierro.
- El veteado se debe a infiltraciones de los coloides orgánicos y óxidos de hierro procedentes de las capas superiores.

Los colores del suelo se determinan con la Carta de colores de suelos de Munsell.

Carta de colores de Munsell

Una persona con experiencia puede relacionar el color con propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y proponer algunas relaciones como las siguientes:

- Colores grises y azules se relacionan con suelos mal drenados.
- El color rojo puede indicar la presencia de óxido de hierro libre.
- El color negro usualmente indica presencia de materia orgánica.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

Las **características químicas** de un material cualquiera son las que se derivan de su estructura fundamental y sus transformaciones a nivel molecular. Pueden evaluarse por medio de procedimientos técnicos e incluso medirse. En el caso del suelo, las características químicas (que se estudian en este curso) son las siguientes:

1. Intercambio de cationes.
2. Reacción del suelo o pH del suelo.

Ambas cualidades son importantes porque su conocimiento permite hacer valoraciones relacionadas con la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo.

INTERCAMBIO DE CATIONES

Los materiales de los que directamente se alimentan las plantas no son ni las partículas de suelo ni la materia orgánica del suelo, como muchos creen. En realidad, las plantas se nutren de unidades químicas inorgánicas muy simples como iones y moléculas que provienen del aire y de los materiales descompuestos del suelo.

Un **ión** es un átomo o grupo de átomos con una o más unidades de carga eléctrica. Si la carga es positiva el ión toma el nombre de **catión**, si es negativa toma el nombre de **anión**.

En este sentido, en el suelo se lleva a cabo uno de los procesos más comunes e importantes para la vida vegetal, el **intercambio de cationes**,

el cual consiste en el cambio de un catión por otro entre las partículas microscópicas del coloide del suelo.

Un **coloide** es un tipo de mezcla en el que las partículas que están en dispersión son del tamaño de 10^{-5} a 10^{-7} cm, por lo que la mezcla adquiere características particulares que no es necesario abordar en este curso.

Las arcillas y los coloides orgánicos del suelo, comparados con las arenas, exponen una mayor área superficial total. Esto las convierte en las partículas más activas del suelo tanto física como químicamente pues ambas son, por lo general, de mayor capacidad de intercambio de cationes que las otras partículas del suelo.

Las arcillas y los coloides orgánicos tienen carga eléctrica superficial negativa, por lo que los cationes son atraídos por ellos. En forma similar los iones negativos atraen iones positivos. Cuando el NaCl se disuelve, separándose en sus dos iones (Na^+ Cl^-), otro catión como el K^+ puede reemplazar el Na^+ para dar KCl.

Algo semejante ocurre con los cationes en solución (del suelo) y los adsorbidos en la superficie de sus partículas. Una reacción de intercambio de cationes se ilustra como sigue:

El Ca del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reemplaza los iones del H intercambiables

Este intercambio es rápido y reversible; los cationes intercambiables están en equilibrio con los cationes en solución. Si los cationes de la solución del suelo son absorbidos por las plantas, la reacción anterior cambia a la derecha para renovar el abastecimiento. De este modo los cationes intercambiables son una fuente importante de nutrientes para las plantas.

En suelos normales los cationes intercambiables grandemente exceden a los cationes solubles. Por ejemplo: por cada ión H^+ en la solución del suelo habrá de 50,000 a 100,000 iones H^+ intercambiables.

Los iones disueltos en la solución del suelo pueden fácilmente ser eliminados por efecto del lavado debido a que se mueven con la solución del suelo. Los cationes intercambiables son difíciles de remover de este modo.

Tanto en suelos ácidos como calcáreos el Ca^{++} es usualmente el catión intercambiable predominante. Los suelos ácidos resultan de la acumulación de H^+ intercambiable en el suelo.

LA REACCION DEL SUELO O PH DEL SUELO

La **reacción del suelo o pH del suelo** es el criterio usado para saber si un suelo es ácido o alcalino. El pH es una característica que se puede medir. En suelos ácidos el valor del pH varía de 3 a un poco menos de 7 unidades. En suelos alcalinos varía de un poco más de 7 unidades hasta 11. Cuando el valor es exactamente 7 se dice que el pH es neutro.

El grado de acidez o de alcalinidad del suelo expresado en términos de pH es lo que comúnmente se denomina “reacción del suelo” y los distintos grados se muestran en la siguiente figura:

Variación del pH en los suelos

Para medir el pH con exactitud es necesario usar un potenciómetro. Un método menos preciso, usado en campo, es el colorimétrico que consiste en sumergir tiras de papel especial en una suspensión de suelo y agua y determinar el nivel del pH por el color que adquieren las tiras mojadas.

A continuación se te presenta una tabla de rangos de pH óptimos para diferentes cultivos, que no es necesario que te aprendas pero que sí debes analizar cuidadosamente, respondiendo, por ejemplo, cuestiones como las siguientes:

¿Cuál es el rango de pH óptimo para la mayoría de los cultivos?

¿A qué clima pertenecen los cultivos con rango de pH más ácido?

¿En qué cultivos el rango de pH óptimo comienza después de 7.0?

PH ÓPTIMO DEL SUELO PARA DIFERENTES CULTIVOS

Cultivo	PH
Alfalfa	6.5-8.0
Piña	5.0-6.0
Arroz	5.0-6.5
Avena	5.0-7.0
Plátano	6.0-7.5
Cacao	5.0-7.0
Café	4.5-7.0
Caña de azúcar	6.0-8.0
Cocotero	6.0-7.5
Durazno	6.5-8.0
Girasol	5.5-7.5
Hule	3.0-7.6
Maíz	6.0-7.0
Manzano	6.0-8.0
Papa	5.0-7.0
Peral	6.0-8.0
Sorgo	5.0-6.5
Tabaco	5.5-7.5
Jitomate	5.5-7.0
Trigo	6.0-8.0
