



CARACTERES Y CUALIDADES DEL SUELO

El estudio del suelo comprende tanto una descripción de sus características como de sus cualidades. Por características entendemos aquellos renglones que podemos ver y medir en el campo ó medir en el laboratorio, tales como la estructura, pH, etc. Por cualidades aquellos renglones que resultan de la interacción entre varias características del suelo y el medio ambiente o con el uso que le proporcionemos, así la erodabilidad, drenaje, productividad, etc. Estas últimas son así interpretaciones ó inferencias basadas en varias características combinadas, mientras las primeras son descripciones operativas en general más objetivas.

Las características de mayor importancia y de mayor uso en los estudios de suelo comprenden aquellas de carácter morfológico, físico, químico, mineralógico y biológico. El listado a continuación no pretende ser completo ya que dependiendo del propósito del estudio se podrían agregar otras características.

1. Caracteres Morfológicos

La descripción de caracteres morfológicos es realizada en el campo y en base a cada horizonte ó estrato de los perfiles del suelo. En la mayoría de los casos debemos llegar hasta una profundidad de 2 metros, por llegar hasta allí las raíces de las plantas más comunes con sistemas radicales profundos. Estudios con cultivos especiales ó de áreas con problemas de drenaje, etc. pueden requerir mayores profundidades.

Las principales características descritas son:

1.1. Color

Con la finalidad de obtener la mayor uniformidad entre los edafólogos se utiliza una tabla de colores Munsell. Ella

1.2. Textura

La estimación de la distribución de partículas del suelo es parte de su descripción morfológica, aún y cuando en los perfiles típicos se efectúa una determinación detallada en el laboratorio.

Generalmente para su estimación se humedece el suelo para que a través de otros caracteres, como el de su consistencia, poder sentir mejor las diferencias.

Existen casos en que la estimación de campo puede ser aún más certera que la del laboratorio. Así en casos de suelos muy micáceos, en que este mineral se acumula en la fracción limo, se puede estimar como de carácter limoso en el campo, pero en el laboratorio, por la forma laminar de la mica y la forma de los sedazos usados aparecerá como arena. Otro es el caso de suelos con gran cantidad de agentes cementantes (sesquióxidos, sales, etc.) en que las partículas de arcilla pueden estar cementadas en agregados que producen la sensación de limo o arena, obteniendo en el campo una sub-estimación del contenido de arcilla.

En estos casos anteriores otras determinaciones de laboratorio como los valores de retención de humedad, capacidad de intercambio, etc. ayudarán a corroborar los resultados texturales.

Las principales inferencias que podemos obtener de la textura se refieren a :

- a. Capacidad de retención de humedad y nutrientes. Estos valores aún cuando están influenciados por otros caracteres como su estructura, contenido de materia orgánica, tipo de arcilla y cationes, etc., tienen buenas relaciones con los contenidos de arcilla, aumentando en general proporcionalmente con ella.
- b. Laborabilidad. En general los suelos con texturas intermedias poseen rangos más amplios de la condición friable que les permite ser trabajados en un mayor rango de humedad, mientras los arenosos y sobre todo los arcillosos poseen rangos más estrechos.

- c. Otros caracteres como su infiltración, permeabilidad, penetrabilidad de raíces, aireación, son también muy influenciados - por su textura.

1.3. Estructura

Esta característica representa la propiedad del suelo de poseer agregados y de estabilizarlos. Su descripción incluye la forma, tamaño y grado de expresión de esos agregados y el de las cavidades que existen entre ellos.

Las principales formas de agregados son :

- (a) esferoidal (migajosa y granular según sea ó nó porosa)
- (b) blocosa (angulares y subangulares con esquinas angulares ó nó)
- (c) prismática (prismas y columnas con topes planos o redondeados)
- (d) laminar (partículas dispuestas en un plano, generalmente heredadas del tipo de deposición del Material Padre). La descripción de estructura debe hacerse preferiblemente sobre el perfil - del suelo, en su estado lo más natural posible. Es de notar que en ciertos casos puede existir una estructura de carácter amplio ó - grande en el suelo (estructura primaria) que al romperlos poseen - líneas de debilidad en su interior que producen otro tipo de estructura más pequeña (estructura secundaria). Ej.: prismas que rompen en bloques. En estos casos ambas estructuras deben ser descritas. El tamaño de los agregados posee una terminología definida , pero los tamaños absolutos varían según su forma. Así tenemos :

mf	-	muy fina ó muy pequeña	Angular < 5 mm.	Granular < 1 mm.
f	-	fina ó pequeña		
m	-	media	10-20 mm.	2-5 mm.
g	-	grande		
mg	-	muy grande	> 50 mm.	> 10 mm.

El grado de desarrollo implica la facilidad con que podemos separar esos agregados naturales y tiene así una gran relación con el

grado de estabilidad siempre y cuando las comparaciones se hagan a un mismo estado de humedad del suelo.

Así tenemos :

0 - Sin estructura - o sea sin agregados, refiriéndose al caso - de masiva o de granos simples.

1 - Débil	}	El tipo de estructura presente
2 - Moderada		aumenta en su grado de individualidad
3 - Fuerte		de 1 a 3.

Las cavidades en general representan los orificios presentes en el suelo, generalmente relacionados estrechamente con la estructura o forma de agregados presente.

Así tenemos :

Canales : generalmente resultando de actividad biológica,

Planos o grietas : generalmente por cambios de volumen del suelo en diferentes estados de humedad.

Cavidades de empaquetamiento : o producidas por el empaque de agregados que se mantienen en contacto.

Las inferencias más comunes de la estructura de un suelo se refieren a :

- (a) capacidad de entrada y conducción del agua en el suelo.
- (b) grado de aireación, por la estructura determinar en gran parte la porosidad.
- (c) posibilidad de penetración de raíces
- (d) facilidad de laboreo

1.4. Consistencia

Esta propiedad se refiere a la capacidad de la masa del suelo de ser deformada o manipulada. Así su capacidad dependerá mucho de su estado de humedad, además de su textura, estructura, contenido de humus, etc. Para su estimación determinamos la consistencia en seco (seco al aire), húmeda (capacidad de campo) y mojado (a saturación).

Para cada estado de humedad existe una terminología descriptiva. En seco nos interesa sobremanera cuan dura es la masa o los agregados del suelo, en húmedo su firmeza o friabilidad y en mojado su pegajosidad y plasticidad.

<u>Seco</u>	<u>Húmedo</u>	<u>Mojado</u>
0 - suelto	0 - suelto	0 - no adhesivo o pegajoso
1 - suave	1 - muy friable	1 - ligeramente adhesivo
2 - ligeramente duro	2 - friable	2 - adhesivo o pegajoso
3 - duro	3 - firme	3 - muy adhesivo o pegajoso
4 - muy duro	4 - muy firme	0 - no plástico
5 - extremadamente duro	5 - extremadamente firme	1 - ligeramente plástico
		2 - plástico
		3 - muy plástico

Las principales deducciones de la consistencia son :

- (a) presencia de capas (algunas veces el tipo de pan), ó zonas duras en el suelo que impidan la penetración de raíces, o in directamente las relaciones agua-aire, en el suelo;
- (b) las condiciones del suelo más favorables para su laboreo, o sea su rango de friabilidad;
- (c) ayuda a determinar la textura, mineralogía, estructura y grado de floculación (naturaleza de los cationes adsorbentes) y permeabilidad del suelo.

2. Caracteres Físicos

En la caracterización de suelos, en un estudio de levantamiento común, los principales caracteres físicos evaluados son : distribución de partículas por su tamaño, densidad aparente y algunas constantes de humedad del suelo. Para estudios con propósitos particulares como riego, drenaje, vialidad, etc., otros parámetros son necesarios como : tasa de in-

filtración, conductividad hidráulica, límites de Atterberg, distribución y estabilidad de agregados, etc.

En este caso sólo nos referimos a los más comunes. El caso de la textura ya ha sido mencionado en la descripción morfológica, sin embargo se puede agregar aquí, que la determinación de laboratorio usual implica una destrucción de los agentes cementantes (sales, sesquióxidos, materia orgánica, etc.), una dispersión lo más completa posible y un fraccionamiento de las partículas. Es decir usa como principal criterio separar al máximo las diferentes fracciones, especialmente la arcilla. Estos resultados en algunos casos no producen una información estrictamente correlacionable con otras características del suelo, por estar gran parte de las partículas finas agregadas ó cementadas, es decir reducidas en su superficie activa o en sus propiedades de intercambio. Así algunas instituciones tratan de obtener además la parte dispersable en agua, que es hasta cierto punto un índice de la "actividad" de la fracción mineral.

2.1. Densidad Aparente

Este carácter representa el peso de un volumen dado de suelo, comparado con el peso de un igual volumen de agua. Así, estamos incluyendo por definición tanto el espacio poroso como la parte sólida.

La mayoría de los suelos poseen valores de densidad aparente entre 1.0 y 2.0 gr/cc., siendo los valores más usuales entre 1.4 y 1.6 gr/cc. Generalmente valores superiores a 1.8 se consideran ya problemas de compactación.

Los resultados obtenidos varían con los métodos usados, principalmente por las alteraciones que puedan causar en su grado de compactación ó por ignorar las cavidades. Los métodos más usuales incluyen el : terrón parafinado, cilindros no disturbados, excavado, radiación, etc.

Dicha propiedad es útil en detectar y cuantificar capas endurecidas del suelo, el efecto de prácticas de manejo sobre la compactación y es una base para computar la porosidad del suelo.

2.2. Constantes de Humedad

Las características de mayor uso, que relacionan el suelo y el agua, en la caracterización del suelo son la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez. Ambas son también utilizadas en las determinaciones de agua disponible del suelo para las plantas. Estos dos parámetros varían ampliamente en los suelos dependiendo principalmente de su textura, estructura, porosidad, densidad aparente.

La capacidad de campo representa la humedad que queda en un suelo, principalmente en sus microporos, luego que el agua de las grandes cavidades ó macroporos ha sido drenada. Esta condición ocurre en el campo aproximadamente a los dos días luego de haberse mojado bien el suelo. Es una etapa que se obtiene más claramente en los suelos arenosos y más vagamente en los arcillosos. Para su determinación en el laboratorio generalmente se usa una succión equivalente a 1/3 de atmósfera, sin embargo, es reconocido que los valores de succión pueden variar entre 30 y 150 cm. de tensión dependiendo si es rico en arena ó en arcilla.

El punto de marchitez representa el límite inferior del contenido de agua todavía aprovechable. Es generalmente determinado a una tensión de 15 atmósferas. Varios autores aduciendo que las plantas varían en su capacidad de succión de agua proponen rangos que generalmente varían entre 10 y 60 atmósferas para obtener este punto.

3. Caracteres Químicos

La caracterización química del suelo se efectúa para conocer mejor los procesos que han y están actuando sobre el suelo, así como también conocer su condición química, de fertilidad ó nutritiva. Además de ello podemos apoyarnos en dicha información para explicar varios de los fenómenos físicos y en general del comportamiento del suelo.

Las características químicas determinadas más usualmente son :

3.1. pH ó Actividad del Ión H

Esta característica tan relativamente fácil de determinar es una de las que más nos informa sobre el estado químico del suelo. En una forma general sabemos que los suelos deben poseer - valores de pH entre 6 y 7 para encontrarse en las mejores condiciones químicas en cuanto a la disponibilidad de los principales nutrientes requeridos por la mayoría de los cultivos. Según los conceptos modernos de acidez, valores de pH inferiores a alrededor de 5.5 indican, en los suelos minerales, la presencia del ión Al, tóxico para el crecimiento radicular. Por el contrario valores superiores de 7.5 se producen cuando hay un exceso de sales y superiores a 8.5 cuando el ión Na se encuentra en abundantes cantidades y es dañino tanto a los aspectos nutritivos propiamente dichos como a caracteres físicos, tales como la agregación y permeabilidad.

En la caracterización del pH debemos conocer de su variabilidad con el tiempo ó estaciones ya que sus valores varían ampliamente por factores de dilución, contenido de sales, actividad biológica, etc. Todo ello lleva a considerar que es necesario efectuar - numerosas determinaciones para conocer realmente su evolución y los factores que lo modifican.

En suelos que poseen una mineralogía similar, el pH es uno de los mejores indicadores del nivel de saturación de bases que posee el suelo y por lo tanto un índice de su fertilidad.

3.2. Materia Orgánica

La materia orgánica es otra característica que juega un papel fundamental tanto en las propiedades físicas como químicas del suelo. En la condición física es el agente más efectivo - en la estabilización de agregados, disminuyendo la densidad aparente y aumentando la porosidad, y así influye en las relaciones suelo-agua y aire del suelo y afecta su laborabilidad.

Desde el punto de vista químico es una fuente primordial de la capacidad de intercambio de iones, sobre todo en suelos arenosos en los que puede proporcionar más del 50 por ciento de esta ca

pacidad. Es además fuente de elementos nutritivos como nitrógeno, fósforo y azufre. Por último aumenta la capacidad amortiguadora - del suelo reduciendo la posibilidad de cambios bruscos en pH y por lo tanto en su estado nutritivo.

Su determinación directa y total se dificulta por la falta de solventes que eliminen la materia orgánica sin afectar el peso de la parte mineral. Por ello generalmente se obtiene su contenido - de una manera indirecta a través de la determinación de carbono or gánico. Para ello asumimos que la materia orgánica promedio posee alrededor de 58 por ciento de carbono y de allí el factor 1.724 que utilizamos para su cálculo.

3.3. Sales o Conductividad Eléctrica

La medición del contenido de sales, generalmente efectuado - por la Conductividad Eléctrica, es una caracterización de su ma importancia en áreas con déficit de humedad ó áreas bajo riego. Como es sabido un exceso de sales en la solución del suelo reduce la tasa de absorción de agua por la planta y por lo tanto su creci miento y rendimientos. Más aún ciertas sales, como las de Boro , son altamente tóxicas para muchos cultivos.

Valores de conductividad eléctrica, de la solución extraída de una pasta saturada del suelo, menores de 2 mmhos/cm. general - mente indican que no hay peligros de sales para muchos cultivos . Valores superiores a 8 son sólo permitidos por plantas altamente tolerantes a las sales sin afectar fuertemente sus rendimientos.

Al observar valores altos de sales en el suelo acompañados de valores de pH generalmente inferiores a 8.5 nos indican la pre sencia de un suelo salino pero no rico en Sodio. En estos casos las condiciones físicas del suelo como su agregación y permeabili dad, no son muy afectadas. Con valores de pH superiores a 8.5 de bemos sospechar la presencia del Sodio y comprobarlo a través de su contenido adsorbido en el complejo de cambio, ya que en estas condiciones de suelos alcalinos, las propiedades físicas antes men cionadas son seriamente afectadas e indican un desmejoramiento gra ve del suelo y una difícil recuperación.

3.4. Capacidad de Intercambio

Esta característica representa la capacidad del suelo de retener iones (cationes y aniones) en forma intercambiable. Dicha capacidad es dada al suelo principalmente por los minerales de la fracción arcilla y los compuestos finamente divididos de la materia orgánica. Así, los principales factores que afectan la capacidad de intercambio son tanto el contenido de arcilla y de materia orgánica como también su naturaleza.

Los principales tipos de arcilla en el suelo tienen los rangos de intercambio siguientes :

Caolinita	3 - 15	me/100 gr. arcilla
Ilita	10 - 40	" " "
Montmorillonita	80 - 150	" " "
Vermiculita	100 - 150	" " "

Los valores de capacidad de intercambio provenientes de las arcillas y del humus poseen una cierta capacidad dada por su tipo de estructura que generalmente llamamos carga permanente, pero poseen también una carga llamada variable que aumenta al incrementarse el pH, siendo este aumento especialmente notable para los compuestos húmicos.

Debido a que esta capacidad es usada generalmente como una base para el cálculo de la saturación de bases del suelo, es así necesario conocer en forma precisa la metodología y especialmente el pH al cual es realizada esta determinación.

Otra importancia práctica de estos valores está dado en cuanto a los niveles de fertilidad a los cuales podemos llevar el suelo a través de la adición de fertilizantes. Indudablemente suelos con mayores capacidades de cambio podrán retener mayores cantidades de cationes y por lo tanto, construir hasta niveles mayores su estado de fertilidad y conservarlo de los procesos de lavado de cationes, por la lluvia ó el riego.

Ciertos procesos físicos del suelo, como el agrietamiento, producidos por cambios de volumen del suelo al secarse y humedecerse están relacionados con suelos con altas capacidades de cambio producidas principalmente por la arcilla montmorillonita.

3.5. Cationes Cambiables

Estos son los cationes intercambiables normalmente adsorbidos por la arcilla y el humus. Los que determinamos comúnmente son el Ca, Mg, K, Na y acidez cambiable que incluye H y Al.

Un análisis de la cantidad y proporción en que se encuentran estos cationes nos indicará posibles problemas tanto nutricionales como de física del suelo. Así una alta proporción de Na, generalmente mayor del 15 por ciento de la saturación, nos lleva a producir los problemas descritos para los suelos alcalinos. Una relación inversa entre el Ca y el Mg nos lleva a pensar en problemas de dispersión similares a los causados por el Na y también a problemas de absorción del Ca por ciertos cultivos.

La distribución de estos cationes en el perfil nos permitirá evaluar hasta cierto punto los procesos de lavado de estos nutrientes en el suelo ó de sus procesos de acumulación en el mismo.

4. Cualidades del Suelo

Las cualidades del suelo son inferencias obtenidas a través de la combinación de varias características del suelo, del crecimiento de plantas y de los efectos de prácticas sobre el suelo. Ellas sintetizan un cierto comportamiento que generalmente estimamos, por las dificultades de su medición cuantitativa. Las más importantes y de mayor uso son :

4.1. Fertilidad ó Condición Química

Es la cualidad del suelo que le permite proveer los compuestos químicos en su cantidad y balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas, cuando los otros factores de crecimiento son favorables. Así se excluyen de este concepto los relacionados con exceso o deficiencia de agua, aire, laborabilidad, etc. Generalmente para inferir esta cualidad tomamos en cuenta no sólo la disponibilidad de los principales macro y micronutrientes, sino también la presencia de sales y de algunos elementos tóxicos importantes como Al y Mn, el pH, saturación de bases, etc .

es decir factores que afectan o determinan su aprovechabilidad por las plantas.

Debido a las dificultades de agrupar tantos factores en muchos casos se acostumbra a subdividir esta cualidad en cuanto a la deficiencia de uno ó más elementos nutritivos o en cuanto a la pro babilidad de responder a la fertilización.

En la apreciación de esta cualidad debe considerarse que la fertilidad es sumamente dinámica a través del tiempo y más aún su jeta a cambiarse con el manejo que se le dé al suelo, por ello la fertilidad actual tiene un valor relativo y temporal. Es tal vez de mayor utilidad la estimación de su respuesta a los fertilizantes y el nivel de esta cualidad que se puede alcanzar de acuerdo a los caracteres más permanentes del suelo.

4.2. TILTH ó Condición Física

Es la cualidad del suelo que resume su condición o aptitud fí sica en relación al crecimiento de plantas específicas cu ando otros factores de crecimiento son favorables. Generalmente incluye caracteres como el tipo de estructura, su tamaño y estabilidad, grado de humedad y aireación, la consistencia de los agregados, etc.

Según Baver (1956) un verdadero "Tilth" se refiere a una con dición estructural del suelo dentro de un rango óptimo de consistencia; el rango de friabilidad óptima para el crecimiento de las plantas siendo usualmente el mismo en el cual el suelo puede ser la borado con el menor uso de fuerza y los mejores efectos sobre la granulación del suelo.

Las formas más usuales de medir esta condición son el estado de agregación (tamaños, estabilidad, etc.), porosidad (total y distri bución), penetrabilidad y compresibilidad del suelo.

4.3. Drenaje

La cualidad de drenaje del suelo se refiere a la rapidez y y cuantía con que el agua es removida del suelo, a través de la es correntía y/o del pase a través de su perfil. Es también uti

lizado el criterio de la duración y frecuencia de períodos cuando el suelo está libre de saturación de agua.

Para la estimación de esta cualidad consideramos las características de la pendiente, textura, estructura, color, profundidad de la mesa de agua, capas compactas, clima de la región, etc.

El concepto general de "clase de drenaje" de un suelo es una cualidad que integra el estimado del drenaje externo, interno y la permeabilidad. El drenaje externo implica la tasa relativa con que el agua es removida sobre la superficie del suelo y para su estimación se considera la pendiente, características del perfil, principalmente su rata de infiltración, el clima y el tipo de cobertura del suelo. Las clases más usuales son : encharcado, muy lento, lento, medio rápido y muy rápido. En dicho orden aumenta la cantidad de agua que fluye sobre el suelo y disminuye la que pasa por el perfil ó es perdida por evaporación. La permeabilidad es la cualidad del suelo que lo capacita a transmitir agua o aire. Ella es usualmente determinada en forma cuantitativa para zonas que van a ser sujetas a riego o drenaje. Sin embargo, en los estudios agrológicos generales se efectúa un estimado de ella considerando principalmente la textura, estructura y porosidad. Comúnmente la permeabilidad del suelo se evalúa en base a la capa menos permeable del perfil de suelo y se califica como lenta, moderada y rápida, aunque un mayor número de subdivisiones es posible con mucha experiencia ó a través de mediciones.

El drenaje interno se refiere a la cualidad del suelo que permite el flujo descendente de excesos de agua a través de él. Así, incluye características del suelo como textura, estructura y la altura de la mesa de agua ya sea permanente o fluctuante. Dichos caracteres establecen una cualidad de drenaje que se expresa en la duración y frecuencia de períodos de saturación con agua. Las clases de drenaje interno son : ninguno, muy lento, lento, medio, rápido y muy rápido. En esa secuencia disminuye la altura de la mesa de agua, los moteados o colores indicativos de permanencia en la saturación y pasa de condiciones indeseables a la ma

yoría de los cultivos, por exceso de permanencia del agua en el perfil, a falta de permanencia para el óptimo crecimiento de los cultivos comunes.

Combinando los tres criterios antes mencionados podemos llegar a establecer 6 "clases de drenaje" : muy pobremente, pobremente, imperfecto ó algo pobre, moderadamente bien, bien, algo excesivo y excesivamente drenados.

4.4. Productividad

Es la cualidad del suelo que expresa su potencial para producir plantas o secuencias de ellas bajo sistemas de manejo definidos. Aquí ya se realiza una síntesis de las cualidades fertilidad, condición física y drenaje. Su medición se basa en el uso de los rendimientos de cultivos bajo niveles tecnológicos - (riego, fertilizantes, control de plagas y enfermedades, etc.) establecidos para ese suelo. Se insiste que es sobre un conjunto - de prácticas aplicadas ya que generalmente los cambios en productividad de un suelo no son el resultado de solo aplicar riego, ó fertilizar, ó rotar cultivos, etc., sino de su efecto combinado, es decir, de su interacción.

