

# **APUNTE DE EDAFOLOGÍA**

**CURSO EDAFOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA Y FORESTALES  
U.N.L.P.**

**TEMA 5: “POROSIDAD Y AIREACIÓN  
DENSIDAD REAL Y APARENTE”**

**Revisión 2019**

## POROSIDAD Y AIREACIÓN DENSIDAD REAL Y APARENTE

- \* **Objetivos**
- \* **Porosidad**
- \* **Aireación**
- \* **Densidad Real**
- \* **Densidad aparente**
- \* **Metodologías**
- \* **Bibliografía**
- \* **Actividades**

### **Objetivos**

Reconocer la importancia de la porosidad, aireación, densidad aparente y real para evaluar el comportamiento físico del suelo.

Relacionar a la porosidad, aireación, densidad aparente y real con los requerimientos biológicos de los cultivos.

Utilizar las determinaciones en cálculos del peso de una superficie de suelo para aplicaciones diversas y otros.

Inferir la existencia de capas compactadas del suelo, para observar si existen problemas de penetración radicular o aireación.

## POROSIDAD

### **Introducción**

Baver (1972) define a la porosidad como el porcentaje en volumen del suelo que no es ocupado por partículas sólidas. Los poros del suelo son espacios que alojan agua, gases y la actividad biológica del suelo.

En general se habla de porosidad del suelo, sin embargo es más correcto hacer referencia a la porosidad del horizonte, porque al igual que la estructura, cambia de una capa a otra. Estos cambios pueden ser mas acentuados por la acción del hombre (cultivos, laboreo a la misma profundidad, pisoteo del ganado y circulación de maquinarias entre otras).

Si bien existe una importante relación entre porosidad y textura, ésta es aún más estrecha con respecto a la estructura, ya que la disposición de las partículas del suelo determina la cantidad y naturaleza de los poros. Las unidades estructurales se diferencian entre sí por superficies de debilidad o ruptura que las separan y que conforman los poros del suelo. Los mismos varían en forma, tamaño, tortuosidad y continuidad o conectividad.

En las descripciones morfológicas se le confiere más importancia a la estructura que a la porosidad, simplemente porque la primera es un carácter fácilmente apreciable en el campo. Si la estructura tiene grado fuerte a muy fuerte, es más sencillo apreciar la porción de poros. En cambio si el grado de estructura es moderado o débil, la apreciación de la porosidad es muy dificultosa.

En general el espacio poroso varía entre un 40 y 60 % (Olson, 1985). Las arenas tienen una porosidad total menor que las arcillas y suelos orgánicos. La misma puede llegar a un 90% en turbas.

La porosidad representa el volumen total de poros. La capacidad de almacenamiento y movimiento del agua, ya sea en el suelo ó en la relación agua - suelo - planta (Olson, 1985), la tasa de difusión de los gases del suelo y el crecimiento radicular, resultan no solo de este volumen total, sino también de la distribución por tamaño de estos poros.

### **a) Clasificación del tamaño de poros**

Existen numerosas clasificaciones de poros de acuerdo a su tamaño y sus funciones.

Consideraremos a los poros que retienen el agua disponible para las plantas a los de tamaño entre 2  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$ , los mesoporos. Los microporos ( $<2 \mu\text{m}$ ) son los que retienen agua que no se encuentra disponible para los cultivos, mientras que los macroporos son los responsables del movimiento rápido del agua y la aireación en el suelo.

La porosidad textural depende de la constitución mineral y orgánica y el contenido de agua, es poco afectada por el tipo de manejo. Esta representada por poros  $< 50 \mu\text{m}$ , se encuentra dentro de los agregados, con funciones de almacenamiento de agua.

Los poros  $> 50 \mu\text{m}$  conforman la porosidad estructural, definida por los espacios entre agregados, tienen la función a nivel de drenaje y aireación, son sensibles a la compactación y el manejo.

A medida que disminuye el tamaño de poros las fuerzas de retención del agua aumentan. De esta manera, se ven afectados el drenaje, la aireación, la disponibilidad de agua y el crecimiento de las raíces.

Solo a modo de referencia diremos que suelos de textura *franca* presentan gran variabilidad de poros y son las que poseen mayor capacidad de retención de agua disponible a pesar de que su porosidad es intermedia (50%), Lanfranco (en prensa)

### **b) Cálculo de la porosidad**

El volumen total de suelo ( $V_t$ ) se puede dividir en el volumen de las partículas sólidas ( $V_s$ ) y volumen de vacíos ( $V_v$ ):

$$V_t = V_s + V_v$$

La porosidad ( $P$ ) es la relación entre el volumen de poros y el volumen total del suelo.

$$P = \frac{V_v}{V_t} = \frac{V_t - V_s}{V_t}$$

Si lo expresamos en porcentaje, tenemos que:

$$P (\%) = 100 \frac{V_v}{V_t} = 100 \left( \frac{V_t - V_s}{V_t} \right)$$

## DENSIDAD REAL

La densidad real se refiere a la densidad de la totalidad de las partículas del suelo. Se expresa como la relación entre la masa de partículas sólidas y el volumen del sólido, excluyendo, por lo tanto, los espacios porosos. Las unidades más comunes de expresión son  $\text{g cm}^{-3}$  y  $\text{Mg m}^{-3}$ .

Su valor se relaciona con la porosidad y densidad aparente. Es poco variable y en suelos minerales oscila alrededor de  $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$  (es la densidad del cuarzo). Al aumentar el contenido de materia orgánica se reduce la densidad real de los suelos.

Para la determinación de la densidad real debe conocerse la masa de suelo y el volumen del mismo. La primera es determinada por pesada; el volumen real es un valor más complicado de establecer pues debe eliminarse totalmente el aire del suelo. La determinación es a través de la picnometría, el procedimiento significa la aplicación del principio de Arquímedes, es decir, determina que volumen de agua desplazan los sólidos al ser sumergidos.

La densidad real en forma aislada es una propiedad de escasa importancia en la Edafología.

## DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente o densidad volumétrica de suelo es la relación entre la masa del suelo seco y el volumen total (aparente) del mismo. Aquí incluye tanto el volumen del sólido como el espacio poroso entre partículas.

Los métodos más utilizados son el método del cilindro, método del hoyo o pozo (recomendado por FAO para suelos pedregosos) o el método de la densidad de terrones. En los tres casos se trabaja de forma tal de alterar lo menos posible la estructura natural de los suelos.

Una metodología totalmente distinta es el uso de emisores gamma, como en los casos de la sonda de neutrones y densitómetros. La ventaja de estos métodos es que aseguran la no perturbación de la estructura del suelo.

La masa se determina por secado de la muestra a peso constante a  $105^\circ\text{C}$  la muestra se debe tomar en el campo, sin disturbar la disposición de los componentes del suelo. El volumen será el ocupado por el suelo. Las unidades más comunes son  $\text{g cm}^{-3}$  y  $\text{Mg m}^{-3}$ .

La densidad aparente es un parámetro de amplia utilización en física de suelos, su aumento con respecto a una situación de referencia indica degradación de la estructura. También se utiliza para el cálculo de peso de superficie del suelo, así como en la capacidad de almacenaje de agua de los horizontes.

Valores entre los que normalmente oscila la densidad aparente para distintos suelos:

Suelo minerales.....	1- 1,4 g.cm <sup>-3</sup>
Suelo orgánico.....	< 1 g.cm <sup>-3</sup>
Suelo derivados de materiales alófanos.....	< 1 g.cm <sup>-3</sup>
Suelo con gran proporción de mineral de hierro.....	> 1,5 g.cm <sup>-3</sup>

En suelos con problemas de compactación el valor de densidad aparente aumenta. Así la densidad aparente de un suelo compactado por laboreo o pisoteo es mayor que la densidad aparente debajo de los alambrados. En el cuadro 1 se presentan ejemplos de valores de densidad aparente para distintos manejos a dos profundidades del horizonte A.

Cuadro N° 1. Valores de densidad aparente (g.cm<sup>-3</sup>) para distintos manejos (promedios de 5 determinaciones por el método del cilindro).

	Testigo	Pasto llorón	Agric. 25
0-10 cm	1,31	1,36	1,42
10-20 cm	1,25	1,41	1,50

Testigo: sin laboreo desde hace 25 años

Pasto llorón: agricultura por 10 años, luego se implanto pastura de pasto llorón desde hace 15 años.

Agric. 25: agricultura continua desde hace 25 años.

## METODOLOGIAS

### a) Determinación del espacio poroso

La porosidad total se determina midiendo el volumen de líquido contenido en un volumen de suelo al estado de saturación. Se pesa una muestra de suelo saturado (generalmente extraída con el método del cilindro), se lleva a sequedad y se pesa nuevamente. La pérdida de peso indica el volumen total de poros, admitiendo que el agua de la muestra tiene una densidad igual a 1 gr/cm<sup>3</sup>.

La porosidad total también puede calcularse con los datos de la densidad aparente y real, mediante el uso de la formula:

$$PT(\%) = \left(1 - \frac{Da}{Dr}\right) \times 100$$

PT: Porosidad total

Da: densidad aparente

Dr: densidad real

Esta formula nos da el porcentaje en volumen del espacio de poros, pero no nos habla del tipo de porosidad.

## b) Determinación de la densidad real

El método más común es mediante el uso del picnómetro. Este es un frasco aforado que cierra mediante un tapón provisto de un capilar que permite asegurar un volumen constante en el interior del aparato. El volumen del suelo se mide en función del volumen de agua desplazada.



Picnómetro

Se pesa en balanza de precisión 10 g de suelo tamizado por 2 mm, seco en estufa. Se designa como  $m_1$ . Luego, se llena con agua destilada un picnómetro de 50 cm<sup>3</sup>, se tapa, se seca bien y se pesa en balanza de precisión; esta pesada se denomina  $m_2$ . Finalmente, se vacía el picnómetro y se introducen los 10 g de suelo pesado anteriormente ( $m_1$ ), completar el volumen de agua destilada y tapar con cuidado de no dejar burbujas de aire en su interior. Secar y pesar nuevamente obteniéndose  $m_3$ .

$$D = \frac{m}{v}$$

$m_1$ : 20 g de muestra seca

v: volumen de la muestra en el interior del picnómetro expresado por la diferencia de masa entre  $(m_1 + m_2) - m_3$ .

Reemplazando:

$$Dr = \frac{m_1}{(m_1 + m_2) - m_3}$$

El valor promedio de la densidad real en suelos minerales es de  $2,65 \text{ g cm}^{-3}$ , densidad del cuarzo, uno de los minerales más abundante del suelo.

### c) Determinación de la densidad aparente

Método del cilindro: se elimina la cobertura del terreno a muestrear. Se toma un cilindro extractor con su aro correspondiente. Se apoya el borde afilado del cilindro sobre la superficie del suelo y sobre el borde superior se coloca un taco de madera. El cilindro se introduce en el suelo en forma vertical por suaves golpes con una masa sobre el taco, evitando destruir la estructura del suelo.

$$Da = \frac{(masa\ suelo\ seco + masa\ del\ cilindro) - masa\ del\ cilindro}{volumen\ del\ cilindro}$$

Volumen de poros= volumen del cilindro - volumen real del suelo

$$\text{Volumen real del suelo} = \frac{\text{peso del suelo seco}}{Dr}$$

## ACTIVIDADES

- 1.- Discutir las relaciones entre  $Da$  y porosidad, aireación y movimiento de agua.
- 2.- La cantidad de espacio poroso de un suelo esta relacionado a los cambios de densidad aparente, pero también a la textura del suelo. Explique.
- 3.- Discuta si la  $Da$  de un horizonte Bt es mayor o menor que la del horizonte A de ese mismo suelo. ¿Cómo se relaciona esto con lo visto anteriormente?

4.- Con los siguientes datos:

- Altura cilindro: 10 cm
- Diámetro cilindro: 8 cm
- Tara cilindro 760 g
- Masa del cilindro con suelo húmedo: 1.400 g
- Humedad presente: 20%
- $Dr$ :  $2,6 \text{ g.cm}^{-3}$

Calcule  $Da$  y porosidad total

5.- Una muestra de suelo seco pesa, 50 g y un volumen total de  $40 \text{ cm}^3$  con densidad real de  $2,6 \text{ g.cm}^{-3}$ . Calcule la  $Da$  y  $Pt\%$ .

6.- Se desea agregar 20 g de nitrógeno para cada 1.000 kg de suelo, hasta una profundidad de 15 cm. ¿Cuántos kg de nitrógeno debo agregar en una ha, si  $Da$ : 1.3

$\text{g.cm}^{-3}$ ?

7.- Se pretende realizar un cultivo de maíz en una región marginal (zona semiárida), donde son menores las probabilidades de una buena cosecha. Usted tiene 3 potreros, con ciertas características:

	Potrero I	Potrero II	Potrero III
Da ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) - 0-15 cm	1,48	1,25	1,27
Da ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) - 15-30 cm	1,34	1,63	1,25
Da ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) - 30-45 cm	1,32	1,5	1,35
Dr ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) - 0-45 cm	2,65	2,65	2,65
Prof tosca (cm) (duripan)	50	110	95

¿Cual de los tres potreros elegiría para realizar el cultivo? Fundamente su elección.



## BIBLIOGRAFIA

- Agronomy Monograph, N9 (2<sup>nd</sup> Edition). Cap.13. Am. Soc. of Agronomy, Madison, USA.
- Blake, G. R. & K. H. Hartge. 1986. Bulk density. In: Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods.
- Bulkman O. H. & C. N. Brady. 1970. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. De Montaner y Simon, S. A. España.
- Da Silva, H. 1979. Trabajos Prácticos de Edafología y su fundamentación teórica. Univ. Nac. Catamarca.
- Etchevehere, P. H. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Dto. de Suelos INTA, publicación 152, Castelar.
- Forsythe W. 1980. Física de suelos; manual de laboratorio. San José. C.R. IICA. 212p
- Gavande S.A. 1972. Física de Suelos: Principios y Aplicaciones. México. Editorial Limusa-Wiley 351 p
- Henin, S.; Grass, R. & G. Monnier. 1972. El perfil cultural. Ed. Mundi - Prensa, Madrid.
- Lanfranco Jorge w. & Margarita Alconada Magliano. parte 2 Condiciones de abastecimiento. Libro de cátedra en prensa. Edulp.
- Marshall, T. J.; Holmes, J. W. 1979. Soil Physics. Cambridge University Press. 45 - 48.
- Olson, K. R. 1985. Characterization of pore size distributions within soils by mercury intrusion and water - release methods. Soil Sci., 139 (5):400 - 404.