



EL ESPACIO POROSO DEL SUELO

Apellidos, nombre	Gisbert Blanquer, Juan Manuel (jjgisbert@prv.upv.es) Ibáñez Asensio, Sara (sibanez@prv.upv.es) Moreno Ramón, Héctor (hecmoda@prv.upv.es)
Departamento	Producción Vegetal
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural



1 Resumen

En el presente artículo vamos a exponer uno de los aspectos más importantes de los suelos: el espacio poroso. Probablemente sabrás que el suelo es un cuerpo natural no consolidado, compuesto por materia mineral y orgánica, capaz de soportar el crecimiento vegetal. Por eso, precisamente para poder asegurar el desarrollo de la vida, en su constitución es fundamental la existencia tanto de partículas sólidas de diferente naturaleza como de huecos (o espacio poroso).

El espacio no sólido del suelo es ocupado por el agua y el aire, compuestos determinantes en la nutrición y la respiración de las plantas. Pero no todos los huecos tienen el mismo tamaño y forma, ni se encuentran comunicados de igual manera, por lo que su funcionalidad varía de unos suelos a otros, e incluso de una época del año a otra.

En este artículo vamos a profundizar en la relación que existe entre los componentes sólidos del suelo y el espacio "vacío" o huecos que quedan entre ellos.

2 Objetivos

Con el presente artículo docente se pretende que el lector sea capaz de:

- Entender los conceptos de porosidad, densidad real y densidad aparente del suelo.
- Comprender la relación entre los diferentes componentes del suelo

3 Estructura e introducción

El presente artículo docente se estructura en los siguientes puntos:

1. Resumen de ideas clave
2. Objetivos
3. Estructura e introducción
4. Desarrollo
 - 4.1. Porosidad y densidad
 - 4.2. Densidad real
 - 4.3. Densidad aparente
5. Cierre
6. Bibliografía

Si seguimos todos estos apartados descritos, al final tendremos una idea más clara de la importancia del espacio poroso de un suelo consiguiendo por tanto, superar los objetivos anteriormente propuestos. No obstante y para poder llegar a entender este concepto antes debemos saber qué es un suelo y cuáles son sus elementos constituyentes, y las posibles interacciones entre las fases del suelo (sólida, líquida y gaseosa).

Para entender el funcionamiento y formación del espacio poroso, tenemos que tener claro que éste viene definido en gran medida por la mineralogía de los materiales que forman cada uno de los horizontes; si no conoces dicha naturaleza, así como los conceptos básicos en edafología, debes buscar información en cualquier libro (por ejemplo los señalados en la bibliografía) o bien buscando en internet con las palabras claves anteriormente señaladas.

4 Desarrollo

La composición volumétrica de un suelo mineral "ideal" quedará distribuida por:

- Fase sólida (50%)
 - Materiales minerales (>45%)
 - Materiales orgánicos (<5%)
- Fase fluida (50%):
 - Agua (25%)
 - Aire (25%)

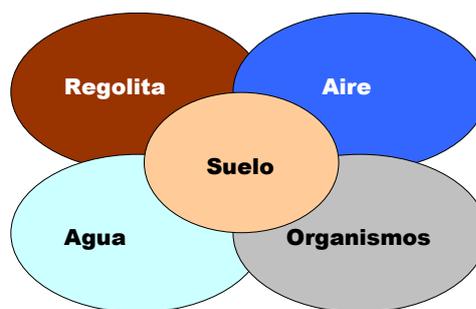


Figura 1.- Composición del suelo

La fase sólida mineral está formada por partículas de rocas de diferentes tamaños procedentes de descomposición de las rocas originales, y la fracción orgánica formada por residuos descompuestos de los animales y plantas.

El tamaño de las partículas del suelo siempre es inferior a 2 mm en cualquiera de sus dimensiones, pero en la práctica es muy variable: cuanto mayor sea la alteración de la roca original menor será el tamaño de las partículas del suelo. El espacio poroso del suelo y sus características (cantidad, tamaño y distribución) queda por tanto supeditado a la intensidad de los procesos de formación y a la evolución del suelo, siendo por ello variable en el tiempo y en el espacio.



Figura 2.- Perfil del suelo en Huesca

Como se puede observar en la figura, en condiciones normales el tamaño de las partículas sólidas normalmente aumenta a medida que nos alejamos de la superficie del suelo puesto que a medida que nos adentramos en el perfil del suelo disminuye la acción de los agentes que provocan la alteración de las rocas (agua, viento, atmósfera, acción de los seres vivos...).

El tamaño de las partículas y su distribución condiciona a su vez el tamaño, la distribución y la forma de los huecos del suelo: cuanto mayor sea el tamaño de las partículas mayor será el tamaño de los huecos que quedan entre ellas, pero el nº de huecos será por el contrario mucho menor que si las partículas sólidas fueran menores. La mejor forma que tienes de comprobarlo es contar el nº de huecos que quedan entre las esferas de la siguiente figura (figura nº 3) ¿te atreves con la que está situada a la derecha de la imagen?

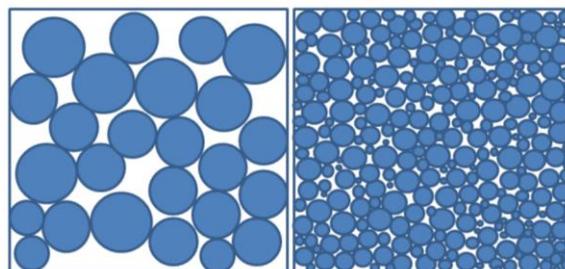


Figura 3.- Esquema de distribución de las partículas



En la fase fluida lo "ideal" sería una distribución en partes iguales de agua y aire puesto que de esta forma las raíces pueden tomar del suelo agua, elementos nutrientes y oxígeno, componentes indispensables para su desarrollo y crecimiento. Aunque esta proporción puede variar de forma temporal (a tenor de la temporalidad de las lluvias y los riegos, y del retorno del agua del suelo a la atmósfera por evaporación directa y/o transpiración de los seres vivos) y espacial.

En cuanto a la variabilidad espacial, la humedad del suelo también varía enormemente no sólo en lo que se refiere a la cantidad de agua sino también en relación a su distribución en el perfil (anisotropía vertical) y entre unos lugares y otros (anisotropía horizontal) dependiendo en cualquier caso de las características del espacio poroso. En los espacios porosos pequeños el agua es encuentra tan fuertemente retenida (tensión matricial elevada) que su circulación es muy lenta, además las plantas no son capaces de absorberla; por ello tiende a permanecer en el suelo durante largo tiempo (figura nº 4).

Tabla 1: Características principales del espacio poroso

Tipo	Tamaño (micras)	Tensión	Función
Macroporos	>60	<0,05	Aeración, infiltración (conducción rápida)
Mesoporos	10-60	0,05-0,33	Movimiento lento del agua
Microporos	0,2-10	0,33-15	Almacenaje agua
Microporos	<0,2	>15	Agua disponible

4.1 Porosidad y densidad

La **densidad** de un sólido es la relación que existe entre su masa y el volumen que ocupa. Se representa por la letra ρ y tiene las dimensiones (M L⁻³). En los suelos la densidad es una de las características edáficas más importantes tanto desde el punto de vista agronómico-forestal como en el resto de ramas de la ingeniería y arquitectura, pudiendo hablar de dos tipos de densidad diferentes: la densidad real y la densidad aparente, ambas expresadas en g/cm³.

La **densidad real (ρ_r)** está asociada únicamente al tamaño de las partículas sólidas del suelo; es decir, a su textura. Si las partículas son pequeñas ocupan menos espacio (V_T) que si son grandes, y viceversa.

$$\rho_r = \frac{m_{ss}}{V_T}$$

Siendo:

m_{ss} = masa de suelos seco en estufa a 105°C

V_T = volumen total ocupado por el suelo

Pero en los suelos ni las partículas son todas iguales, ni tampoco ocupan el volumen mínimo posible; por el contrario y por fortuna para la vegetación, existen innumerables huecos de diferentes tamaños y formas (figura 5).

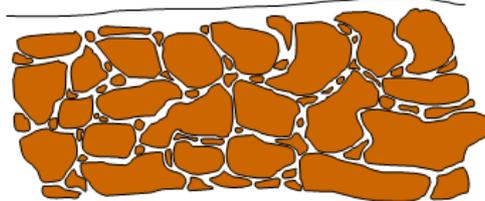


Figura 5.- Aspecto de la distribución de huecos y sólidos en el suelo

Además, las partículas que constituyen el suelo tampoco están aisladas unas de otras; se encuentran unidas por diversos agentes cementantes y enlaces químicos formando agregados. Estos agregados se comportan, en cuestión de espacio, como si fueran partículas de gran tamaño (figura 6), lo que e "enmascaran" aún más el valor de la densidad real al modificar la distribución de huecos y con ello la relación *volumen total-volumen de huecos- volumen de sólidos*.

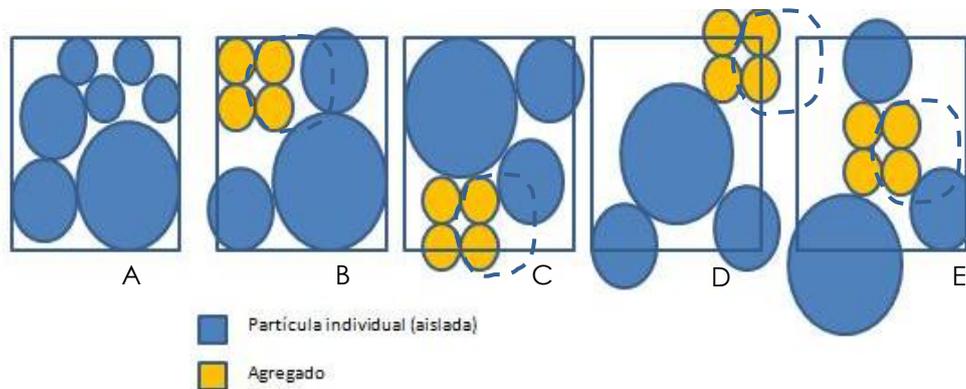


Figura 6.- Espacio ocupado por un mismo nº de partículas según su distribución: A: todas individuales; B,C, D y E: con un agregado

Como consecuencia los materiales porosos como los suelos presentan una **densidad aparente** (ρ_a , o también D_a) menor que la tendrían si el material se compactase completamente (destruyendo su estructura natural).

$$\rho_a = \frac{m_{ss}}{V_s}$$

Siendo:

m_{ss} = masa de suelos seco en estufa a 105°C
 V_s = volumen de suelo



Si consideramos que al compactar un suelo eliminamos sus huecos, podemos suponer entonces que a través de los valores de la densidad aparente y la densidad real es posible estimar la porosidad (fracción del mismo que no está ocupada por sólidos) sin necesidad de medirla directamente:

$$P = \frac{V_p}{V_T} = \frac{V_p}{V_p + V_s} = \frac{(\rho_r - \rho_a)}{\rho_r}$$

P= porosidad (en tanto por 1)

V_p= volumen ocupado poros

V_T= volumen ocupado por toda la muestra de suelos (sólidos y poros)

Para determinar la densidad con precisión siempre es necesario secar las muestras en estufa a 105°C, hasta alcanzar peso constante, para asegurarse de que sus huecos están completamente ocupados por aire y por lo tanto no hay nada de masa atribuible a agua. En el caso de que el suelo fuera expansible es conveniente indicar la cantidad de agua presente en la muestra antes de su secado, ya que en este caso el volumen total de la muestra será menor tras el mismo.

5 Cierre

El suelo es un cuerpo natural formado por partículas orgánicas y minerales, y por agua y aire en distintas proporciones ocupando los huecos que quedan entre los sólidos.

Los huecos es precisamente el espacio que ocupan las raíces de las plantas, y de dónde toman los elementos nutriente, el oxígeno y el agua necesarios para su desarrollo, por lo que su caracterización es indispensable en la evaluación de la calidad del suelo.

La densidad es una de las magnitudes utilizadas para ello, pero en los materiales porosos como los suelos la densidad real y la densidad aparente no coinciden, siendo importante conocer su significado; de hecho, las diferencias son más acusadas cuanto mayor es el grado de agregación de las partículas individuales, propiedad de gran valor para la productividad del suelo.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

[1] Porta, J; López-Acevedo, Marta; Roquero, Carlos: "Edafología para la agricultura y el medio ambiente", Ed. Mundiprensa, 3ª edición, 2003, págs. 629.

[2] Gisbert, J.M; Ibáñez, S.; "Génesis de Suelos" Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2001, págs. 222

[3] FAO; "Guía para la descripción de perfiles de suelos", Ed. FAO, Roma 1977, págs. 90,

[4] Edwin R. 2006. "Principles And Practice Of Soil Science: The Soil as a Natural Resource" Blackwel Ed. 4º edicion. (Australia)