

2008

II Seminario del
Geoparque de Sobrarbe

Investigación Geológica y
Recursos Didácticos.
BOLTAÑA



[EL SUELO COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA]

24,25 y 26 de octubre de 2008

EL SUELO COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA

David Badía Villas

El suelo es imprescindible para la vida: es fuente de materias primas, almacena nutrientes y agua, acumula carbono, y es el entorno físico y cultural para la persona. El suelo y sus factores de formación (Fig. 1) quedan incluidos en el currículum de las Ciencias (Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Vida, Ciencias Agrarias, Ciencias Tecnológicas, etc) y puede ser útil en la introducción de numerosos conceptos en educación primaria y secundaria. Sin embargo, pasa desapercibido para la mayoría de observadores y de educadores. En este artículo se propone usar el suelo como recurso didáctico en dichos ámbitos de la educación, con sencilla prácticas con las que evidenciar las funciones y propiedades del suelo.

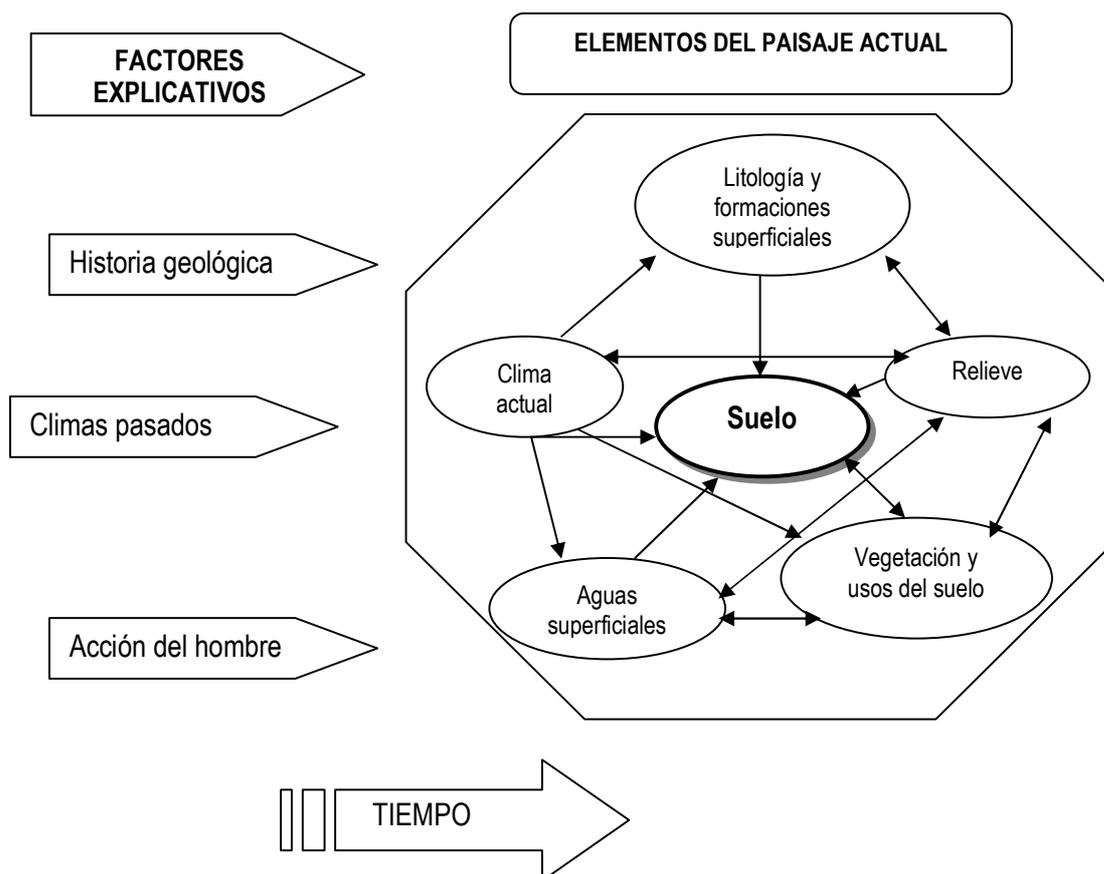


Fig. 1. Elementos y factores del paisaje mostrando su interacciones con el suelo (Fuente: Badía et al., 2008)

El suelo es de suma importancia para la vida del hombre, como reconoce la reciente Directiva para la protección del suelo del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea (2006/0086 COD). Los suelos retienen nutrientes y agua, permitiendo la vida de plantas y animales. Gracias a ello nos proporciona alimentos, biomasa y materias primas; además sirve de plataforma para la construcción de edificios y vías de comunicación. El suelo desempeña un papel central como hábitat y reservorio del patrimonio genético al albergar la mayor parte de la biosfera; en el suelo se encuentra el patrimonio arqueológico que sirve para la reconstrucción de la historia de la humanidad. A su vez, el suelo es un gran almacén de carbono y se estima que captura un 20% del C antrópico emitido a la atmósfera anualmente. Por todo ello, el suelo influye directamente en la calidad del agua y del aire, en la diversidad biológica y en el cambio climático.

El suelo es un ejemplo de estructura heterogénea asociada a un gradiente y formada bajo un continuo flujo de energía. Este flujo se genera una serie de cambios desde la superficie del estos cambios van generando una organización del suelo en capas más o menos horizontales en profundidad, denominadas horizontes. Al corte vertical del terreno que permite estudiar el suelo en su conjunto, desde sus horizontes superficiales hasta el material originario, se le denomina perfil (Fig. 2). En la superficie del suelo hay materiales orgánicos (rastrajo, hojas, ramas, etc) que se van descomponiendo y mezclando con los materiales minerales, oscureciéndolos. En la parte inferior del perfil el material orgánico escasea y predominan las características de la roca. Una primera práctica, en campo, puede consistir en la descripción de los horizontes y sus propiedades más evidentes (color, pedregosidad, estructura, textura, compacidad, raíces, actividad biológica, etc).

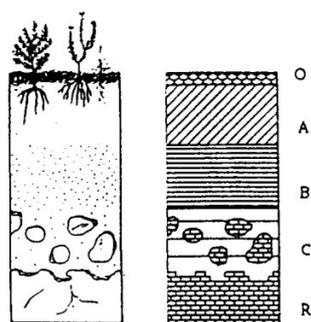


Figura 2. Esquema de un perfil de suelo ideal con sus horizontes

El suelo está compuesto por sólidos que, organizados, estructurados, dejan unos huecos o poros entre ellos. Los poros están ocupados por aire o bien se llenan de agua tras un riego o una lluvia intensa. A su vez, los sólidos están constituidos por una mezcla y de materia orgánica (fundamentalmente aportada por la vegetación) y de materia mineral (que aparece como resultado de la alteración física y química que sufre la roca a lo largo de los años).

Experiencia 1_Preparación de las muestras para análisis y cálculo del porcentaje de elementos gruesos.

Para hacer experiencias en el laboratorio se recogen dos tipos de muestras en el campo: una muestra "alterada", que se recoge con una azadilla y se introduce en una bolsa de plástico convenientemente etiquetada; una muestra "inalterada" o recogida con un cilindro metálico de volumen conocido.

Una vez en el laboratorio la primera muestra se deja secar y se tamiza por una malla de 2 mm. La tierra que pasa por el tamiz se denomina tierra fina (T.F.), analizable en el laboratorio, y la que queda en el tamiz, después de haber deshecho todos los agregados, son los elementos gruesos (E.G.) que se utilizan para cuantificar la pedregosidad del suelo. Para determinarla se pesan ambas fracciones y aplicando la siguiente expresión, se obtiene la pedregosidad en porcentaje del suelo:

$$\text{E.G.(\%)} = \frac{\text{Peso E.G.}}{\text{Peso E.G.} + \text{Peso T.F.}} \times 100$$

Experiencia 2_Determinación de la textura en el punto de adherencia.

La plasticidad de la tierra varía según su contenido en partículas finas, característica utilizada para obtener la textura del suelo. En esta experiencia tan solo se necesita un poco de agua y la muestra de suelo.

Se toma una muestra de tierra y se humedece hasta que se forma una pasta (punto de adherencia). Se trata de moldear la tierra hasta hacer un cilindro lo más delgado posible y de una longitud de 10 cm:

-si no es posible hacer un cilindro de, al menos 3 mm de diámetro, el suelo será arenoso.

-si es posible hacerlo entre uno y tres mm de diámetro, probablemente es un suelo de textura equilibrada

-si es posible hacerlo de tres mm y al doblarlo, formar un anillo que no se rompe, el suelo será arcilloso. Si, por contra, se rompe, la proporción de limo puede ser importante (Fig. 3a).

Simultáneamente se puede introducir una muestra representativa del suelo tamizado en una botella y dejar que sedimenten las partículas durante unos días. Se puede valorar el % en volumen que ocupan las diferentes fracciones (arena, lio y arcilla) para, conociendo su densidad determinar el % en peso (http://www.wtamu.edu/%7Ecrobinson/DrDirt/SSTA_TX08.html#texture). Con un triangulo de texturas puede deducirse la clases textural o granulométrica (Fig. 3b).

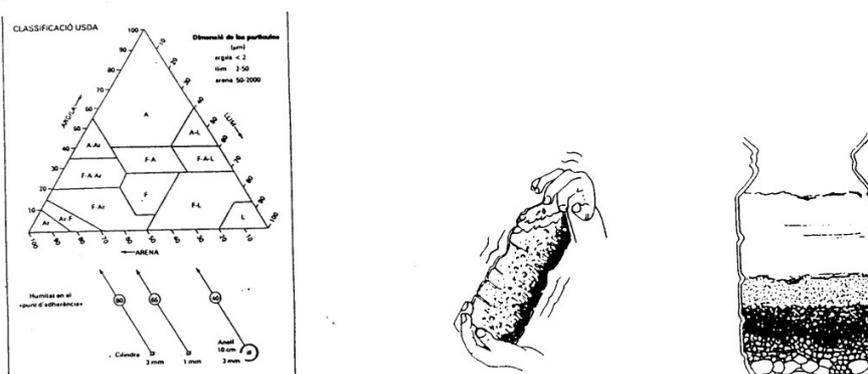


Fig. 3. Estimación de la textura del suelo.

Experiencia 3_Medida de la densidad aparente del suelo.

Consiste en medir la relación entre masa y volumen de una muestra "inalterada" de suelo, tomada en el campo mediante cilindros metálicos o sondas no destructivas.

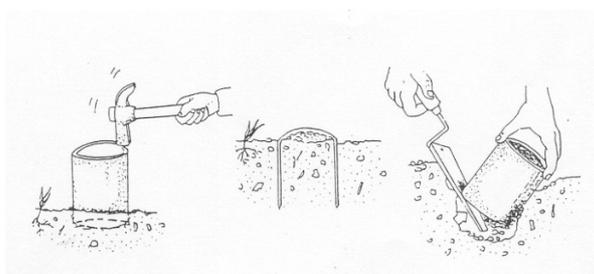


Fig. 4. Toma de muestras para el cálculo de la densidad aparente del suelo.

Se toma la muestra inalterada y se introduce en una estufa a 105°C para determinar el peso seco del suelo. Tarado y medido el volumen del cilindro ($V= \pi r^2 h$), se calcula la densidad aparente expresando el resultado en gramos por centímetro cúbico. También puede usarse esta misma muestra para determinar el contenido de aire (Experiencia 4) y el de humedad del suelo en el campo, pesando antes y después de secarlo en la estufa (Experiencia 5), siempre que se tenga la precaución, al muestrear, de cerrarlo herméticamente con una bolsa impermeable para evitar las pérdidas de humedad.

Experiencia 4_Medida de la cantidad de aire de un suelo.

Para tener una idea de la cantidad de aire que hay en un suelo, podemos medir el volumen ocupado por los poros de una muestra "inalterada" o de volumen conocido, introduciéndola en un medio líquido. Se necesita una probeta grande (por ejemplo de 500 cc), una varilla para agitar, uno o dos cilindros metálicos (por ejemplo de unos 200 cc de capacidad).

Se vacía el contenido de tierra del cilindro en la probeta y el mismo volumen de agua (V_0) lo que da un volumen final (V_f) que debería ser el doble del inicial ($2V_0$) si el suelo fuera macizo. La diferencia entre el volumen final y el esperado (V_f-2V_0) se debe a la presencia de aire en el suelo (obviando los procesos de disolución). La cantidad de aire puede expresarse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Aire (\%)} = \frac{2V_0 - V_f}{V_0} \times 100$$

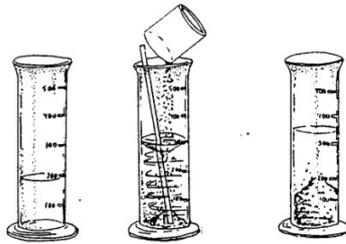


Figura 5. Medida de la cantidad de aire (poros) en el suelo

Experiencia 5_Determinación del contenido de humedad.

Cuando se calienta un suelo el agua que contiene se evapora. Entonces, la diferencia de peso anterior y posterior al calentamiento permitirá obtener el contenido de humedad.

El material necesario para realizar este procedimiento es: una balanza, un recipiente de aluminio y una estufa. Hace falta poner la muestra de suelo del que se quiere determinar la humedad (entre unos 10 a 30 gramos) en el recipiente, previamente tarado. Posteriormente se coloca la estufa a 105°C durante 24 horas. Pasado este tiempo se deja enfriar y se pesa de nuevo.

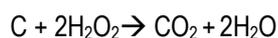
El contenido de humedad del suelo se expresa como porcentaje referido al peso de suelo seco, y se puede calcular según la expresión:

$$\text{Agua (\%)} = \frac{P_o - P_f}{P_f - T} \times 100$$

donde P_o es el peso inicial de la muestra más la tara, P_f es el peso final de la muestra más la tara y T es la tara del recipiente de aluminio.

Experiencia 6_Presencia de materia orgánica en el suelo.

Se toma una muestra de suelo seco al aire (unos 10 gramos aprox.) y se humedece ligeramente con agua. A continuación se aplican unas gotas de agua oxigenada. Si el suelo es muy orgánico se producirá una cierta efervescencia, hecho que no se produce si el suelo es mineral.



Experiencia 7_Capacidad de retención de nutrientes.

La materia orgánica y la arcilla del suelo poseen una serie de cargas negativas con capacidad para retener nutrientes como el calcio, potasio, magnesio y otros cationes que se encuentren en la solución del suelo.

Al aplicar sulfato de cobre (de color azul) en solución en una columna de suelo, se produce su decoloración, debido a la retención del cobre por parte del suelo. Comprobadlo aplicando sulfato de cobre (por ejemplo 0.3 N aprox.) a una columna con suelo compactado, para que suelo y solución permanezcan en contacto el tiempo suficiente. La solución percolante se decolora más o menos según el tipo de suelo.

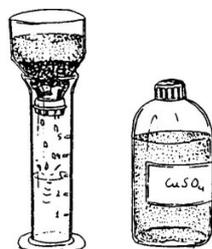
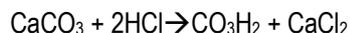


Figura 6. La materia orgánica retiene nutrientes

Experiencia 8_Test de los carbonatos.

Dentro de los componentes sólidos del suelo, además de los silicatos, se encuentran una serie de compuestos químicos tales como el carbonato de calcio. Su presencia condiciona numerosas propiedades edáficas como la reacción básica del suelo. Para detectar su presencia bastará tener ácido clorhídrico (10%). Al aplicarlo sobre una muestra de suelo que tenga carbonatos se producirá una cierta

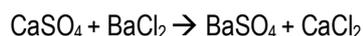
ebullición de diferente intensidad según el contenido total de los mismos. La reacción que tiene lugar es la siguiente:



Experiencia 9_Test de los sulfatos.

En algunos suelos el yeso (sulfato cálcico) es muy abundante; dado que su presencia puede tener importancia agronómica es de interés constatar su existencia. Para ello se necesitan tubos de vidrio, papel de filtro, embudos, agua destilada y cloruro bórico (10%).

Toma un poco de suelo y colocalo en un tubo; añade agua destilada y agítalo. Una vez agitado convenientemente, se filtra el contenido del tubo por medio de un embudo y papel de filtro. Cuando un suelo tiene yeso, éste se pone de manifiesto en el momento en que se añade el cloruro bórico en el líquido filtrado, al formarse un precipitado blanco de sulfato de bario:



Experiencia 10_Test de los cloruros.

Entre las sales más abundantes en suelos salinos aparece la halita o cloruro sódico que puede limitar el crecimiento de muchos cultivos. Para su detección es necesario el mismo material que en la experiencia anterior pero sustituyendo el cloruro bórico por sulfato de plata (4,4 g/l). Como en el caso anterior, si al añadir este reactivo se forma un precipitado blanco (ahora cloruro de plata), se deduce que existen cloruros en el suelo analizado:

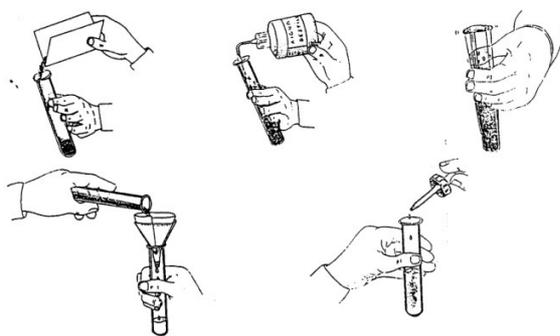
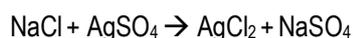


Figura 7. Pasos para la realización de los test de los sulfatos y cloruros

Experiencia 11_Detección de la actividad microbiana del suelo.

La actividad biológica global puede ser caracterizada midiendo la "respiración" del suelo. Los microorganismos consumen la fracción orgánica y oxígeno, desprendiendo dióxido de carbono. La medida de este último nos da una idea de la actividad biológica del suelo.

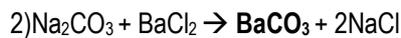
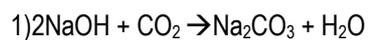
Para realizar esta experiencia se necesitará un bote de conserva (de entre 0,5 y 1 litro de capacidad), con cierre hermético, dos botes pequeños transparentes, cloruro bórico (183 g/l) e hidróxido sódico o sosa (80 g/l).

Se toman unos 50 ó 100 gramos de tierra fresca y se colocan en uno de los botes. En el otro se disponen 10 ml. de sosa. Se cierra el bote de conserva y se dejan transcurrir dos días. Pasado este tiempo se recoge el bote de sosa y se añaden unas gotas de cloruro bórico. La solución adquiere una turbidez blanquecina (por precipitación de carbonato de bario), proporcional a la "respiración" del suelo.



Figura 8. Actividad biológica del suelo.

Las reacciones que tienen lugar son las siguientes:



La cantidad de CO_2 que desprende el suelo puede cuantificarse (expresándose, por ejemplo en mg de CO_2 por peso de suelo usado y tiempo transcurrido) mediante la valoración de la sosa mediante ácido clorhídrico:



Experiencia 12. Cuantificación de la pérdida de suelo

El suelo es imprescindible para la vida y su formación requiere de cientos o miles de años; por tanto, su pérdida es irreversible a escala humana. Una de las formas más frecuentes de pérdida del suelo es la erosión hídrica, especialmente en suelos sin cubierta vegetal y con cierta pendiente del terreno. Para evaluar esta pérdida se propone construir un simulador de lluvia.

El equipo debe constar de tres elementos básicos: la unidad de aporte de agua a presión, la estructura y la boquilla, más una serie de elementos complementarios (anillo metálico para la delimitación de la parcela, cubierta de plástico para la protección del viento y depósitos de agua).

La unidad de aporte de agua a presión puede ser manual (un par de depósitos de pulverizador manual de presión previa por aire comprimido) o con motor. La estructura metálica consistirá de dos tubos de cobre verticales (por ejemplo de 1,85 m de longitud) unidos en la parte superior por un tubo horizontal (de 0,65 m). En el tubo horizontal van instalados el portaboquillas y la boquilla así como un manómetro para controlar la presión de salida del agua. Los tubos verticales quedarán anclados al suelo mediante piquetas.

Los otros elementos que son necesarios para realizar las pruebas de simulación son: una cubierta de plástico instalada sobre la estructura a modo de tienda de campaña, para impedir que el viento desvíe el cono de lluvia y modifique la intensidad y distribución de la lluvia, y un sistema para delimitar la parcela de estudio, por ejemplo un anillo metálico (de cinco centímetros de altura y 55 cms. de diámetro) que se clava ligeramente en el suelo y que lleva soldado un tubo; por dicho tubo se recoge el agua de escorrentía que lleva los sedimentos en suspensión y en solución y que permitan cuantificar la pérdida de suelo.

El simulador de lluvia puede usarse en campo (por ejemplo sobre suelo agrícola recién labrado o suelo forestal cubierto de hojarasca) o en el patio del colegio sobre bandejas que tengan un suelo con diferentes cubiertas (vegetal o de rastrojos) o suelos con diferentes propiedades estructurales.

Otra forma de cuantificar la erosión del suelo, mucho más simple, es el método de los clavos de erosión. Se trata de introducir en una ladera un conjunto de clavos graduados, de unos 5 m de diámetro. Si existe pérdida de suelo por erosión laminar el calvo ira siendo descalzado del terreno. Pasado un tiempo determinado se mide cuantos mm han desaparecido respecto a las condiciones de partida. La medida en mm se puede transformar en volumen por superficie y tiempo (por ejemplo mm^3 por m^2 y año) que multiplicado por la densidad aparente del suelo nos dará una tasa de erosión (en g por m^2 y año).

BIBLIOGRAFIA

BADIA, D. (1989). Los suelos en Fraga. Cartografía y evaluación. Colección de Estudios Altoaragoneses, nº 30. Instituto de Estudios Altoaragoneses. 207 pp. Huesca.

BADÍA, D. 2006. Los suelos de los Pirineos. En: Fillat, F, García, R.; Gómez, D., Reiné, R. (Eds.) Los pastos del Pirineo. Zaragoza.

BADIA D., MARTI C. (1999). "Els sòls en l'agricultura i el medi ambient: una visió centrada en el Baix Cinca" Cinga, 3: 35-47

BADIA, D., MARTÍ, C. (2006). La diversidad edáfica en el Altoaragón, Naturaleza Aragonesa, 17: 39-46.

BADIA D., MARTI C. (1999). Suelos del Pirineo Central: Fragen. INIA-UZ-CPNA-IEA. 190 pp. Huesca.

BADIA D., MARTI C., ANDREU C. (1990). El sòl com a eina didàctica. Dovella, XII: 7-13.

BADÍA, D., CUCHÍ, J.A., MARTÍ, C., CASANOVA J. (2006). Los suelos de los viñedos en la D.O. Somontano. Colección Ciencias, 8. Ed. Prensas Universitarias. 205 pp. Zaragoza.

BADÍA, D.; CHACÓN, G.; ESCUER, J.L.; ENRÍQUEZ, C.; ROYES, E. (2002) Itinerarios naturalistas por el Bajo Cinca. Ed. PRAMES. 178 pp. Zaragoza.

BADÍA, D., IBARRA, P., MARTÍ, C., LONGARES, L. A., A. BELMONTE (2008). El Aiguabarreig: suelos y paisajes. Ed. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación, vol. 53. 193 pp. Zaragoza.

GARCÍA, V.; MARTINEZ, L.; IGLESIAS, M. (1989). El sòl com a ecosistema. Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona. 121 pp.

LINDBO, D.L. (2008). Soil! Get the incide scoop. SSSA. Madison, USA.

NEVIANI, I. (1975). El suelo. Ed. Avance. Barcelona. 59pp.

PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medioambiente. Mundi-Prensa. 3ª ed. 929 pp. Madrid.

Recursos didácticos en la web:

<http://edafologia.ugr.es/>

<http://www.WTAMU.EDU/%7Ecrobinson/DrDirt.htm>

<https://www.soils.org/digdeeper/>

<http://www.nrcs.usda.gov/feature/education/squirm/skworm.html>

<http://www.iecat.nt/mapasols/Ca/Inici.asp>

<http://www.fao.org/ag/agl/agll/index.stm>

<http://www.cababstractsplus.org/CABReviews/Index.asp>

<http://www.secs09.org>

<http://portal.aragon.es/portal/page/portal/DGA/DPTOS/AGR>

<http://sitar.aragon.es>

David Badia Villas

Escuela Politécnica Superior

Universidad de Zaragoza

Crtra. Cuarte s/n

22071 HUESCA