

**ESTUDIO DE CUATRO ADAPTACIONES ESCOLARES DE MÉTODOS DE OBSERVACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO**  
*Study on four school adaptations of methods to observe and determine the texture of the soil*

Jordi Molera Marimón, y Anna Llitjós Viza.

**RESUMEN**

*En este trabajo se analizan cuatro métodos para el estudio de la textura del suelo en el laboratorio escolar y se comentan las principales ventajas y problemas de cada uno. Tras este análisis se propone una alternativa experimental nueva que puede solucionar algunos de los problemas puestos de manifiesto en el análisis anterior.*

**ABSTRACT**

*In this paper we have analyzed four methods to study the texture of the soil used in school laboratories, and discuss the main advantages and problems that each of them implies. After analyzing them, we propose a new experimental alternative which can solve some of the problems detected during the previous analysis.*

**Palabras clave:** Suelo, textura, granulometría, mezclas, separación

**Key words:** Soil, texture, mixture, separation

**1.- INTRODUCCIÓN**

**EL ESTUDIO DEL SUELO EN EL CURRÍCULO ESCOLAR**

El estudio del suelo es un tema clásico en los currícula de ciencias experimentales de la enseñanza general básica, bachillerato y continua presente en los currícula de la actual reforma educativa de primaria y secundaria, según la información consultada parece que aumenta su importancia (MEC, 1989).

**¿POR QUÉ EL ESTUDIO DEL SUELO?**

*Por su importancia para el hombre y los ecosistemas terrestres:* El suelo es el material del medio sobre el que se asienta la vida terrestre. Proporciona soporte, aire, agua y sales minerales a los vegetales, constituye el hábitat para muchos organismos, en él tiene lugar el reciclaje de los restos vegetales y animales, etc. (Sireau, 1989).

*Porque facilita el trabajo interdisciplinar:*

El suelo es un sistema dinámico en el que intervienen al mismo tiempo procesos físicos, químicos, geológicos, biológicos y humanos. En la reforma educativa (MEC, 1989) se da mucha importancia al trabajo interdisciplinar ya que da una visión global y real de la ciencia y del medio que nos rodea.

*Para un currículum en la línea de la educación ambiental:*

El suelo es un bien escaso, no renovable a corto plazo, puesto que para que se forme un suelo apto para el cultivo deben pasar centenares o miles de

años. Es importante conocer el valor de este material del medio y ser consciente de las consecuencias que una buena o mala gestión pueden ocasionar sobre el suelo (Sireau, 1989).

Porque, debido a lo anteriormente expuesto, permite trabajar y evaluar de forma adecuada contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

**¿QUÉ ES LA TEXTURA DE UNA MUESTRA DE SUELO?**

La textura de una muestra de suelo es la proporción relativa en masa de las partículas minerales, gravas, arenas, limos y arcillas, que la componen. El porcentaje de gravas se calcula respecto a toda la muestra de suelo mientras que el porcentaje de arena, limos y arcillas se mide respecto a la tierra fina (muestra de suelo sin la fracción de partículas mayores de 2 mm de diámetro).

Para establecer la textura de un suelo hay que considerar los límites de tamaño que se han establecido para los componentes sólidos minerales y después se deben separar las fracciones y medir su masa (análisis granulométrica).

**¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE CONOCER LA TEXTURA DE UN SUELO?**

La textura de un suelo es una propiedad que da mucha información sobre el comportamiento de este respecto a los vegetales, la circulación del agua y la erosión, ya que condiciona en gran parte la estructura, la porosidad, la capacidad de intercambio, etc.

(\*) Dpt. de Didàctica de les Ciències Experimentals. Sub. de Química. Universitat de Barcelona. Melcior de Palau 140, 08014-Barcelona

Por otro lado, reconocer la heterogeneidad del suelo y detectar la presencia o separar materiales distintos: gravas, arenas, limos y arcillas, es un objetivo que persiguen la mayoría de materiales didácticos propuestos.

## 2.- ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS

### MÉTODO DEL DENSÍMETRO DE BOUYOUCOS SIMPLIFICADO (JOSA ET AL., 1988):

Este método es una adaptación del método oficial (MAPA, 1982) que se propone para los estudiantes de ingeniería técnica agrícola de la "Escuela Superior d'Agricultura de Barcelona". En algunos casos este método se ha exportado a la enseñanza secundaria (GARCÍA et al., 1989).

El método consiste en dispersar las partículas minerales del suelo mediante una solución del producto comercial "Calgón" y en medir indirectamente el porcentaje de cada fracción mediante el densímetro de Bouyoucos (ver ilustración). Este método se fundamenta en la ley de Stokes que relaciona la velocidad de caída de las partículas sólidas esféricas en el seno de un líquido, con su diámetro y la densidad de la suspensión en la que caen.

$$\text{velocidad de caída} = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_s - \rho_l) g d^2}{\eta}$$

Siendo  $\eta$  la viscosidad del líquido,  $\rho$  la densidad,  $g$  la aceleración de la gravedad y  $d$  el diámetro de las partículas.

**Problemas:** Coincidimos con los autores en que es un método conceptualmente difícil de comprender hasta para alumnos de nivel universitario.

**Ventajas:** Este método, de los cuatro que se comentan, es el que da unos resultados más fiables.

El utillaje y el tiempo son adecuados a la enseñanza secundaria.

**Conclusión:** Dado que este método no favorece la comprensión de los contenidos básicos, se con-

sidera poco recomendable en la enseñanza primaria y secundaria.

### MÉTODO DE LOS TAMICES:

Este método se extrae de la primera parte del "método de la pipeta de Robinson" (MAPA, 1986). Consiste (ver ilustración) en pasar la muestra por unos tamices de luz decreciente.

**Problemas:** Con suelos, trabajar en seco no es viable ya que no es posible romper los pequeños agregados. Si se trabaja con agua sin dispersar la muestra supone, en muchos casos, que los agregados obturen los tamices más finos. No siempre es posible disponer de suficientes tamices para que trabajen varios grupos a la vez. Separar la arena fina mediante este método requiere mucho tiempo. Los limos y las arcillas no se pueden separar con tamices.

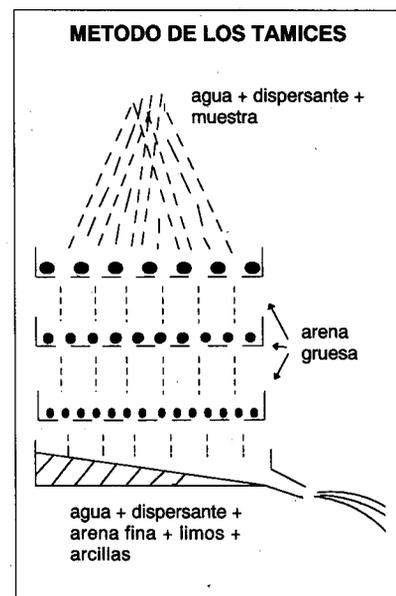
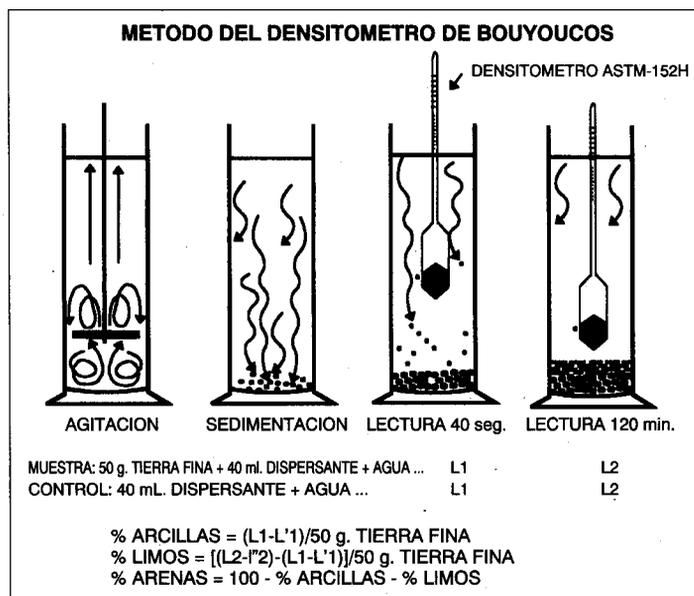
**Ventajas:** Conceptualmente es el método más sencillo de comprender.

**Conclusión:** Se puede utilizar este método para separar y cuantificar las gravas y la arena gruesa, y aplicar, si se cree conveniente, otros métodos para separar la arena fina, los limos y las arcillas.

### MÉTODO DE LA DETERMINACIÓN AL TACTO (Nadal, 1978. Escuredo ET AL., 1983; Del Carmen, 1984; Hereter ET AL., 1988)

Los métodos que permiten determinar con fiabilidad la textura suelen ser bastante largos y por esto se han buscado métodos que permiten una clasificación rápida, aunque no tan precisa, de la textura y que se puedan realizar en el campo.

El método de campo más utilizado en edafología es la determinación de la textura al tacto. Todos los sistemas de clasificación al tacto propuestos se basan en manipular con los dedos una porción de muestra seca y/o mojada, experimentar la rugosidad, la capacidad de hacer moldes o "gusanos" más



o menos delgados, la pegajosidad en la palma de la mano, etc. A partir de estas observaciones se presenta un sistema de claves de clasificación que permiten atribuir a la muestra una clase textural.

**Problemas:** Se trata de un método subjetivo ya que se basa en la apreciación del tacto de cada individuo. Se deben haber manipulado muchas muestras para que los resultados sean fiables.  
Algunas explicaciones son difíciles de describir y/o entender a través de un manual.

**Ventajas:** Es un método rápido y sencillo, no requiere utillaje. Se puede realizar en el campo. Se manipula directamente la tierra, esto permite ejercitar el sentido del tacto.

Se utilizan claves de clasificación. Este es un procedimiento a trabajar en la escuela.

Permite darse cuenta de los problemas que presentan, en ciencias. Los métodos subjetivos cuando hay que dar los resultados de una investigación. Obliga a dialogar para llegar a un consenso a la hora de decidir que textura se le atribuye a cada muestra.

**Sugerencias:** Se puede disponer de un banco de muestras de textura conocida para ejercitarse en este método.

**Conclusión:** Método aplicable a los niveles de primaria por su simplicidad. Aunque los resultados no coincidan con los reales, es recomendable en el aspecto procedimental.

#### MÉTODO DE LA OBSERVACIÓN DE LAS-CAPAS DE SEDIMENTACIÓN (Neviani, 1975; Nadal, 1978; Del Carmen, 1984)

Método descrito en buena parte del material didáctico sobre el suelo para la enseñanza primaria y secundaria.

Este método consiste en poner una muestra de suelo en una probeta (o botella de agua mineral) llenarla con agua y después de agitar unos minutos dejar que sedimenten las partículas por orden de tamaño. (Según la ley de Stokes la velocidad de sedimentación de una partícula sólida en un fluido depende entre otros factores del diámetro de la partícula). Seguidamente se observan las capas depositadas.

**Problemas:** No se comenta en la bibliografía citada la utilización de "dispersante". La no utilización de un dispersante que elimine el poder agregante de las arcillas y/o la materia orgánica hace que precipiten agregados en lugar de precipitar partículas individuales. No es posible especular con la simple observación de las capas y determinar la textura, ni en el caso de haber utilizado un dispersante y haber obtenido una sedimentación perfecta: diferenciar visualmente la arena muy fina de los limos requiere mucha expe-

riencia y buena vista, diferenciar los limos de las arcillas no es posible ni siquiera para un experto.

**Ventajas:** Es un método rápido y que requiere poco material. Conceptualmente no parece que presente problemas importantes.

**Conclusión:** Es un método interesante desde el punto de vista conceptual, pero procedimentalmente es erróneo y, normalmente, el estudio de los resultados es complicado.

#### 4.- ALTERNATIVA QUE SE PROPONE: MÉTODO DE LA DISPERSIÓN-SEDIMENTACIÓN

El equipo de estudio sobre la didáctica del suelo del departamento de didáctica de las ciencias experimentales de la Universidad de Barcelona, al investigar y reflexionar sobre los métodos que acabamos de describir caímos en la necesidad de encontrar un método conceptualmente sencillo y de fácil y rápida ejecución en el laboratorio escolar, que permitiese obtener datos cuantitativos sobre la textura del suelo para poder realizar una pequeña investigación en el aula.

Decidimos trabajar sobre el "método de las capas de sedimentación", corrigiendo en primer lugar el error de no dispersar la muestra. De acuerdo con la ley de Stokes antes citada, calculamos el tiempo que tardarían en sedimentar las arenas y los limos y marcamos, en dichos tiempos, la línea de sedimentación que se observa en la probeta.

A partir de estos cálculos establecimos el siguiente procedimiento:

- \* Introducir 50 cm<sup>3</sup> de tierra fina (muestra de suelo pasada por un tamiz de 2 mm de luz) en una probeta graduada de 250 mL.
- \* Añadir solución dispersante ("Calgón" al 1 %) hasta enrasar la probeta a 250 mL.
- \* Agitar enérgicamente la muestra un mínimo de diez minutos con un émbolo agitador.
- \* Dejar sedimentar la suspensión.
- \* Observar, durante dos minutos, como se va desplazando hacia arriba la línea de sedimentación.
- \* Volver a agitar con el émbolo un minuto y dejar sedimentar la muestra.
- \* Marcar con un rotulador adecuado el punto en el que se encuentra la línea de sedimentación en los tiempos: 60 segundos (L<sub>1</sub>) y 10 minutos (L<sub>2</sub>).
- \* Observar detalladamente las diferentes capas visibles, describir el color, el tamaño de las partículas y si se quiere el grosor de cada capa. Este trabajo de observación puede ser muy interesante para constatar la heterogeneidad del suelo, o la sedimentación de las partículas según su tamaño.
- \* Comparar las líneas de sedimentación L<sub>1</sub> y L<sub>2</sub> de las diferentes muestras estudiadas. La línea L<sub>1</sub> nos indica aproximadamente el nivel de sedi-

mentación de las arenas. La línea  $L_2$  nos indica con un error considerable el nivel de sedimentación de los limos.

## RESULTADOS

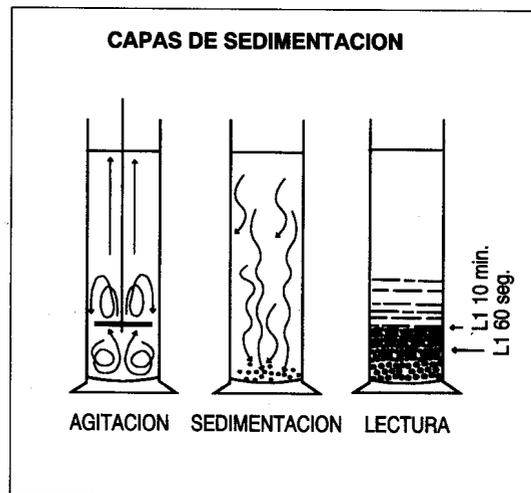
Durante la sedimentación se observa como se depositan las partículas por orden de tamaño en el fondo de la probeta. El avance de la línea de sedimentación es muy rápido en los primeros treinta segundos, y bastante lento a partir del primer minuto.

La sedimentación completa de las arcillas no tiene lugar hasta pasadas 24 horas o más y, en algunos casos, queda una parte de arcillas coloidales que no llega a sedimentar. Las arcillas sedimentadas ocupan un volumen muy superior al que tenían en seco o, en presencia de agua, formando agregados. Esto es debido a que el agua y los cationes presentes se sitúan entre las partículas de arcilla y las mantienen separadas.

Si sedimentan todas las arcillas la solución queda teñida por los ácidos húmicos solubles en medio básico, lo que le da un color que va del amarillo al negro, pasando por colores pardo-rojizos según la concentración de dichos ácidos.

La textura de una muestra de suelo se define por el porcentaje de las distintas fracciones en función de la masa, mientras que este método permite obtener porcentajes en función del volumen de las fracciones sedimentadas en medio acuoso, por lo que no hablaremos de arenas, limos y arcillas sino de fracción gruesa, fracción media y fracción fina.

Se puede calcular el porcentaje en volumen de cada fracción:



$$\% \text{ fracción gruesa} = L_1 \text{ mL} / 50 \text{ mL} * 100$$

$$\% \text{ fracción media} = (L_2 \text{ mL} - L_1 \text{ mL}) / 50 \text{ mL} * 100$$

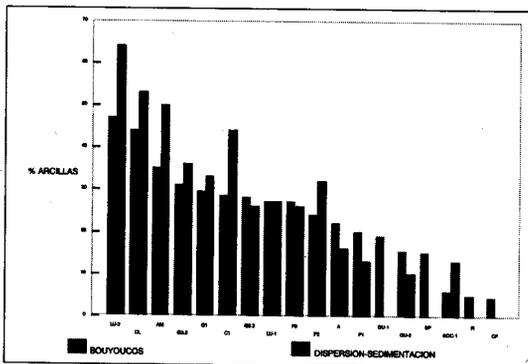
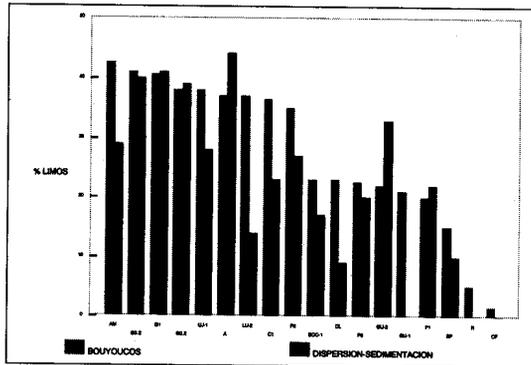
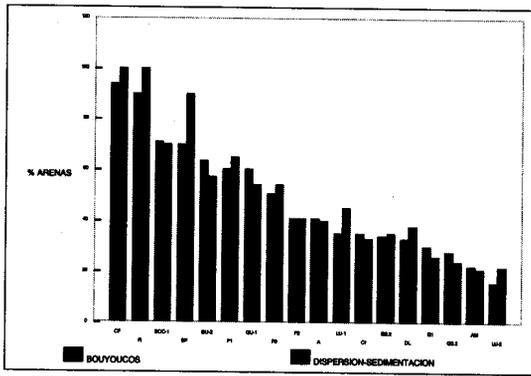
$$\% \text{ fracción fina} = 100 - \% \text{ f. gruesa} - \% \text{ f. media}$$

En un intento de homologar el porcentaje en volumen de dichas fracciones con el porcentaje en masa de las fracciones: arenas, limos y arcillas, se analizaron 18 muestras según el método descrito y por el "método del densímetro de bouyoucos simplificado". Los resultados son los siguientes:

Se puede observar en estos gráficos que el "método de la dispersión-sedimentación" se ajusta al "método del densímetro de Bouyoucos" para las arenas, pero no se ajusta para los limos ni para las arcillas.

TEXTURAS MÉTODO DISPERSIÓN- SEDIMENTACIÓN			
MUES	ARE	LIM	ARC
A	40	44	16
AM	21	29	50
BOC2	70	17	13
C1	33	23	44
CF	100	0	0
DL	38	9	53
G1	26	41	33
G2-2	35	39	26
G3-2	24	40	36
GU-1	54		
GU-2	57	33	10
LU-1	45	28	27
LU-2	22	14	64
P1	65	22	13
P2	41	27	32
P3	54	20	26
R	100	0	0
SP	90	10	0

TEXTURAS SEGÚN MÉTODO DENSÍMETRO DE BOUYOUCOS			
MUES	ARE	LIM	ARC
A	41	37	22
AM	22,5	42,5	35
BOC2	71	23	6
C1	35	36,5	28,5
CF	94	1,5	4,5
DL	33	23	44
G1	30	40,5	29,5
G2-2	34	38	28
G3-2	28	41	31
GU-1	60	21	19
GU-2	63,5	22	15,5
LU-1	35	38	27
LU-2	16	37	47
P1	60	20	20
P2	41	35	24
P3	50,5	22,5	27
R	90	5	5
SP	70	15	15



Esta observación se ha contrastado con el "test ANOVA":

No existen diferencias significativas entre los valores correspondientes al porcentaje de las arenas con un nivel de significación del 0,05. Por el contrario, se aprecian diferencias significativas entre los valores correspondientes a las arcillas y los limos para un nivel de significación del 0,05.

**Problemas:** Debe tenerse en cuenta que estos resultados no se pueden homologar con los resultados que dan los métodos oficialmente reconocidos. Únicamente nos permite comparar diferentes muestras.

**Ventajas:** El tiempo se ajusta al horario escolar.

El material necesario es fácil de obtener.

No ofrece muchos problemas conceptuales.

Permite trabajar con facilidad procedimientos y conceptos relacionados con la suspensión-sedimentación, separación de mezclas por sedimentación, la agregación de las partículas en el suelo, el hinchamiento de las arcillas con el agua, naturaleza coloidal del humus del suelo, ...

Con limitaciones, permite cuantificar el porcentaje de arenas y, con una desviación importante, los limos y las arcillas.

## CONCLUSIONES

A nuestro entender, cualquiera de los métodos citados puede aplicarse para trabajar la textura del suelo, a excepción del "método de las capas de sedimentación" en el que la no utilización de un dispersante produce resultados totalmente erróneos. La elección de uno u otro dependerá del juicio del profesor, que deberá plantearse cuáles son los objetivos que quiere conseguir con la actividad de aprendizaje.

En este sentido, si se plantea el trabajo sobre el suelo como una investigación de las características y propiedades de un suelo o grupo de suelos en la que se da importancia a la cuantificación de los resultados para su posterior análisis y comunicación, la alternativa nueva que presentamos "método de la dispersión-sedimentación" nos parece el más adecuado.

Por otro lado si únicamente se persigue constatar la heterogeneidad del suelo, en este caso la presencia de materiales sólidos de distinto tamaño, el mejor método sería la separación mediante tamices, pero dados los problemas procedimentales que presenta recomendamos también el "método de la dispersión-sedimentación", aunque en este caso no hace falta marcar las líneas de sedimentación y podemos quedarnos al nivel de observación de los resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Dres. V.R. Vallejo y R. Josa su asesoramiento en cuestiones de edafología y al Dr. M. Puigcerver la ayuda prestada en el tratamiento estadístico de los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Del Carmen, L. (1984) *La recerca al sòl*. Teide. Barcelona
- Escuredo, A.; Nogué, J.; Pous, P.; Riera, S. i Vallejo, V.R. (1983) *Iniciació a l'estudi del sòl*. Edafologia. ICE, Universitat de Barcelona
- Estades, J. (1990) *El suelo, una especie en vías de extinción*. Cuadernos de Pedagogía núm. 178, pp 49-51.
- García, V; Martínez, L; Iglesias, M. (1989) *El Sòl com a Ecosistema. Ensenyament Secundari Postobligatori. Credit variable Biologia*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- Hereter, A., Josa, R. (1988) *Pràctiques de sòls i adobs. 1. Pràctiques de camp*. Escola superior d'agricultura de Barcelona
- Josa, R.; Hereter, A. (1988) *Pràctiques de sòls i adobs. 2. Pràctiques de laboratori*. Escola superior d'agricultura de Barcelona.
- M.A.P.A. (1982) *Métodos oficiales de análisis*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- M.E.C. (1989) *Educación secundaria obligatoria*. Diseño curricular base. Tomo I, pp. 106-185.
- Nadal, M; Pujol, J. (1978) *El sòl. Quaderns de natura-1*. Blume.
- Neviani, I. (1975) *El suelo*. Avance.
- Sireau, A. (1989) *Educación y medio ambiente*. Conocimientos básicos. Popular. ■