

ANALISIS COMPARATIVO DE CUATRO METODOS HIDROMETRICOS PARA DETERMINAR LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LOS SUELOS

(Comunicación)

H. A. Svartz (1)

Recibido: 14/6/82

Aceptado: 2/8/82

INTRODUCCION

El suelo es un sistema natural trifásico (fase sólida, fase líquida y fase gaseosa). La fase sólida inorgánica puede conocerse a través de un análisis de la composición granulométrica.

Esta última es decisiva a través de sus efectos en relación a su superficie específica y la cantidad y tamaño de poros.

Su conocimiento adquiere mayor interés si se tiene en cuenta la constancia de dicha característica y la enorme dificultad o casi imposibilidad de modificarla cuando se trabaja con suelos naturales.

El objeto de este trabajo consiste en la comparación de cuatro métodos hidrométricos con la finalidad de encontrar un método rápido, sencillo, económico y suficientemen-

te exacto para adoptarlo como método de rutina.

Se usó como método de referencia el de **Bouyocos-Day** con resolución gráfica, debido al grado de precisión lograda por Day al modificar el método clásico de **Bouyocos**, donde se realizan correcciones de las lecturas hidrométricas por temperaturas, correcciones del parámetro de sedimentación y numerosas lecturas.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 25 muestras de suelos provenientes de la provincia de Buenos Aires dentro de un espectro que abarca desde suelos arcillosos a arenosos. La totalidad de las muestras dieron negativas a la presencia de carbonatos probando con ácido clorhídrico.

(1) Cátedra de Edafología, Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

Los resultados son promedio de tres repeticiones en cada método.

Los métodos comparados fueron los siguientes:

- a) Método **Bouyocos-Day Gráfico** (Day, 1965).
- b) Método **Bouyocos-Day Matemático** (Day, 1965).
- c) Método de **Bouyocos Simplificado** (Bouyocos, 1962).
- d) Método de **Day Simplificado** (Gee y Bauder, 1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

El método de **Bouyocos-Day Gráfico (BDG)** se utilizó para la determinación de arcillas y limos más arcillas. En este método se comprobó una forma de resolución matemática para determinar limos más arcillas por interpolación lineal en las lecturas realizadas a los 30", 40", 50" y 60". Este límite se encontró en algunas muestras entre los 40-50" y 50-60", para otras.

El método de **Bouyocos Day Matemático (BDM)** permitió obtener los datos de arcillas. En el dato de limos más arcillas se observó una gran variabilidad entre pares de valores, razón por la cual se eliminaron estos datos del análisis.

El método de **Bouyocos Simplificado (BS)** permitió obtener los datos de arcillas y limos más arcillas.

El método de **Day Simplificado (DS)** sólo permite conocer el contenido de arcillas.

El análisis estadístico que se aplicó fue partiendo de datos que integraron dos variables independientes entre sí, obteniendo pares de valores y confrontando el método de referencia con los métodos analizados.

Partiendo de estos supuestos se eligió el "Método de Cuadrados Mínimos" (Snedecor, 1964). Se obtuvo así la ecuación de la recta y el coeficiente de determinación que refleja en que grado la ecuación encontrada explica los valores experimentales.

Contenido de arcillas

1) Bouyocos-Day Gráfico vs Bouyocos Simplificado

Población: 25 muestras.

Características: 92 % valores **BS > BDG**
4 % valores **BS < BDG**
4 % valores **BS = BDG**

Ecuación: $Y = 1,17 X + 1,07$ $r^2 = 0,97$
 $Y = \text{BDG}$ $X = \text{BS}$

2) Bouyocos-Day Gráfico vs Bouyocos Day Matemático

Población: 25 muestras.

Características: 44 % valores **BDM < BDG**
44 % valores **BDM > BDG**
12 % valores **BDM = BDG**

Ecuación: $Y = 0,97 X + 0,26$ $r^2 = 0,98$
 $Y = \text{BDG}$ $X = \text{BDM}$

3) Bouyocos Day Gráfico vs Day Simplificado

Población: 25 muestras.

Características: 56 % valores **DS > BDG**
36 % valores **DS < BDG**
8 % valores **DS = BDG**

Ecuación: $Y = 0,94 X + 1,59$ $r^2 = 0,98$
 $Y = \text{BDG}$ $X = \text{DS}$

Los contenidos de arcillas presentan:

- a) Una clara tendencia a sobrevalorar el contenido de las mismas por parte de **BS**. Esta observación no es tan clara en las otras comparaciones.
- b) Las diferencias observadas entre pares de valores son mayores para la comparación **BDG vs BS**, registrándose diferencias de hasta 7,5 unidades. Las diferencias mayores se observan en muestras con contenidos de arcillas entre 20-40%. Estas fueron de 7-5 unidades. Para muestras con contenidos menores el desfase registrado fue entre 1-2 unidades.

En las otras comparaciones las diferencias

registradas entre pares de valores son de 0,5-2 unidades.

- c) En todos los casos los coeficientes de determinación para estas variables fueron significativas al 1% siendo más altos para las comparaciones **BDG vs BDM** y **BDG vs DS**.
- d) Lo analizado se puede confirmar observando la Figura 1.

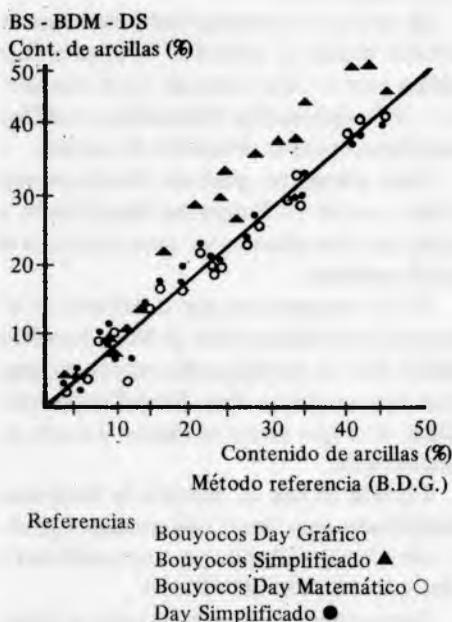


Figura 1: Relación de contenidos de arcillas para 4 métodos.

Contenido de limos más arcillas

1) Bouyocos Day Gráfico vs Bouyocos Simplificado

Población: 25 muestras.

Características: 84 % valores **BDG < BS**

8 % valores **BDG > BS**

8 % valores **BDG = BS**

Ecuación: $Y = 0,96 X + 4,64$ $r^2 = 0,96$

$Y = \text{BDG}$ $X = \text{BS}$

Los datos de limos más arcillas presentan:

- a) Experimentalmente fue mayor en 21 de los 25 casos analizados a favor de **BS**.

b) Las diferencias en valores absolutos oscilaron entre 1-5 unidades. La muestra 20 registró un valor anómalo siendo mayor en **BDG** y con 18 unidades de diferencia, no se analizó la posible fuente de error.

c) Las diferencias entre pares de valores arrojan un error en porcentaje más bajo que el registrado en contenido de arcillas, dada la mayor magnitud de la base de comparación. Las muestras 20, 22, 23 y 24 arrojaron errores mayores, debiendo destacarse que las muestras 23 y 24 son las que tienen menor contenido de limos más arcillas (5-6%).

d) Los coeficientes registrados son significativos al 1 por ciento.

Contenido de limos

Se obtuvo por cálculo de diferencias entre limos más arcillas y arcillas.

1) Bouyocos Day Gráfico vs Bouyocos Simplificado

Población: 25 muestras.

Características: 68 % valores **BDG > BS**

24 % valores **BDG < BS**

8 % valores **BDG = BS**

Ecuación: $Y = 0,81 X + 4,17$ $r^2 = 0,90$

$Y = \text{BDG}$ $X = \text{BS}$

Los datos de limos presentan:

- a) En 17 de los 25 casos es mayor en **BDG**. Esto era esperable dado que este dato se obtiene por diferencia entre limos más arcillas y arcillas.
- b) Lo dicho en el párrafo anterior indica claramente la presencia de diferencias mayores entre pares de valores en la determinación de arcillas respecto a las determinaciones de limos más arcillas.
- c) El coeficiente de determinación es significativo al 1 por ciento siendo menor al registrado para contenido de arcillas y limo más arcillas, debido a que influyen dos variabilidades en su obtención.

Contenido de arenas

1) Bouyocos Day Gráfico vs Bouyocos Simplificado.

Población: 25 muestras.

Características: 84 % valores $BDG > BS$

8 % valores $BDG < BS$

8 % valores $BDG = BS$

Ecuación: $Y = 0,96 X - 0,57$ $r^2 = 0,96$

$Y = BDG$ $X = BS$

Los datos de arenas presentan:

- El dato de arenas se obtiene por diferencia respecto al valor 100 y el contenido de limos más arcillas.
- La ecuación anterior explica la inversión producida entre métodos en cuanto a tendencias.
- Las variaciones registradas son idénticas y de signo contrario a las observadas en el listado de limos más arcillas. El error porcentual es mayor dada la disminución de la base de comparación.
- El coeficiente de determinación es significativo al 1 por ciento.

Se observan en los resultados que los métodos que mejor ajustaron en la determinación de arcillas fueron **Bouyocos Day Matemático** y **Day Simplificado**.

Este último es muy sencillo en su fase operativa no realizándose correcciones por temperaturas, esta apreciación es extensiva a la etapa de cálculo obteniendo el dato a través del uso de una ecuación sencilla y en forma muy directa.

Para obtener el dato de limos más arcillas el único método comparado fue el de **Bouyocos Simplificado**. El dato obtenido se logra en forma sencilla y directa, registrándose un buen ajuste con el método de referencia.

Se propone una simplificación del método de **Bouyocos Day Gráfico** donde se puede eliminar el uso del gráfico. Se deben obtener los diámetros de las partículas y porcentajes acumulados de la muestra en suspensión para los 30", 40", 50" y 60". Luego se hace una

interpolación lineal con los porcentajes a los diámetros inmediatamente superior e inferior a los 50 micrones, obteniendo en forma sencilla y directa el valor de la muestra aún en suspensión correspondiente al diámetro mayor de los limos.

Para conocer las clases texturales los únicos métodos usados en forma integral fueron los de **Bouyocos Day Gráfico** y **Bouyocos Simplificado**.

Se realizaron distintas combinaciones de métodos donde se utilizó el **Bouyocos Day Gráfico** para la obtención de limos más arcillas y el **Bouyocos Day Matemático** y el **Day Simplificado** para la obtención de arcillas.

Otra alternativa probada fue limos más arcillas a través de **Bouyocos Simplificado** y arcillas por los métodos ya comentados en el párrafo anterior.

En la comparación con el método de referencia las combinaciones de **Bouyocos Day Gráfico** con la modificación propuesta para limos más arcillas y **Day Simplificado** para arcillas es el que arrojó el mayor número de coincidencias.

Cuando se usa el método de **Bouyocos Simplificado** para limos más arcillas el grado de coincidencias disminuye mejorando la rapidez y simplicidad del método.

Corresponde dejar sentado que se proseguirán las investigaciones en este área, comparando estos métodos hidrométricos con un método de mayor exactitud y complejidad como el de la PIPETA.

CONCLUSIONES

- Los métodos que mejor ajustaron en la determinación de arcillas fueron **Bouyocos Day Matemático** y **Day Simplificado**, siendo aconsejable este último por su rapidez y simplicidad obteniendo el dato en forma muy directa.
- Para la obtención de limos más arcillas se sugiere el uso del método de **Bouyocos Day Gráfico** con resolución matemática

por interpolación lineal como se explicó en la discusión.

- 3) De las combinaciones estudiadas para la obtención de las clases texturales se aconseja usar los métodos precedentemente comentados en las conclusiones.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Day, P. R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. In C. A. Black (ed) *Methods of soil analysis, part 1. Agronomy* 9: 563-567. Am. Soc. of Agronomy, Madison, Wis.
- 2) Bouyocos, G. J., 1962. Hidrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* 54: 464-465.
- 3) Gee, G. W. and J. W. Bauder, 1979. Particle size analysis and sensitivity test of measurement parameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 1004-1007.
- 4) Snedecor, G. W., 1964. *Métodos estadísticos. Capítulo 7 (Correlaciones)*. Segunda reimprisión (1966).