

CONSIDERACIONES SOBRE EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
APLICADO A DIFERENTES TIPOS DE SUELOS

J. L. G.<sup>a</sup>-CHICANO, C. SIERRA y M. DELGADO

INTRODUCCION

En el presente trabajo reunimos los datos del análisis granulométrico, obtenido por distintos métodos, de doce suelos del Torcal de Antequera y Sierra Pelada, con el objeto de encontrar la posible relación existente entre estos métodos de análisis usualmente empleados, compararlos con los tipos de suelos y dar una explicación de las diferencias encontradas.

\* \* \*

En el estudio que hemos hecho sobre suelos del Torcal de Antequera y de Sierra Pelada (1) (2), los datos del análisis granulométrico los obtuvimos por los métodos de la pipeta de Robinson, densimétrico de Bouyocos y el de Decantación. Este último lo utilizábamos como método de separación de fracciones del suelo para su estudio posterior con distintas técnicas, pero pensamos que también podríamos utilizarlo como otro método de análisis granulométrico mediante pesada de las fracciones resultante. Por el procedimiento de Robinson efectuamos dos determinaciones paralelas, la primera sin previo tratamiento ácido para eliminar carbonatos y la segunda eliminando los carbonatos mediante tratamiento con ClH 0,2N.

Al estudiar los resultados obtenidos, observamos, que en algunos suelos hay notables diferencias en los valores de sus fracciones según haya sido el método utilizado en su determinación y que más adelante tratamos de explicar.

Son muchos los investigadores que han trabajado sobre este mismo tema, coincidiendo la mayoría en que la causa principal de estas diferencias está en la incompleta dispersión del suelo. Hacen modificaciones a los métodos o proponen otros nuevos, que consisten, en la mayor parte de los casos, en mejorar la dispersión mediante el empleo de distintos dispersantes o en el aumento del tiempo de agitación. La tendencia, pues es de obtener una dispersión mejor en un menor tiempo de agitación, factores muy importantes de considerar en la realización de los análisis en serie. Sin embargo, no es probable que se llegue a encontrar el dispersante adecuado capaz de deshacer cualquier clase de agregación en un tiempo de agitación no superior al empleado en los métodos más usuales. Puri (3) en 1935 estudia la forma de mejorar la dispersión tratando con carbonato amónico la muestra de suelo, hirviendo y añadiendo después NaOH ó LiOH. Más tarde Codoni (4) en 1943, realizando una buena dispersión, ensaya los métodos densimétricos en la granulometría. Un trabajo muy interesante lo realiza Asensio (5) en 1947, comparando métodos como el de Robinson, Bouyucos y A. S. T. M. y llega a la conclusión de que las anomalías observadas, se deben principalmente a la incompleta dispersión de la muestra de suelo propone una pequeña modificación al método de Robinson, mediante un nuevo defloculante y recomienda también un período de agitación óptimo. Indica la posible selección del método a emplear según el tipo de suelo. En 1966 los japoneses Yamedo, Sakuma y Aoki (6) estudian la separación de arena fina y arcilla sin necesidad de dispersar. En este mismo año Oliveira (7) propone como dispersantes, NaOH y hexametáfosfato Na para suelos normales y suelos salinos con alto contenido en sales solubles, previo tratamiento con alcohol etílico al 60%, señalando que para suelos calizos, la mejor dispersión se consigue con NaOH después del tratamiento con ClNa al 10%. Porath en 1968 (8) obtiene resultados muy análogos con los métodos de Decantación, pipeta de Robinson y Hidrométrico, recomendado como agente dispersante el Na-carboximetil-celulosa, en vez de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ . Albareda y Hoyos de Castro (9) dicen en su tratado de Edafología lo siguiente: "La validez de los resultados, en el análisis mecánico, está muy restringida por ciertos factores, tales como la dispersión, naturaleza y forma de la partícula y la temperatura". Con respecto a la dispersión indican que: "Las partículas finas del suelo pueden formar agregados que se comportan como par-

tículas mayores y tendremos una composición mecánica distinta según se destruyan o no dichos agregados”.

### PARTE EXPERIMENTAL

Para los análisis granulométricos adoptamos la clasificación de Atterberg, es decir:

Arena gruesa ... ..	2,0 -0,2mm
Arena fina ... ..	0,2 -0,02mm
Limo ... ..	0,02-0,002mm
Arcilla ... ..	0,002mm

Con la excepción del método Bouyoucos que se realiza de acuerdo con la consideración de que el limo grueso es la fracción comprendida entre 50 y 20.

Por el método de la pipeta de Robinson, efectuamos dos modalidades de análisis, uno sobre suelo en el que se eliminan materia orgánica y carbonatos y otro sobre muestra privada de materia orgánica solamente. En el método de Bouyoucos no se eliminan ninguno de estos dos agentes de agregación.

El método de Decantación o de Sifonación lo tomamos como referencia para todos los demás. A grandes rasgos la marcha que hemos seguido es como sigue: de la muestra de suelo, seca al aire y tamizada por malla de 2mm, se pesan 50 grs., se elimina materia orgánica con  $H_2O_2$  de 20 vol. y carbonatos con  $ClH$  0,2N. Se dispersa con amoníaco y se hacen las extracciones cada cuatro minutos, cuarenta y ocho segundos (20°C). Nos quedan al final las arenas, que se secan y pesan juntas o separándolas por tamiz apropiado.

### DISCUSION

Con el objeto de ver la posible correlación existente entre los resultados de los métodos más usuales del análisis mecánico y utilizar, si fuera posible, una corrección dependiente del método empleado y del tipo de suelo que se analiza, que nos permita obtener valores más exactos para las fracciones finas de ciertos suelos, hallamos las razones entre los datos del método de Decantación (D) y los otros métodos empleados (B) Bouyoucos, (P) pipeta de Robin-

son eliminando carbonatos y (R) pipeta de Robinson sin eliminar carbonatos. Obtenemos la tabla siguiente:

TABLA I

	ARCILLAS			LIMOS		
	AD/AB	AD/AR	AD/AP	LD/LB	LD/LB	LD/LP
Suelo T- 1	1,35	1,07	0,93	0,31	0,34	0,40
Suelo T- 2	1,80	1,85	2,05	0,47	0,46	0,45
Suelo T 3	1,28	2,15	1,98	0,54	0,46	0,45
Suelo T- 4	1,92	1,62	1,97	0,52	0,40	0,37
Suelo T- 5	1,10	1,13	—	0,65	0,57	—
Suelo T- 6	1,08	1,20	—	0,49	0,27	—
Suelo T- 7	1,60	1,34	1,37	0,48	0,43	0,51
Suelo T- 8	2,00	1,57	1,60	0,40	0,35	0,35
Suelo T- 9	0,94	1,12	0,63	0,87	0,83	1,74
Suelo T-10	2,16	1,05	0,98	0,23	0,62	0,93
Suelo T-11	1,14	1,71	1,19	0,84	0,87	1,03
Suelo T-12	1,64	1,78	1,53	0,74	1,07	1,28

En una rápida visión, se observa que en los suelos más desarrollados la razón entre las arcillas está próxima a la unidad y en los menos desarrollados llega a tener un valor de 2, todo ello con las excepciones consiguientes, que pueden ser normales o resultado de algún error de análisis. En cambio las razones entre limo no son tan patentes.

Si analizamos la Tabla I, observamos que suelos como T-1, T-5, T-6, T-9 y T-11, clasificados como Rendinas de Mull ó Mull rendinas, con un contenido en carbonatos superior al 13% salvo en la muestra T-9 que es una Terra-Rossa enriquecida en carbonato secundario y que sólo alcanza el 5% presentan valores, en sus relaciones, próximos a la unidad, serán por tanto fácilmente disgregables. Interesa destacar el valor de la relación AD/AB= 0,63 en la muestra T-9 que contrasta con los obtenidos para las otras relaciones del mismo suelo y que comparado con el correspondiente en la fracción LD/LP = 1,74 muy superior a la media aproximada del grupo que es de 0'5, indica una disminución, por el método de Robinson con tratamiento previo con ClH 0,2 N, de Limo en favor de la arcilla, posiblemente debido a que los granos calizos de tamaño limo, son destruidos por el ClH.

Las muestras T-2, T-3, T-4, T-7, T-8, T-10 y T-12, son suelos próximos a Rendsinas pardas, parcialmente carbonatadas, excepción de T-12 que tienen un 13% de carbonatos. La muestra T-10, es una Terra-Rossa.

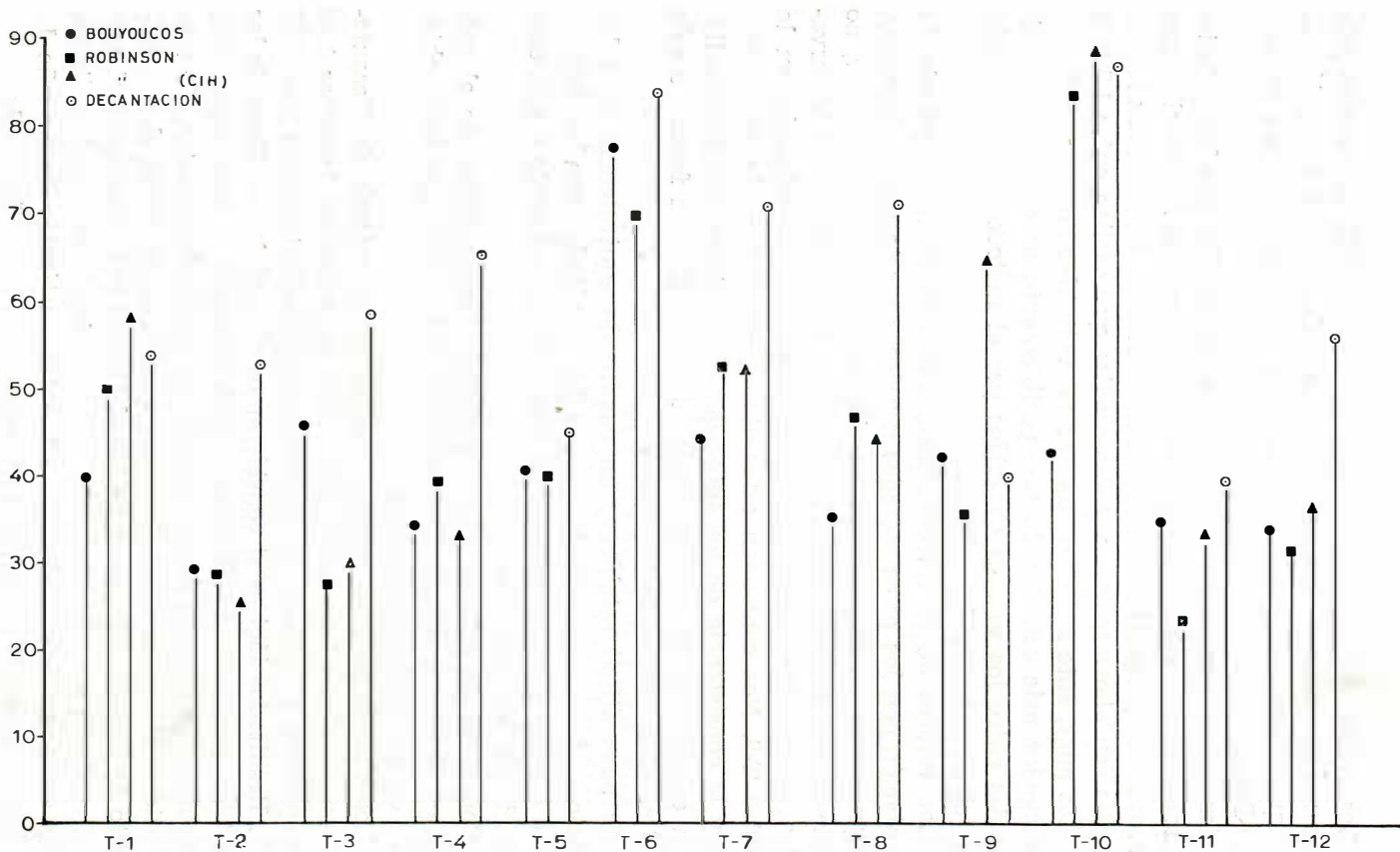
Son por lo general suelos con mayor evolución que los anteriores, sometidos a acciones estacionales de secado e hidratación que favorecen la agregación del suelo. Los valores de las relaciones mencionadas son ahora mayores y dan medias que oscilan entre 1,5 y 2. Estamos pues, ante suelos de formas estructurales más desarrolladas y agregados más estables, lo que posiblemente es causa de las diferencias entre los valores obtenidos por el método de decantación y los otros métodos de análisis.

Los valores de la fracción limo, que relacionan el método de decantación con los otros métodos usuales, en este grupo de suelos, son generalmente dispares, quizás más de lo que cabría esperar, no existiendo en general equivalencia entre las desviaciones observadas en la fracción arcilla y limo como sucedía por ejemplo, en la muestra T-9. Nos confirman estas divergencias el grado de agregación y la consistencia de los agregados elementales que pueden llegar a enmascarar los valores reales de la arcilla, en favor no solo del limo sino incluso de las arenas.

Es pues difícil establecer un cuadro de equivalencia para los distintos métodos de análisis, ya que los resultados quedan íntimamente ligados al grado estructural alcanzado por el suelo y a la consistencia de los agregados.

Con el fin de aclarar más el problema hemos elaborado el gráfico 1 en el que se recogen los resultados del análisis mecánico obtenido por los distintos métodos.

Los valores hallados para la arcilla por el método de *Decantación* son máximos en nueve de las doce experiencias, las otras tres corresponden al método de Robinson (previo tratamiento con CIH 0,2N). Resultados lógicos si consideramos el carácter arcilloso de las muestras, pudiendo no dispersar perfectamente y separarse como partículas más gruesas enmascarando los resultados exactos. No ocurre esto o al menos muy atenuado, cuando empleamos el procedimiento de *Decantación*, pues debido al tiempo que permanece el suelo en contacto con el agua, esta va produciendo una acción disgregante continua, principalmente sobre las partículas de tamaño limo que se presentan posiblemente como agregados de arcilla.



Teniendo en cuenta que los suelos estudiados evolucionan sobre roca madre calcárea, y presentan un horizonte *A* muy orgánico, es lógico pensar que la *M. O.* y los carbonatos sean normalmente los elementos responsables del grado de agregación de estos suelos. Destruída la *M. O.* con un tratamiento inicial con  $H_2O_2$  en todos los métodos, habrá de pensarse en los carbonatos, como el factor mantenedor de la estructura particular que aun puede quedar; si a esto unimos que las arenas y en menor proporción los limos y las arcillas pueden estar constituidos en parte por partículas calizas, vemos la influencia que su presencia puede tener en la exactitud de los resultados, por ello al tratar con *ClH* diluido disminuimos la posibilidad de error, lo que explica los valores obtenidos por el método de Robinson con tratamiento inicial de *ClH* 0,2N y los valores casi siempre inferiores de la fracción arcilla en los métodos de Robinson sin tratamiento con *ClH* y el de Bouyoucos.

El problema por tanto se reduce, como nos señala la extensa bibliografía existente, a la selección del dispersante más calificado para cada tipo de suelo, según el contenido y clase de coloides, y elementos cementantes. En nuestro caso la movilización de coloides que supone el trámite de rendsinas a rendsinas pardas, pueden dar lugar a las diferencias obtenidas por los distintos métodos de análisis.

Careciendo de casuística y dados los resultados obtenidos, no es posible delimitar la conveniencia de utilizar determinado método de análisis granulométrico en cada tipo de suelo. Igualmente nos parece difícil poder llegar estadísticamente a una conclusión definitiva de este tipo, dada la diversidad e intensidad de los factores genéticos que intervienen en el desarrollo de un mismo tipo de suelos.

De acuerdo con nuestra experiencia, consideramos como el método más idóneo, ya que el factor tiempo nos hace descartar el método de decantación, el de la pipeta de Robinson con tratamiento previo de *ClH* 0,2N, y dadas las dificultades que entraña seleccionar el dispersante, emplear Hexametáfosfato, teniendo en cuenta ese posible déficit en fracción arcilla, que nos permita según las características macro y micromorfológicas del suelo, reconsiderar los resultados del análisis mecánico o utilizar el total de elemento finos (limo-arcilla), permitiéndonos así aproximar convenientemente los resultados granulométricos que nos ayudarán en la clasificación del suelo.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) GARCIA-CHICANO, J. L. y DELGADO, M.: "Génesis y tipos de suelos que se desarrollan sobre las rocas calizas del Torcal de Antequera (Málaga)". Anal. de Edaf. y Agrob. T. XXX, N.º 1-2, 1971.
- 2) GARCIA-CHICANO, J. L., DORRONSORO, C. y DELGADO, M.: "Génesis de suelos sobre las rocas calizas de Sierra Pelada (Málaga)". Comunicación pro-  
vada y en preparación para publicar.
- 3) PURI, A. N.: "The ammonium carbonate method of dispersing soils for mechanical analysis Soil Science". Vol. 39, pág. 263, 1955.
- 4) CODONI, M. R.: "Density of soil suspensions and the use of densimeters for mechanical analysis soil Science". Vol. 56, pág. 7 (1943).
- 5) ASENSIO, I.: "Estudio comparativo de métodos de análisis granulométricos de suelos". Anal. de Edaf. y Fisiol. Vegetal, Vol. VI, pág. 117-127 (1947).
- 6) YAMADA, Y.; SAKUMA, H. y AOKI, K.: "Fraction collector of soil particles". Soil Sec. Pl. Nutr. 13, N.º 1, 16. Vol. 37, pág. 539-451 (196).
- 7) OLIVEIRA, L. B.: "Mechanical analysis of soils of the semi-arid region of northeast Brasil: Normal, calcareous with soluble salts, and saline soils". Pesq. Agropec. bras. Vol. 1, págs. 7-15 (196).
- 8) PORATH, A.: "Comparison of three methods for particle size analysis of soils". Israel, J. Agric. Res. Vol. 18, pág. 65-69 (1968).
- 9) ALBAREDA, J. M. y HOYOS, A. (1955): "Edafología", pág. 15. Editorial Sae-  
ta. Madrid.