

## EFICIENCIA DE DISPERSANTES QUIMICOS EN EL ANALISIS DE TEXTURA DE SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCANICAS.

Senén Suárez-Vásquez \*  
Alvaro Gómez-Aristizábal \*\*

### INTRODUCCION

La textura está directamente relacionada con todas las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, y juega un papel importante en la facilidad de abastecimiento de nutrientes, agua y aire, determinantes para la vida de las plantas. Su conocimiento tiene aplicación en la caracterización, clasificación, fertilidad, uso y manejo de los suelos.

El proceso de dispersión de los separados del suelo para el análisis textural incluye la eliminación de los cementantes, la dispersión de las partículas del suelo en un medio líquido con una sustancia química apropiada, y una acción mecánica que completa la dispersión (5, 10, 11, 20).

En los suelos derivados de cenizas volcánicas, la determinación de la textura se dificulta por la existencia de complejos estables (humus-alófana) formados por los coloides orgánicos e inorgánicos que impiden una dispersión total (17, 18, 19).

Los suelos de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana (más del 70 % del área) son ricos en materia orgánica, arcilla amorfa (alófana) y óxidos de hierro (14, 17).

---

\* Asistente Física de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Jefe de la Sección de Conservación de Suelos y encargado de la Sección de Química Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Presentan, además, el fenómeno de la irreversibilidad de la absorción normal de humedad, o histéresis, reportado ampliamente en este tipo de suelos y que acentúa aún más su agregación y complejidad al secar las muestras en el laboratorio (6, 8, 9, 15, 16); todo lo cual afecta las verdaderas proporciones de los separados del suelo y la interpretación de la textura.

En estudios previos realizados por los autores (18), se encontraron incrementos hasta del 140 % de arcilla con relación al método de Bouyoucos, con la destrucción parcial de la materia orgánica en suelos volcánicos ricos en alófana, con el uso de hipoclorito de sodio al 25 % y con la destrucción de los óxidos de hierro en los subsuelos. También se encontraron en estos suelos incrementos entre 20 y 100 % en arcilla y mayores del 100 % en subsuelos, utilizando muestras a humedad de campo al obviar el fenómeno de histéresis (19).

El objetivo del presente estudio fué comparar la eficiencia de los dispersantes químicos (dosis y método de empleo) reportados en la literatura, en las principales unidades de cenizas volcánicas de la zona cafetera, con el fin de establecer los métodos más adecuados para la determinación de su textura en forma de porcentajes de arcilla.

## MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras representativas de los suelos (capa orgánica) y subsuelos (capa inorgánica) de las unidades: Chinchiná, Montenegro, Quindío, Malabar y Fondesa. Las muestras fueron empacadas en el campo en bolsas dobles de polietileno, selladas por ambos extremos para que conservaran la humedad de campo.

Antes de realizar el estudio de la textura de estos suelos, se les determinó pH, materia orgánica, Mn, Fe, Al intercambiable, SiO<sub>2</sub> y alófana (tabla 1).

Una parte de las muestras se secó al aire ambiente del laboratorio y la otra se conservó a humedad de campo.

### TESTIGO:

Para el análisis textural se tomó como testigo el método de Bouyoucos que se sigue en CENICAFE, con muestras secas, 10 ml de silicato más oxalato de sodio como dispersante químico y 15 minutos de dispersión mecánica.

TABLA 1.- ANALISIS QUIMICO DE LAS UNIDADES ESTUDIADAS.

Unidades de suelos	Capa	M.O. %	pH	Análisis				Alófana *
				Mn ppm	Al me/100g	Fe ppm	SiO <sub>2</sub> %	
Chinchiná	Suelo	8,3	4,7	3,4	0,91	157	44,9	Abundante
	Subsuelo	1,9	5,4	0,7	0,06	42	44,3	Muy abundante
Montenegro	Suelo	10,2	5,6	3,1	0,36	96	47,6	Abundante
	Subsuelo	0,7	5,9	1,8	0,06	77	54,4	Muy abundante
Quindío	Suelo	7,0	5,4	5,5	0,10	71	48,5	Abundante
	Subsuelo	1,0	6,0	3,8	0,07	79	56,2	Muy abundante
Malabar	Suelo	6,3	5,9	216,0	0,16	515	49,9	No se detecta
	Subsuelo	1,0	5,8	330,0	0,08	204	43,3	Baja
Fondesa	Suelo	7,5	5,6	17,7	0,09	241	44,6	Media
	Subsuelo	1,0	6,2	3,1	0,10	139	42,9	Abundante

\* Prueba cualitativa con NaF, pH 9,4 y fenolftaleína al 1 %.

VARIANTES:

Se ensayaron los siguientes dispersantes químicos en suelos y subsuelos secos, en vez de los 10 ml de silicato más oxalato de sodio utilizados en el método testigo.

- 1) Silicato más oxalato de sodio:
  - a) 20 ml
  - b) 30 ml
- 2) Metafosfato de sodio 0,1 N
  - a) 20 ml
  - b) 30 ml
- 3) Pirofosfato de sodio al 8 %
  - a) 20 ml
  - b) 30 ml
- 4) 250 ml de ácido clorhídrico
  - a) 0,5 N
  - b) 1,0 N
  - c) 2,0 N

Este último tratamiento se hizo filtrando el suelo a succión lo más rápidamente posible.

De cada tipo de análisis se hicieron 3 repeticiones, y los resultados se expresaron como promedio de los porcentajes de arcilla en suspensión, pues se considera que este es un indicativo de la eficiencia de la dispersión (1, 5, 13).

Se hicieron análisis adicionales con los dos dispersantes más eficientes (pirofosfato de Na y ácido clorhídrico), introduciendo la variante de muestras a humedad de campo.

## RESULTADOS

Los porcentajes promedios de arcilla obtenidos en suelos y subsuelos, con el uso de varios dispersantes químicos, se presentan en la tabla 2.

Con el uso de 20 y 30 ml de silicato más oxalato de sodio, se obtuvieron aumentos importantes en los contenidos de arcilla, especialmente en los horizontes orgánicos, en comparación con el método testigo (10 ml de los mismos dispersantes).

Con el empleo de 20 y 30 ml de metafosfato de sodio 0,1 N, se obtuvieron en todas las unidades porcentajes menores de arcilla que los encontrados con el uso de silicato más oxalato de sodio; de ahí que se haya descartado su uso como dispersante en los suelos estudiados.

Con 30 ml de pirofosfato de Na al 8 0/0, se obtuvieron aumentos considerables de arcilla en todos los suelos y subsuelos estudiados, siendo mayores en los horizontes orgánicos.

El empleo de HCl fué negativo en todos los suelos, y en los subsuelos de las unidades Malabar y Fondesa; se presentó el fenómeno de coagulación dificultando totalmente la dispersión y análisis granulométrico.

Cuando se trataron los subsuelos de las unidades Chinchiná y Montenegro con HCl 2N, se obtuvo una dispersión por encima de todas las variantes anteriores (rehumedecimiento por 2 horas, suelos frescos, destrucción de M.O. y óxidos de hierro y diferentes dispersantes químicos) introducidas al método del laboratorio.

Con los tratamientos más eficientes (30 ml de pirofosfato de Na y 250 ml de HCl 2,0N) se hicieron análisis en suelos y subsuelos frescos.

En la tabla 3 se presentan los porcentajes máximos de arcilla obtenidos en suelos frescos con 30 ml de pirofosfato de Na, comparados con el análisis hecho en suelos secos. Los porcentajes de arcilla obtenidos fueron ligeramente menores en todos los casos.

TABLA 2.- PORCENTAJE PROMEDIO DE ARCILLA OBTENIDO EN LOS SUELOS Y SUBSUELOS SECOS CON EL USO DE VARIAS DOSIS DE DISPERSANTES QUIMICOS.

Unidades de suelos	Silicato + Oxalato de Na 1:1			Metafosfato de Na 0,1 N		Pirofosfato de Na al 8 0/0			HCl 250 ml			
	10 ml testigo	20 ml	30 ml	20 ml	30 ml	20 ml	30 ml	incremento	0,5 N	1,0 N	2,0 N	incremento 0/0
<b>Chinchiná</b> Suelo Subsuelo	8,05 6,08	15,22 6,48	18,65 4,28	7,13 5,50	8,38 6,88	19,41 7,63	25,89 7,40	222,0 21	18,52 (2,7)*	22,13 (2,3)	23,32 (2,0)	283
<b>Montenegro</b> Suelo Subsuelo	12,47 6,53	15,10 7,75	16,43 8,25	8,83 6,95	13,29 7,83	23,71 10,62	26,04 9,43	109 44	9,44 (2,7)	11,33 (2,4)	14,86 (1,9)	127
<b>Quindío</b> Suelo Subsuelo	8,27 5,38	17,07 4,27	13,70 2,13	6,42 4,14	10,90 4,14	19,46 6,40	21,32 8,67	158 61	9,86 3,1	10,55 (2,5)	10,84 (2,0)	101
<b>Malabar</b> Suelo Subsuelo	33,42 40,76	40,91 46,76	41,53 46,76	36,19 42,18	36,66 44,65	41,88 51,34	43,22 51,34	29 26	1,05 (2,4)	Neg. 2,1	Neg. 1,8	Neg.
<b>Fondesa</b> Suelo Subsuelo	26,33 13,78	31,43 8,37	39,24 6,02	27,18 8,73	27,95 8,73	40,51 12,67	41,50 15,08	58 9	4,58 (2,5)	4,43 (2,1)	Neg. 1,8	Neg.

( ) \* pH de la solución : suelo-agua-HCl.

TABLA 3.- PORCENTAJE MAXIMO DE ARCILLA OBTENIDO EN LOS SUELOS (CAPA ORGANICA), SECOS Y FRESCOS, CON EL USO DE 30 ml DE PIROFOSFATO DE SODIO.

Unidades de suelos	Tratamientos		
	Método laboratorio % Ar	30 ml Pirofosfato de Na	
		Suelo seco % Ar	Suelo fresco % Ar
Chinchiná	8,05	25,89	23,82
Montenegro	12,47	26,04	23,62
Quindío	8,27	21,32	20,82
Malabar	33,42	43,22	39,91
Fondesa	26,33	41,50	39,29

En la tabla 4 se presentan los porcentajes de arcilla obtenidos en subsuelos frescos. Al comparar los resultados con los análisis hechos en subsuelos secos, se observa que con el uso de 250 ml de HCl 2N fué menor la dispersión en los subsuelos frescos de las unidades Chinchiná, Montenegro y Quindío. En los subsuelos frescos de las unidades Malabar y Fondesa, el uso de HCl floculó las muestras. Con 30 ml de pirofosfato de Na, se aumentó la eficiencia de dispersión en los subsuelos frescos, en comparación con los secos.

TABLA 4.- PORCENTAJE MAXIMO DE ARCILLA OBTENIDO EN LOS SUBSUELOS SECOS Y FRESCOS CON EL USO DE VARIOS DISPERSANTES QUIMICOS.

Unidades de suelos	% de Arcilla				
	Método laboratorio	Subsuelo seco		Subsuelo fresco	
		250 ml 2N HCl	30 ml Pirofosfato de Na	250 ml 2N HCl	30 ml Pirofosfato de Na
Chinchiná	6,08	23,32	7,40	16,49	19,54
Montenegro	6,53	14,86	9,43	5,54	12,54
Quindío	5,38	10,84	8,67	5,23	9,84
Malabar	40,76	Floculó	51,34	Floculó	43,29
Fondesa	13,78	Floculó	15,08	Floculó	32,31

## DISCUSION

García y Velasco (7) en suelos cañeros de México encontraron que el metafosfato de Na fué el mejor dispersante, tanto en suelos ácidos como alcalinos. En el presente estudio, su acción fué la menos eficiente, posiblemente por tratarse de suelos de mineralogía diferente debido a que son derivados de cenizas volcánicas.

#### USO DEL PIROFOSFATO DE Na

El uso de pirofosfato de sodio aumentó significativamente el porcentaje de arcilla en todas las unidades estudiadas, tanto en los suelos frescos como en los secos. El aumento con este dispersante fué superior a todos los tratamientos anteriores ensayados por los autores (18, 19).

La eficiencia del pirofosfato de Na la confirman Malagón y Suárez (13) quienes encontraron óptimas dispersiones, necesitando mayores cantidades del dispersante para suelos volcánicos con altos contenidos de M.O., alófana y C.I.C. Otros autores (3), en suelos alofánicos, señalan igual o mayor eficiencia para el pirofosfato que para el amoníaco o el ácido clorhídrico.

El uso de pirofosfato en suelos secos fué ligeramente más eficiente que en suelos frescos, lo cual puede indicar que en suelos volcánicos, de abundante contenido de alófana y humus, el pirofosfato rompe más eficientemente ese complejo, debido posiblemente a que no se presenta ninguna dilución del dispersante, como podría suceder en suelos frescos. En este caso, el fenómeno de histéresis no interfiere en la acción del reactivo para la dispersión y análisis de textura (19).

El uso de pirofosfato de sodio en subsuelos secos fué significativamente superior que el testigo para la unidad Malabar y ligeramente eficiente en el resto de las unidades estudiadas. En cambio, en todos los subsuelos frescos se obtuvo un porcentaje de arcilla significativamente superior al testigo.

Estos resultados indican que el fenómeno de histéresis es mayor en los subsuelos con abundante contenido de alófana, óxidos de Fe y Al, y por lo tanto se dificulta más su dispersión en un medio alcalino cuando se han secado las muestras (19).

#### USO DEL HCl

En las unidades Chinchiná, Montenegro y Quindío, de muy abundante contenido de alófana, fué significativo el uso de HCl en subsuelos secos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Colmet-Daage et al (2) en suelos alofánicos de un moderado contenido de gibsita, mineral encontrado en algunos suelos colombianos de origen volcánico (4, 12, 14).

Es posible que el HCl disuelva los agentes agregantes, tales como óxidos coloidales de hierro y aluminio, y salgan en el filtrado junto con alguna concentración de electrolitos, permitiendo la dispersión y rompiendo en esta forma el efecto agregante aumentado por el secamiento.

El pH de la solución : suelo-HCl-agua, después de haberse llevado al volumen requerido, es bastante crítico y debe quedar entre 2 y 2,5 (tabla 2), el cual está relacionado directamente con el pH original de los subsuelos mencionados (tabla 1).

Cualquier variación mayor o menor hecha, afecta el porcentaje de arcilla dando resultados menores.

Para la unidad Fondesa de abundante contenido de alófana, el uso de HCl floculó los subsuelos y su dispersión no fué posible en medio ácido. En algunos ensayos (2) con exceso de dispersante (ácido ó alcalino) se presentó una destrucción aparente de la alófana y una floculación de las partículas, debido posiblemente al exceso de iones de un solo tipo, en este caso de  $H^+$  ó  $Al^{+++}$ , que disminuyen su capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de la suspensión y el potencial electrocinético (3, 21). La riqueza de Ca intercambiable (12-20 me/100 g suelo) de estos suelos podría contribuir a la floculación.

Aún cuando la unidad Malabar es de bajo contenido de alófana, la dispersión no fué posible sino en un medio alcalino (pirofosfato de sodio) posiblemente debido a la presencia de diferentes tipos de arcillas estables, consecuencia de un proceso mayor de meteorización, que dificultan la dispersión de un medio ácido (14).

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio y en trabajos preliminares (17, 18, 19), se recomiendan las siguientes técnicas de laboratorio para el análisis textural de los suelos derivados de cenizas volcánicas, las cuales incluyen las modificaciones al método de Bouyoucos que dieron los mayores porcentajes de arcilla en las unidades estudiadas.

Determinación de la textura de las unidades Chinchiná, Montenegro, Quindío, Malabar y Fondesa:

### SUELOS

Se echa 25 g de suelo, previamente secado al ambiente del laboratorio (ó fresco a humedad de campo) y tamizado, en un vaso de 600 ml donde se adicionan 30 ml de pirofosfato de sodio al 8 0/o y agua destilada hasta alcanzar un volumen de 450 ml. El vaso se pasa al agitador de cuchillas (batidora) donde se dispersa durante 15 minutos. Por último se traslada el contenido del vaso del agitador al cilindro graduado de Bouyoucos de 1130 ml, se agita con una varilla de pistón durante un minuto, se anota el



tiempo cero y se procede a tomar las lecturas del hidrómetro, y de temperatura, a los 40 segundos y a las dos horas.

#### SUBSUELOS SECOS

Se puede lograr una mayor eficiencia en el análisis granulométrico, con fines de investigación y caracterización y cuando no se dispone de muestras frescas para los subsuelos secos de las unidades Chinchiná, Montenegro y Quindío, utilizando 250 ml 2N de ácido clorhídrico (HCl) en lugar del pirofosfato de Na.

En subsuelos secos de las unidades Malabar y Fondesa se aconseja además, la destrucción de óxidos de Fe con carbonato ácido de Na más citrato de sodio (18) para óptimas dispersiones.

#### RESUMEN

En suelos y subsuelos de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana, se compararon diferentes dispersantes químicos (alcalinos y ácidos) para la determinación de textura, en suelos secos y a humedad de campo.

Con los dispersantes de carácter alcalino utilizados se obtuvo un aumento de arcilla, con relación al testigo, especialmente en los horizontes orgánicos. El mayor aumento se obtuvo, cuando se utilizaron 30 ml de Pirofosfato de Na al 8 0/o, con lo cual el incremento fué de 29 0/o a 222 0/o. La dispersión con metafosfato de Na fué menor en todos los casos a la obtenida con las demás modificaciones introducidas al testigo.

En todos los suelos tratados con HCl se presentó floculación.

De los subsuelos tratados con HCl 2N, en las unidades Chinchiná, Montenegro y Quindío hubo una dispersión por encima de todas las variantes introducidas al testigo en estudios anteriores (rehumedecimiento por 24 horas, suelos frescos a humedad de campo, destrucción de agregados orgánicos e inorgánicos y otros dispersantes químicos). En los subsuelos de las unidades Malabar y Fondesa, se presentó el fenómeno de coagulación con el HCl, dificultando totalmente la dispersión y el análisis granulométrico.

#### SUMMARY

Different chemical dispersants (both alkaline and acid) were compared in order to determine soil texture at dry and soils conserved at field moisture. Samples were drawn on soils and subsoils which originated from volcanic ashes of the Colombian coffee zone.

When alkaline dispersants were used, there was an increase in clay as compared with the check treatments, especially in the organic layers. The largest increment was found with the use of 30 cc. of an 8 0/o solution of sodium pyrophosphate which gave an increment from 29 0/o to 222 0/o. In all cases the least dispersion was found with the use of sodium metaphosphate and this was less than the one found with the rest of the modifications made on the check treatment.

There was flocculation in all the soil samples treated with HCl.

Subsoil samples treated with HCl from the units Chinchiná, Montenegro, and Quindío showed dispersion above the variants introduced in the conventional method in former studies (remoistening for 24 hours, soils conserved at field moisture, destruction of organic and inorganic aggregants and other chemical dispersion agents). Coagulation was found in samples from the units Malabar and Fondesa when they were treated with HCl thus making dispersion and granulometric analysis very difficult.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- ARIAS, A. H. y GUERRERO, R. Algunas propiedades físicas en dos suelos derivados de cenizas volcánicas, por varios métodos y combinaciones de los mismos en el municipio de Pasto, Colombia. Tesis de promoción para profesor asociado. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola. 1970.
- 2.- COLMET, F. y OTROS. Contribución al estudio de las propiedades y de la naturaleza de los suelos con alófana de las Antillas y la América Latina sf. s.p. (mimeografiado).
- 3.- COREY, R. Calibración de los métodos de análisis químicos de suelos en el laboratorio, invernadero y campo. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1964. 107 p. (mimeografiado).
- 4.- CORTES L., A. Mineralogía de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la Cordillera Central de Colombia. Bogotá, Centro Interamericano de Fotointerpretación, 1972. 47 p.
- 5.- FERNANDEZ, G. R. Curso avanzado de física de suelos, técnicas de laboratorio. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1967. (mimeografiado).
- 6.- FLACH, K. Diferenciación entre el horizonte cámbico de los andepts y el horizonte spódico. En Panel sobre suelos volcánicos de América, 2º, 18-24 de junio, 1972. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño. 1972.
- 7.- GARCIA, R. L. y VELASCO, J. Estudio de dispersantes para el análisis mecánico de suelos. En Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo 1º, México, Memorias. 1963.
- 8.- FORSYTHE, W. M. Soil-water relations in soils derived from volcanic ash of Central America. In Seminar on Soil Management and the Development process in Tropical America, 1º, Cali, Colombia, February 10-14, 1974. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1974. 19 p.

- 9.- ——— Técnica propuesta para evitar el efecto del secamiento al aire sobre la retención de agua de suelos derivados de cenizas volcánicas. *En* Panel sobre suelos volcánicos de América, 2º, 18-24 de junio 1972. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1972. 12 p.
- 10.- GAVANDE, S. A. Física de suelos-principios y aplicaciones. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1972. 351 p.
- 11.- KOHNKE, H. Soil physics. New York, McGraw, 1968. 224 p.
- 12.- LUNA Z., C. Caracterización físico-química de algunos suelos volcánicos del Departamento del Cauca. *En* Panel sobre suelos volcánicos de América, 2º, 18-24 de junio, 1972. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1972. 23 p.
- 13.- MALAGON C., D. y SUAREZ M., J. G. Algunos aspectos del análisis químico y físico de tres series de la Sabana de Bogotá. Colombia, Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá y los Valles de Ubaté y Chiquinquirá (CAR), 1968. 56 p.
- 14.- MEJIA G., G. Generalidades de suelos. Suelos alofánicos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle, Curso de suelos y fertilizantes, 17º, abril 11-13. Manizales, Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía, 1969. v. p. (mimeografiado).
- 15.- MULLER, A. and SCHELHAAS, R. M. Influence of drying on moisture characteristics of some volcanic ash derived soils. *In* Panel sobre suelos volcánicos de América, 2º, 18 a 24 de junio, 1972. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1972.
- 16.- SCHALSCHA, E. B. et al. Effects of drying of volcanic ash soils in Chile. Soil Science Society of America. Proceedings 29(4):481-482. 1965.
- 17.- SUAREZ, S. y GOMEZ, A. Informe parcial de las pruebas preliminares hechas en textura de los suelos cafeteros derivados de cenizas volcánicas. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1974.
- 18.- ——— Efectos de la destrucción de cementantes en el análisis textural de suelos volcánicos, Cenicafé (Colombia) 25(2):51-61. 1974.
- 19.- ——— Efecto de la histéresis en el análisis textural de suelos volcánicos. Cenicafé (Colombia) 25(3):78-83. 1974.
- 20.- VILLEGAS, M. Curso avanzado de física de suelos. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1965.
- 21.- WEIDRT, H. B. Colloid chemistry. New York, Wiley, 1956. 151 p.