

CARACTERIZACION FISICA DE ALGUNOS SUELOS DE ORIGEN IGNEO, METAMORFICO Y SEDIMENTARIO DEL TOLIMA

Senén Suárez-Vásquez*

INTRODUCCION

Los suelos de origen ígneo, metamórfico y sedimentario según los estudios de reconocimiento hechos por el Programa de Desarrollo de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (4), constituyen, aproximadamente, un 30^o/_o de la zona cafetera colombiana. En el caso del departamento del Tolima este porcentaje podría ser un poco mayor.

Muchos de estos suelos presentan condiciones físicas limitantes para el cultivo del café o están localizados en regiones de mala distribución de la precipitación (3). Son los suelos menos productivos comparados con otros de la región (4, 6), pero están poblados por gentes que derivan su sustento tanto del café que producen como de otros cultivos de diversificación, lo cual justifica su conocimiento, para orientar así el mejoramiento de su productividad y su conservación.

Para lograr el objetivo anterior, se determinaron las principales características físicas de seis perfiles de suelos de las regiones cafeteras oriental de la Cordillera Central y occidental de la Cordillera Oriental, del departamento del Tolima.

* Asistente de la Sección de Química Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

MATERIALES Y METODOS

Se describieron y estudiaron seis perfiles de suelos, localizados así: dos de origen ígneo en los municipios de Veracruz (perfil 1) e Ibagué (perfil 5); uno de origen metamórfico, en el municipio de Dolores (perfil 2) y tres de origen sedimentario, en los municipios de Alpujarra (perfiles 3 y 6) y San Antonio (perfil 4). Los suelos se homogenizaron, se prepararon y se analizaron a humedad de campo.

Las propiedades físicas analizadas fueron las siguientes:

- 1.- Textura por Bouyoucos modificado (7).
- 2.- Macro y micro estabilidad de los agregados (5, 8).
- 3.- Densidad real por el método del picnómetro (1).
- 4.- Densidad aparente por el método del cilindro (1).
- 5.- La retención de humedad a 1/3, 1, 5, 10 y 15 atmósferas, en olla y plato de presión (1).

Además, se hizo la caracterización química de estos suelos.

La porosidad total se calculó con base en la densidad real y aparente y se calificó según el porcentaje, de acuerdo con la siguiente escala: muy alta (80 - 100%/0); alta (60 - 79%/0); media (40 - 59%/0); baja (20 - 39%/0); muy baja (menor de 20).

La lámina de agua retenida en el suelo de 0 a 60 cm de profundidad, se calculó con base en las siguientes fórmulas.

$$1.- ADT = \frac{P \times D_a \times AD}{D_w \times 100}$$

$$2.- ADP = 0,6 (ADT).$$

En donde:

ADT = lámina de agua disponible teórica a profundidad radical, en cm.

ADP = lámina de agua disponible práctica, en cm. Se calcula como el 60%/0 de la lámina de agua disponible teórica.

P = profundidad radical del cultivo en cm (60 cm para café).

D_a = densidad aparente, g/cc.

AD = porcentaje de agua gravimétrica disponible entre 1/3 y 15 atmósferas.

D_w = densidad del agua (g/cc).

La estabilidad de los microagregados se calificó mediante la siguiente escala: muy alta (80 - 100), alta (60 - 79), media (40 - 59), baja (20 - 39) y muy baja (menor de 20).

El grado de agregación es el cociente entre el estado de agregación y la suma total de los agregados y arenas encontrados entre los tamices de 0,1 y 2,0 mm, expresados en porcentaje.

La estabilidad estructural de los macroagregados se calificó según los datos de calibración consignados en la tabla 1, los cuales fueron obtenidos en pruebas preliminares (5).

De acuerdo con la uniformidad de las condiciones físicas en el perfil, encontradas en el laboratorio, y con la ayuda de las observaciones de campo, se calificó el grado de resistencia del suelo a la erosión. Este método es sugerido por la Federación de Cafeteros en el Manual de Conservación de Suelos de Ladera (3).

TABLA 1.- CALIFICACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS MACRO-AGREGADOS DEL SUELO, SEGUN SU ESTADO DE AGREGACION.

Estado de Agregación o/o	Calificación	Observaciones con el humedecimiento
Mayor de 90	Muy alta	Terrón intacto o disgregado parcialmente, no cambia de forma, pequeña o ninguna pérdida de partículas.
80 - 90	Alta	Terrón disgregado con pérdida o no de partículas, no cambia de forma.
Menor de 80	Muy baja	Disgregación total o el agregado cambia de forma, puede o no haber pérdida de partículas en gran proporción.

RESULTADOS

La localización y la descripción de los perfiles se presentan en la tabla 2 y en el Apéndice 1, respectivamente.

Los resultados del análisis físico de los diferentes suelos estudiados se consignan en la tabla 3. Los resultados del análisis químico se presentan en el Apéndice 2.

TABLA 2.- ALGUNAS CARACTERISTICAS MINERALOGICAS Y DE MEDIO AMBIENTE (3), DE LOS PERFILES ESTUDIADOS.

Municipio y Perfil	Material de Origen	Altitud m.s.n.m.	Precipitación mm
Veracruz 1	Gneis moscovítico	1.220	2.271,0*
Dolores 2	Pizarras arcillosas	1.290	2.158,7*
Alpujarra 3	Areniscas y arcillas	1.560	1.306,0**
San Antonio 4	Areniscas y arcillas	1.520	2.500,0*
Ibagué 5	Granito Horbléndico, Biotítico	1.390	2.327,0*
Alpujarra 6	Areniscas	1.530	1.306,0**

* Promedio de 6 años

** 1 año

Textura

Los horizontes orgánicos tienen una textura de FA a Ar (17,3 a 67,0⁰/o de arcilla, 17,0 a 25,0⁰/o de limo y 16,0 a 58,0⁰/o de arena). Los más finos son los perfiles 1, 2, 3, y 4 y los más gruesos son los perfiles 5 y 6.

Los horizontes inorgánicos de los perfiles 1 y 4, tienen una textura de FAr a Ar (31,0 a 45,0⁰/o de arcilla, 20,0 a 34,0⁰/o de limo y 32,0 a 35,0⁰/o de arena); el contenido de arcilla disminuye con la profundidad del perfil. El perfil 2, después del horizonte orgánico es cascajo en su totalidad. En el perfil 3 no se encontró horizonte inorgánico y por lo tanto el análisis se limitó a los primeros 40 centímetros, a pesar de que la profundidad total del suelo es de 120 centímetros. Los horizontes inorgánicos de los perfiles 5 y 6, tienen una textura FArA (21,1 a 35,0⁰/o de arcilla, 18,0 a 25,0⁰/o de limo, de 47,0 a 54,0⁰/o de arena), el contenido de arcilla aumenta con la profundidad del perfil.

Materia orgánica

La profundidad del horizonte orgánico está entre 12 y 40 centímetros y el contenido de materia orgánica entre 1,9 y 9,6⁰/o. El contenido más alto de materia orgánica lo tiene el perfil 3 y el contenido menor, el perfil 5.

TABLA 3.- ANALISIS FISICOS DE VARIOS SUELOS DE ORIGEN IGNEO, METAMORFICO Y SEDIMENTARIO DE LA ZONA CAFETERA DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Municipio y Perfil	Altura m.s.n.m.	Precipitación mm	Horizontes Profundidad cm	Textura			
				Clasificación	Ar 0/o	L 0/o	A 0/o
Veracruz 1	1.220	2.271,0	0 - 30	FAr	37,0	21,0	42,0
			30 - 50	Ar	41,0	27,0	32,0
			50 X	FAr	31,0	34,0	35,0
Dolores 2	1.290	2.158,7	0 - 23	Ar	67,0	17,0	16,0
			23 X	Cascajo			
Alpujarra 3	1.560	1.306,0	0 - 40	Ar	49,0	22,0	29,0
San Antonio 4	1.520	2.500,0	0 - 30	Ar	47,0	20,0	33,0
			30 - 90	Ar	45,0	20,0	35,0
			90 X	Cascajo			
Ibagué 5	1.390	2.327,0	0 - 30	FA	17,3	25,0	58,0
			30 - 100	FARa	21,1	25,0	54,0
Alpujarra 6	1.530	1.306,0	0 - 12	FARa	25,0	25,0	50,0
			12 - 52	FARa	31,0	22,0	47,0
			52 - 125	FARa	35,0	18,0	47,0

Municipio y Perfil	M.O. 0/o	Densidades en g/cc		Porosidad		Humedad gravimétrica g/g			
		Apa- rente	Real	Total 0/o	Califi- cación	Atmósfera 1/3	15	Disponi- ble 0/o	Lámina dispo- nible práctica cm
Veracruz 1	5,8	1,0	2,5	59,2	Media	29,9	19,7	10,2	1,9
	1,0	1,3	2,6	50,5	Media	28,5	19,9	8,6	1,3
	0,5	1,3	2,6	51,3	Media	31,7	20,9	10,8	<u>0,8</u> 4,0
Dolores 2	4,9	1,2	2,5	52,0	Media	34,1	22,3	11,8	<u>1,9</u>
Alpujarra 3	9,6	0,9	2,4	63,1	Alta	36,5	24,7	11,8	<u>3,8</u>
San Antonio 4	4,9	1,1	2,5	56,2	Media	30,9	21,5	9,4	1,9
	0,4	1,6	2,6	39,4	Baja	17,5	11,8	5,7	<u>1,6</u> 3,5
Ibagué 5	1,9	1,4	2,6	46,0	Media	21,0	11,2	9,8	1,9
	0,2	1,4	2,6	46,0	Media	24,9	16,0	8,9	<u>1,9</u> 3,8
Alpujarra 6	3,1	1,2	2,6	53,1	Media	17,6	10,7	6,9	0,6
	1,0	1,4	2,6	45,2	Media	16,5	12,0	4,5	1,5
	0,0	1,4	2,7	46,2	Media	18,5	14,0	4,0	<u>0,3</u> 2,4

Municipio y Perfil	Estabilidad Estructural				Susceptibilidad de los suelos a la Erosión
	Microagregados		Macroagregados		
	Grado de Agregación	Calificación	Estado de Agregación %	Calificación	
Veracruz 1	67,1	Alta	98,9	Muy alta	Susceptible
	68,3	Alta	95,1	Muy alta	
	59,4	Media	0,0	Muy baja	
Dolores 2	91,0	Muy alta	98,0	Muy alta	Susceptible (Cascajo inestable en el perfil)
Alpujarra 3	84,5	Muy alta	99,0	Muy alta	Resistente (Uniforme en el perfil)
San Antonio 4	82,5	Muy alta	100,0	Muy alta	Susceptible
	72,8	Alta	40,0	Muy baja	
Ibaqué 5	35,2	Baja	58,0	Muy baja	Muy susceptible
	17,4	Muy baja	13,6	Muy baja	
Alpujarra 6	63,4	Alta	89,0	Alta	Medianamente resistente.
	55,5	Media	89,4	Alta	
	66,8	Alta	77,0	Muy baja	

Densidades

En los horizontes orgánicos, la densidad aparente es de 0,9 a 1,4 g/cc y la densidad real de 2,4 a 2,6 g/cc. El suelo del perfil 3, tiene las menores densidades real y aparente.

En los horizontes inorgánicos de los perfiles 1, 4, 5 y 6, la densidad aparente es de 1,4 a 1,6 y la real de 2,6 a 2,7 g/cc. En los perfiles 2 y 3 no se hizo análisis por no tener horizonte inorgánico.

Porosidad

En los perfiles 1, 2, 4, 5 y 6, la porosidad total de los horizontes orgánicos es media, de 46,0 a 59,2%; en el perfil 3, la porosidad total es alta: 63,1%.

En los horizontes inorgánicos de los perfiles 1, 5 y 6, la porosidad total es media, de 45,2 a 54,02% y para el perfil 4, es baja: 39,4%.

Retención de humedad

En los horizontes orgánicos, a 1/3 de atmósfera, la retención de humedad gravimétrica es de 17,6 a 36,5% en el siguiente orden: Perfil 3 > 2 > 4 = 1 > 5 > 6. A 15 atmósfe-

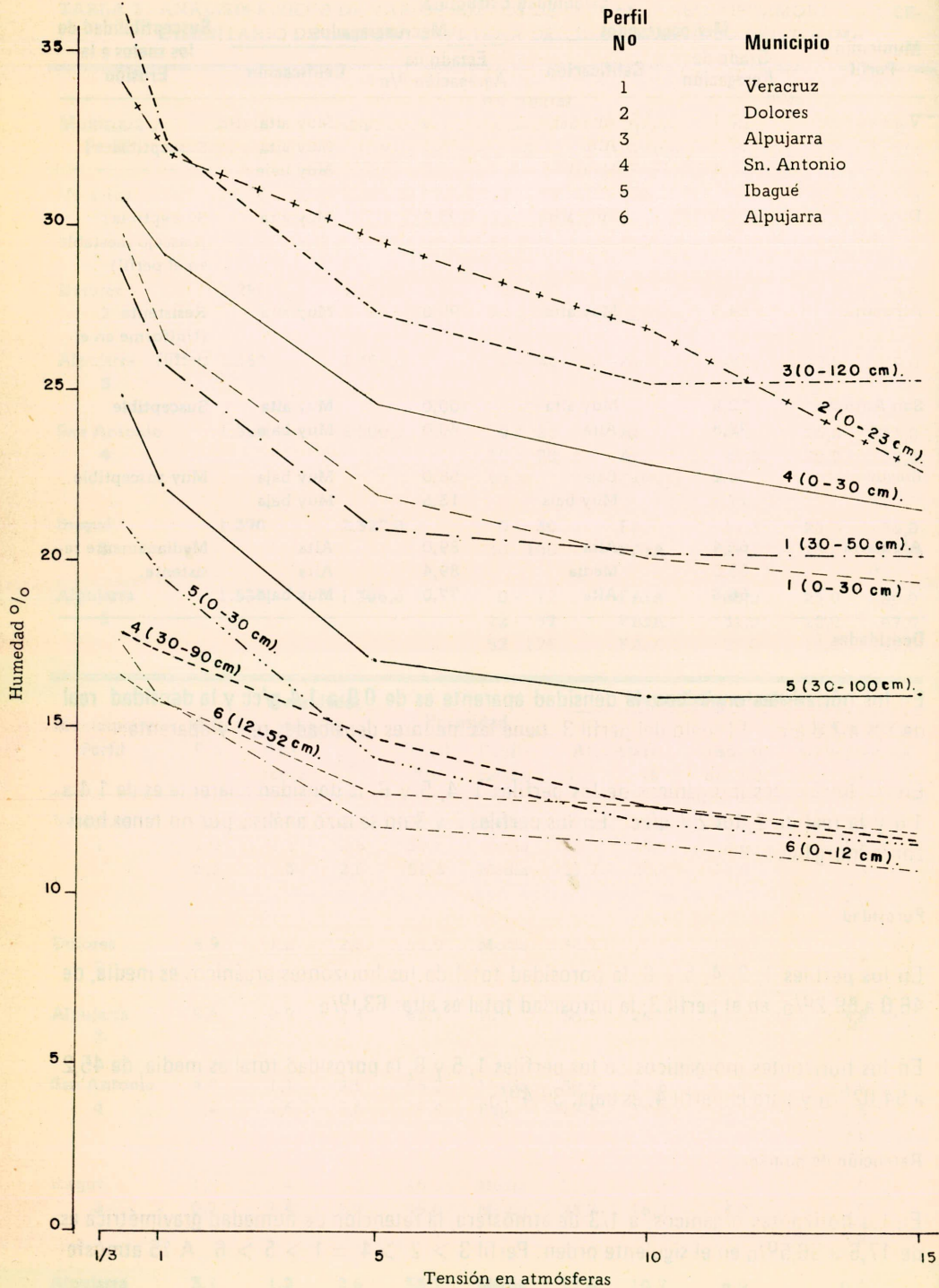


FIGURA 1.- Retención de humedad de varios suelos de origen ígneo, metamórfico y sedimentario del Tolima.

ras la retención de humedad es de 10,7 a 24,7⁰/₀ y conservan el mismo orden anterior. El agua disponible en todas las unidades está entre 6,9 y 11,8⁰/₀ (Figura 1).

En los horizontes inorgánicos de los perfiles 4 y 1, la retención de humedad a 1/3 de atmósfera, es de 17,5 a 31,7⁰/₀ y a 15 atmósferas es de 11,8 a 20,9⁰/₀; el agua disponible es de 5,7 a 10,8⁰/₀ (Figura 1).

La lámina práctica de agua, en los primeros 60 centímetros de profundidad del perfil es de 1,95 a 4,07 centímetros en el siguiente orden: Perfil 1 > 3 = 5 > 4 > 6 > 2.

Estabilidad estructural

En los horizontes orgánicos el grado de agregación es de bajo a muy alto, de 35,2 a 91,0 en el siguiente orden: Perfil 2 > 3 y 4 > 1 = 6 > 5. La estabilidad de los macroagregados sigue la misma tendencia señalada.

Al humedecerse el macroagregado, el movimiento de agua es más lento para aquellos suelos con mayor contenido de arcilla, mayor consistencia en seco y con poco desprendimiento de partículas, comparado con suelos con menor contenido de arcilla y menor consistencia en seco, en donde el movimiento del agua es más rápido y hay un mayor desprendimiento de partículas del suelo.

En los horizontes inorgánicos, perfiles 1, 4 y 6, el grado de agregación es de medio a alto, de 55,5 a 72,8 y la estabilidad de los macroagregados en los horizontes inferiores es muy baja. El humedecimiento de los mismos es rápido y causa desprendimientos drásticos de las partículas, hasta que el macroagregado pierde completamente su forma original.

En el perfil 2, el cascajo se caracteriza por tener una baja estabilidad y disgregarse con suma facilidad.

Los agregados del horizonte orgánico de los perfiles 2 y 6 se demoraron en humedecerse, lo cual parece que se debe a una sustancia orgánica que cubre el agregado, como consecuencia de las quemadas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En la tabla 4 se presenta un resumen de las principales características físicas encontradas y su incidencia en el uso y manejo de los suelos estudiados.

TABLA 4.- RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS IMPORTANTES Y SU EFECTO EN LOS TIPOS DE EROSION Y MANEJO DE LOS SUELOS DE LOS PERFILES ESTUDIADOS.

Municipio y Perfil	Material de Origen	Precipitación mm	Horizontes Profundidad cm	Textura	Estructura					
					Tipo	Grado	Estabilidad		Movimiento del agua	Consistencia en seco
							Micro	Macro		
Veracruz 1	Kneis moscovítico	2.271,0	0 - 30	FAr	Bloques Subangulares	Moderada	Alta	Muy alta	Lento	Muy duro
			30 - 50	Ar	Bloques Subangulares	Moderada	Alta	Muy alta	Lento	Duro
			50 X	FAr	Bloques Angulares	Débil	Media	Muy baja	Rápida	Ligeramente duro
Dolores 2	Pizarras arcillosas	2.158,7	0 - 23 23 X	Ar Cascajo	Bloques Angulares	Moderada	Muy alta	Muy alta	Muy lenta	Extremadamente duro
Alpujarra 3	Areniscas y arcillas	1.306,0	0 - 120 se tomaron los primeros 40 cm.	Ar	Columnar	Moderada	Muy alta	Muy alta	Muy lenta	Duro
San Antonio 4	Areniscas y arcillas	2.500,0	0 - 30	Ar	Bloques Subangulares	Moderada	Muy alta	Muy alta	Muy lenta	Extremadamente duro
			30 - 90	Ar	Bloques Angulares	Débil	Alta	Muy baja	Muy rápida	Duro
			90 X	Cascajo						
Ibaqué 5	Granito horbléndico biotítico	2.327,0	0 - 30	FA	Granular	Débil	Baja	Muy baja	Muy rápida	Blando
			30 - 100	FArA	Migajosa	Sin estructura	Muy baja	Muy baja	Muy rápida	Blando
Alpujarra 6	Areniscas	1.306,0	0 - 12	FArA	Granular	Moderada	Alta	Alta	Lenta	Ligeramente duro
			12 - 52	FArA	Migajosa	Sin estructura	Media	Alta	Muy rápida	Ligeramente duro
			52 - 125	FArA	Migajosa	Sin estructura	Alta	Muy baja	Muy rápida	Ligeramente duro

TABLA 4.- (Continuación).

Municipio y Perfil	Agentes cementantes		Lámina de Agua disponible práctica cm	Uniformidad en el Perfil			Profundidad para Café*			Susceptibilidad del suelo a la erosión	Tipo de erosión que puede presentarse	Manejo del Suelo
	M.O. 0/o	Ar 0/o		Textura	Estructura	Estabilidad estructural	Baja	Media	Alta			
Veracruz 1	5,8 1,0 0,5	37,0 41,0 31,0	4,0	Desuni- forme	Desuni- forme	Desuni- forme		X		Suscep- tible	Desprende- mientos masales	Acondicionamiento físico y evacuación rápida del exceso de agua.
Dolores 2	4,9	67,0 Cascajo	1,9	Desuni- forme	Desuni- forme	Desuni- forme	X			Suscep- tible	Desprende- mientos masales	Lo mismo que el anterior. Si se presenta cascajo en el horizonte orgánico, no se requiere la práctica.
Alpujarra 3	9,6	49,0	3,8	Unifor- me	Unifor- me	Unifor- me			X	Resis- tente	Laminar	No necesita acondicionamiento físico; hay deficiencia de agua lluvia.
San Antonio 4	4,9 0,4	47,0 45,0	3,5	Unifor- me	Desuni- forme	Desuni- forme	X			Suscep- tible	Desprende- mientos masales	Acondicionamiento físico y evacuación rápida del exceso de agua.
Ibague 5	1,9 0,2	17,3 21,0	3,8	Unifor- me	Desuni- forme	Desuni- forme			X	Muy sus- ceptible	Laminar, cárcavas y desprende- mientos masales	El suelo debe permanecer con cubierta vegetal y el exceso de agua lluvia debe evacuarse cuidadosamente.
Alpujarra 6	3,1 1,0 0,0	25,0 31,0 35,0	2,4	Unifor- me	Desuni- forme	Desuni- forme			X	Media- namente resisten- tes.	Laminar y desprende- mientos masales	Lo mismo que el anterior. Deficiencia de agua por baja precipitación, mala distribución de lluvia y baja retención de humedad.

* Baja: menor de 30 cm; Media: 30 - 60 cm y Alta: 60 x cm.

La mayoría de los suelos son susceptibles a la erosión; la excepción se presenta en el perfil 3, en donde el suelo por su alto contenido de materia orgánica, arcilla, porosidad total, grado de estructura moderada, alta estabilidad estructural, alta retención de humedad y además una baja precipitación registrada en la región (3), es menos propenso a la erosión y no requiere acondicionamiento físico para una buena productividad.

En los perfiles 1, 2, 4, 5 y 6 hay tendencia a presentar desprendimientos masales. Se encuentra discontinuidad de las condiciones físicas de los perfiles los cuales son, en general, más inestables a medida que se profundiza y se acerca al material de origen. En los agregados de los horizontes más inestables el movimiento del agua, comparado con los más estables, es más rápido, lo que causa desprendimiento drástico de partículas con deformación de los agregados. En este caso hay una baja cohesión y adhesión de las partículas las cuales se separan fácilmente, por la presión del aire comprimido en los microporos de los agregados, en el proceso del humedecimiento (1).

Las condiciones inestables del subsuelo son afectadas por las condiciones de la precipitación en la zona en donde se encuentran situados, independientemente de su material de origen. Los perfiles 1, 4 y 5 son los más afectados por desprendimientos masales, lo cual coincide con una mayor precipitación sobre estos suelos.

El horizonte orgánico de la mayoría de los perfiles, presenta la mayor estabilidad estructural y está de acuerdo con un mayor contenido de materia orgánica y arcilla, y con su consistencia en seco. Los más estables, como los de los perfiles 2, 3 y 4, coinciden con un movimiento muy lento de agua en los agregados, sin que se presenten desprendimientos significativos de las partículas, condición de una alta estabilidad.

Comparados con los otros perfiles estudiados e independientemente del material de origen, los perfiles 5 y 6 son los más susceptibles a la erosión laminar y en cárcavas. En el horizonte orgánico tienen texturas más arenosas, estructura de débil a moderada y de menor contenido de materia orgánica y de arcilla. Sin embargo, el perfil 5 es el más afectado por la erosión laminar y tiene relación con la más baja estabilidad de los micro y macroagregados del suelo y con una mayor precipitación en la zona, causando grandes pérdidas de suelo. Esto se aprecia en la sedimentación en las partes más bajas del terreno y las cárcavas de gran magnitud en las pendientes.

Para mejorar la productividad de los suelos más arcillosos, perfiles 1, 2 y 4, se necesita acondicionarlos físicamente mejorando la relación aire-agua a la profundidad efectiva radical del café. También se necesita evitar la sobresaturación de agua, causante de los desprendimientos masales del terreno. Estos suelos tienen una buena retención de humedad, pero menor a la encontrada en otros suelos más productivos de la región (4, 6). En el invierno se saturan rápidamente, causando encharcamiento, pero en el perfil 2, cuando en

el horizonte orgánico se presenta cascajo, esta situación puede no ocurrir; y en el verano, a menor espesor del horizonte orgánico, será mayor la deficiencia de agua cuando se alcanzan en el suelo las 5 atmósferas de tensión (Figura 1).

Hay una mayor retención de humedad disponible para las plantas en los horizontes orgánicos que en los inorgánicos. En el horizonte orgánico de los suelos con mayor contenido de materia orgánica y arcilla, perfiles 1, 2, 3 y 4, hay agua disponible para las plantas hasta la tensión de 15 atmósferas. En el horizonte inorgánico de estos mismos suelos no hay agua disponible para las plantas después de las 5 atmósferas de tensión.

En los horizontes orgánicos e inorgánicos de los suelos con bajo contenido de materia orgánica y arcilla, y mayor contenido de arena (perfiles 5 y 6), no hay agua disponible para las plantas después de las 5 atmósferas de tensión.

Para los suelos de los perfiles 3 y 6, el mayor obstáculo para una mejor producción es la deficiencia, en cantidad y distribución, de agua en la región (3).

La dificultad de adsorción de humedad en los horizontes orgánicos de los perfiles 2 y 6, puede deberse a sustancias orgánicas que repelen el agua, y que cubren los agregados del suelo. Estas sustancias se han formado como consecuencia de las quemadas, como ha sucedido cuando se presentan incendios forestales.

RESUMEN

Se determinaron las principales características físicas de seis perfiles de suelos de origen ígneo, metamórfico y sedimentario, localizados en la región cafetera oriental de la Cordillera Central y Occidental de la Cordillera Oriental del departamento del Tolima. Muchos de estos suelos presentan condiciones físicas limitantes para el cultivo del café o están localizados en sitios de baja precipitación y deficiente distribución.

Se realizó este trabajo para tener conocimiento de las condiciones físicas de estos suelos, que permitan orientar al mejoramiento de su productividad y de su conservación. Para ello se determinaron las siguientes características: textura, profundidad de los horizontes, densidad real, densidad aparente, porosidad total, retención de humedad, humedad aprovechable, microestabilidad estructural y macroestabilidad estructural.

Teniendo en cuenta el valor de la micro y macro estabilidad estructural (de muy alta a muy baja) encontrada en estos suelos, se pueden clasificar desde muy susceptibles hasta muy resistentes a la erosión.

El manejo adecuado para estos suelos incluye desde acondicionamiento físico y evacuación rápida del exceso de agua en los suelos más pesados, hasta el mantenimiento de una cobertura vegetal en los suelos más livianos.

SUMMARY

The main physical characteristics were determined for six soil profiles of igneous, metamorphic, and sedimentary origin, located in the eastern coffee belt of the western range of mountains and the western slope of the eastern range of mountains, in the Tolima province. Many of these soils show limiting physical conditions for growing coffee or are located in places of either low or poorly distributed rainfall or both.

The work was done in order to know the physical conditions of these soils as to be able to guide the improvement of their quality and their conservation. For this purpose, the following characteristics were measured: texture, thickness of the horizons, real density, apparent density, total porosity, moisture retention, moisture available, structural micro and macro stability.

Taking into account the value of both micro and macro stability (from too high to too low) found in these soils, it is possible to classify them as either too susceptible or too resistant to soil erosion.

Proper management for these soils includes from physical conditioning and quick drainage of excess water in the heavier soils to the maintenance of vegetative cover in the lighter ones.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARK, F. E. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 84, 131, 279, 371.
- 2.- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE. CHINCHINA (COLOMBIA). Anuario Meteorológico 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976. Chinchiná, Cenicafe, 1971-1976.
- 3.- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE. CHINCHINA (COLOMBIA). Manual de Conservación de Suelos de Ladera. Chinchiná, Caldas. 1975, 237 p.
- 4.- GRISALES G., A. Suelos de la zona cafetera; clasificación y uso. Bogotá, Ediciones Fondo Cultural Cafetero, 1977. 154 p.
- 5.- SUAREZ V., S. Caracterización física de algunos suelos derivados de materiales volcánicos del Tolima. Chinchiná, Cenicafe, s. f., s. p. (mimeografiado).

- 6.- SUAREZ V., S. Método del goteo para medir la macroestabilidad de los agregados. Chinchiná, Centro Nacional de Investigaciones de Café. Sección de Química Agrícola. s. f., s. p. (mimeografiado).
- 7.- SUAREZ V., S.; GOMEZ A., A. Eficiencia de dispersantes químicos en el análisis de textura de suelos derivados de cenizas volcánicas. Cenicafé (Colombia) 27(1):34-44. 1976.
- 8.- YODER, R. D. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. J. Am. Soc. Agron. (EE. UU.) 28:337-351. 1936.

APENDICE 1. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LOS PERFILES ESTUDIADOS

PERFIL N° 1.

Describieron:	Senén Suárez y Alberto Reina.
Fecha:	6 de octubre de 1977.
Localización:	Departamento del Tolima, municipio de Veracruz, a 80 metros de la carretera, parte baja de la escuela principal.
Altitud:	1.220 m.s.n.m.
Posición geomorfológica:	Parte media inferior de la Cordillera Central, vertientes irregulares.
Profundidad efectiva:	Moderadamente profundo.
Relieve:	Ligeramente quebrado, con pendientes entre el 2 y el 30% y longitudes cortas y largas.
Erosión:	Patas de vaca, ligera.
Drenaje:	Externo lento, interno lento, natural moderadamente bien drenado.
Vegetación natural:	Pastos.
Uso actual:	Pastos, café con sombra, arbustos naturales.
Material parental:	Gneis Moscovítico.

0 - 30 cm.

Color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco; Franco Arcilloso; estructura en bloques subangulares, moderada; consistencia firme en húmedo, muy dura en seco, pegajosa y plástica en mojado; absorbe humedad rápido, una vez el suelo se ha secado al aire ambiente; poros regulares y finos; macroorganismos regulares; raíces finas, regulares; pH 5,7 medianamente ácido; se detectan manganeso y montmorillonita; no se detectan carbonatos ni materiales amorfos.

30 - 50 cm.

Color pardo oscuro (7,5 YR 4/4) y veteados rojo-amarillentos (10 YR 0/0) en húmedo y pardo-amarillento claro (10 YR 6/4) y veteados rojo amarillentos (5 YR 5/6) en seco; Franco-arcilloso; estructura en bloques subangulares, mediana, moderada; consistencia dura en seco, friable en húmedo, pegajosa y plástica en mojado; poros regulares y finos; macroorganismos escasos; absorbe humedad rápido una vez el suelo se ha secado al aire ambiente; se detecta presencia de manganeso, materiales amorfos y montmorillonita; no se detectan carbonatos.

50 X cm.

Color pardo encendido (7,5 YR 4/4) con moteados rojos (2,5 YR 4/6) en húmedo y amarillo rojizo (5 YR 6/6) con moteados rojos (2,5 YR 4/6) en seco; Franco-arcilloso; estructura en bloques angulares, débil; consistencia ligeramente dura en seco, friable en húmedo, pegajosa y plástica en mojado; absorbe humedad rápidamente con una marcada disgregación de los agregados hasta perder completamente su forma original; se detecta manganeso, materiales amorfos y montmorillonita; no se detectan carbonatos.

PERFIL N° 2.

Describieron:	Senén Suárez y Alberto Reina.
Fecha:	4 de octubre de 1977.
Localización:	Departamento del Tolima, municipio de Dolores a 3,7 kilómetros de la carretera que va de Dolores a Alpujarra.
Altitud:	1.290 m.s.n.m.

Posición geomorfológica:	Parte media de la Cordillera Oriental, vertientes irregulares.
Profundidad efectiva:	Moderadamente profundo.
Relieve:	Fuertemente quebrado con pendientes entre 25 y 50°/o.
Erosión:	Desprendimientos en las bancadas de la carretera.
Drenaje:	Externo lento, interno muy lento en el suelo formado y muy rápido en el material parental cascajoso.
Vegetación natural:	Pastos.
Uso actual:	Pastos y café con sombra.
Material parental:	Pizarras arcillosas.

0 - 23 cm.

Color pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo y pardo (10 YR 5/3) en seco; arcilloso, estructura en bloques angulares, moderada; consistencia extremadamente dura en seco, muy firme en húmedo, muy pegajosa y muy plástica en mojado; poros regulares y finos; se observa acción de macroorganismos por la presencia de túneles de 3 mm. de diámetro; raíces finas; absorbe humedad muy lentamente; se detecta manganeso y montmorillonita; no se detectan carbonatos ni materiales amorfos.

23 X cm.

Lechos de pizarras, no consolidados y con algún contenido de arcilla entre las pizarras.

PERFIL N° 3.

Describieron:	Senén Suárez y Alberto Reina.
Fecha:	4 de octubre de 1977.
Localización:	Departamento del Tolima, municipio de Alpujarra, a 23,1 kilómetros sobre la carretera que va de Dolores a Alpujarra.
Altitud:	1.560 m.s.n.m.
Posición geomorfológica:	Parte media de la Cordillera Oriental, vertientes irregulares.
Profundidad efectiva:	Moderadamente profundo.
Relieve:	Ligeramente quebrado, con pendientes de 12 a 25°/o y longitudes cortas.
Erosión:	No se detecta.
Drenaje:	Externo rápido, interno rápido, natural bien drenado.
Vegetación natural:	Pastos y arbustos.
Uso actual:	Café con sombrío de guamo.
Material parental:	Areniscas y arcillas.

0 - 120 cm.

Color negro (5 YR 2/1) en húmedo y pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/2) en seco; Arcilloso; estructura columnar, moderada; consistencia dura en seco, firme en húmedo y pegajosa y plástica en mojado; poros regulares y medianos; abundante actividad de microorganismos; raíces medianas, abundantes, normales; pH 4,4 extremadamente ácido; se detectan manganeso y montmorillonita; no se detectan carbonatos ni materiales amorfos; el movimiento del agua es muy lento después de que el agregado se ha secado al aire ambiente.

PERFIL N° 4.

Describieron:	Senén Suárez y Alberto Reina.
Fecha:	3 de octubre de 1977.

Localización: Departamento del Tolima, municipio de San Antonio, a 500 metros de la carretera que va a San Antonio y sobre la carretera a la vereda La Laguna.

Altitud: 1.520 m.s.n.m.

Posición geomorfológica: Parte media de la Cordillera Central, vertientes irregulares.

Profundidad efectiva: Moderadamente profundo.

Relieve: Ligeramente quebrado, con pendientes de 12 a 25°/o y longitudes cortas y largas.

Erosión: Se observan desprendimientos masales sobre la carretera y reptación del terreno.

Drenaje: Externo lento, interno lento y natural mal drenado.

Vegetación natural: Pastos.

Uso actual: Pastos, caña de azúcar.

Material parental: Areniscas y arcillas.

0 - 30 cm. Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo y pardo claro (10 YR 6/3) en seco; Arcilloso; estructura en bloques subangulares, moderada; consistencia extremadamente dura en seco, muy firme en húmedo, pegajosa y plástica en mojado; poros regulares y finos; macroorganismos escasos; raíces finas y escasas, absorbe humedad muy lentamente una vez el suelo está seco al aire; pH 5,3 fuertemente ácido; se detectan manganeso y montmorillonita; no se detectan carbonatos ni materiales amorfos.

30 - 90 cm. Color gris claro como matriz (2,5 Y 7/0) con moteados rojo oscuro (2,5 YR 3/6) en húmedo y gris claro como matriz (5 Y 7/1) y moteados rojo oscuro (10 R 3/4) en seco; Arcilloso; estructura en bloques angulares, débil; consistencia dura en seco, friable en húmedo, pegajosa y plástica en mojado; pH 5,6 medianamente ácido; absorbe humedad muy rápidamente con desprendimiento de partículas y pérdida total de la estructura del suelo; escasa presencia de raíces finas; se detecta presencia de montmorillonita; no se detectan carbonatos, materiales amorfos ni manganeso.

PERFIL N° 5.

Describieron: Senén Suárez y Alberto Reina.

Fecha: 5 de octubre de 1977.

Localización: Departamento del Tolima, municipio de Ibagué, a 300 metros de la carretera que conduce de Boquerón a Tapias.

Altitud: 1.390 m.s.n.m.

Posición geomorfológica: Parte media inferior de la Cordillera Central, vertientes irregulares.

Profundidad efectiva: Moderadamente profundo.

Relieve: Fuertemente quebrado con pendientes de 25 a 50°/o y longitudes cortas y largas.

Erosión: Se observa erosión laminar severa y desprendimientos sobre la carretera.

Drenaje: Externo rápido, interno rápido, natural bien drenado.

Vegetación natural: Pastos.

Uso actual: Caña de azúcar, café con sombra y pastos.

Material parental: Granito horbléndico biotítico.

TABLA 3.- (Continuación).

0 - 30 cm.

Color negro (10 YR 2/1) en húmedo y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; Franco-Arenoso; estructura granular, débil; consistencia blanda en seco, muy friable en húmedo, ligeramente pegajosa y plástica en mojado; abundantes raíces finas; pH 5,3 fuertemente ácido; absorbe humedad muy rápido con disgregación de partículas una vez se ha secado al aire ambiente; se detectan manganeso y montmorillonita; no se detectan carbonatos ni materiales amorfos.

30 - 100 cm.

Color pardo amarillento (10 YR 5/6) en húmedo y pardo encendido (7,5 YR 5/6) en seco; Franco-Arcilloso-Arenoso, Migajosa, sin estructura, granulada al desmenuzarse; consistencia blanda en seco, muy friable en húmedo, ligeramente pegajosa en mojado; pH 6,9 neutro; se forman algunas vetas de manganeso siguiendo la dirección del agua; el suelo absorbe humedad rápidamente y las partículas se disgregan totalmente del agregado; se detectan manganeso y montmorillonita; no se detectan carbonatos ni materiales amorfos.

PERFIL N° 6.

Describieron:

Senén Suárez y Alberto Reina.

Fecha:

4 de octubre de 1977.

Localización:

Departamento del Tolima, municipio de Alpujarra, a 23,6 kilómetros de Dolores a Alpujarra.

Altitud:

1.530 m.s.n.m.

Posición geomorfológica:

Parte media de la Cordillera Oriental, vertientes irregulares.

Relieve:

Ligeramente quebrado con pendientes de 12 a 25° y longitudes largas y cortas.

Erosión:

Se observa erosión laminar.

Drenaje:

Externo rápido, interno rápido, natural bien drenado.

Vegetación natural:

Pastos.

Uso actual:

Pastos, café con sombra.

Material parental:

Areniscas.

0 - 12 cm.

Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo y pardo (10 YR 5/3) en seco; Arenoso-Franco; granular sin estructura que al desmenuzarse tiende a ser granular; consistencia ligeramente dura en seco, muy friable en húmedo, ligeramente pegajoso y plástico en mojado; raíces finas y abundantes; pH 5,4 fuertemente ácido; absorbe humedad lentamente una vez se ha secado al aire ambiente; no se detectan carbonatos, materiales amorfos, manganeso ni montmorillonita.

12 - 52 cm.

Color pardo amarillento (10 YR 5/8) en húmedo y pardo (10 YR 5/3) en seco; Franco-Arcilloso-Arenoso; migajoso, sin estructura que se desmenuza fácilmente en agregados granulares finos; consistencia ligeramente dura en seco, friable en húmedo, ligeramente pegajosa y plástica en mojado; pH 5,3 fuertemente ácido; absorbe humedad rápidamente una vez el suelo se ha secado al aire ambiente disgregándose en parte las partículas del agregado; se detectan materiales amorfos, carbonatos y montmorillonita; no se detecta manganeso.

52 - 125 cm.

Color amarillo parduzco como matriz (10 YR 6/8) con moteados pardo muy pálido (10 YR 7/3) y rojo oscuro (2,5 YR 3/6) en húmedo, amarillo rojizo como matriz (7,5 YR 7/6) y moteados blancos (10 YR 8/1) y rojos (10 YR 4/8) en seco; Franco-Arcilloso-Arenoso; migajosa, sin estructura que se desmenuza fácilmente en agregados granulares finos; consistencia ligeramente dura en seco, friable en húmedo, ligeramente pegajosa y plástica en mojado; pH 5,3 fuertemente ácido; absorbe humedad rápidamente con disgregación drástica del agregado después de secado al aire ambiente; se detectan manganeso, materiales amorfos, montmorillonita y carbonatos.

APENDICE 2.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS PERFILES ESTUDIADOS DE LA ZONA CAFETERA DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Municipio y Perfil	Profundidad cm	pH	M.O. o/o	N o/o	P ppm	me/100 g de suelo						ppm				
						K	Ca	Mg	Na	BT*	Al	CIC	Fe	Mn	Zn	Cu
Veracruz 1	0 - 30	5,7	5,8	0,188	2,1	0,5	5,2	2,5	0,4	8,6	0,1	15,0	484	11,0	4,6	6,4
	30 - 50	5,7	1,6	0,061	0,0	0,4	2,8	2,8	0,6	6,6	0,1	10,2	90	7,7	0,1	3,5
	50 X	6,8	0,5	0,017	1,2	0,1	2,7	4,4	1,2	8,4	0,0	9,1	16	2,3	0,0	0,9
Dolores 2	0 - 23 23 X	4,7	4,9	0,206	2,1	0,8	4,9	1,9	0,2	7,9	7,1	21,1	278	4,2	6,6	1,7
Alpujarra 3	0 - 120	4,4	9,6	0,334	3,7	0,2	4,7	0,5	0,2	5,6	5,6	23,9	750	2,9	2,0	0,9
San Antonio 4	0 - 30	5,3	4,9	0,128	1,2	0,2	3,2	2,7	0,2	6,3	6,8	17,4	224	7,0	1,0	1,8
	30 - 90	5,6	0,4	0,033	2,5	0,2	7,6	9,6	0,2	17,6	4,1	18,3	46	7,4	2,0	1,3
	90 X															
Ibagué 5	0 - 30	5,3	1,9	0,089	2,1	0,1	4,0	2,7	0,2	7,0	0,7	9,8	266	67,7	2,1	3,1
	30 - 100	6,9	0,2	0,028	0,4	0,1	7,5	9,8	0,5	17,9	0,0	15,9	60	70,0	1,8	1,4
Alpujarra 6	0 - 12	5,4	3,1	0,106	2,5	0,4	0,9	0,4	0,2	1,9	2,9	8,5	195	1,0	1,0	0,3
	12 - 52	5,3	1,0	0,022	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,6	1,8	4,6	38	0,0	0,5	0,0
	52 - 125	5,3	0,3	0,005	0,8	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7	3,1	5,4	14	0,0	1,3	0,3

* BT = Bases Totales

pH

Potenciométrico en fresco; Relación suelo:agua 1:1.

Nitrógeno

Kjeldahl con CuSO_4 (Sulfato de cobre y ácido salicílico).

Materia orgánica

Walkley-Black con dicromato de K.

Bases

Extracción de acetato de amonio 1N y neutro. Luego espectrofotometría de absorción atómica (E.A.A.). K (potasio), Ca (calcio), Mg (magnesio) y Na (sodio).

Aluminio

Yuan por E.A.A. como al.

Suma de Bases

$\text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na}$.

Capacidad de intercambio catiónico.

Intercambio de acetato de amonio 1N y neutro. Luego por Nessler colorimétrico.

Fósforo

Bray II, como P.

Elementos menores

Extracto con acetato de amonio y E.D.T.A. (quelatante). Fe (hierro), Mn (manganeso), Zn (zinc), Cu