

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DEL MUNICIPIO
DE PASTO - NARIÑO - COLOMBIA

Por

GERARDO E. ESCOBAR ROMAN
RAMON Ma. JURADO VASQUEZ

Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar al título de

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de tesis

RICARDO GUERRERO RIASCOS I. A. M. Sc.

Copresidente

ANTONIO ARIAS HERNANDEZ I. A.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA
PASTO - COLOMBIA

1970

" Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son de responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo primero del Acuerdo N° 324 del 11 de Octubre de --
1966 del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de --
Nariño.

- III -

A mis padres
A mis hermanos
A mis amigos
Y ala Gallada

DEDICO

Gerardo E. Escovar R.

A la memoria de mis padres
A mi esposa e hijos
A mis hermanos
A mis amigos

DEDICO

Ramón Ma. Jurado V.

A RICARDO GUERRERO R. I. A. M. Sc., por su acertada
dirección.

A ANTONIO ARIASEH. I.A., por su decidida y desintere
sada colaboración.

A ADEL GONZALEZ M. I.A. M.Sc., por su valiosa colabora
ción.

AL INSTITUTO TECNOLOGICO AGRICOLA.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE PALMIRA.

A HUMBERTO ESCOVAR

A MAURO RECALDE

A RITHA DELGADO

AGRADECIMIENTOS.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
GENERALIDADES	4
Situación geográfica	4
Origen geológico del Departamento de Nariño	4
Zona central de Pasto	4
Climatología	5
TEXTURA	6
ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA	9
POROSIDAD	13
PLASTICIDAD	16
CONSTANTES DE HUMEDAD	18
Coeficiente higroscópico	19
Punto de marchitamiento	20
Humedad equivalente	20
Capacidad de campo	20
Punto de saturación	20
MATERIA ORGANICA	21
III. MATERIALES Y METODOS	24
TEXTURA	27
ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA	27
POROSIDAD	27

	Pág.
PLASTICIDAD	29
CONSTANTES DE HUMEDAD	29
MATERIA ORGANICA	33
pH	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	36
GENERALIDADES	36
TEXTURA	37
POROSIDAD	37
PLASTICIDAD	38
ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA	43
CONSTANTES DE HUMEDAD	45
MATERIA ORGANICA	52
pH	52
V. CONCLUSIONES	57
VI. RESUMEN	59
SUMMARY	60
VII. BIBLIOGRAFIA	61
APENDICE	65

ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1.	Mapa de la República de Colombia, Departamento de Nariño.	25
Figura 2.	Municipio de Pasto. Localización de las zonas de trabajo	26
Figura 3.	Aparato para determinar la estabilidad de los agregados al agua	28
Figura 4.	Aparato de Casagrande para determinar el límite plástico superior.	30
Figura 5.	Parte del plato de presión	31
Figura 6.	Instalación para determinar el punto de marchitamiento	32
Figura 7.	Aparato empleado para determinar la capacidad de campo	34
Figura 8.	Centrífuga utilizada en la determinación de la humedad equivalente	35
Figura 9.	Influencia de la materia orgánica sobre la porosidad	39
Figura 10.	Influencia de la materia orgánica sobre el límite plástico superior.....	40
Figura 11.	Influencia de la materia orgánica sobre el límite plástico inferior	41
Figura 12.	Influencia de la materia orgánica sobre el índice de plasticidad	42

Figura 13.	Influencia de la materia orgánica sobre la estabilidad de los agregados al agua.....	44
Figura 14.	Influencia de la materia orgánica sobre la máxima capacidad de retención	46
Figura 15.	Influencia de la materia orgánica sobre la capacidad de campo	47
Figura 16.	Influencia de la materia orgánica sobre la humedad equivalente	48
Figura 17.	Relación entre la capacidad de campo y la humedad equivalente.	49
Figura 18.	Relación entre la materia orgánica y el punto de marchitamiento.....	50
Figura 19.	Relación entre el coeficiente higroscópico (seco al aire y en 98% H ₂ SO ₄).....	51
Figura 20.	Influencia de la materia orgánica sobre el contenido de agua aprovechable.....	53
Figura 21.	Relación de la materia orgánica y pH.....	54
Tabla I.	Clasificación de los separados del suelo.....	8
Tabla II.	Resultados propiedades físicas primera capa	55
Tabla III.	Resultados propiedades físicas segunda capa	56

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DEL MUNICIPIO
DE PASTO NARIÑO-COLOMBIA (")

Por

GERARDO ESCOVAR ROMAN

RAMON JURADO VASQUEZ

I. INTRODUCCION

El interés por el estudio del suelo se ha incrementado con el tiempo a fin de lograr un conocimiento básico de la naturaleza compleja de este sistema dinámico; este conocimiento, se obtiene mediante el análisis de las propiedades físicas, químicas, biológicas y ecológicas, así como también de la influencia de ellas sobre la producción del suelo. Las anteriores propiedades, condicionan los factores de — producción, elementos nutritivos, agua y oxígeno, cuyo balance adecuado conlleva al rendimiento óptimo del suelo.

De acuerdo a Thompson (38), muchas propiedades químicas y biológicas importantes están reflejadas por las propiedades físicas, las cuales por otra parte, determinan el uso y manejo adecuados de los — suelos.

En general, de las propiedades físicas del suelo dependen en mayor o menor grado:

- + La clasificación y mapificación de los suelos.
- La capacidad productiva.
- La capacidad de uso.
- El soporte mecánico.

(") Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia de Ricardo Guerrero R. I.A. M.Sc. y copresidencia de Antonio Arias H. I.A., a quienes los autores expresan su gratitud.

- La penetrabilidad de las raíces.
- La superficie específica.
- Susceptibilidad de los suelos a erosionarse.

Los estudios de suelos que se han realizado en el Departamento de Nariño, han estado a cargo de las siguientes entidades:

Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", sobre el aspecto reconocimiento de las regiones Pasto-Río Mayo y Valle del Río Mira.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), trabajos relacionados con Fertilización y un reconocimiento detallado de los suelos de la Granja de Obonuco.

El Instituto Tecnológico Agrícola (ITA), análisis completos y fertilidad en fincas específicas y en especial las siguientes Tesis de Grado:

- Algunos aspectos del enclavamiento en suelos del Altiplano de Pasto, por Burbano O., H. y López R., H.
- Determinación de Mb, Cu y Co en algunos suelos del Altiplano de Pasto, por Barros M., P.
- Estudio sobre algunos aspectos del Nitrógeno en los suelos del Altiplano de Pasto, por Molina A., C.
- Estudio de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionadas con las Formaciones Ecológicas, por Morat., E.
- Estudio de Fertilidad en invernadero de algunos suelos del Altiplano de Pasto, por Revelo D., C. y Revelo D., M.
- Atlas Agrológico del Departamento de Nariño, por Zambrano D. y otros.

Como se puede apreciar en los trabajos anteriores, sobre el tema general de suelos, aun no existe, un estudio en el aspecto -- propiedades físicas de los suelos.

En el presente trabajo se pretende determinar las propiedades físicas de los suelos a estudiar: Textura, Estabilidad de los Agregados al Agua, porosidad, Plasticidad, y las constantes de humedad. Ade más se determinará la materia orgánica y el pH.

Se relacionará los datos obtenidos con el fin de precisar los agentes de mayor influencia en las características físicas de los sue los volcánicos y en base a ellas, se los clasificará de acuerdo al -- sistema de la séptima aproximación.

Se espera, con el presente trabajo, aportar algunas bases para futuros trabajos relacionados con la ciencia del suelo, en esta importante zona agrícola.

II. REVISION DE LITERATURA

GENERALIDADES.

Situación geográfica.- El Departamento de Nariño está locali-
zado entre los paralelos $2^{\circ} 34'$ y $4^{\circ} -$
 $55'$ de longitud al Occidente del meridiano de Bogotá y entre $0^{\circ} 37'$ -
y $2^{\circ} 42'$ de latitud al Norte de la línea ecuatorial. La zona en estu-
dio, correspondiente al Municipio de Pasto, se sitúa en la intercep-
ción del paralelo de latitud $1^{\circ} 13' 16''$ Norte con el meridiano de --
longitud $77^{\circ} 17' 03''$ Occidente de Greenwich, según el sistema de pro-
yecciones de Gauss. Tiene una superficie de 1.143 Km.^2 y se encuentra
a una altura sobre el nivel del mar de 2.599 mts.

Esta área, casi en su totalidad, es aprovechada para la agri-
cultura y ganadería en forma intensiva, siendo los principales culti-
vos: papa, trigo, cebada, pastos naturales, hortícolas, etc.

Origen geológico del Departamento de Nariño.- De acuerdo al-
informe rendi-
do por los ingenieros encargados del trazado del ferrocarril de Nari-
ño, "El predominio de rocas eyectivas y volcánicas con sus tobas y -
drifts volcánicos, de manera que muy poco puede congeturarse a juz--
gar por tal o cual parte expuesta de las rocas subyacentes. El rasgo
más sobresaliente de la geología de la región es su face ígnea y vol-
cánica con todas sus consecuencias de intenso metamorfismo".

"Abundan las rocas masivas, predominando entre ellas las bá-
sicas: sienitas, andesitas, propilitos, basaltos, etc. Los granitos-
y dacitas son muy escasos, sobre todos los últimos. La fisonomía por-
fífica de la sienita es frecuente. Las eyecciones aparecen acompaña-
das de las tobas correspondientes". (Zarama, 41).

Zona Central de Pasto.- "Limita al Norte con el río Juanambú,
al Sur con el río Bobo y el Guáitara
y al Oriente con la Cordillera Centro-Oriental. La topografía de es-
te macizo es abrupta especialmente la que mira hacia el Occidente, -

donde se advierten corrientes radiales de andesita que ha formado profundas grietas, canchillones y vallecitos muy encajonados. La parte situada en el ángulo noroeste, presenta caídas de un gran desnivel y mesetas de terrenos planos de gran fertilidad ampliamente aprovechados -- por la actividad agropecuaria. La parte Oriental es mucho más suave -- y forma los terrenos que han estructurado el Valle de Atriz. Pero hacia el Norte en la hoya del río Pasto nuevamente los terrenos son quebrados y aparecen mesetas escalonadas en Chachagüí, Duarte y Toro.

El Galeras estructura toda la Orogenia y la hidrografía de esta región; un poco hacia el Norte se levanta el macizo de Morazurco -- de forma irregular en su parte Occidental, con laderas de gran pendiente. También es un sistema aislado y apenas insinúa pertenecer al núcleo de la Cordillera Centro-Oriental por su lado soroeste, elevación que forma la divisoria de aguas entre el río Pasto y el Juanambú" (8).

En el mapa geológico de Colombia, el Municipio de Pasto está localizado en la Cordillera Central Paleozoica, faja Axial Andina (meso-cenozoica), en cuanto a la composición geológica de los suelos, clasifican a las rocas como ígneas efusivas, en las que abundan andesitas basaltos y sus tobas de edad cenozoica.

CLAMATOLOGIA.

Según Dulce (12), la superficie del Municipio de Pasto, se encuentra distribuida en cuanto al factor clima, de la siguiente manera:

Clima cálido.....	28 Km ²
" frío.....	221 "
" medio.....	494 "
" páramo.....	400 "

De acuerdo al Departamento Nacional de Estadística DANE (9), -- las características climatológicas normales del municipio de Pasto -- son:

Temperatura máxima media.....	21° C.
Temperatura mínima media.....	9.9 ⁹ C.
Temperatura media.....	14 ⁹ C
Oscilación de temperatura.....	17° C.
Temperatura media.....	16° C.

Precipitación media anual..... 500 mm. (dato del Departamento Agrológico del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" 1.963).

No obstante recibir poca lluvia, el clima es relativamente -- subhúmedo debido a las bajas temperaturas. Estas son un poco cálidas durante el día y más frías durante la noche.

La distribución de las lluvias es como sigue:

Meses de invierno.....Abril, Mayo, Octubre y Noviembre

Meses de verano.....Julio, Agosto y Septiembre

Meses de mayor lluviosidad.....Junio, Octubre y Noviembre

Meses de mayor sequía.....Julio y Agosto.

La región en estudio es de clima frío con temperatura media de 13° C.

TEXTURA.

Desde el punto de vista físico, la composición del suelo consiste principalmente de partículas minerales y orgánicas de diversos tamaños y cuyas cantidades proporcionales tienen un gran efecto sobre las propiedades de un suelo que a su vez se reflejan en el crecimiento de la vegetación (Guerrero, 18).

La textura hace referencia al tamaño de las partículas inorgánicas del suelo (Thompson, 38). Buckman y Brady (6), afirman que las características físicas de un suelo son en alto grado determinadas -- por la proporción en que se presentan los separados, en especial las arcillas coloidales. Según Baver (4), el limo y la arena, tienen alguna influencia aunque en menor grado.

La importancia del estudio de la textura radica en la determinación de la superficie en la cual tienen lugar muchas reacciones físico-químicas del suelo. Se debe comenzar por determinar las diferentes fracciones presentes en él (Millar, 29). El objetivo de un análisis mecánico, según Madrid (25), es separar el suelo en grupos o fracciones. Determinados los porcentajes de los separados es necesario, interpretar los resultados del análisis fijando los límites para el tamaño de las partículas de cada una de las fracciones granulométricas (Jiménez, 21).

En la actualidad, se acepta indistintamente la clasificación propuesta por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos - - (U.S.D.A.), y la de Atterberg, cuyos límites aparecen en la Tabla I.

Partículas superiores a 2 mm. de diámetro, tales como grava, cascajo, piedras, etc., actúan como modificadores del nombre textural original dado por los porcentajes máximos y mínimos de las fracciones menores de dicho diámetro (Russell y Russell, 34).

El criterio de las diferentes clasificaciones que se emplean simultáneamente, hace suponer que han sido establecidas convencionalmente; tal es el caso de las arenas, cuya división no corresponde a una realidad concreta por no existir una diferenciación objetiva, entre las propiedades de las arenas gruesas y las finas (Jiménez, 21). Por el contrario, el límite para las partículas de arcilla, 0.002 mm. de diámetro constituye una separación perfectamente clara entre los limos y arcillas; partículas mayores, de ordinario tienen muy poco de sarrolladas las propiedades típicas de la arcilla, mientras que estas propiedades se intensifican hasta un cierto límite, a medida que el diámetro de las partículas disminuye (Russell y Russell, 34).

Plumer (32), clasifica las partículas de limo como una fracción intermedia entre las arenas y las arcillas, debido seguramente, a la semejanza mineralógica con las arenas, por los constituyentes minerales primarios y con las arcillas, por su parecido en cuanto a propiedades físicas se refiere.

TABLA I. CLASIFICACION DE LOS SEPARADOS DEL SUELO

FRACCION	SEPARADOS DEL SUELO	CLASIFICACION USDA. ϕ mm.	CLASIFICACION INTERNACIONAL ϕ mm.
ARENAS	Arenas muy gruesas	2.0 - 1.0	
	Arenas gruesas	1.0 - 0.5	
	Arenas medianas	0.5 - 0.25	2.0 - 0.2
	Arenas finas	0.25- 0.1	
	Arenas muy finas	0.1 - 0.05	0.2 - 0.02
LIMOS	Limos	0.05- 0.002	0.02- 0.002
ARCILLAS	Arcillas	menos de 0.002	menos de 0.002

ϕ diámetro de las partículas dentro de cada fracción.

(Méndez y Moreno, 28).

El suelo mineral representativo es una mezcla heterogénea de partículas, composición química, naturaleza mineralógica y tamaño. La variación en composición se refleja en la producción de cosechas y la distribución del tamaño de las partículas influye en la retención de humedad y aireación dentro del suelo, lo mismo que en muchas otras -- propiedades físicas (González, 15). Sin embargo, Thompson (38), respecto a las arcillas anota, que estas partículas, por poseer una elevada superficie expuesta a la meteorización, en propiedades excesivas no son deseables por sus efectos negativos en cuanto a retención de -- humedad y aireación se refiere, a no ser que exista una buena agregación.

Según lo expuesto, el grupo predominante de partículas en un suelo y las propiedades relativas de las demás fracciones presentes, -- determinan las características de ese suelo y tienen gran influencia -- sobre su fertilidad.

ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA.

Agregación es la propiedad que tienen los suelos de agrupar -- sus partículas según procesos de aglutinación específicos de naturaleza bien definida. Estos grupos de partículas o simplemente agregados -- tienen características particulares que se deben tener en cuenta para definir su comportamiento, entre las cuales merece especial atención -- la estabilidad al agua, que es la capacidad que tiene el suelo para -- mantener unidas sus partículas, para ofrecer así garantía al sostenimiento de los cultivos. (Franco, 13).

Para Baver (4), un agregado se forma por la agrupación de partículas primarias y secundarias, aunque indica que no se sabe exactamente como se efectúa esa unión. A pesar de no haberse definido la forma como las partículas del suelo se agrupan, Thompson (38), considera actualmente dos mecanismos de agregación: biológicos y químicos. En los primeros influye la actividad de los microorganismos y -- las diferentes uniones entre partículas de arcilla con compuestos orgánicos; en los segundos, considera las uniones de las arcillas entre sí.

De acuerdo a Eaver (4), las fuerzas de cohesión entre las partículas orientadas de arcilla, son muy importantes en la formación de agregados, en especial en suelos que presentan compactación entre las partículas individuales. El mismo autor afirma, que en la formación de los agregados se requiere que las partículas primarias estén firmemente ligadas para ser estables al agua, y para ello es necesaria la presencia de un material cementante y partículas floculadas.

Stallings (37), reporta que actualmente se ha encontrado que los materiales, tanto polisacáridos como poliurónidos, producidos por los microorganismos, son los responsables de agregación por su función cementante de partículas.

Respecto a los organismos que influyen en la formación del suelo, se debe considerar dos grandes grupos: los microorganismos y los macroorganismos. Entre los segundos el más importante es la lombriz corriente. Sin embargo, Hop, citado por Franco (13), anota que a estos organismos no se les ha prestado mayor atención como agentes formadores del suelo.

Para Thompson (38), las lombrices son importantes en diferentes aspectos: la cantidad de suelo que hacen pasar por sus cuerpos anualmente, puede sobrepasar la sorprendente cifra de 37 toneladas de tierra seca por hectárea cultivada. En el proceso, tanto la materia orgánica, alimento de la lombriz de tierra, como también sus minerales constituyentes, se someten a las enzimas digestivas y a la acción pulverizadora de los animales. Además afirma que los agujeros mejoran la aireación y el drenaje, así como también, el transporte de las capas inferiores a la superficie. En definitiva, las lombrices mezclan y granulan el suelo, aumentan el tamaño de los agregados y su estabilidad al agua, en especial, en suelos vírgenes.

La influencia de los microorganismos en la agregación del suelo, ha sido discutido por muchos autores. Stallings (37), opina que el factor más importante en la agregación de los suelos, lo cons

tituyen los microorganismos; sus secreciones, tales como, mucosidades gomas, resinas; residuos de descomposición de productos vegetales, como son los coloides liofílicos y liofóbicos; polisacáridos sintetizados.

Respecto a la materia orgánica, su efecto sobre la agregación de los suelos ha sido reconocido por la mayoría de los autores.

Baver (4), opina que la materia orgánica tiene gran efectividad en la agregación de los separados finos del suelo. Stallings (37), ha observado que las aplicaciones de estiércol y la incorporación de residuos vegetales, produce un rápido incremento en la agregación. Además, material vegetal incorporado dentro del suelo se descompone con mayor rapidez que los residuos no incorporados, aportando mayor efectividad en la agregación, por prolongar el período de cementación de los productos.

Misono y Kishita, citados por Guerrero y Mantilla (19), dicen que el efecto de la materia orgánica en la agregación, resulta de la influencia del sistema radicular de las plantas, los microorganismos y la fauna del suelo. Misono y Suto, citados por los mismos autores, opinan que la mayor o menor efectividad de la materia orgánica para formar agregados, depende tanto de las condiciones aerobias como anaerobias, se considera que las primeras proporcionan una estructura rápida y suelta pero de escasa estabilidad al agua; la condición anaerobia retarda el proceso de agregación, pero aumenta la estabilidad de los agregados al agua.

Williams, citado por Baver (4), ha observado que la tenacidad en la formación de agregados se debe a su saturación por el ácido húmico secretado por bacterias anaerobias durante la descomposición de las raíces de las plantas.

Baver (4), afirma que el material coloidal del suelo es responsable de la cementación de partículas primarias y que la formación de agregados no puede realizarse en arenas y limos en ausencia de coloide.

El mismo autor, divide el material coloidal en los siguientes grupos de acuerdo al proceso de cementación:

- Partículas de arcilla en sí mismas.
- Óxidos de hierro o aluminio, que constituyen el material coloidal irreversible o lentamente irreversible.
- Los coloides orgánicos.

Madrid (25), reporta que en suelos tropicales, la agregación parece debida a coloides irreversibles o lentamente irreversibles, tales como sesquióxidos de hierro o de aluminio.

Para Woodruff (39), el tamaño de los agregados está determinado por el gradiente de humedad del suelo. En sitios donde el agua es removida rápidamente por la vegetación y el gradiente de humedad es elevado, el suelo se rompe en bloques grandes. Los agregados jóvenes son cubiertos por una capa de coloides orgánicos que les dá estabilidad en presencia de agua.

De acuerdo a Thompson (38), otros factores que pueden influir en el tamaño de los agregados, directa o indirectamente, son: la humectación y la desecación, la construcción de madrigueras por los insectos lombrices y otros animales pequeños y el desarrollo radicular de las plantas. Estos factores tienden a desmenuzar el suelo, disminuyendo su agregación.

Nayar, citado por Guerrero y Mantilla (19), encontró una correlación positiva entre el índice de estabilidad y el espacio poroso total, por una parte, y éste con el espacio poroso capilar, por otra. No encontró correlación significativa entre el índice de estabilidad y el espacio poroso capilar, ni entre aquel y la densidad aparente.

En la misma forma como se puede producir la agregación, ésta puede ser destruida fácilmente. El hombre puede ser considerado como el factor mas importante en este aspecto, ya que debido a las malas y en algunos casos pésimas labores de cultivo, lo mismo que a la poca -

importancia que se le ha prestado a la conservación de suelos, ha disminuido en forma considerable y en casos en forma total la agregación del suelo.

POROSIDAD.

La porosidad es una de las propiedades físicas del suelo que más directamente conlleva a la relación constitución física-productividad, puesto que de ella depende la disponibilidad de aire en el sistema radicular de la planta, factor vital en el desarrollo de la misma. (Guerrero, 18)

González (15), define la porosidad como el espacio ocupado por el aire dentro de un volumen dado de un suelo seco a la estufa (105-115°C).

Para Baver (4), la porosidad es el porcentaje de volumen del suelo que no ocupan las partículas sólidas.

Robinson (33), afirma que el espacio poroso no es una propiedad específica de un suelo dado, sino que depende de su estructura temporal. Además, esa proporción en un suelo, depende de la forma en que las partículas primarias estén unidas en agregados. Por otra parte esta posibilidad es mayor en suelos arcillosos de gran contenido de materia orgánica y en cierto grado de arena y grava.

Según González (15), en el suelo se encuentra macro y microporos por donde se realiza el movimiento del aire y el agua. La cantidad de espacios porosos es variable de acuerdo con el contenido de materia orgánica y el uso y manejo del suelo.

La determinación de la porosidad está basada en el cálculo de las densidades real y aparente.

Los autores americanos dicen que la densidad real de un suelo es su peso específico. Mela (27), observa que la densidad real es -

la relación entre el peso de la parte sólida del suelo y el de un volumen igual de agua, o bien, el peso de un volumen dado de sus partículas sólidas. Robinson (33), comenta que la densidad real es una función aditiva de las densidades de los constituyentes del mismo.

Aunque se observa un intervalo considerable de valores en la densidad real, los datos correspondientes a suelos puramente minerales, están comprendidos entre 2.6 y 2.7 grs./cm.³. No obstante, Melancon (27), fija como límites 2.5 a 2.6 grs./cm.³, valores que pueden ser afectados por el porcentaje de materia orgánica, disminuyendo el límite inferior hasta 1.95 grs./cm.³.

La densidad aparente es la relación existente entre el peso de un volumen dado de suelo seco a la estufa (110-115°C. durante 24 horas) con su arreglo estructural y el volumen de agua desalojada por él. En otras palabras, la densidad aparente es el peso de un volumen dado de suelo en sus condiciones naturales (Guerrero, 18).

La densidad aparente varía de acuerdo al estado de agregación de un suelo. Thompson (33), dice que la densidad aparente de suelos no cultivados varía generalmente entre 1.0 y 1.6 grs./cm.³. En suelos arenosos varía entre 1.2 y 1.8 y en los arcillosos puede llegar hasta 2.0 grs./cm.³. (Lyon y Buckman, 24).

Miller, Turk y Foth (29), aseguran que la densidad aparente es menos constante que la densidad real y es determinada por el estado estructural del suelo; además, este estado está gobernado, en alto grado, por la influencia mutua de la textura y del grado de agregación debido a la materia orgánica. La densidad aparente aumenta mas o menos regularmente con la profundidad, lo cual es debido a la compresión producida por los horizontes superiores y también a la menor granulación. Guerrero (18), dice que el cultivo aumenta el valor de la densidad aparente, al provocar merma en el contenido de la materia orgánica original. Asegura que el estudio de la densidad aparente es importante, tanto por las características físicas que de ella se derivan como por la facilidad en el cálculo del peso de un espesor determina-

do de suelo, que en el caso de la capa arable permite referir en peso el contenido de humus y las sustancias minerales útiles a la planta.

Muchos autores recalcan que el manejo del suelo influye notablemente en la porosidad del mismo.

Así, Thompson (38), anota que se ha comprobado la pérdida del volumen de poros por efecto del cultivo, Baver (4), señala como el principal factor limitante en el desarrollo radicular a la mala aeración, provocada por una porosidad deficiente. Lyon y Buckman (24), aseguran que el volumen de los poros en suelos arcillosos bien manejados se aproxima al 50%, mientras baja al 35% en los arenosos y alcanza el 60% o más en suelos pesados con buen contenido de materia orgánica.

Bradfield, citado por Baver (4), afirma que el porcentaje de espacios porosos en un suelo arcilloso cultivado durante 40 años en el noroeste de Ohio, difiere en un 16 a 18% de menos en comparación a un suelo virgen adyacente.

Para Klute y Jacobs, citados por Gómez y Jaramillo (14), el peso de una máquina puede subir significativamente la densidad aparente y bajar el porcentaje de porosidad por la compactación producida. Esta compactación es menor cuando la máquina opera sobre suelo seco que cuando lo hace en un suelo cercano al punto óptimo de humedad.

Mela (27), dice que los suelos arcillosos presentan considerable porosidad debido al gran número de gránulos que se forman, los cuales, no solo dejan espacios vacíos entre ellos, sino también entre las partículas que los integran, además de la resistencia a la compresión. Caso contrario, el de las arenas cuyo bajo contenido de materia orgánica obliga a íntimo contacto entre las partículas. También debe tenerse en cuenta el factor ponderal, por cuanto a mayor peso de las partículas mayor es la tendencia a unirse hasta ocupar el máximo espacio disponible.

Baver (4), manifiesta que en la práctica, un análisis de la estructura del suelo, orientado hacia la agregación y porosidad, ayuda a evaluar y corregir disturbios en el desarrollo de los vegetales. El medio del suelo, puede ser clasificado como bueno o malo, sobre las características de porosidad, la cual está directamente relacionada con la cantidad y estabilidad de los agregados.

Robinson (33), al referirse a la importancia de la porosidad manifiesta que un alto valor de ésta, es favorable a la aireación y movimiento de agua; es lógico que una estructura granular es la deseable para el crecimiento de las plantas.

PLASTICIDAD.

Joffe (22), define la plasticidad como la resistencia a la rotura o como la susceptibilidad a la deformación sin ruptura, cuando el suelo se humedece y se amasa. Para Baver (4), la plasticidad es la propiedad de la arcilla para absorber agua y formar una masa moldeable que se mantiene después que ha cesado la acción deformadora. No obstante, no solo la arcilla exhibe esta propiedad y así Bodman, citado por Guerrero y Mantilla (19), afirma que aun los suelos arenosos presentan un cierto grado de plasticidad.

Plummer y Dore, citados por Méndez y Moreno (23), manifiestan que una muestra de arcilla con exceso de agua opera como un líquido. Al evaporarse una determinada cantidad de agua, adquiere un estado de plasticidad por el cual pierde su forma al aplicarle una fuerza y acoge una forma nueva que permanece.

Atterberg, citado por Adamés y Levy (1), encontró que la plasticidad está afectada por la naturaleza mineral del suelo, composición química de los coloides y por iones intercambiables. El material coloidal actúa como lubricante entre las partículas gruesas y disminuye su fricción.

Según Baver (4), suelos con menos del 20% de partículas meno-

res de 0.005 mm. de diámetro no exhiben plasticidad; lo mismo ocurre con suelos que contienen menos del 15% de arcillas.

Bodman, citado por Méndez y Moreno (28), reporta que en la -- plasticidad tienen gran influencia el tamaño, la forma y la constitución de las partículas; las partículas gruesas no presentan plasticidad, propiedad que se incrementa con las partículas pequeñas.

Atterberg, citado por Baver (4), demostró que la plasticidad es una función de la superficie y del grado de contacto por superficie. Por tal motivo, la materia orgánica aumenta esa propiedad, como resultado de una mayor superficie de exposición. Comenta que la plasticidad abarca tres características de tipo constante. Sugiere los límites siguientes que se expresan en porcentajes de humedad:

- Límite plástico superior, el contenido de humedad hace que el suelo se escurra bajo una fuerza aplicada.
- Límite plástico inferior, el contenido de humedad hace que el suelo pueda amasarse en tiras.
- Número de plasticidad o índice, es la diferencia entre los límites anteriores.

Robinson, citado por Méndez y Moreno (28), anota que los suelos arenosos tienen un índice que va de 0 a 5% de humedad; los limos y arcillas pueden tener un índice plástico superior entre 30 y 100%. Las arcillas con alto contenido de materia orgánica tienen un índice de plasticidad más elevado.

Para Jiménez (21), la utilidad práctica de los límites de plasticidad deriva de la acumulación de muchas determinaciones que son suficientes para conocer el tipo de suelo y sus propiedades. Además, Russell, citado por Baver (4), ha establecido que las constantes de plasticidad son índice satisfactorio de la consistencia del suelo y del grado de acumulación de arcillas en el perfil del suelo.

CONSTANTES DE HUMEDAD.

La importancia del agua en el suelo es evidente: tanto en los procesos de edafización del suelo, como desde el punto de vista exclusivamente agrícola. Es por eso que sin ella, no habría suelo y aun si existe éste, sin agua la producción sería nula.

El estudio de la humedad del suelo comprende la forma como el agua es retenida, su movimiento y los niveles óptimos para el desarrollo vegetal (Kramer, 23).

Para Robinson (33), del agua que penetra al suelo, parte es almacenada en los espacios porosos y parte se percola a través del perfil del suelo. La textura condiciona la capacidad de retención y es así como un suelo arcilloso con una humedad del 10% aparentemente se presenta seco, mientras que un arenoso con el mismo contenido puede aparecer húmedo. Hyron (7), comenta sobre el hecho del crecimiento normal de una planta en un suelo arenoso con un 5% de humedad, y en cambio, la misma planta en un suelo arcilloso con un 30%, puede cesar su fisiologismo.

Para realizar un estudio metódico del agua del suelo, es necesario el conocimiento de los estados en que puede presentarse este elemento y en general, la dinámica del suelo.

La generalidad de los autores coinciden en clasificar los estados de humedad del suelo en los siguientes:

- Agua de constitución, constituyente de los cristales o partículas de arcilla, cuya unión es tan fuerte que solo hay cesión a temperaturas diez o más veces superiores a las registradas en la naturaleza, lo cual demuestra que su papel es nulo en la dinámica del suelo (Mela, 27).
- Agua higroscópica, retenida por la fuerza de absorción del suelo. Este contenido de humedad varía, no solo con las con

diciones del suelo, sino también en relación a la temperatura y la humedad atmosférica (González, 15).

- Agua capilar, es el contenido de humedad del suelo retenido por acción de la tensión superficial de los microporos. Constituye la solución del suelo, es decir, es responsable de disolución de nutrientes, es la fase aprovechable (González, 15).
- Agua gravitacional, es el agua libre que escapa a la fuerza de la gravedad y por tanto no puede ser retenida por el suelo. Constituye el agua de percolación y lixiviación y su movimiento ocurre por los macroporos (Guerrero, 18).

Para expresar las relaciones de agua en el suelo, en términos de energía libre, se utiliza la escala de pF; Schofield, citado por-Baver (4), simplificó el concepto de las relaciones de energía entre el agua y el suelo con la idea de utilizar el logaritmo del potencial capilar, pF, para expresar la energía con la cual, el agua es retenida por el suelo. El potencial capilar, es una expresión simple de la energía necesaria para producir una succión dada, en términos logaritmo, - de la altura en centímetros de una columna de agua (Lyon y Buckman, - 24).

En la curva de pF de un suelo se ha establecido los siguientes puntos de equilibrio o puntos críticos:

- Coeficiente higroscópico. Según González (15), es la cantidad de agua que puede absorber un suelo cuando se encuentra en un medio de humedad relativa conocida. El agua está retenida a un pF de 4.5 que equivale a 31 atmósferas de fuerza. Los más altos valores de humedad higroscópica son considerados para suelos con alto contenido de materia orgánica y ricos en sesquióxidos (Robinson, 33).

- Punto de marchitamiento. Es el porcentaje de humedad retenido por el suelo cuando las plantas se marchitan permanentemente, o sea, cuando las hojas no se recuperan en una atmósfera saturada, sin adicionar agua al suelo (Adamés y Levy, -1). González (15), añade que es la cantidad mínima de agua que retiene un suelo con la fuerza necesaria para impedir que la planta la tome. Está a un pF de 4.2, equivalente a -15 atmósferas.
- Humedad equivalente. Este concepto fue introducido por Brigs y McLane y es más teórico que real por estar limitada su obtención a determinadas condiciones. Se define como el porcentaje de agua que se extrae de un suelo suficientemente húmedo sometido a una fuerza centrífuga mil veces mayor que la de la gravedad. Está a un pF de 2.7 equivalente a menos de una atmósfera. La humedad equivalente está bastante cercana a la capacidad de campo en ciertos suelos pesados, pero no en suelos livianos (Malherbe, 26). Según Veihmeyer, citado por Gómez y Jaramillo (14), cuando el valor de la humedad equivalente supera el 14% de humedad, está muy relacionada con la capacidad de campo.
- Capacidad de campo. Es la capacidad que tiene un suelo de almacenar agua en condiciones de campo, excluyendo el agua de percolación (Silva et al, 36). Para González (15), es el contenido de agua que puede retener el suelo contra una fuerza igual a la gravedad. Está a un pF de 2.54, equivalente a un tercio de atmósfera. Los suelos pesados poseen, en general, una elevada capacidad de retención de humedad; lo mismo aquellos ricos en materia orgánica. Esta característica está influida en alto grado por la estructura, la cual es dada, principalmente, por el manejo que se le da al suelo (Lyon y Buckman, 24).
- Punto de saturación o máxima capacidad de retención. Albarreda (2), lo estima como la mayor cantidad de agua que pue-

de almacenar el suelo escurrido, o sea frente a la fuerza de la gravedad, luego de libre drenaje por espacio de media hora. Para González (15), es el estado en que todos los espacios porosos están ocupados por el agua. Está a un pF entre 1.0 y 0, equivalente a 1/100 y 1/1000 atmósferas respectivamente.

La cantidad de agua aprovechable de un suelo es aquella que está comprendida entre el punto de marchitamiento y la capacidad de campo. Sin embargo Gordon (16), anota que muchas de nuestras plantas-corrientes de cultivo anual, para ellas, la zona óptima de humedad aprovechable aparece entre la capacidad de campo del terreno y un nivel mucho más alto que el coeficiente de marchitez.

MATERIA ORGÁNICA.

La materia orgánica es aquello que diferencia un suelo de una roca. Esta definición dada por Jackson, citado por Arias (3), anota la importancia de este coloide que a pesar de encontrarse en cantidades relativamente pequeñas, es constituyente necesario en el suelo agrícola. Kononova, citado por Blasco (5), dice: "La fracción orgánica del suelo, consiste en un complejo dinámico gobernado por la continuación de residuos orgánicos de de origen vegetal y animal en el -- admisión de residuos orgánicos de de origen vegetal y animal en el -- suelo y su continua transformación principalmente por acción de factores biológicos y, en alguna medida, de factores químicos y físicos".

La materia orgánica en el suelo, sufre por una parte, mineralización más o menos rápida con lo cual origina productos minerales -- y gaseosos tales como amoníaco, sulfatos, dióxido de carbono, etc., y por otra parte, a través de la humificación una serie de sustancias -- coloidales complejas, de composición no claramente conocida. Estos -- compuestos húmicos son bastante estables y resistentes a la descomposición biológica (Blasco, 5).

Lyon y Buckman (24), manifiesta que la cantidad de materia orgánica, presente en los suelos es pequeña, representa solo el 4% en -- suelos minerales, lo cual parece restarle importancia en comparación-

con el 96% de materiales restantes, sin embargo, la materia orgánica es muy importante y necesaria en la formación del suelo. Weir, citado por Méndez y Moreno (28), dice que la materia orgánica es de suma importancia en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: promueve la agregación de las partículas, incrementa la capacidad de retención de agua y forma un medio más apropiado; además, constituye una fuente de energía para los microorganismos y de nutrientes para las plantas.

Blasco (5), comenta que cuanto más alto sea el contenido de materia orgánica en un suelo, mayor será su poder de amortiguación es decir, mayor la resistencia a cambiar de pH, así como también, mayor será su capacidad de absorción, y se requiere, entonces, mayor cantidad de cal para variar los valores de acidez del suelo.

Gordón (16), afirma que la mayor parte de nitrógeno, fósforo y azufre presente en el suelo, está combinada con la materia orgánica; por tanto, a medida que empieza a faltar, estos elementos, esenciales para el desarrollo de las plantas, se hacen críticos.

Kramer (23), compara la materia orgánica con las arcillas, en aspectos como el coloidal y la superficie de exposición; anota que la mayor actividad física y química de la materia orgánica, se refleja en cuanto incrementa la capacidad de retención de humedad en suelos arenosos y la aireación en los arcillosos.

Existe una gran relación entre la materia orgánica y la agregación en suelos con menos del 25% de arcillas; a contenido de arcilla cercano al 35%, la correlación es significativa pero no muy acentuada. La materia orgánica conduce a la formación de agregados de mayor tamaño y con las arcillas, parece ser responsable de gran parte de la agregación de los suelos (Baver, 4). Weir, citado por Méndez y Moreno (28), reporta que en suelos con alto contenido de arena, la materia orgánica es el principal factor de agregación, este efecto es menos marcado por ser muy alta la capacidad de absorción de humedad. Además,

Klute y Jacobs, citados por Arias (3), afirman que la proporción de agregados estables al agua, se incrementa en condiciones de adecuado contenido de materia orgánica.

La ausencia de materia orgánica produciría el estancamiento de toda actividad biológica en el suelo, por ser la principal fuente de energía para los microorganismos. El proceso de erosión es el causante de la remoción de las partículas más finas del suelo y de materia orgánica, con lo cual la fertilidad del suelo decrece enormemente. Las pérdidas son evaluadas sobre el efecto de la erosión en las características físicas y químicas del suelo.

El contenido de materia orgánica varía con la profundidad del perfil. Alexander, citado por Arias (3), dice que la profundidad del perfil incide en la descomposición de la materia orgánica, al tener en cuenta que el hábitat óptimo de los microorganismos es la capa superior; a medida que aumenta la profundidad, disminuye la población microbiana y por ello, la posibilidad de degradación.

Por lo anterior, Jackson, citado por Arias (3), explica la importancia de la materia orgánica del suelo en el uso, manejo y aprovechamiento del mismo. Su conocimiento desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo se hace necesario al efectuar el avalúo agrológico de cualquier región.

"En consecuencia, la aportación de materia orgánica al suelo es indispensable para: que el suelo adquiera la estructura adecuada para lograr buenas cosechas; se realice la aportación energética necesaria al desarrollo de los fenómenos biológicos; incrementar la población microbiana; aportar cantidades considerables de elementos nutricios".

III. MATERIALES Y METODOS

Para la realización del presente trabajo, se escogió las zonas de mayor importancia agrícola en el Municipio de Pasto. En ellas se hizo descripción de perfiles para luego seleccionar los más representativos para cada una. Se localizó adecuadamente el sitio de cada muestreo y se complementó con datos útiles del lugar. (Véase Apendice)

Se analizó suelos de las siguientes zona:

NOMBRE DEL SECTOR	NUMERO DE LA MUESTRA
Anganoy	11
Aranda	9
Botana	14
Cabrera	5
Catambuco	3-4
Cujacal	7-8
Gualmatán	18
Jenoy	17
Jongobito	16
La Laguna	1-2
Mapachico	12-15
Obonuco	10
Pejendino	6
Tablazo	13

(Véase figuras Nos. 1 y 2)

Se tomó aproximadamente 2 Kgms. de suelo por muestra, de cada capa (1a. y 2a.), de tal manera que incluyera suelo de las diversas profundidades. Las muestras se secaron al aire, se molieron y tamizaron. Se conservó agregados representativos o inalterados para la determinación de la densidad aparente y la estabilidad de los agregados al agua.

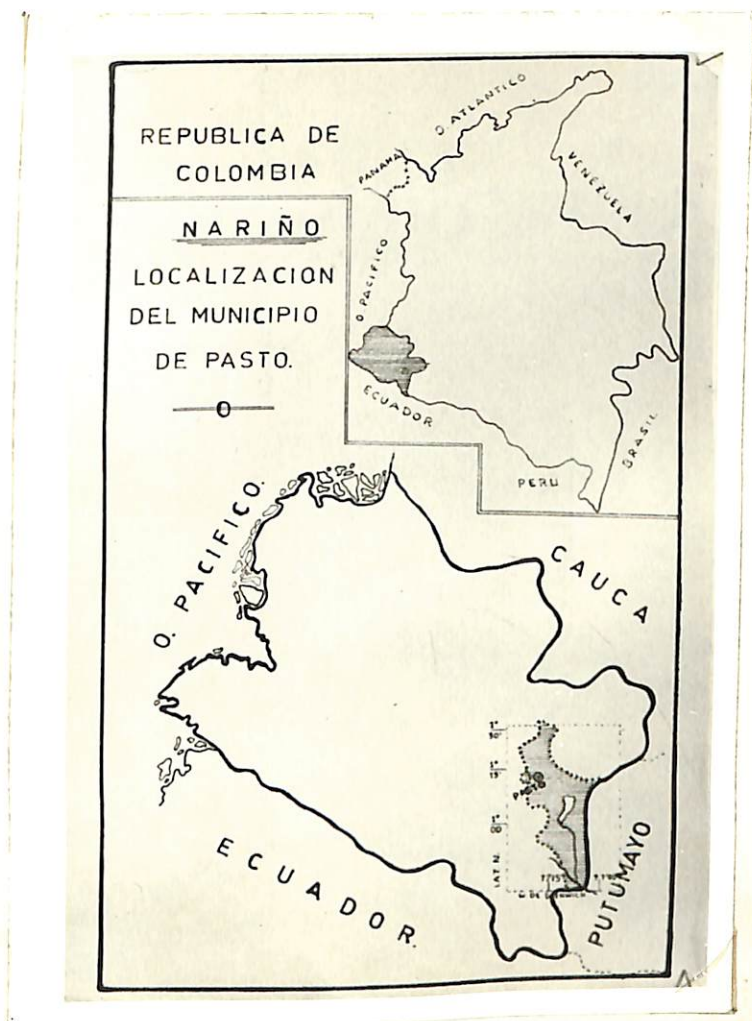


Figura No. 1 Localización del Municipio de Pasto en el Departamento de Nariño, Colombia.

Fotocopia: Estudios AGOR.

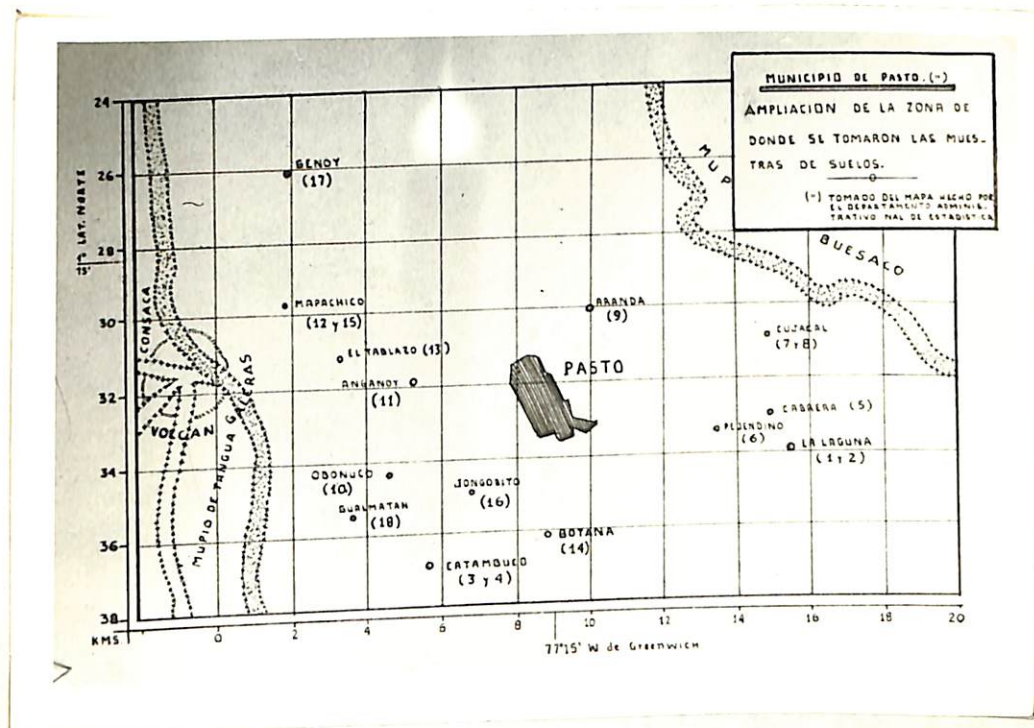


Figura No. 2 Municipio de Pasto, ampliación de la zona de muestreo.

Fotocopia: Estudios AGOR.

Los análisis de las diferentes propiedades físicas, materia orgánica y pH se efectuaron en los laboratorios de suelos del Instituto Tecnológico Agrícola (Universidad de Nariño) y de la facultad de Agronomía de Palmira (Universidad Nacional).

Los métodos de análisis fueron los siguientes:

TEXTURA.

Se empleó el método de laboratorio conocido como el del Hidrómetro de Bouyucos (Silva, 36).

ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA.

Se siguió la técnica descrita originalmente por Tiulín y modificada por Yoder (40); se utilizó el aparato diseñado por Woodruff y adaptado por Guerrero y Mantilla (19), y Méndez y Moreno (28). (Véase figura No 3).

El procedimiento empleado para el tamizado fue el de humedecimiento previo sin restar partículas primarias, recomendado por Franco (13), por considerar que los suelos en el campo están sujetos a humedades fuertes durante la época de lluvias; este método parece indicar los valores más aceptables y además, las partículas primarias forman parte importante de los agregados del suelo.

POROSIDAD.

Se calculó en base a las densidades real y aparente. Esta se determinó por el método de la Parafina y aquélla por el método del Pícnómetro, descritos por Guerrero (18).

$$\% \text{ POROSIDAD TOTAL} = 1 - \frac{\text{Densidad Aparente}}{\text{Densidad Real}} \times 100$$

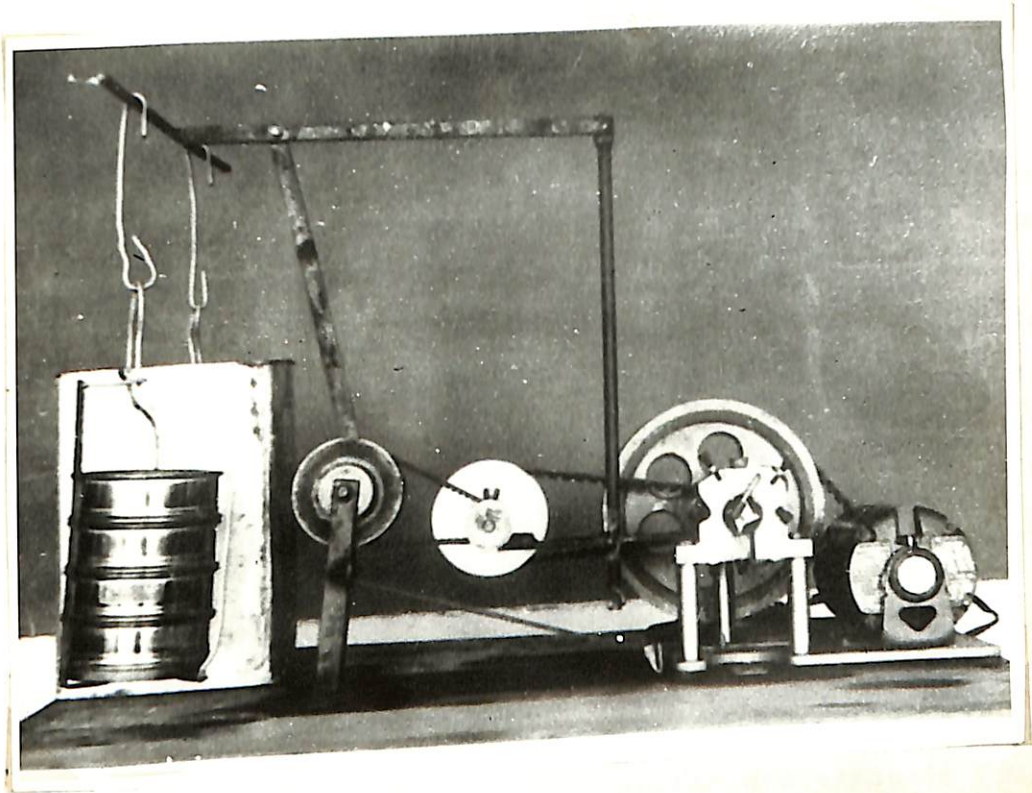


Figura No 3 Aparato para determinar la estabilidad
de los agregados al agua.

(Fotografía: Facultad de Agronomía de Palmira)

PLASTICIDAD.

Las determinaciones de los límites superior e inferior y el Índice de plasticidad. Para el límite superior se siguió el método de Bodman y Tamache, citados por Adamés y Levy (1), mediante el empleo del aparato de Casagrande (Véase figura No. 4).

Se pesaron 50 gramos de suelo seco al aire. Se los colocó en una cápsula de porcelana para luego agregar agua y agitar con una espátula hasta observar que el suelo presente condiciones de plasticidad. La pasta así obtenida, se colocó en el aparato de Casagrande y se le hizo una incisión trapezoidal, para someterla luego a diez golpes sucesivos. Cuando los bordes de la base de la incisión se unieron después de esos golpes, se consideró que el suelo estaba en el límite plástico superior y se procedió a determinar el porcentaje de humedad en base seca.

Para el límite plástico inferior se siguió el método manual - citado por Baver (4), y seguido por Adamés y Levy (1). A 20 gramos de suelo seco al aire, se agregó agua hasta lograr que tiras de 2mm. de diámetro se rompieran en trozos de 1.1 a 1.4 cms. de longitud, para determinar luego, el contenido de humedad en base seca.

El Índice de plasticidad se obtuvo por la diferencia, entre los contenidos de humedad de los límites superior e inferior.

CONSTANTES DE HUMEDAD.

Se determinó los siguientes puntos de equilibrio:

Coefficiente de humedad higroscópica.- Para su determinación se siguió el método descrito por Guerrero (18).

Coefficiente de marchitez.- Se siguió el método denominado de los platos de presión, descrito por Guerrero (18) (Véase figuras Nos. 5 y 6). Se tomó aproximadamente 25 gramos de suelo seco al aire-



Figura No. 4 Determinación del límite plástico superior

1. Aparato de Casagrande.
2. Implemento para corte trapezoidal
3. Espátula y recipiente para agua.

(Fotografía: Facultad de Agronomía de Palmira)

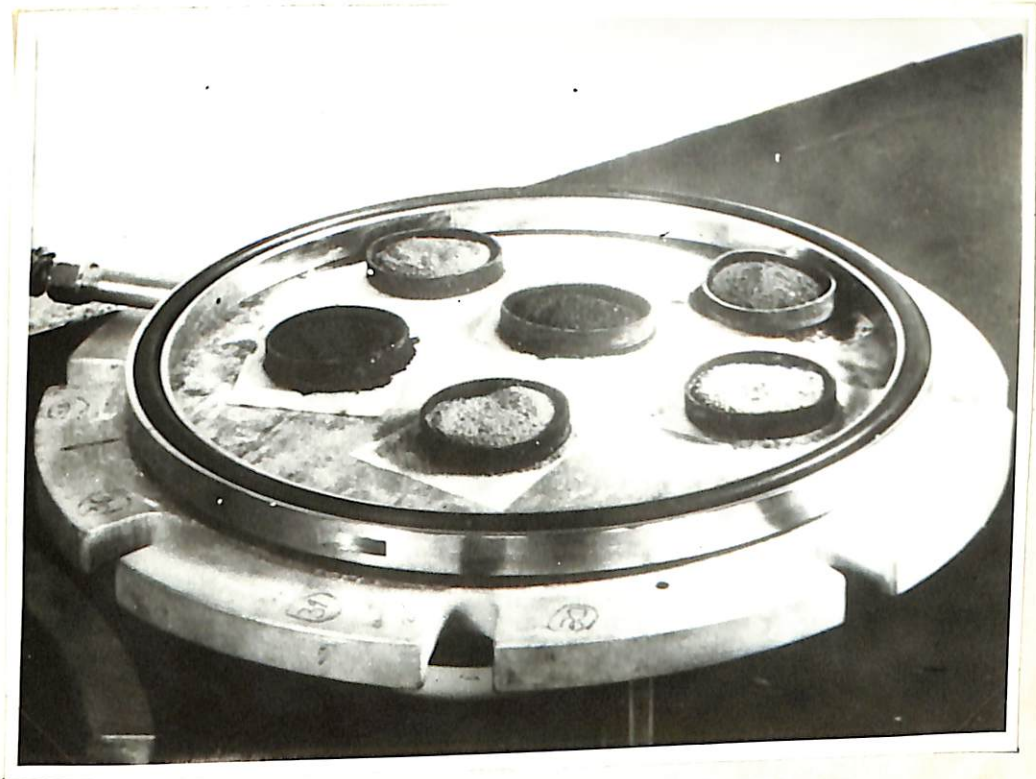


Figura No. 5 Parte del plat de presión que muestra la forma como se coloca la muestra de suelo.

(Fotografía: Facultad Agronomía Palmira).

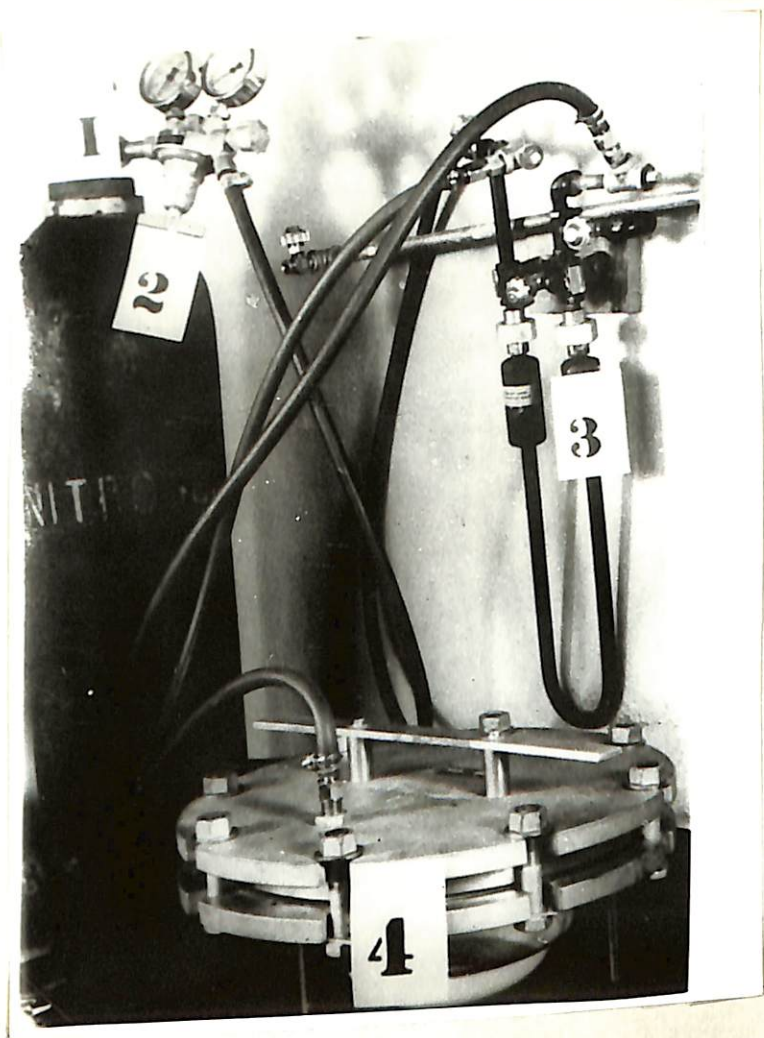


Figura No 6 Instalación para determinar el punto de marchitamiento a 15 atmósferas de presión.

1. Cilindro de Nitrógeno.
2. Manómetros reguladores de la presión.
3. "U" que suministra la presión adicional.
4. Plato de presión.

(Fotografía: Facultad Agronomía Palmira).

que se colocaron sobre una membrana en anillos de caucho de un centímetro de altura y cinco de diámetro; el conjunto se colocó dentro del plato para someterlo a una presión de 15 atmósferas, durante 48 horas al cabo de las cuales, se tomó el contenido de humedad en base seca.

Capacidad de campo.- Se empleó el método de la Olla de Fre - sión, descrito por González (15). La muestra, aproximadamente 25 gramos, fue sometida a una presión de $1/3$ de atmósfera, durante 48 horas, para determinar, luego el porcentaje de humedad en base seca. (Véase figura No 7).

Punto de saturación o máxima capacidad de retención.- Se siguió el procedimiento empleado por González (15). Se saturó la muestra de suelo, por capilaridad, y se determinó el contenido de humedad en base seca.

El resto de la muestra de suelo, se llevó a la centrífuga a 2.440 r. p. m., durante 30 minutos, después de lo cual se determinó el contenido de agua correspondiente a la Humedad Equivalente. (Véase figura No. 8).

MATERIA ORGANICA.

Para su determinación se siguió el método de Walkley-Black, - descrito por Silva (35).

POTENCIAL HIDROGENO.

Se empleó el método del Potenciómetro, descrito por Muñoz (30), se utilizó una mezcla 1 : 2 suelo agua.



Figura No. 7 Aparato empleado para determinar la capacidad de campo.

1. Olla de presión.
2. Conducto de Nitrógeno.

(Fotografía: Facultad Agronomía Palmira).

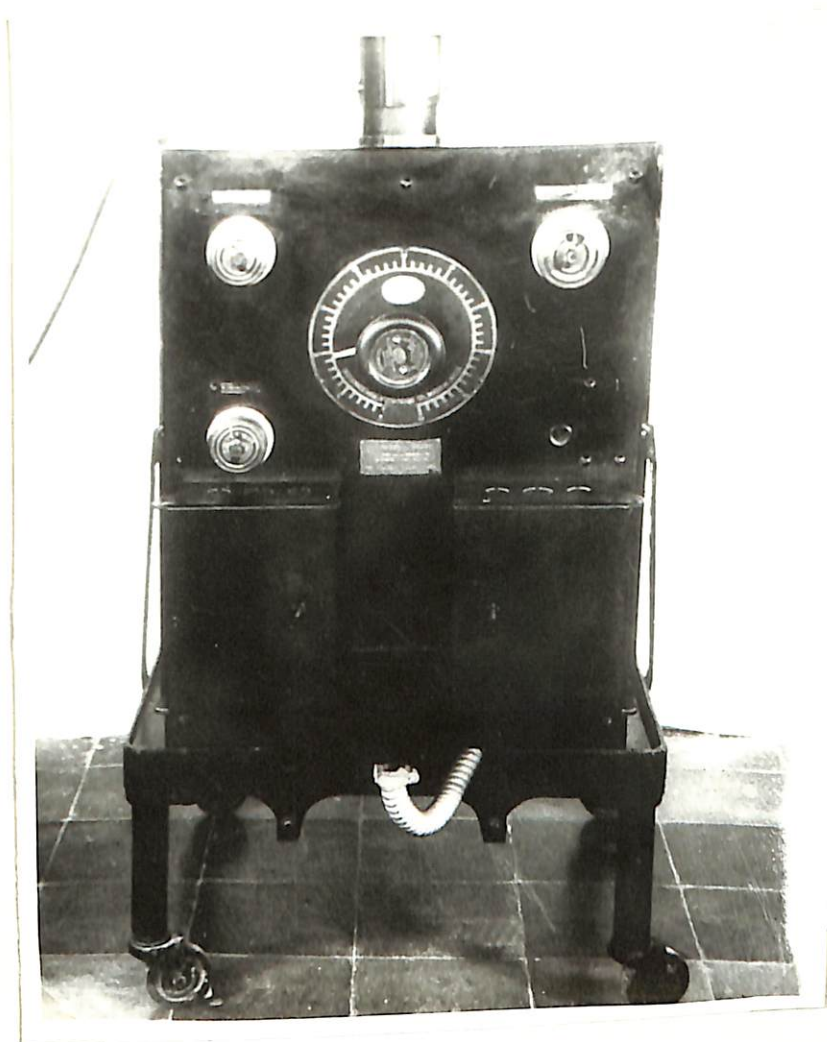


Figura No. 8 Centrífuga utilizada en la determinación de la Humedad Equivalente.

(Fotografía: Facultad Agronomía Palmira).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

GENERALIDADES.

La región estudiada está ubicada en las cercanías del volcán-Galeras y sus suelos muestran la influencia de los materiales volcánicos depositados por las explosiones:

- Grado de diferenciación de horizontes bajo.
- Horizontes superiores de colores oscuros, ricos en materia orgánica y en general, profundos.
- Consistencia que varía de friable a suelta.
- Texturas medias en especial en el horizonte superior.
- Bien estructurados.
- pH., entre 5.50 y 6.30

De las características observadas en el campo y de los análisis de laboratorio, se puede concluir con Guerrero (17), que existe la evidencia que estos suelos pueden clasificarse como Andosoles o Andepts (de acuerdo a la 7a. aproximación).

Por otra parte, las buenas condiciones físicas de estos suelos han permitido su explotación intensiva, por muchos años, bajo fertilización inadecuada. Se debe tener en cuenta que las periódicas adiciones de materiales volcánicos han "rejuvenecido" estos suelos con el consiguiente enriquecimiento de nutrientes, en especial Potasio, los cuales permanecen al no sufrir excesivo lavado por las lluvias.

Los resultados de las diferentes propiedades físicas estudiadas, materia orgánica y pH, aparecen en las tablas II y III, primera y segunda capa respectivamente, al final de este capítulo.

TEXTURA.

Los suelos estudiados presentan una textura media en ambas capas. En la primera existe predominio de la denominación Franco sobre la de Franco Arcilloso, en la proporción 5:1; en cambio, en la segunda capa, la denominación Franco Arcilloso domina sobre la de Franco en la proporción 1.25:1.

En general, los suelos presentan un alto contenido de limo y arena y bajo de arcillas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Parra (31), en suelos andosólicos del Quindío.

La mayoría de los suelos guarda una relación en la proporción de arcillas en las dos capas. El contenido de arcillas, en general es mayor en la segunda capa, lo cual sugiere la posibilidad de iluvación de la fracción arcillosa. Parra (31), encontró en algunos suelos la misma situación, no explicable, por cuanto los suelos andosoles son relativamente jóvenes donde los procesos de pedogénesis no han avanzado al grado de permitir la formación de horizontes ricos en arcilla. Este aspecto lo explica Guerrero (17), al decir que los métodos de análisis mecánicos pueden tener poco significado en suelos de esta naturaleza y sugiere que los datos obtenidos para arcilla son poco confiables cuando han sido obtenidos por métodos comunes.

Al estudiar la influencia del contenido de arcillas sobre las propiedades físicas, no se encontró correlaciones estadísticamente aceptables. Esto, en ningún momento, indica que las arcillas no influyen en las propiedades físicas de los suelos estudiados sino que la materia orgánica, variable de un suelo a otro, enmascara el efecto de las arcillas y por tanto, no permite se manifiesten correlaciones significativas entre éstas y las propiedades físicas.

POROSIDAD.

En términos generales, la densidad real es mayor en la segunda capa, lo cual se debe sin duda a la menor acumulación de materia orgánica.

nica en la segunda capa. El promedio de la densidad real en la primera capa de los suelos fue de 2.42 grs./cm.³, y de 2.48 en la segunda.

Por igual razón, la densidad aparente fue mayor en la segunda capa en relación a la primera. Su promedio, en la primera fue de 1.24 grs./cm.³ y de 1.32 en la segunda.

El promedio de porosidad fue del orden de 49.43% y 45.96% en la primera y segunda capa respectivamente. El porcentaje mayor que correspondió a la primera capa, se debe al mayor contenido de materia orgánica; ésto lo corrobora el haber encontrado una correlación altamente significativa y positiva entre las dos variables. El coeficiente de regresión indica que al incrementar en 1% el contenido de materia orgánica de estos suelos, el porcentaje de porosidad se aumenta en 1.495% (Véase figura No. 9).

PLASTICIDAD.

De los suelos estudiados y según la clasificación establecida por Adamés y Levy (1), en base al índice de plasticidad, se obtuvo los siguientes resultados:

Suelos no plásticos	35.29	con un índice de plasticidad del 14% de humedad.
Suelos ligeramente plásticos ...	26.47%	índice de plasticidad entre 14 y 19% de humedad.
Suelos plásticos	23.53%	índice de plasticidad entre 19 y 24% de humedad.
Suelos muy plásticos	14.70%	índice de plasticidad superior al 24% de humedad.

En la figura No. 10, se puede observar una correlación positiva, altamente significativa entre el porcentaje de materia orgánica y el límite plástico superior, tanto en la primera como en la segunda capas.

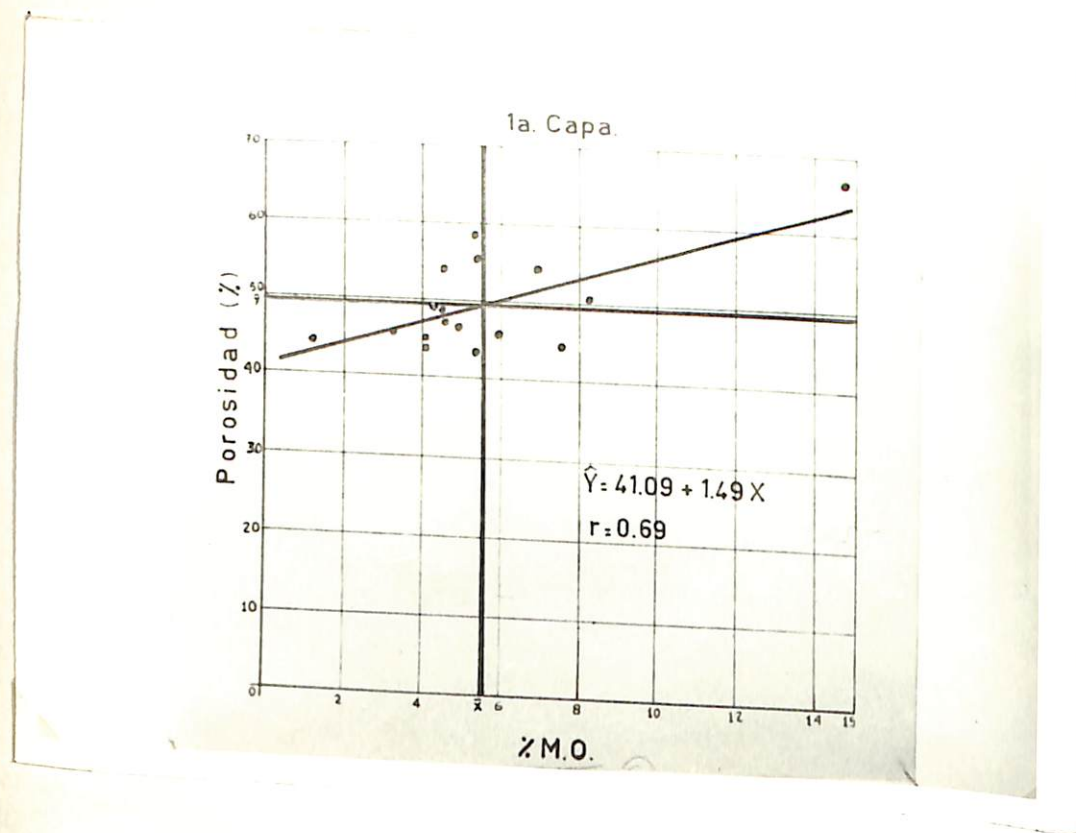


Figura No. 9 Influencia de la materia orgánica sobre la porosidad.

(Fotocopia: Estudios AGOR.)

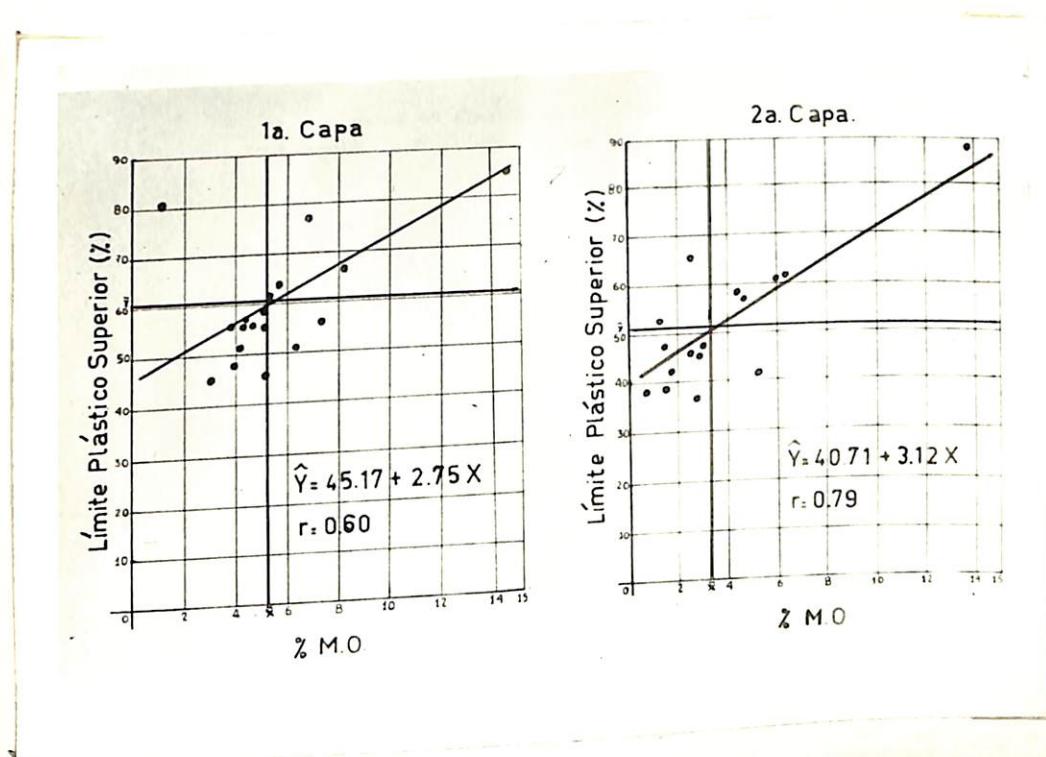


Figura No. 10 Influencia de la materia orgánica en el límite plástico superior.

(Fotocopia: Estudios AGOR.)

Se encontró una correlación negativa significativa entre el contenido de materia orgánica y el límite plástico inferior, en las dos capas (Véase figura No. 11).

La correlación que se obtuvo entre el contenido de materia orgánica y el índice de plasticidad, en la primera capa fue negativa y significativa, lo cual está de acuerdo con la mayoría de los autores. En la segunda capa, la correlación no fue significativa, pero sí conservó el signo negativo. (Véase figura No. 12).

Los resultados obtenidos demuestran que la materia orgánica incrementó el límite plástico superior pero disminuyó el inferior, lo cual está en contra a la literatura, o sea que a mayor contenido de materia orgánica, mayor es la necesidad de agua para que el suelo pase de friable a plástico, o bien, a mayor contenido de materia orgánica mayor límite plástico inferior.

Este aspecto fue revisado minuciosamente, pero siempre se obtuvo el mismo resultado, lo cual trastorna totalmente las correlaciones obtenidas entre la materia orgánica y la plasticidad, las cuales, no son confiables, seguramente debido a las condiciones especialísimas de los suelos volcánicos.

Es de anotar que al suelo No. 17, zona de Jenoy, no fue posible determinarle las constantes de plasticidad en ambas capas, debido seguramente al elevado porcentaje de materia orgánica, que obstaculiza la obtención del límite plástico inferior.

Las constantes de plasticidad o de Atterberg, se pueden considerar como un indicativo práctico con relación al laboreo adecuado de los suelos. Un índice de plasticidad reducido indica que el suelo se puede trabajar cerca del límite plástico inferior, sin peligro de amazamiento. Por el contrario, si el índice de plasticidad es amplio, al laborar el suelo cerca al límite plástico inferior, es posible provocar amazamiento del mismo.

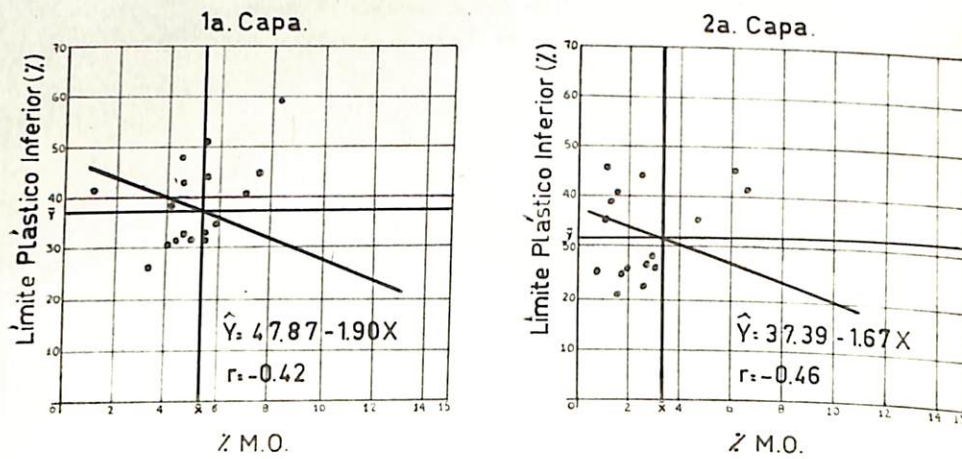


Figura No. 11 Influencia de la materia organica sobre el limite plástico inferior.

(Fotocopia: Estudio AGOR).

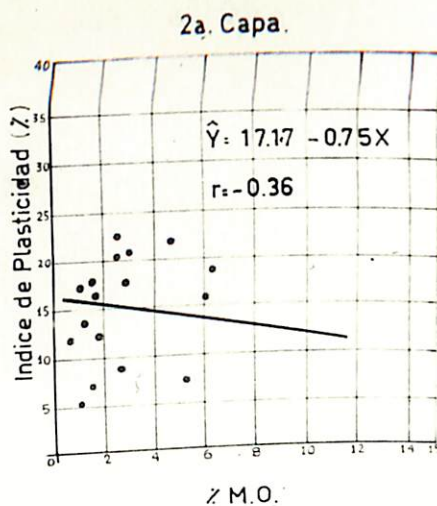
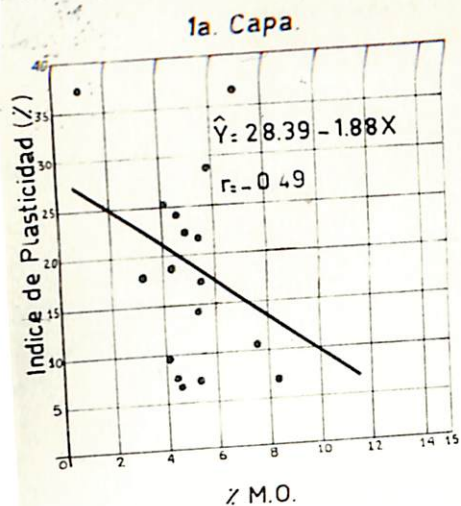


Figura No.12 Influencia de la materia orgánica sobre el índice de plasticidad.

(Fotocopia: Estudios AGOR.)

ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA.

En general, los suelos estudiados presentan un alto índice de estabilidad; se obtuvo porcentajes hasta del 92% para los agregados mayores de 2 mm., de diámetro, como se observa en la tabla de resultados en la columna correspondiente.

En la figura No. 13 se aprecia la influencia de la materia orgánica en la formación de agregados mayores de 2mm., de diámetro. A pesar de no haberse obtenido una correlación significativa, el signo es positivo en ambas capas. En la primera, por un aumento del 1% en la materia orgánica, los agregados estables al agua de diámetro mayor de 2 mm., se incrementan en 0.485% y en 1.44% en la segunda capa.

Es importante anotar que si no es la materia orgánica la que influye en la estabilidad de los agregados al agua, en forma significativa, ella puede deberse a las siguientes causas:

- Los óxidos deshidratados de hierro y aluminio en suelos tropicales, pueden favorecer la agregación. El hierro libre actúa, comúnmente, como cementante.
- El suelo cuando no ha sido cultivado, presenta altos porcentajes de estabilidad al agua.
- El amoníaco en los suelos incrementa la agregación y la estabilidad.
- Otros productos tales como silicatos de sodio, el carbonato de calcio y el óxido de magnesio, son de relativa importancia en la formación de agregados estables al agua.
- La relación entre la estabilidad de los agregados al agua y el pH de los suelos es inversa.

El grado de agregación no debe tomarse como norma para apreciar el tipo de estructura de un suelo, pero sí es un indicativo de buenas condiciones físicas: aireación, retención de humedad, etc..

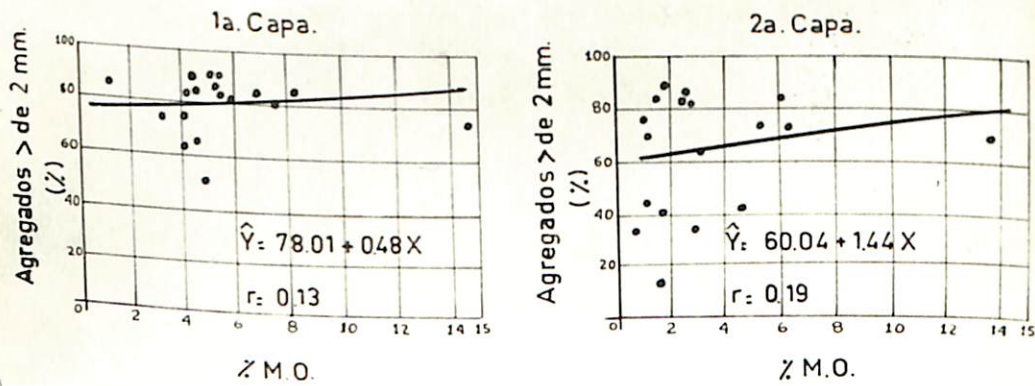


Figura No. 13 Influencia de la materia orgánica sobre la estabilidad de los agregados al agua.

(Fotocopia: Estudios AGOR).

CONSTANTES DE HUMEDAD.

El agente que más influye sobre las constantes de humedad de los suelos estudiados fue la materia orgánica.

Se obtuvo una correlación positiva, altamente significativa entre los porcentajes de materia orgánica y los porcentajes de humedad en el punto de máxima capacidad de retención, en ambas capas. El coeficiente de regresión indica que por un aumento del 1% de materia orgánica, la capacidad de retención, se incrementa en 2.21% en la primera capa y en 2.86% en la segunda. (Véase figura No. 14).

El análisis de la regresión efectuado entre la materia orgánica y la capacidad de campo, mostró una correlación positiva, altamente significativa en ambas capas como lo demuestra la gráfica de la figura No. 15, en la cual se observa que la materia orgánica retiene 2.66 y 2.69 veces su peso en agua a la capacidad de campo, en las dos capas respectivamente.

Igualmente se encontró una correlación positiva, altamente significativa entre los contenidos de materia orgánica y la humedad equivalente. (Véase figura No. 16).

La gráfica de la figura No. 17, indica que hubo una correlación positiva, altamente significativa entre la humedad equivalente y la capacidad de campo en las dos capas. Como puede apreciarse, la capacidad de campo fue ligeramente mayor a la humedad equivalente.

El punto de marchitamiento, también está influenciado en alto grado por la materia orgánica. Se obtuvo una correlación positiva, altamente significativa entre las dos variables. (Véase figura No. 18).

Se estudió la correlación entre los coeficientes higroscópicos obtenidos por los dos métodos, (suelo seco al aire y suelo colocado en una atmósfera de humedad relativa conocida, H_2SO_4), y se encontró que están altamente relacionados en forma positiva (Véase figura No. 19)

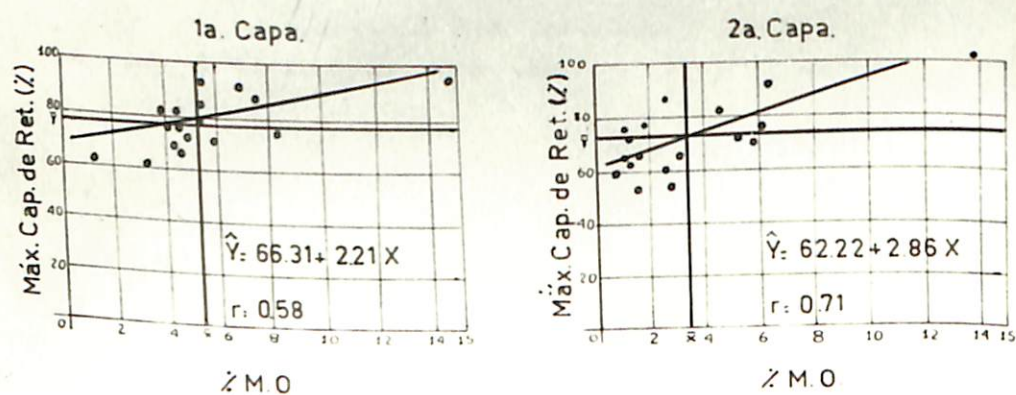


Figura No. 14 Influencia de la materia orgánica sobre la máxima capacidad de retención.

(Fotocopia: Estudios AGOR).

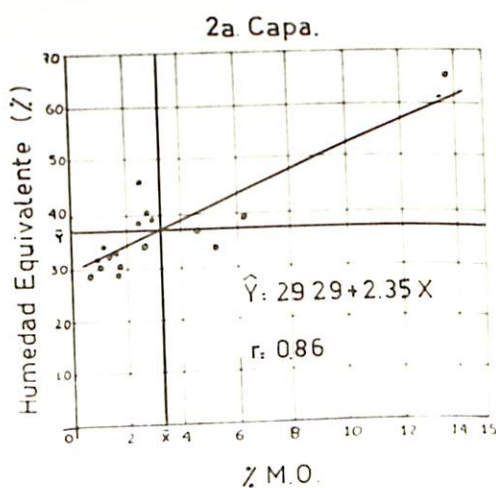
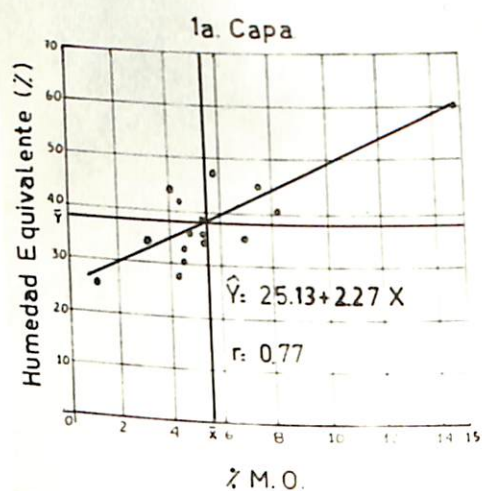


Figura No. 16 Influencia de la materia orgánica sobre la humedad equivalente.

(Fotocopia: Estudios AGOR).

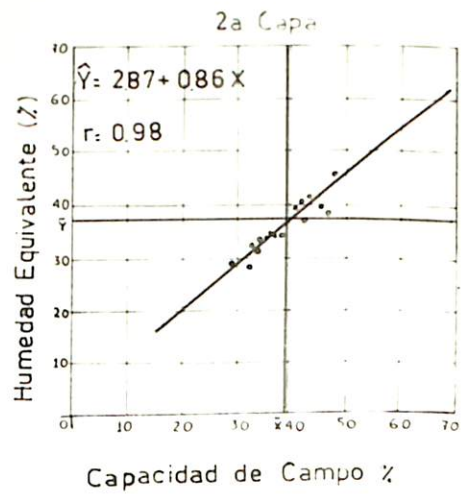
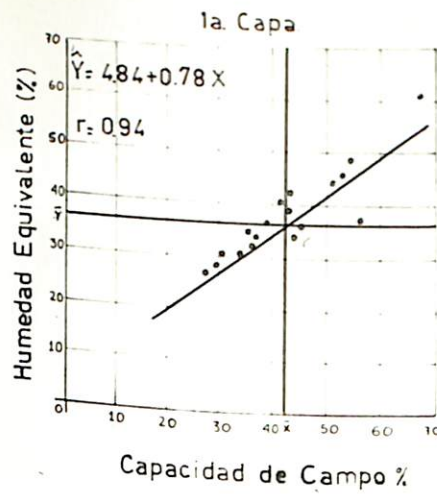


Figura No. 17 Relación entre la capacidad de campo y la humedad equivalente.

(Fotocopia: Estudios AGOR).

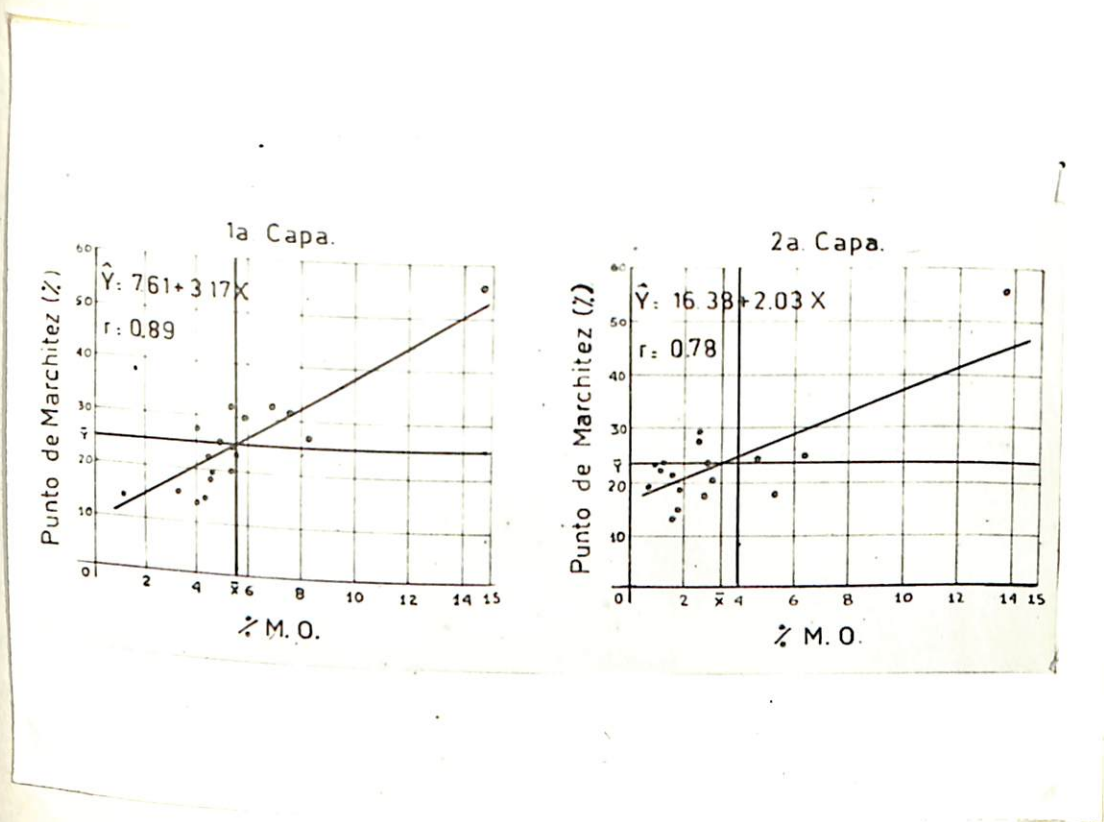


Figura No. 18 Influencia de la materia orgánica sobre el punto de marchitamiento.

(Fotocopia: Estudios AGOR).

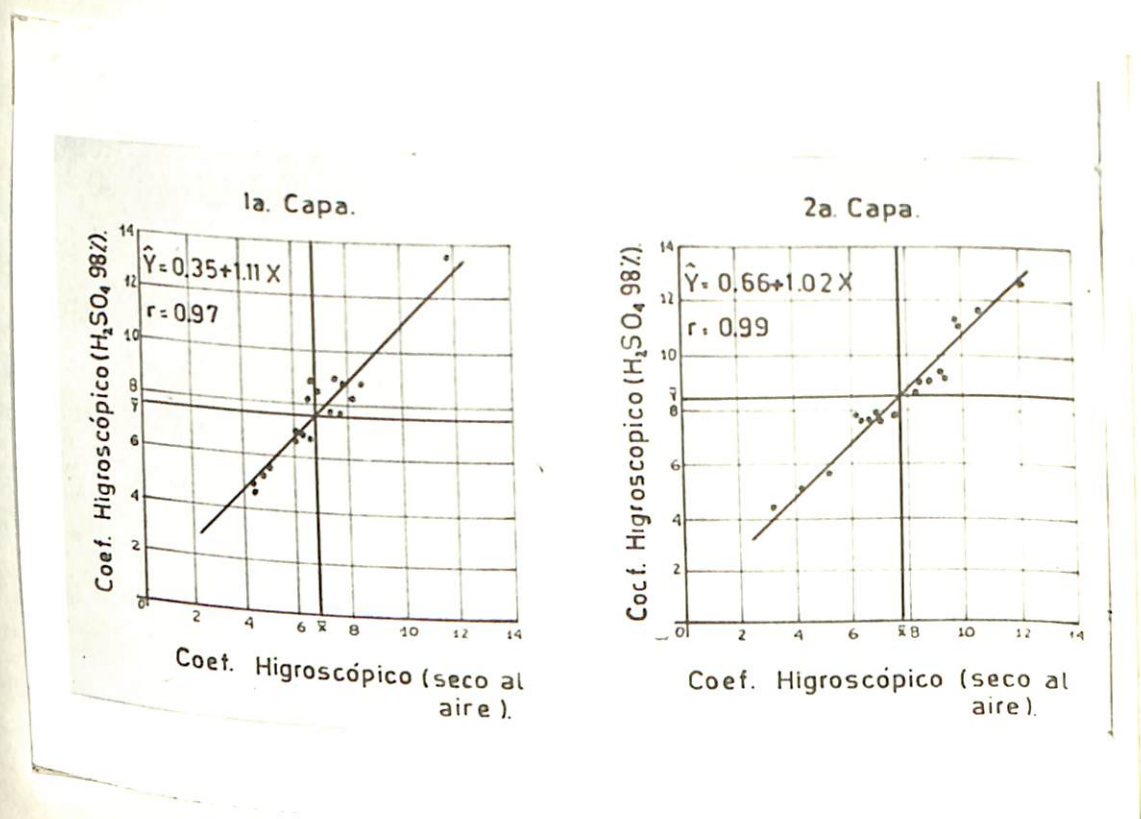


Figura No. 19 Relación entre el coeficiente higroscópico (seco al aire) y el coeficiente higroscópico (H_2SO_4 , 98%).

(Fotocopia: Estudios AGOR).

La materia orgánica incrementó la capacidad de campo y el punto de marchitamiento, la diferencia entre estos dos valores o sea, el agua aprovechable, no debe mostrar correlación con la materia orgánica como en realidad no la hubo, para la primera capa. Lo normal es que la materia orgánica, en cantidades apreciables, no influya sobre el agua aprovechable, al incrementar en forma positiva e igual, la capacidad de campo y el punto de marchitamiento. La diferencia de los dos valores tiende a permanecer constante, como puede observarse en las tablas de resultados.

En la segunda capa, la correlación obtenida es positiva y altamente significativa, lo cual indica que la materia orgánica influye en forma cuantitativa y diferente sobre la capacidad de campo y el punto de marchitez. Es decir, lo más probable es que a mayor materia orgánica, los incrementos sobre la capacidad de campo sean mayores que sobre el punto de marchitamiento y por ello, el agua aprovechable se haga mayor al aumentar la materia orgánica. Seguramente, el menor contenido de materia orgánica, en la segunda capa, es la razón para haber encontrado correlación significativa. (Véase figura No. 20).

MATERIA ORGANICA.

La materia orgánica juega un papel muy importante en las diferentes propiedades físicas estudiadas en el presente trabajo. Hay una estrecha relación entre ella y las constantes de humedad. La relación de materia orgánica y textura, en condiciones normales, conlleva a una mejor estructuración del suelo, de tal forma que los suelos estudiados están en condiciones adecuadas de aireación y drenajes, con pocas excepciones.

La influencia de la materia orgánica en las diferentes propiedades físicas puede observarse en las gráficas Nos. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20.

pH.

La relación encontrada entre pH y materia orgánica es inversa en cuanto a potencial hidrógeno y directa en cuanto a acidez (Figura 21)

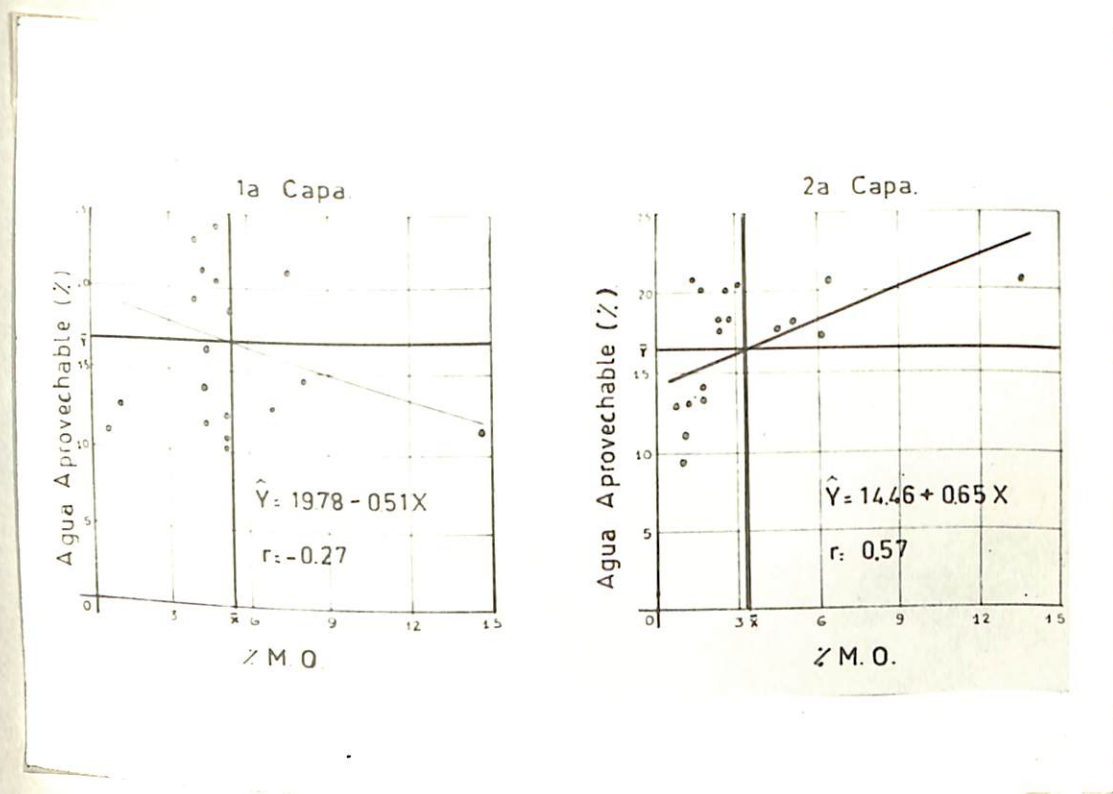


Figura No. 20 Influencia de la materia orgánica sobre el contenido de agua aprovechable.

(Fotocopia: Estudios AGOR)

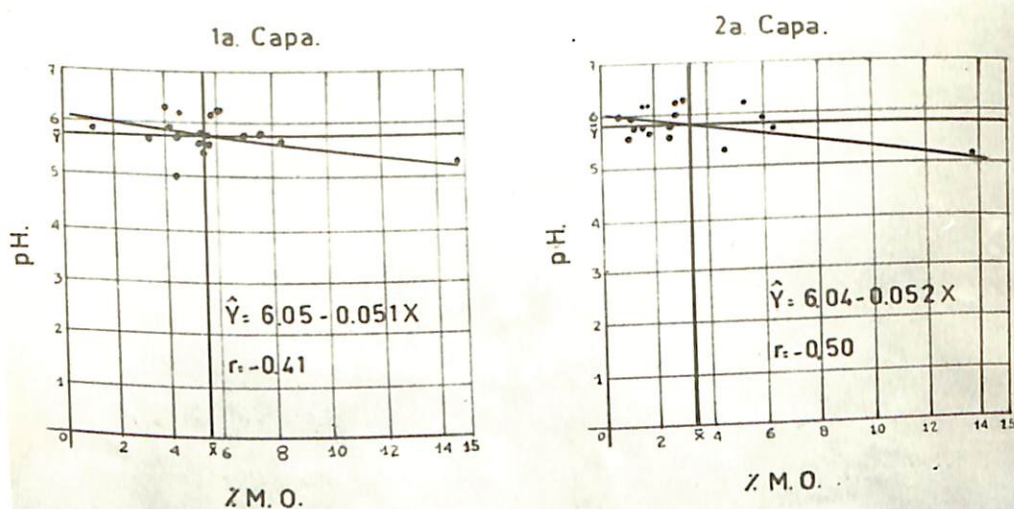


figura No. 21 Influencia de la materia orgánica sobre el pH de los suelos.

(Fotocopia: Estudios AGOR).

TABLA II: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS (1ª CAPA)

ANÁLISIS TEXTURAL										ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA										POROSIDAD										PLASTICIDAD										CONSTANTES DE HUMEDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ORDEN	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	PROPIEDAD	VALOR</

TABLA III: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS (2ª CAPA)

TABLA III: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS																								
FOLIO	PERIODO DE MUESTREO	MUESTRA	P	ANALISIS TEXTURAL			ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA						POROSIDAD			PLASTICIDAD			CONSTANTES DE HUMEDAD					
				AREA	LONG.	ANCHO	NOMBRE	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA	AREA DE MUESTRA			
1	24-72	1.89	5.70	38.26	45.00	16.73	FRANCO	86.90	0.28	0.16	0.12	12.54	2.41	1.16	51.95	40.00	26.78	13.22	11.24	9.72	18.75	30.24	32.39	78.85
2	30-93	1.29	5.80	35.86	41.80	22.33	FRANCO	71.56	10.66	4.08	1.56	12.14	2.74	1.27	53.72	53.31	39.02	14.29	11.85	10.54	23.66	34.22	36.98	72.00
3	40-84	1.74	6.20	35.40	39.53	31.06	FCO ARCILLOSO	41.48	20.02	13.40	8.74	15.36	2.44	1.41	42.11	42.39	25.49	16.90	5.75	5.21	14.91	28.93	29.07	63.48
4	40-105	5.27	6.20	37.80	43.10	19.00	FRANCO	76.82	6.36	1.78	0.42	12.62	2.40	1.16	51.64	42.81	34.58	7.83	7.84	6.21	17.74	34.18	36.01	75.73
5	20-88	1.07	5.60	31.06	38.33	30.60	FCO ARCILLOSO	86.20	4.72	2.40	0.74	13.30	2.60	1.25	51.70	51.41	46.29	5.12	9.37	9.83	23.30	32.03	32.95	65.45
6	40-112	1.53	5.80	27.40	45.53	27.06	FCO ARCILLOSO	46.20	0.12	0.08	0.06	13.54	2.51	1.21	51.79	48.61	40.89	7.72	9.37	9.35	21.84	33.94	35.34	65.45
7	32-75	1.10	5.95	34.06	34.53	31.40	FCO ARCILLOSO	46.20	9.28	14.76	6.48	23.38	2.59	1.38	46.79	53.12	35.85	17.27	9.11	8.75	22.40	31.50	33.65	64.74
8	27-73	0.72	6.00	34.06	34.53	31.40	FCO ARCILLOSO	46.20	9.28	14.76	6.48	23.38	2.59	1.38	46.79	53.12	35.85	17.27	9.11	8.75	22.40	31.50	33.65	64.74
9	30-60	2.58	5.60	34.33	31.13	34.53	FCO ARCILLOSO	34.88	5.90	11.34	9.72	38.16	2.46	1.46	40.82	39.68	26.53	13.15	9.37	9.29	19.15	28.41	32.30	55.99
10	40-81	2.76	6.00	34.33	31.13	34.53	FCO ARCILLOSO	34.88	5.90	11.34	9.72	38.16	2.46	1.46	40.82	39.68	26.53	13.15	9.37	9.29	19.15	28.41	32.30	55.99
11	20-80	2.76	6.00	34.33	31.13	34.53	FCO ARCILLOSO	34.88	5.90	11.34	9.72	38.16	2.46	1.46	40.82	39.68	26.53	13.15	9.37	9.29	19.15	28.41	32.30	55.99
12	36-85	4.64	5.30	34.90	32.26	33.20	FCO ARCILLOSO	83.18	6.20	2.28	0.54	7.80	2.42	1.39	42.63	36.82	27.71	9.11	5.7	4.28	17.54	34.65	37.69	55.40
13	40-90	6.31	5.70	33.13	42.86	24.00	FRANCO	74.02	10.32	3.12	1.98	10.66	2.42	1.44	40.72	45.86	28.23	17.53	7.78	6.40	23.29	40.05	41.67	72.67
14	25-60	1.58	6.20	34.92	37.60	17.66	FRANCO	13.98	8.18	17.92	20.52	39.40	2.44	1.54	36.84	39.28	21.37	17.91	4.21	3.24	13.07	33.55	34.02	53.86
15	40-70	2.52	5.80	34.33	37.86	17.80	FRANCO	84.26	3.14	1.42	0.66	10.52	2.57	1.36	47.02	65.56	44.93	20.63	8.73	8.28	28.89	45.81	47.75	86.12
16	40-90	3.08	6.30	35.86	41.06	22.06	FCO ARCILLOSO	66.20	10.94	5.88	3.06	12.92	2.41	1.50	37.98	48.38	26.92	20.63	7.63	7.05	20.25	39.98	40.93	64.77
17	20-110	13.79	5.15	39.40	41.73	28.00	FCO ARCILLOSO	70.90	0.98	0.66	0.40	27.26	2.32	1.08	43.57	8.71	—	—	12.68	12.04	50.77	65.37	71.69	100.76
18	40-75	6.05	5.90	35.80	43.73	12.33	FRANCO	70.90	0.98	0.66	0.40	27.26	2.32	1.08	43.57	8.71	—	—	12.68	12.04	50.77	65.37	71.69	100.76

V. CONCLUSIONES

De las características observadas en el campo, los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y del capítulo anterior, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. De acuerdo a la revisión de literatura y a las condiciones morfológicas y físicas, se puede afirmar que los suelos estudiados corresponden a la clasificación: Andosoles, orden Inceptisoles, suborden Andepts en el sistema de la séptima aproximación. La influencia de materiales volcánicos en la formación de estos suelos se refleja en propiedades típicas especiales. Las características de los Andosoles del Municipio de Pasto, así como, los seguramente presentes en otras zonas volcánicas de Nariño, revisten enorme interés para futuros estudios.
2. La bondad de las propiedades físicas de estos suelos los hacen de excelentes condiciones para el desarrollo vegetal. Sin duda, el alto contenido de materia orgánica juega un papel primordial y ha sido el factor decisivo para que las propiedades físicas del suelo no hayan sufrido de deterioro, a través de años en laboreo continuo. La producción, en ellos, se puede afirmar que depende del uso y manejo.
3. La materia orgánica es el principal agente de influencia en las diferentes propiedades físicas estudiadas. La arcella no mostró influencia significativa, seguramente, por ser enmascarado su efecto por el alto contenido de materia orgánica, o bien, porque el análisis de textura empleado no es el adecuado para suelos andosólicos. Se recomienda un estudio más profundo sobre el particular.

VI. RESUMEN

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DEL MUNICIPIO DE
PASTO NARIÑO-COLOMBIA

Por

GERARDO ESCOVAR ROMAN

RAMON JURADO VASQUEZ

En el presente trabajo se estudió las propiedades físicas de algunos suelos volcánicos (primera y segunda capas) del Municipio - de Pasto, Departamento de Nariño y de importancia agrícola dentro - de la región.

Las propiedades físicas analizadas fueron las siguientes: - Textura, Porosidad, Plasticidad, Estabilidad de los Agregados al agua, Puntos críticos de Humedad. Además, se determinó el contenido de Materia Orgánica y el pH de los suelos.

Se estudió algunas relaciones existentes entre las diferentes propiedades físicas y de éstas con la Materia Orgánica, la cual resultó ser el principal agente de influencia con respecto a las primeras.

Se determinó el coeficiente higroscópico por los dos métodos empleados en laboratorio (suelo seco al aire y suelo colocado en - una atmósfera de humedad relativa conocida, 98% H₂SO₄), se encontró resultados similares, por lo cual, se recomienda su uso indistintamente.

SUMMARY.

PHYSICAL PROPERTIES OF SOME VOLCANIC SOILS IN MUNICIPIO
DE PASTO NARIÑO - COLOMBIA

The present study was carried out for studying the physical properties of some volcanic soils in Municipio de Pasto, Nariño Department, soils agriculturally important in this region.

The following properties were analyzed : texture, porosity, plasticity, aggregates stability to water, moisture critical points. The organic matter content and pH were determined too.

Some correlations between the physical properties and the organic matter were studied. The organic matter was the principal influent agent.

Hygroscopic coefficient was determined by two methods -- (dried air soil and placing the soil at saturated atmosphere, 98% RH at 20°C). Two methods showed similar results, so, it can use both without difficult.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. Adamés, B. J. y L. M. Levy. 1960. Propiedades físicas de algunos suelos del valle del Cauca. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de Grado. 62p.
2. Albareda, J. M. 1949. El suelo. Madrid, Insp. Biosca. 485p.
3. Arias H, J. A. 1965. Aplicación de la colorimetría en la determinación del contenido de materia orgánica de los suelos. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de Grado. 67p.
4. Baver, L. D. 1961. Soils Physics. 3ed. ed. New York, John Wiley & Sons. 370p.
5. Blasco, M. L. 1967. Conferencias de fertilidad de suelos. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. P. 1-26. (Mimeografiado).
6. Buckman, H. O. y N. C. Brady. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por R. Salord Barceló. Mexico. U. T. Edit. Hispano Americano. 590p.
7. Byron, T. S. 1952. Soil Physical conditions and plant growth. New York, Academic Press Inc. 591p.
8. Colombia. 1959. Estudio socioeconómico de Nariño. Ministerio del Trabajo. División Técnica de la Seguridad Social Campesina. Bogotá, D. E. 218p.
9. _____. 1950. Anuario estadístico del Departamento de Nariño. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (DANE) Pasto, Imprenta Departamental. P.4
10. Chang, C. W. 1950. Effect of long time cropping in soil properties in northeastern New Mexico. Soil Sci. 69 : 366-367-

11. Chepil, W. S. 1955. Factors that influence clod structure - and erodability of soil by wind: V. Organic matter at various stages of decomposition. Soil Sci. 80 : 413- 421.
12. Dulce, H. G. y G.D. Narváez. 1967. Nariño. Pasto, Imprenta Del Departamento. 275p.
13. Franco, H. F. 1965. Comparación de algunos métodos para determinar la estabilidad de los agregados al agua. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de grado. 70p.
14. Gómez, W. B. y B. H. Jaramillo. 1964. Algunas propiedades físicas de los suelos de la sabana de Bogotá. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de grado. 65p.
15. González, A. 1964. Manual de laboratorio de suelos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. 96p.
16. Gordon, W. 1964. Agricultura Tropical. Compañía Editorial-Continental, S. A. Mexico. 363p.
17. Guerrero, M. R. 1965. Suelos de Colombia y su relación con la séptima aproximación. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
18. Guerrero R., R. 1965. Conferencias de laboratorio de suelos. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto, Colombia. (Mimeo - grafado).
19. Guerrero R., R. y A. P. Mantilla. 1964. Propiedades físicas de algunos suelos del Municipio de Palmira en su parte plana. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de -- Grado. 79p.
20. Hagin, J. 1952. Influence at soil aggregation in plant growth. Soil Sci. 74 : 471-477.

21. Jiménez S., J. A. 1954. Mecánica del suelo y sus aplicaciones a la ingeniería. Madrid, Edit. Dossat. 515p.
22. Joffe, J. S. 1949. Pedology. 2nd. ed. New Jersey. Pedology publications. 622p.
23. Kramer, P. J. 1949. Plant and soil water relationships. -- New York, Mc Graw-Hill. P. 18-49
24. Lyon, T. L. y H. O. Buckman. 1956. Edafología. Naturaleza y Propiedades del Suelo. Trad. por Víctor Nicollier. México, Compañía editorial Continental. 478p.
25. Madrid, C. 1948. Algunas propiedades Físicas y Químicas de las regiones tropicales. Rev. Fac. Nal. de Agronomía. Medellín, Colombia. 8 : 42-47-
26. Malherbe, I. de V. 1953. Soil Fertility. 3er. ed. New York Oxford University Press. P. 16-61
27. Mela, M. P. 1963. Tratado de Edafología y sus distintas aplicaciones. 2a. ed. Zaragoza, Ediciones Agrociencia. 615p.
28. Méndez, A. B. y A. G. Moreno. 1964. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del Municipio de Palmira. - Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de Grado- 59p.
29. Millar, C. E., L. M. Turk y H. D. Foth. 1961. Edafología. - Fundamentos de la ciencia del suelo. 3a. ed. Mexico. 612p.
30. Muñoz, R. 1967. Conferencias de fertilidad de suelos. Determinación del PH. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto, - Colombia. P. 1-4 (Mimeografiado).

31. Parra, R. 1960. Los suelos del Quindío: Propiedades Físicas Químicas y Fertilidad. Boletín informativo. Chinchiná.
32. Plumer, L. D. and M. D. Stanley. 1943. Soil mechanics and foundations. New York. Pitman Publishing Corp. P. 1-94.
33. Robinson, G. W. 1951. Soil their origen, constitution and classification. New York, John Wiley & Sons Inc. 196p.
34. Russell, J. E. y I. E. Russell. 1959.. Las condiciones del -- suelo y el desarrollo de las plantas. Trd. de la 8a. ed. -- Aguilar. Madrid, España. 771p.
35. Silva, M. F. 1960. Métodos de análisis del Departamento A -- grológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá -- Colombia. Publicación I-T6. 50p.
36. Silva, M. F. ey al. 1963. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Inst. Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 138p.
37. Stalling, J. H. 1959. Soil conservation. 2nd. ed. New Jer- sey, Prentice Hall. P. 84-102
38. Thompson, L. M. 1962. El suelo y su fertilidad. Editorial- Reverté. Barcelona, España. 407p.
39. Woodruff, C. M. 1939. Variations in the state and stability of aggregation as a result of different methods of cropping. Soil Sci. Soc Amer. Proc. 4 : 13-18.
40. Yoder, R. E. 1936. A direct method aggrgate analysis of soi ls and a study of the physical nature of erosion losses. -- Jour. Amer. Soc. Agron. 28 : 337-351.
41. Zarama, J. R. 1927. Geografía del Departamento de Nariño. -- Imprenta Departamental. Pasto, Colombia. 144p.

A P E N D I C E I (")

(") Descripción de Perfiles

MUESTREO No.1 Descripción del perfil Sector La Laguna. Sección Aguapamba. Camino La Laguna-Cabrera, 100 mts., sobre el margen derecho. Finca "La Playa "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCl	Observaciones
0 - 24	Franco	Granular	Friable	10YR2/3	Negativa	
24 - 72	Franco	Granular	Friable	10YR3/4	Negativa	Concreciones de color ro- jizo.
72 - X	Franco.		Firme	2.5Y5/0	Negativa	Concreciones rojizas pero menos que en la 2a.

Datos generales: a.s.n.m. : 2.850 mts.

Drenaje natural: Lento

Uso actual : Agrícola (Trigo)

Pendiente : 9%

Bordes de horizontes: Difusos.

MUESTREO No.2 - Descripción perfil La Laguna. Sección Barbéro. 8½ Kms., Carretera Pasto
 El Encanto. 300 mts., al margen izquierdo. Finca "La Chimba "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCl	Observaciones
0 - 30	Franco	Granular	Friable	10YE2/2	Negativa	
30 - 83	Franco	Granular	Friable	10YR3/3	Negativa	
83 - X	Arcilloso	-	Firme	7.5YR5/6	Negativa	

Datos generales:

a.s.n.m. : 2.855 mts.
 Drenaje natural: Lento
 Uso actual: Agricultura (Hortalizas)
 Relieve : Ondulado 12%
 Bordes de horizontes: Difusos.

MUESTREO No. 3. Descripción perfil sector Catambuco. Km 6 + 850 m., de la carretera
 Pasto-Ipiales, 800 m., al margen izquierdo. Finca " Villa Eliza "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCI	Observaciones
0 - 40 cm.	Franco	Granular	Friable	10YR/2	Negativa	
40 - 84 cm.	Franco arcilloso	Migajosa	Firme	10YR2/1	Negativa	Concreciones pequeñas, ma rrón oscuro.
84 - 130 cm.	Arcilloso Limoso	-	Firme	10YR2/1	Negativa	Manchas pe - queñas color -oscuro.
130 - 150 cm.	Arcilloso	-	Muy firme	5R4/3	Negativa	Vetas rojizas

Datos Generales : a.s.n.m. : 2.840 mts.

Drenaje natural: Regular

Uso actual: Ganadería (Pasto natural)

Relieve plano: 0 - 5%

Bordes de horizontes: Difusos

MUESTREO No. 4 . Descripción perfil sector Catumbuco. Km., 7½ carretera Pasto-Ipiales
 Partidero a Catambuco. 200 m., partiendo de la carretera. Finca -
 " San José de Catambuco "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCl	Observaciones
• - 40	Franco	Granular	Muy friable	10YR2/1	Negativa	
40 - 105	Franco	Granular	Friable	10YR2/1	Negativa	Presencia de - raicillas y man- chas grandes - de color rojizo

Datos generales : a.s.n.m. : 2.880 mts.

Drenaje natural: Regular

Uso actual. Agricultura (Trigo)

Bordes de horizontes: Difusos.

MUESTREO No. 5. Descripción perfil sector Cabrera. Carretera Cabrera-Pejendino. 150 mts.
 Partiendo de Cabrera. 50 mts., al margen derecho. Finca " Duarte "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción CHI	Observaciones
0 - 20	Franco	Granular	Friable	7.5YR4/2	Negativa	
20 - 88	Franco Arcilloso	Migajoso	Firme	10YR4/3	Negativa	
88 - X	Arcilloso	-	Firme	10YR3/3		Presencia de gravilla.

Datos generales : a.s.n.m.: 2.825 mts.

Drenaje natural: Lento

Uso actual: Agricultura (Maiz, haba)

Bordes de horizontes Difusos.

MUESTREO No. 6 - Descripción perfil Sección Pejendino. Carretera Pejendino-Óabrera
100 mts., partiendo de Pejendino, 120 mts., al margen izquierdo.-
Finca "Providencia "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción CHI	Observaciones
0 - 40	Franco	Granular	Friable	10YR3/3	Negativa	Presencia de- pedras.
40 - 132	Franco Arcilloso	Granular	Friable	10YR4/4	Negativa	Muy pedregoso

Datos generales : a.s.n.m. 2.810 mts.

Drenaje natural: Regular

Uso actual: Ganadería (Pasto natural)

Bordes de hori
zontes : Difusos.

MUESTREO No. 7 - Descripción perfil Sector Cujacal. Carretera Cujacal-Estrella, 60 mts.
 el margen derecho. Finca " San Juan "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCl	Observaciones
0 - 32	Franco	Granular	Muy friable	10YR2/2	Negativa	Abundante pie drecilla.
32 - 75	Franco arcilloso	Granular	Friable	10YR4/3	Negativa	
75 - 140	Arcilloso		Firme	10YR4/4	Negativa	Concreciones -de color ro jizo.
140 - X	Arcilloso		Muy firme	2.5Y5/2	Negativa	

Datos generales :

a.s.n.m.

2.840 mts.

Drenaje natural:

Lento

Uso actual:

Ganadería (Pasto natural)

Pendiente :

5%

Bordes de horizontes:

Difusos.

MUESTREO No. 8 . Descripción perfil Sector Gujacal. km., 2½ de la carretera del Norte. Desviación para Gujacal. 130 mts., margen izquierdo. - Finca "Guadalajara".

Profundidad en c.m.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCI	Observaciones
0 - 27	Franco	Granular	Muy friable	10YR/4	Negativa	Presencia de vetas negras
27 - 73	Franco Arcilloso	Granular	Friable	10YR3/1	Negativa	
73 - X	Arcilloso arenoso	-	Firme	10YR4/4	Negativa	

Datos Generales : a.s.n.m. : 2.750 mts.

Drenaje natural: Regular

Uso actual: Ganadería (Trigo)

Bordes de horizontes: Difuso

Pendiente: 15%

MUESTREO No. 9. Descripción perfil Sector Aranda. 150 mts. margen izquierdo del camino principal finca " Carolina".

Profundidad . en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCI	Observaciones
0 - 30	Franco Arcilloso	Granular	Friable	10YR3/2	Negativa	Presencia de manchas de - color rojizo Grava.
30 - 60	Franco Arcilloso	Migajosa	Firme	10YR2/2	Negativa	
60 - 100	Arcilloso		Firme	10YR2/2	Negativa	Abundante pie- dra el nivel- freático a me- nos de 1 mt.- de profundidad

Datos generales:

a.s.n.m.

2.765 mts.

Drenaje natural:

Mal●

Uso actual:

Ganadería (Pasto Natural)

Pendiente :

7%

Bordes horizontales:

Diñusos

MUESTREO No. 10. Descripción perfil sector Obonuco. Carretera Pasto-Obonuco. 1 km., -
antes del poblado. 200 mts., al margen izquierdo. Finca "San Miguel"

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCI	Observaciones
0 - 40	Franco Arcilloso	Granular	Friable	10YR3/2	Negativa	Gravilla
40 - 81	Franco Arcilloso	Granular	Firme	10YR4/4	Negativa	
81 - X	Arcilloso	-	Firme	5YR5/6	Negativa	Manchas pe- queñas, color rojo.

Datos Generales:

a.s.n.m.

2.780 mts.

Drenaje natural:

Regular

Uso actual:

Agricultura (Trigo)

Pendiente:

9%

Bordes de horizontes:

Difusos.

MUESTREO No. 11. Descripción del perfil Sector Anganoy, Localizado en dirección Noroeste, a 500 mts., de la población. Finca "San Rafael".

Profundidad en cm.	Textura	Consistencia	Estructura	Color	Reacción HCl	Observaciones
0 - 20	Franco	Muy friable	Granular	10YR3/1	Negativa	
20 - 80	Franco arcilloso	Friable	Granular	10YR2/1	Negativa	
80 - X	Franco arcilloso	Firme		5YR3/2	Negativa	

Datos generales:

a.s.n.m. : 2.790 mts.
Drenaje natural: Regular
Uso actual: Ganadería (Pasto natural)
Pendiente: 25%
Bordes de horizontes: Difusos

MUESTREO No. 12. Descripción perfil Sector Mapachico. Carretera Pasto-Mapachico.
 km., 3. 100 mt., al margen derecho. Finca "Fontibón"

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción	Observaciones
0 - 30	Franco	Granular	Muy friable	2.5Y2/0	Negativa	
30 - 95	Franco	Granular	Muy friable	2.5Y2/0	Negativa	
95 - X	Arcilloso	-	Firme	10YR5/8	Negativa	

Datos generales : a.s.n.m. 2.855 mts.

Drenaje natural: Bueno
 Uso actual: Agricultura (Papa)
 Pendiente: 4%
 Bordes de horizontes: Difusos

MUESTREO No. 13 . Descripción perfil Sector Tablazo. Finca "Inagro "

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCl	Observacio- nes
0 - 40	Franco	Granular	Muy friable	10YR2/2	Negativa	
40 - 90	Franco	Granular	Friable	10YR2/1	Negativa	
90 - X	Arcilloso limoso		Firme	10YR4/4	Negativa	

Datos generales : a.s.n.m. : 2.830 mts.

Drenaje natural: Regular

Uso actual: Agricultura (Cebada)

Pendiente: 8%

Bordes de horizontes: Difusos.

MUESTREO No. 14 Descripción perfil Sector Botana. Carretera Pasto-Campanera 300 mts., -
a Granja Botana. 120 mts. margen derecho, partiendo de la Granja. Finca -
" Villa Débora"

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCI	Observacio nes
0 - 25	Franco	Migajosa	Triable	10YR3/2		
25 - 60	Franco	Masiva	Firme	10YR2/2		El nivel - freático se presenta de 60 a 70 cm. de profun- didad.

Datos generales : a.s.n.m. 2.650 mts.

Drenaje natural: Malo

Uso actual: Ganadería (Pasto natural)

Pendiente : 2%

Bordes de horizontes: Difusos.

MUESTREO NO. 15 Descripción perfil Sector Mapachico. Carretera Pasto-Mapachico km -
 6. 150 mts., al margen derecho. Finca " Villa Helena"

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción	Observaciones
0 - 28	Franco	Granular	Muy friable	2.5Y2/0	Negativa	
28 - 105	Franco	Granular	Friable	5Y2/1	Negativa	
105 - X	Arcilloso		Firme	10YR4/4	Negativa	

Datos generales:

a.s.n.m. 2.840 mts.
 Drenaje natural: Regular
 Uso actual: Ganadería (Pasto natural)
 Pendiente : 5%
 Bordes de horizontes: Difusos.

MUESTREO No. 16. Descripción perfil Sector Jongovito. Compartidero Gualmatán-Obonuco-Jongovito. 300 mts., al margen derecho. Finca "Cruz Loma"

Profundidad en cm	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCI	Observaciones
0 - 40	Franco	Granular	Friable	10YR3/2	Negativa	
40 - 90	Franco Arcilloso	Granular	Friable	10YR3/3	Negativa	
90 - 120	Franco Arcilloso	Firme	Firme	10YR3/1	Negativa	
120 - X	Arcilloso		Muy firme	2.5Y3/2	Negativa	

16

Datos generales :

a.s.n.m.

2.880 mts.

Drenaje natural:

Regular

Uso actual

Agrícola (Hortalizas)

Pendiente:

12%

Bordes de horizontes:

Difusos. 4a. capa difinidad

MUESTREO No. 17. Descripción perfil Sector Jenoy. Dirección Noroeste de la plazuela del poblado. 300 mts., Finca "La Pata"

Profundidad en cm	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción HCl	Observaciones
0 - 20	Franco	Granular	Muy friable	2.5Y2/0	Negativa	
20 - 120	Franco	Granular	Friable	2.5Y2/0	Negativa	
120 - X	Arcilloso limoso		Friable	10YR5/8	Negativa	

Datos generales :

a.s.n.m. 2.530 mts.

Drenaje natural:

Bueno

Uso actual:

Agrícola (maíz-trigo)

Pendiente:

7%

Bordes de horizontes:

Difusos. 3a capa definido

MUESTREO No. 18. Descripción perfil Sector Gualmatán. Carretera Pasto-Gualmatán
1 Km., para llegar al poblado. 250 mts., al margen derecho partien-
do de Gualmatán. Finca "Huertecilla".

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	color	Reacción HCl	OBSERVACIONES
0 - 36	Franco	Granular	Muy Friable	10YR2/1	Negativa	
36 - 94	Franco Arcilloso	Granular	Friable	10YR2/1	Negativa	
94 - X	Arcilloso		Friable	10YR5/4	Negativa.	

Datos generales : a.s.n.m.

2.895 mts.

Drenaje natural :

Regular

Uso actual :

Agrícola (Papa-Cebada)

Pendiente :

5%

Bordes de horizontes:

Difusos.

TAN 10571
631.43 Escovar Román, Gerardo E
E74 Propiedades físicas de
E74 algunos suelos volcánicos del mu
municipio de Pasto-Nariño-Colombia

	VENCE
NOMBRE <i>Rosa F. Lopez B</i>	
No. del Carnet <i>8115017</i>	
NOMBRE <i>Oscar Calvoche</i>	
No. del Carnet	
NOMBRE <i>Rubén Meléndez</i>	

TAN
631.43
E74
E74

10571