

## PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS DEL VALLE DE SIBUNDOY - PUTUMAYO\*

ALVARO BASTIDAS GUZMAN — MANUEL JACOME ALVAREZ

ANTONIO ARIAS HERNANDEZ\*\* — ADEL GONZALEZ MONTENEGRO\*\*\*

### I. INTRODUCCION

Los programas que tienen como objetivo el uso intensivo de los suelos, exigen un conocimiento integral de ellos para obtener los máximos rendimientos. También se sabe que el suelo es un medio complejo y dinámico que influye directamente en el crecimiento de las plantas. Como cuerpo dinámico presenta movimientos y modificaciones debido a los efectos que en sus propiedades dejan las operaciones agrícolas, los cambios ambientales, etc.

Dentro de las propiedades del suelo que son modificadas cuando éste sufre alteraciones, se cuentan las propiedades físicas, las cuales pueden denominarse más adecuadamente parámetros edafotécnicos de riego y drenaje y que en el presente caso requieren su estudio con carácter prioritario, ya que de su conocimiento depende parcialmente la política de manejo de un distrito de riego y/o drenaje. El objetivo que se persiguió con este trabajo, fue determinar algunas propiedades físicas que encierran los suelos típicamente anormales del Valle de Sibundoy, como contribución al análisis de explotación de los mismos.

---

\* Adaptación y Resumen de la Tesis de Grado presentada por los dos primeros autores, bajo la presidencia de los últimos. Contribución del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Nariño.

\*\* Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

\*\*\* Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

## II. REVISION DE LITERATURA

En la Intendencia del Putumayo, en su parte Noroccidental, y formando parte de la hoya hidrográfica alta del Río Putumayo, se encuentra el Valle de Sibundoy. Sus extremos alcanzan 13 y 9 kilómetros; sentido occidente-orientado y norte-sur, respectivamente. (5) Comprende los corregimientos de Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco. La superficie total es de aproximadamente 13.000 hectáreas, de las cuales corresponden a la zona plana unas 8.000. El total del área se divide así:

— Suelos de la cordillera	4.199 Has.
— Suelos de los abanicos	3.840 Has.
— Suelos aluviales	1.999 Has.
— Suelos orgánicos	2.969 Has.

De acuerdo a Manjarres (11), el Valle de Sibundoy es una pequeña altiplanicie, la cual estaba cubierta por un lago, del que aun quedan remanentes y que en la actualidad es desaguado por el río Putumayo. Los sedimentos arrastrados por los afluentes de este río y los materiales arrojados por el núcleo volcánico del Bordoncillo, han dado origen al Valle de Sibundoy. (12)

Todas las aguas de origen meteórico, al cubrir las depresiones permiten un drenaje imperfecto que destruye la vegetación, siendo remplazada por otros géneros de abundantes raíces superficiales; éstas obstaculizan tanto el drenaje como la evaporación, elevando por tanto la tabla de agua que invade terrenos aledaños. Cuando las aguas alcanzan determinado nivel, en el cual ya las raíces no hacen contacto con el suelo, aparecen otras que forman una capa acolchonada que recoge los sedimentos y sirve a su vez de soporte al resto de la vegetación. En un principio este acolchonamiento está sujeto al flujo del agua, pero más tarde se torna muy densa permitiendo el establecimiento de especies superiores, que por último forma una masa esponjosa de materia orgánica que rellena la depresión. (6)

Weir, citado por Méndez y Moreno (13), sostiene que la materia orgánica es de suma importancia en las propiedades físico-químicas del suelo, porque promueve la agregación de las partículas, incrementa la capacidad de retención de agua y forma un medio apropiado para el desarrollo radicular; constituye además la fuente de energía para los microorganismos.

Buckman y Brady (4) conceptúan que la presencia de limos y en especial de arcillas en un suelo le proporcionan una textura fina, le retardan el movimiento del agua y el aire y le dan propiedades altamente plásticas.

Misono y Suto, citados por Adames y Levy (1), afirman que la efectividad de la materia orgánica para formar agregados depende tanto de las condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Las primeras proporcionan una estructura rápida y suelta con poca

estabilidad del agregado al agua, en tanto que la condición anaeróbica forma la agregación lentamente pero con una mayor estabilidad de los agregados al agua.

Robinson (15) dice que, en los suelos, la plasticidad está asociada con la presencia de materia coloidal orgánica y con materiales laminados como mica y biotita, finamente molidos. Esta es la razón para que los suelos de textura fina presenten una mayor área de contacto, lo cual incide de manera considerable en la plasticidad.

La proporción del espacio poroso de un suelo depende de la cantidad de partículas primarias que están formando partículas complejas o agregados, siendo mayor la posibilidad en suelos que poseen altos contenidos de arcilla y/o materia orgánica (Robinson, 15).

Lyon y Buckman (10) señalan que la densidad aparente tiende a aumentar a medida que se profundiza en el perfil. Esto se puede atribuir a un bajo contenido de materia orgánica, a una menor agregación, a una compactación por la capa superior y, en algunos casos, a la eluviación de las arcillas.

Baver (2) afirma que el factor más limitante en el desarrollo de las plantas, es una porosidad deficiente. Manifiesta además, que desde un punto de vista práctico, el estudio de la estructura del suelo, en relación a la agregación y la porosidad, ayuda a diagnosticar y a corregir disturbios en el funcionamiento de las plantas. La relación agua-suelo depende del volumen de poros naturales presentes, en tanto que la capacidad de retención de agua depende de los microporos y el drenaje y la aireación de los macroporos.

El suelo debido a su carácter granular y coloidal, es capaz de retener el agua aportada por las lluvias y el riego. Esta propiedad es de máxima importancia, tanto para la comprobación del proceso edafogénico, como para la vida vegetal. El estudio del comportamiento del agua en el suelo, debe considerarse con carácter prioritario al analizar las propiedades físicas del mismo (Richards, 14).

Lugo, citado por González y Delgado (8), indica que los factores principales con respecto a la capacidad de retención de agua por parte de un suelo, son: textura, estructura y contenido de materia orgánica. Thompson (17) anota que cuando las partículas finas del suelo se asocian, disminuye la cantidad de agua aprovechable, cosa que no ocurre cuando la separación entre las mismas aumenta, porque el número de poros aumenta; es decir, la probabilidad de que cada partícula retenga su película de agua es mayor.

## III. MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras del suelo y subsuelo de cada serie. Los perfiles representativos de estas series se localizaron en base al

estudio general de los suelos del Valle de Sibundoy, efectuado por Marín y Manjarrez (12).

Los métodos empleados se reseñan a continuación:

Contenido de los separados del suelo y textura: por el método del hidrómetro (7).

Carbono orgánico: se siguió el método de titulación volumétrica (16).

Estabilidad de los agregados al agua: se utilizó la técnica descrita por Tiulin y modificada por Yoder (9).

Plasticidad: El Límite Plástico Superior usando el aparato de "Casagrande" (3). El Límite Plástico Inferior por el método manual (7).

Porosidad: La Densidad Aparente por el método de la parafina (7). La Densidad de las Partículas por el método del picnómetro (26).

Constantes de humedad: La Máxima Capacidad de Retención o contenido de humedad de la muestra saturada. La Humedad Equivalente por determinación del contenido de humedad de la muestra saturada y centrifugada. El Punto de Marchitamiento por medio de los platos de presión a 15 bares de presión. La Capacidad del Campo por las ollas de presión a 1/3 de bar (7). El Agua Aprovechable se obtuvo por diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento, aunque se advierte que como estos dos valores dependen de las otras características del suelo, se tomó esta diferencia para poseer bases de comparación. También se aclara que todos los valores de los contenidos de humedad son presentados en base al volumen.

Para el análisis estadístico se utilizaron criterios de regresión y correlación. Para su realización no se tuvieron en cuenta las muestras correspondientes a las series Garzón (3), Colón (4), Salvadores (11) y Totorá (12) para el suelo y Cochas (10), para el subsuelo, ya que sus características se aproximan más a las de los suelos orgánicos que a los suelos minerales.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a las descripciones de los perfiles y a las observaciones realizadas, puede afirmarse que toda la zona en estudio, a excepción de la serie Santiago, es plana y con pendientes máximas del 3%. Como cultivos predominantes se encontraron pastos naturales, maíz y hortalizas en pequeñas parcelas; los primeros sirven de base a la principal explotación, la ganadería. Además, el sector Suroriental se encuentra cubierto por "totora", en algo más de 2.000 Has. Las aguas de los ríos Putumayo, Quinchoa y San Pedro han sido clasificadas como aptas para fines de riego,

En relación a la reacción del suelo se obtuvo un pH promedio de  $5,37 \pm 0,60$  en el suelo y de  $5,56 \pm 0,65$  en el subsuelo, calificándolos como suelos ácidos y muy ácidos.

La textura predominante es la Franco-Arenosa. Sin embargo, conviene explicar que debido a la posible influencia de las cenizas volcánicas sobre esta región, la dispersión en el proceso fue deficiente, lo cual alteró en alto grado los contenidos de los separados. Por otra parte, algunas muestras dificultaron el análisis textural o lo impidieron por el alto contenido de materia orgánica (Tabla I). Como se observa en la Tabla VI, las correlaciones entre las arenas y los agregados mayores de 2 mm., en el subsuelo, y entre aquellas y el agua aprovechable, en el suelo y subsuelo, presentaron significancia estadística. Las segundas relaciones requieren una explicación, la cual podría basarse en el hecho de que las fuerzas de adhesión en el caso de las arenas son mucho menores que para las arcillas, lo cual se confirma mediante la correlación de tendencia positiva entre éstas y el agua aprovechable.

El carbono orgánico presentó significancia estadística al nivel del 99% cuando se relacionó con el límite plástico superior, en el suelo (Tabla VI). Además, y aunque no se obtuvo significancia estadística, el carbono orgánico se relacionó en sentido positivo con la agregación, la plasticidad y la porosidad y en sentido negativo con la densidad aparente, tendencias que eran de esperar.

La porosidad del suelo es una variable que depende del contenido de materia orgánica, de los separados del suelo y del grado de agregación del mismo. Algunos autores consideran la porosidad como la medida más representativa de la estructura del suelo, pero no siempre existe una relación directa entre la una y la otra, lo que dificulta asignarles límites cuantificables. La ecuación que permite calcular el valor de la porosidad, indica que ésta es inversamente proporcional a la magnitud de la densidad aparente, lo que se confirmó en este estudio con significancia al nivel del 99%, tanto en el suelo como en el subsuelo (Tabla VI).

Aunque las correlaciones entre el carbono orgánico y las arcillas con los agregados estables al agua, no fueron estadísticamente significativas, se confirma lo expuesto por la mayoría de los investigadores, quienes están de acuerdo en que los agregados mayores de 0,25 mm. de diámetro, son los responsables de la estructura estable al agua y que aquellos se forman en base al contenido porcentual de arcillas, en primer término, y luego de la materia orgánica. En el presente caso, si realmente existiese la influencia de las cenizas volcánicas, sería necesario estudiar el efecto de la alófana en base a su carácter amorfo. Según algunos investigadores, el grado de agregación no se debe tomar como una norma para apreciar el tipo de estructura de un suelo. Por tal motivo, al relacionar la agregación con propiedad del suelo como la conductividad hidráulica, debe prestarse mayor atención a la clase de estructura que origina dicha agregación, que a ésta última (Tabla III).

TABLA I

## RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRA	SUELO					SUBSUELO				
	PROFUNDI-		ANALISIS TEXTURAL			PROFUNDI-		ANALISIS TEXTURAL		
	DAP (cms.)	Arenas	Limos	Arcillas	Nombre	DAD (cms.)	Arenas	Limos	Arcillas	Nombre
1	0 — 56	65,84	27,64	6,52	Fco. A.	56 — 110	62,20	31,64	6,16	Fco. A.
2	0 — 60	74,12	20,44	5,44	Fco. A.	60 — 120	75,12	19,44	5,44	A. Fco.
3.	0 — 38	69,12	24,72	6,16	Fco. A.	38 — 78	83,12	9,64	7,24	A. Fco.
4	0 — 20	65,12	32,16	2,72	Fco. A.	20 — 35	68,56	28,72	2,72	Fco. A.
5	0 — 20	65,12	20,56	14,32	Fco. A.	20 — 60	54,84	23,00	22,16	Fco. Arc. A.
6	0 — 30	35,84	44,00	20,16	Fco.	30 — X	37,84	49,64	12,52	Fco.
7.	0 — 13	72,56	20,56	6,88	Fco. A.	13 — 50	67,84	25,64	6,52	Fco. A.
8.	0 — 40	49,12	37,44	13,44	Fco.	40 — 50	45,12	33,44	21,44	Fco.
9.	0 — 50	69,48	24,36	6,16	Fco. A.	50 — 88	82,56	14,72	2,72	A. Fco.
10	0 — 41	74,14	16,06	9,80	Fco. A.	41 — 85	51,84	27,84	20,32	Fco. Arc.
11	0 — 40	—	—	—	—	40 — 65	—	—	—	—
12	0 — 15	—	—	—	—	15 — X	—	—	—	—
13	0 — 30	74,92	15,46	9,62	Fco. A.	30 — 70	23,12	59,64	17,24	Fco. L.

TABLA II

## RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRA	SUELO					SUBSUELO				
	CARBONO ORGANICO %	pH	POROSIDAD		POROSIDAD	CARBONO ORGANICO %	pH	POROSIDAD		POROSIDAD %
			Densidad aparente	Densidad Real				Densidad aparente	Densidad Real	
1	5,66	5,15	0,69	2,02	65,84	2,55	5,30	0,60	2,08	71,24
2	4,61	5,40	0,90	2,73	66,92	4,41	5,45	1,03	2,26	54,51
3,	10,67	5,28	1,04	1,60	35,00	2,61	5,65	0,71	2,32	69,26
4	13,86	5,75	1,06	2,18	51,42	4,85	6,50	1,03	2,34	56,15
5	3,00	5,00	0,85	2,50	65,84	2,35	5,00	1,06	2,66	60,04
6	7,21	5,60	1,13	2,29	50,74	2,86	5,70	0,84	2,39	64,69
7	5,43	5,40	1,09	2,28	52,06	3,06	5,80	1,19	2,39	50,29
8	7,99	5,10	0,78	2,36	66,99	7,77	5,70	0,78	2,60	70,00
9	5,15	5,20	1,31	2,88	54,51	2,47	5,10	1,17	2,62	55,49
10	3,21	6,00	0,79	2,49	68,07	19,80	4,50	1,00	2,31	56,49
11	5,31	5,00	1,06	2,37	55,31	9,67	5,00	0,95	2,40	60,58
12	15,52	4,10	0,82	0,98	16,12	—	—	—	—	—
13	1,89	6,80	1,06	2,53	57,90	2,54	7,10	1,46	2,41	39,38

TABLA III

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRA	S U E L O				S U B S U E L O			
	ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA—%				ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA—%			
	> 2 mm.	2,0—1,0mm.	1,0—0,5mm.	0,5—0,25mm.	> 2 mm.	2,0—1,0mm.	1,0—0,5mm.	0,5—0,25mm.
1	74,40	0,17	0,14	0,08	82,67	0,20	0,11	0,08
2	79,98	0,06	0,10	0,33	90,69	0,05	0,06	0,04
3	67,37	0,25	0,14	0,11	84,32	0,15	0,13	0,16
4	90,05	0,36	0,20	0,14	87,62	0,36	0,25	0,14
5	92,48	0,26	0,15	0,06	84,29	5,54	5,09	1,94
6	91,73	0,68	0,19	0,10	74,35	4,30	4,68	1,19
7	80,83	0,24	0,07	0,06	80,97	0,19	0,11	0,07
8	87,62	0,16	0,11	0,11	90,91	0,10	0,07	0,07
9	92,22	0,24	0,07	0,07	91,98	0,05	0,08	0,08
10	87,53	0,39	0,25	0,15	86,59	0,27	0,15	0,08
11	83,20	0,04	0,04	0,33	80,44	0,04	0,08	0,05
12	78,29	0,10	0,08	0,03	—	—	—	—
13	71,93	1,85	5,24	5,43	69,12	2,52	3,16	3,78

TABLA IV

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRA	S U E L O			S U B S U E L O		
	PLASTICIDAD			PLASTICIDAD		
	Límite Superior	Límite Inferior	Índice de Plasticidad	Límite Superior	Límite Inferior	Índice de Plasticidad
1	47,05	41,90	5,15	43,23	30,14	13,09
2	44,39	—	—	10,20	—	—
3	47,01	—	—	39,43	—	—
4	49,82	—	—	41,08	—	—
5	34,10	32,01	2,09	33,43	29,05	4,38
6	42,84	40,34	2,50	29,95	25,42	4,53
7	39,13	—	—	35,84	—	—
8	44,52	37,42	7,10	37,57	32,27	5,30
9	36,71	—	—	36,57	—	—
10	30,63	24,07	6,56	42,46	37,26	5,20
11	42,00	38,28	3,72	49,60	—	—
12	52,84	—	—	—	—	—
13	23,56	—	—	36,65	36,46	0,19

TABLA V  
RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRA	S U E L O					S U B S U E L O				
	CONSTANTES DE HUMEDAD (%Pv)					CONSTANTES DE HUMEDAD (%Pv)				
	P.S.	E.H.	C.C.	P.M.	VECHABLE	P.S.	E.H.	C.C.	P.M.	VECHAB
1	88,22	43,57	47,00	9,65	37,35	70,13	32,02	34,69	17,26	17,43
2	154,82	51,47	56,37	33,95	22,42	90,58	37,04	42,24	21,79	20,54
3	149,24	64,26	72,30	39,80	32,50	68,14	22,90	24,90	15,11	9,79
4	152,05	58,78	65,64	36,58	29,06	148,50	42,07	44,23	28,49	15,74
5	96,44	44,79	50,56	13,96	36,60	74,42	37,17	39,48	15,59	23,89
6	118,98	52,86	57,60	15,17	42,43	51,17	24,32	26,34	9,66	16,68
7	115,11	42,46	47,16	28,81	18,35	106,30	38,13	45,98	25,63	21,35
8	91,11	44,94	48,39	22,07	26,32	69,17	32,62	35,05	16,35	18,70
9	124,08	43,01	46,99	27,18	19,81	103,88	39,45	40,11	20,15	19,96
10	53,13	22,24	25,35	9,94	15,41	90,03	48,03	49,86	25,86	24,03
11	105,75	43,63	48,36	18,24	30,12	124,22	41,89	50,18	31,12	19,06
12	108,58	65,44	71,00	32,16	38,84	—	—	—	—	—
13	46,56	34,14	36,48	13,86	22,62	90,70	38,72	40,73	11,31	29,42

P.S. = punto de saturación; E.H. = equivalente de humedad; C.C. = capacidad de campo; P.M. = punto de marchitamiento.

TABLA VI  
ECUACIONES Y COEFICIENTES DE CORRELACION ESTABLECIDOS

X	Y	Ecuación de regresión	r	r <sup>2</sup> (%)	
				S U E L O	S U B S U E L O
Carbono orgánico	Límite plástico superior	$Y = 22,481 + 3,181X$	0,732++	53,58	
Arenas	Agua aprovechable	$Y = 58,966 - 0,498X$	- 0,619++	38,32	
Arcillas	Agua aprovechable	$Y = 13,913 + 1,257X$	0,568+	32,26	
Densidad aparente	Porosidad	$Y = 90,141 - 30,366X$	- 0,769++	59,14	
Arenas	Agregados > 2 mm.	$Y = 67,422 + 0,271X$	0,651++	42,38	
Arenas	Agua aprovechable	$Y = 28,475 - 0,152X$	0,521+	27,14	
Densidad aparente	Porosidad	$Y = 96,548 - 37,826X$	- 0,873++	76,22	
Densidad aparente	Agua aprovechable	$Y = 3,744 + 15,764X$	0,704++	49,56	
Porosidad	Agua aprovechable	$Y = 42,103 - 0,358X$	- 0,672++	45,16	

++ = significativo al nivel del 99% de probabilidad.  
+ = significativo al nivel del 95% de probabilidad.

Debido a la imposibilidad de determinar en muestras de algunas de las series el límite plástico inferior, no se pudo calcular el respectivo índice de plasticidad. La dificultad para determinar algunos límites inferiores, estribó en los altos contenidos de arena que exhiben dichos suelos. El carbono orgánico, contrariamente a las arcillas, presentó una correlación significativa al nivel del 99%, aunque únicamente para el suelo. Esto se debió posiblemente al mayor contenido de materia orgánica que muestra aquel, en comparación con el subsuelo (Tablas II, IV y VI).

El hecho predominante al analizar los valores obtenidos para las diferentes constantes de humedad, es la muy alta capacidad de retención de humedad que ofrecen estos suelos. Como se manifestó anteriormente, la explicación podría buscarse en las otras propiedades físicas de los suelos, especialmente la materia orgánica y la irregular arcilla, irregular tanto desde el punto de vista de composición, como de contenido. Resalta así, la completa proporcionalidad directa que existe entre los promedios de carbono orgánico, en las dos capas, con el punto de marchitamiento, la humedad equivalente, la capacidad de campo y el agua aprovechable. La alta capacidad de retención de humedad exhibida por los suelos en estudio, contribuye a confirmar la creencia de que los suelos del Valle de Sibundoy son influenciados en alto grado por las cenizas volcánicas, ya que aquellos valores concuerdan con los establecidos en numerosos sitios de experimentación (Tabla V).

## V. CONCLUSIONES

1. La materia orgánica es la propiedad que más está influenciando los otros parámetros, especialmente a las constantes de humedad, la porosidad y la plasticidad, en orden decreciente.

2. El análisis textural no permite concluir en forma definitiva, ya que los resultados, principalmente los referentes a las arcillas, tienen carácter de dudosos, debido especialmente a la mala dispersión. Condicionado a lo anterior, la textura predominante es la Franco Arenosa.

3. En general, la estabilidad de los agregados al agua es considerable. A este resultado contribuye en forma positiva el contenido relativamente alto de carbono orgánico en la mayoría de las muestras. El mayor porcentaje de estabilidad lo obtuvieron los agregados mayores de 2 mm., concordando con las cantidades elevadas de arena.

4. En relación a la plasticidad parece que se encuentran enfrentadas dos fuerzas, por un lado el contenido alto de materia orgánica y el bajo de arcillas tienden a incrementar la plasticidad; por otra parte, los contenidos de arenas producen una disminución de aquella; según los resultados, esta fuerza es la que predomina.

5. Si los suelos estudiados fuesen típicos andosoles, cabría esperar unos valores más bajos para la densidad aparente, aunque no debe olvidarse que el método de la parafina ofrece valores elevados en relación a los reales. Por otra parte, los resultados de este parámetro son muy variables, razón por la cual posiblemente no se encontró correlación significativa con el carbono orgánico.

6. Lo más relevante en el estudio de las constantes de humedad son los altos valores obtenidos para la capacidad de retención de humedad, lo cual es característico de los suelos derivados de cenizas volcánicas y también en aquellos donde el contenido de carbono orgánico es considerable.

## VI. RESUMEN

En perfiles correspondientes a 13 series de suelos del Valle del Sibundoy, Intendencia del Putumayo, Colombia; se determinaron el contenido de carbono orgánico y las siguientes propiedades físicas: textura con contenidos de arenas, arcillas y limos; estabilidad de los agregados al agua, tomando como límites los diámetros 2,0 - 1,0 - 0,5 y 0,25 mm.; límites plástico e inferior e índice de plasticidad; densidad aparente y de las partículas y porosidad total; máxima capacidad de retención, humedad equivalente, retención a 1/3 y 15 atmósferas y agua aprovechable.

Los aspectos más sobresalientes del estudio son: la capacidad de retención de humedad es elevada; el contenido de materia orgánica es alto e incide en forma decisiva sobre las propiedades físicas especialmente la capacidad de retención de humedad y la porosidad; el análisis de las partículas por su tamaño tiene carácter de dudoso, debido a las dificultades que ofrece para la dispersión, principalmente en lo relacionado con las arcillas.

## VII SUMMARY

### PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOILS FROM SIBUNDOY VALLEY, PUTUMAYO, COLOMBIA

The Organic Carbon and the following physical properties from 13 profiles from Sibundoy Valley Soils, Putumayo Intendency, Republic of Colombia, were determined; texture with sand, clay and loam contents; stability of aggregates in water, with an index reference of 2,0 - 1,0 - 0,5 and 0,25 mm; lower and plastic limits and plasticity index; bulk and particle densities and total porosity; maximum retention water capacity, moisture equivalent, moisture retention at 1/3 and atmospheres of pressure and available water.

The main notorious aspects of this study are: the moisture retention capacity is high; the organic matter content is high which notoriously affects the physical properties, specially the moisture retention capacity and porosity; the size particle analysis is doubtfull, because of the difficulties encountered for the dispersion, specially on that related to clays.

### VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMES, J. y L. N. LEVI. Propiedades físicas de algunos suelos del Valle del Cauca. Tesis Ing. Agr. Palmira, Colombia, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, 1960. 62 p.
2. BAVER, L. D. Soil physics. 3th. ed. New York, John Wiley, 1966. 489 p.
3. BODMAN, C. B. Methods of measuring soil consistency. Soil Science 68: 37-56. 1949.
4. BUCKMAN, H. O. y N. C. BRADY, Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salord Barceló. México, Edit. Hispano Americana, 1965. 509 p.
5. CABRERA, G. et al. Estudio general de suelos y socioeconómico del Valle de Sibundoy. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1967. 265 p.
6. DE MIER, R. J. Geología de la región de la laguna de Fúquene y pantanos adyacentes. Bogotá, Instituto Geológico Nacional. Informe N° 78. (mecanografiado) (s.l., s.p.).
7. GONZALEZ, M. A. Manual de laboratorio de suelos. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 1964. 96 p.
8. GONZALEZ, M. A. y P. DELGADO. Curvas de pF de veintisiete tipos y un complejo de suelos del Tolima y del Valle del Cauca, Colombia. Acta Agronómica, 4: 68-88, 1954.
9. IODER, R. E. A direct method aggregate analysis of soil and study of the physical nature of erosion losses. Jour. Amer. Soc. Agron., 28: 337-351. 1936.
10. LYON, T.L. y H.O. BUCKMAN. Edafología. 2a. ed. Trad. V.S. Nicollier, México, Edit. Continental, 1958. 479 p.
11. MANJARRES, F.G. Los yacimientos calcáreos de la región de San Francisco (Intendencia del Putumayo). Bogotá, Servicio Geológico Nacional, Informe N° 1487, 1965. 7 p. (mecanografiado).
12. MARIN, J. y O. MANJARRES. Estudio general de los suelos del Valle del Sibundoy (Putumayo). Bogotá, INCORA, 1966. 90 p.

13. MENDEZ, A.B. y A.G. MORENO. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del municipio de Palmira. Tesis Ing. Agr. Palmira, Colombia, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, 1964. 59 p.
14. RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. Soil Science 68: 95-112. 1949.
15. ROBINSON, G.W. Soils, their origin, constitution and classification. New York, John Wiley, 1951. 196 p.
16. SILVA, M.F. Métodos de análisis del Departamento Agrológico. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1960. 50 p. (Publicación I/TG).
17. THOMPSON, L.M. El suelo y su fertilidad. Barcelona, Reverté, 1963. 407 p.