

## PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE IPIALES NARIÑO\*

Ana Julia Dulce Rosero — Mario Santa Cruz Moncayo  
Ricardo Guerrero Riascos \*\* — Hernán Burbano Orjuela\*\*\*

### I.— INTRODUCCION

El estudio de las características físicas de los suelos ,aporta datos de mucha importancia para el conocimiento general de los suelos de cualquier región.

Además, es conocido el hecho de que las condiciones físicas son tan importantes como las químicas, en relación al desarrollo de las plantas y al mejor manejo del suelo, desde el punto de vista de su conservación y aprovechamiento económico.

El presente trabajo incluye las determinaciones físicas más importantes de algunos suelos del Altiplano de Ipiales, determinándose también el contenido de materia orgánica y el pH de los suelos. Se considera que además del aporte práctico, el estudio contribuirá al conocimiento y caracterización de los suelos volcánicos.

### II.— REVISION DE LITERATURA

#### Situación geográfica.

El Altiplano de Ipiales está situado a 1° 49' 39" de latitud Norte y a 77° 38' 14" de longitud al W del meridiano de Greenwich, con .90 cm. de presión atmosférica, temperatura media de 11.9°C, precipitación anual de 750 mm., con una superficie de 1.695 kms. y a una altura sobre el nivel del mar de 2.896 m. (22).

---

\* Parcial de la tesis presentada por los dos primeros autores para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de los dos últimos. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto.  
\*\* Decano Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto.  
\*\*\* Profesor Asistente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto.

## Geología.

Las formaciones geológicas presentes en el Altiplano de Ipiales con la Paleozoica y la PostJurásica, las cuales comprenden rocas ígneas y metamórficas no diferenciadas que constituyen un conjunto de neis, anfibolitas, esquistos en las que se producen intrusiones de diques que afloran en el sector meridional (9).

## Climatología.

El Altiplano de Ipiales se encuentra en el piso térmico frío, a excepción de una mínima parte hacia el sur-este en donde se encuentran los pisos térmicos templado y cálido (11).

El piso térmico frío, comprende las regiones situadas entre los 2.500 y 3.000 m. de altitud, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 16°C (31).

## Propiedades físicas

La textura es a menudo un criterio muy importante para determinar la permeabilidad del suelo, retención de agua, plasticidad, aireación, capacidad de campo y fertilidad (12). Es la propiedad más estable del suelo, y permanece constante a través de los años, por lo que se la toma como el principal factor para identificar y describir un suelo (9).

Buckman y Brady (5), definen la porosidad como el espacio ocupado por aire y agua. La cantidad de este espacio viene determinada casi totalmente por la colocación de las partículas sólidas. Para González (15), la porosidad es el espacio ocupado por el aire dentro de un volumen dado de suelo seco a la estufa (105-115°C.)

La porosidad es de gran importancia en la agricultura ya que conlleva la relación constitución física-productividad, por lo cual el suelo no debe ser muy poroso, porque el agua se infiltraría rápidamente, ni muy compacto, como para impedir su penetración (25).

La determinación de la porosidad se calcula a partir de su densidad real y de su densidad aparente (15).

Lyon, citado por Guerrero y Mantilla (17), refiriéndose a la importancia práctica de las densidades real y aparente, dice que los datos de peso, especialmente los que se refieren al espesor de la capa arable en una hectárea, se emplean para calcular en kilogramos, o en toneladas, la cantidad de materia orgánica y agua presentes en el suelo, lo mismo que la cantidad real de los constituyentes minerales.

La plasticidad se define como la propiedad que poseen ciertas sustancias de cambiar continuamente de forma por acción de una fuerza aplicada, y de conservar la forma alcanzada cuando cesa la acción de la fuerza. Esta última condición distingue la plasticidad de la fluidez y de la elasticidad (18).

Atterberg, citado por Adámes y Levy (1), dice que la plasticidad presenta tres características constantes, sugiriendo los siguientes límites que se expresan en porcentaje de humedad:

—Límite plástico superior, en el cual el contenido de humedad hace que el suelo se escurra bajo una fuerza aplicada.

—Límite plástico inferior, es el contenido de humedad en el cual el suelo se puede amasar en tiras.

—Número de plasticidad, es la diferencia entre los límites anteriores y se toma como el índice de plasticidad. La utilidad práctica de los límites de plasticidad se deriva de la acumulación de muchas determinaciones que son suficientes para conocer el tipo de suelo y sus propiedades (19). Werth, citado por Adámes y Levy (1), agrega que el conocimiento del número plástico da un índice aproximado del contenido de humedad a la cual el suelo puede ser cultivado, sin perjuicio para el uso de mequinaria.

En el suelo existen los siguientes puntos de equilibrio o puntos críticos:

—Coeficiente higroscópico, es la cantidad de agua que puede absorber el suelo cuando se encuentra en un medio de humedad relativamente conocida. El agua está retenido a un  $pF$  de 4,5 equivalente a 31 atmósferas (15).

—Punto de marchitamiento, es el porcentaje de humedad retenido por el suelo cuando la planta se marchita permanentemente, es decir, cuando las hojas no se recobran en una atmósfera saturada, sin adicionar agua al suelo. González (15), dice que se encuentra a un  $pF$  de 4,2 equivalente a 15 atmósferas.

—La Humedad equivalente, es la cantidad de agua que puede retener el suelo contra una fuerza equivalente a 1.000 veces la fuerza de la gravedad, y se halla a un  $pF$  de 2,7 que equivale a menos de 1 atmósfera (16). Según Coral (10), la humedad equivalente se la puede tomar como medida de la capacidad de campo en suelos con alto contenido de arcilla.

—Capacidad de campo, la define González (15), como el contenido de agua que puede retener el suelo contra una fuerza igual a la gravedad, se halla a un  $pF$  de 2,54 que equivale a 1/3 de atmósfera.

—Punto de saturación o máxima capacidad de retención, es el estado en el cual todos los espacios porosos están ocupados por agua (1).

Agregación es la propiedad que presentan los suelos para agrupar sus partículas, afectando el comportamiento funcional del suelo con respecto a la absorción del agua, aireación, elementos nutritivos y penetración de las raíces (27).

### III. — MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras de 19 sitios del Altiplano de Ipiates, correspondientes a suelo y subsuelo.

Los métodos empleados se reseñan a continuación:

Textura: Bouyoucos sin destrucción y con destrucción de materia orgánica (15).

Densidad aparente: método de la parafina (15).

Densidad real: método del picnómetro y método del balón y kerosene (26,13).

Límite plástico superior: utilizando el aparato de "Casagrande" (4).

Límite plástico inferior: se determinó por el método manual (17).

Humedad higroscópica: se obtuvo con el método descrito por Guerrero (16).

Punto de marchitamiento: se siguió el método de los platos de presión (16).

Capacidad de campo: se llevó a saturación el suelo por capilaridad (15).

Estabilidad de los agregados al agua: se utilizó la técnica descrita por Tiulin y modificada por Yoder (30).

Materia orgánica: Se procedió según el método de Walkley-Black (26).

Reacción del suelo:

Se determinó con el potenciómetro, con relación suelo-agua 1:1 y con una mezcla suelo KCl 1:2,5 (26).

### IV. — RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del presente trabajo se encuentran en las Tablas I a X.

#### Textura.

La totalidad de las muestras estudiadas exhiben tanto en suelo como en subsuelo, texturas que van del franco arenoso a arenosas francas.

Las texturas medias encontradas, confirman los datos de otras zonas derivadas de cenizas volcánicas, según lo reportan diversos autores. (24, 21, 23, 28, 14, 20).

— T A B L A I —

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	S U E L O			
	PROFUNDIDAD CMS.	MATERIA ORGANICA %	AGUA	pH KCl
1	0-40	5,18	6,25	5,20
2	0-45	1,21	6,30	5,30
3	0-40	3,81	5,90	4,90
4	0-30	10,00	5,50	4,40
5	0-40	1,69	6,75	5,80
6	0-20	6,13	7,30	6,20
7	0-50	10,18	5,30	4,70
8	0-20	3,01	6,80	4,60
9	0-50	3,16	6,45	5,45
10	0-30	1,71	6,40	5,30
11	0-30	1,30	6,25	5,20
12	0-60	7,40	5,50	4,60
13	0-20	4,19	6,05	4,70
14	0-40	5,40	6,00	5,00
15	0-40	4,24	6,10	5,30
16	0-30	4,94	5,80	4,45
17	0-50	5,75	6,10	5,40
18	0-40	3,52	5,60	4,70
19	0-20	13,40	5,65	4,40

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	S U B S U E L O			
	PROFUNDIDAD CMS.	MATERIA ORGANICA %	AGUA	pH
1	40-80	6,92	5,50	4,30
2	45-95	0,43	5,70	4,20
3	40-X	0,83	5,90	4,80
4	30-150	6,12	4,90	4,10
5	40-60	0,16	6,90	6,25
6	20-80	4,35	7,15	6,60
7	50-80	5,33	5,35	4,55
8	20-X	1,65	5,50	4,20
9	50-70	2,22	6,30	5,05
10	30-50	4,91	6,20	5,10
11	20-150	5,36	6,50	5,40
12	60-120	4,69	5,50	4,40
13	20-60	5,55	5,50	4,50
14	40-X	3,55	5,45	4,50
15	40-X	1,36	5,30	4,20
16	30-X	4,79	5,90	4,80
17	50-120	3,97	5,85	4,80
18	40-60	2,63	6,00	4,90
19	20-60	8,58	5,45	4,50

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	S U B S U E L O				NOMBRE
	ANALISIS TEXTURAL Con Destrucción de Materia Orgán.		ANALISIS TEXTURAL Sin Destrucción de Mat. Orgánica		
	Arenas	Limos	Arenas	Limos	
1	76,44	15,00	64,18	30,00	Fco. Arenoso
2	69,44	20,00	63,78	24,80	Fco. Arenoso
3	72,44	14,50	61,78	30,40	Fco. Arenoso
4	74,44	15,00	66,18	30,40	Fco. Arenoso
5	70,44	20,00	72,18	24,00	Fco. Arenoso
6	65,94	19,50	78,18	16,00	Arenoso-Fco.
7	55,44	35,00	82,58	14,00	Arenoso-Fco.
8	65,94	19,50	61,98	25,20	Fco. Arenoso
9	40,94	39,56	47,78	34,20	Fco.
10	70,94	14,50	69,78	16,00	Fco. Arenoso
11	70,94	19,50	75,78	18,00	Fco. Arenoso
12	61,44	30,00	63,78	29,60	Fco. Arenoso
13	80,44	15,00	81-78	15,60	Fco. Arenoso
14	40,94	29,00	55,78	23,40	Fco. Arc. Ar.
15	51,44	30,00	48,78	26,40	Fco. Arc. Ar.
16	66,94	14,50	56,58	25,60	Fco. Arenoso
17	75,94	19,50	65,78	27,20	Fco. Arenoso
18	61,44	29,00	71,90	24,88	Fco. Arenoso
19	19,50	13,56	72,98	25,80	Arenoso-Fco.

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS**

MUESTRAS	ANALISIS TEXTURAL Con Destrucción de Materia Orgán.			NOMBRE	ANALISIS TEXTURAL Sin Destrucción de Mat. Orgánica			NOMBRE
	Arenas	Limos	Arcillas		Arenas	Limos	Arcillas	
	S	U	B		S	U	E	
1	64,94	25,00	10,06	Fco.Arenoso	65,78	30,80	3,42	Fco.Arenoso
2	66,44	20,00	13,56	Fco.Arenoso	61,78	30,80	7,42	Fco.Arenoso
3	61,44	25,00	13,56	Fco.Arenoso	64,58	24,00	11,42	Fco.Arenoso
4	66,44	24,50	9,06	Fco.Arenoso	72,59	21,99	5,42	Fco.Arenoso
5	87,44	4,00	8,56	Arenoso-Fco.	89,29	8,00	2,71	Arenoso
6	60,94	24,00	15,06	Fco.Arenoso	90,58	6,00	3,42	Arenoso
7	76,44	10,00	13,56	Fco.Arenoso	72,59	21,99	3,42	Fco.Arenoso
8	81,44	15,00	3,56	Arenoso-Fco.	79,78	14,20	5,82	Arenoso-Fco.
9	65,94	24,50	9,56	Fco.Arenoso	63,78	22,00	14,22	Fco.Arenoso
10	61,44	20,00	18,56	Fco.Arenoso	63,78	20,00	16,22	Fco.Arenoso
11	86,44	4,50	9,06	Arenoso-Fco.	71,78	17,80	10,42	Fco.Arenoso
12	70,94	19,50	9,56	Fco.Arenoso	73,78	21,60	4,62	Fco.Arenoso
13	70,94	19,00	10,06	Fco.Arenoso	79,78	17,60	2,62	Arenoso-Fco.
14	49,44	30,00	20,56	Fco.	71,78	15,90	12,82	Fco.Arenoso
15	66,44	20,00	13,56	Fco.Arenoso	54,78	25,40	19,82	Fco.Arenoso
16	76,44	19,50	13,56	Fco.Arenoso	68,58	24,40	7,02	Fco.Arenoso
17	76,44	15,00	8,56	Fco.Arenoso	70,58	26,20	3,22	Fco.Arenoso
18	71,44	20,00	8,56	Fco.Arenoso	66,78	16,00	17,22	Fco.Arenoso
19	89,44	5,00	5,06	Arenoso	82,78	15,80	1,42	Arenoso-Fco.

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS**

MUESTRAS	ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA				
	Mayores de 2 mm.	2.0 - 1.0 mm.	1.0 - 0.5 mm.	0.5 - 0.25 mm.	Menores de 0.25 mm.
	%	%	%	%	%
1	48,72	6,37	8,71	3,13	33,07
2	52,80	11,70	13,70	7,90	13,90
3	85,90	2,58	3,59	4,41	3,52
4	51,90	5,20	3,45	2,31	37,44
5	76,96	7,30	7,54	4,10	4,10
6	23,46	27,17	19,76	8,02	21,60
7	67,13	3,89	4,99	5,09	18,90
8	56,27	7,59	9,38	7,17	19,59
9	70,38	11,78	8,58	4,78	4,48
10	24,86	14,53	22,80	13,02	24,79
11	17,48	14,44	18,54	14,24	35,30
12	56,17	3,36	8,67	7,55	24,35
13	18,62	6,99	1,77	16,57	56,05
14	46,72	7,37	8,81	5,13	32,07
15	51,19	18,38	11,30	5,53	14,60
16	69,12	8,00	5,22	2,66	15,00
17	35,14	6,25	13,69	12,42	32,50
18	38,93	23,52	13,77	9,10	14,68
19	20,59	17,80	29,90	1,37	30,34

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA								
	S	U	B	S	U	E			
	Mayores de 2 mm. %		2.0 - 1.0 mm. %		1.0 - 0.5 mm. %		0.5 - 0.25 mm. %		Menores de 0.25 mm. %
1	73.30	7.27	7.18	5.16	7.09				
2	64.68	4.72	6.65	4.72	19.23				
3	77.62	6.36	4.96	3.38	7.68				
4	66.09	17.45	6.79	4.02	5.65				
5	13.80	13.30	25.34	22.83	24.73				
6	52.70	4.86	15.74	9.08	17.62				
7	28.58	14.42	4.85	20.88	31.00				
8	42.00	9.60	19.62	14.00	15.08				
9	66.45	5.84	4.31	2.28	2.12				
10	52.70	5.86	14.74	8.08	18.62				
11	46.72	8.37	7.71	4.13	33.07				
12	50.30	15.44	11.92	8.48	13.86				
13	81.49	4.60	6.02	5.02	2.87				
14	86.04	4.56	2.29	1.83	5.28				
15	90.70	3.07	2.73	2.03	1.48				
16	48.07	13.75	14.51	13.25	10.41				
17	70.98	8.00	7.48	5.06	8.48				
18	84.25	5.00	3.70	1.89	6.16				
19	40.76	27.84	16.80	8.20	6.40				

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	S U B U E L O						P L A S T I C I D A D			
	P O R O S I D A D		D e n s i d a d		P o r o s i d a d		L í m i t e		I n d i c e d e	
	Densidad Real Pícnómetro	Densidad Real Kerosene	Densidad Aparente	Porosidad	Límite Superior	Límite Inferior	Indice de Plasticidad			
1	2.59	7.72	1.31	49.43	20.27	—	—	—	—	
2	2.80	2.86	1.19	57.50	32.21	—	—	—	—	
3	2.82	2.90	1.40	50.36	32.15	—	—	—	—	
4	2.66	2.66	1.23	53.76	43.87	—	—	—	—	
5	2.75	2.77	1.10	60.00	35.01	—	—	—	—	
6	2.47	2.45	1.11	55.07	50.22	—	—	—	—	
7	2.27	2.30	1.00	56.39	50.43	—	—	—	—	
8	2.90	2.85	1.37	52.76	29.70	—	—	—	—	
9	2.59	2.51	1.27	50.97	36.86	—	—	—	—	
10	2.61	2.62	1.13	56.71	24.63	—	—	—	—	
11	2.83	2.84	1.20	57.60	27.53	—	—	—	—	
12	2.48	2.42	1.28	48.39	36.95	—	—	—	—	
13	2.92	2.90	1.20	58.91	23.97	—	—	—	—	
14	2.55	2.60	1.38	45.89	41.38	—	—	—	—	
15	2.45	2.40	1.16	52.66	30.97	—	—	—	—	
16	2.53	2.60	1.05	58.50	43.12	—	—	—	—	
17	2.59	2.63	1.23	52.61	30.12	—	—	—	—	
18	2.58	2.65	1.31	49.23	31.08	—	—	—	—	
19	2.32	2.30	1.03	55.61	33.08	—	—	—	—	

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	P O R O S I D A D			P L A S T I C I D A D			
	Densidad Real Pícnometro	Densidad Real Kerosene	Densidad Aparente	Porosidad	Límite Superior	Límite Inferior	Índice de Plasticidad
1	2,69	2,70	1,31	51,31	26,49	—	—
2	2,77	2,75	1,03	62,52	29,92	—	—
3	2,70	2,69	1,27	52,97	49,83	34,07	15,76
4	2,75	2,75	1,35	50,91	54,22	—	—
5	2,80	2,81	1,15	58,93	35,51	—	—
6	2,59	2,51	1,64	36,68	38,37	—	—
7	2,59	2,56	1,31	49,43	42,57	—	—
8	2,98	2,97	1,22	59,07	27,17	—	—
9	2,63	2,60	1,15	56,28	46,75	—	—
10	2,57	2,60	1,63	36,58	35,48	—	—
11	2,36	2,43	1,43	39,41	46,12	75,00	28,88
12	2,65	2,70	1,36	48,68	33,09	—	—
13	2,56	2,59	1,44	43,75	31,16	—	—
14	2,83	2,80	1,25	55,84	47,09	—	—
15	2,68	2,70	1,40	47,77	43,30	—	—
16	2,59	2,62	1,09	57,92	28,87	—	—
17	2,49	2,56	1,25	49,80	31,81	—	—
18	2,56	2,00	1,10	57,09	11,38	38,64	—
19	2,66	2,60	1,06	68,50	49,74	—	—

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	C O N S T A N T E S D E H U M E D A D			A G U A A P R O V E C H A B L E	
	Coefficiente Hígrico- cópico	Punto de mar- chitamiento a 15 atmósferas	Equivalente de Humedad	Capacidad de Campo	Punto de Saturación
1	2,50	10,89	29,78	23,39	69,46
2	1,20	8,33	24,98	19,29	59,58
3	9,00	8,79	22,18	17,42	65,89
4	3,00	15,07	26,99	31,70	80,56
5	1,40	9,61	13,17	17,97	61,71
6	3,90	17,34	32,29	28,14	94,77
7	3,40	16,62	27,45	24,27	83,60
8	1,80	8,51	24,83	18,34	54,91
9	3,60	15,72	33,26	28,57	60,61
10	1,40	10,14	23,14	19,85	56,96
11	1,50	6,93	25,01	21,22	52,16
12	3,10	11,01	32,49	29,23	62,61
13	2,30	5,05	26,63	23,24	50,06
14	4,60	18,33	33,84	32,14	64,76
15	5,40	21,53	27,67	34,10	72,73
16	5,10	14,95	29,82	34,61	69,81
17	3,10	9,17	19,94	13,37	59,27
18	4,40	13,82	25,92	31,50	73,46
19	4,50	25,42	35,01	44,47	102,97

## RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS

MUESTRAS	CONSTANTES DE HUMEDAD						Punto de Saturación	AGUA APROVECHABLE
	Coeficiente Higroscópico	Punto de marchitamiento a 15 atmósferas	Equivalente de Humedad	Capacidad de Campo	O			
					L	E		
1	12,20	13,77	23,33	18,46	73,97	4,69		
2	7,00	6,24	20,49	15,57	121,43	9,33		
3	5,30	29,80	30,97	41,46	92,51	11,66		
4	2,70	17,17	20,12	27,98	81,63	10,81		
5	5,00	2,90	3,53	5,61	51,05	2,71		
6	3,30	11,75	27,15	23,51	68,93	11,76		
7	3,30	11,65	24,13	17,55	74,42	5,90		
8	9,00	4,77	21,32	16,16	58,31	11,39		
9	5,80	19,91	29,54	32,79	76,39	12,88		
10	8,00	10,87	26,98	22,94	59,61	12,07		
11	4,00	18,01	31,37	28,82	68,69	10,81		
12	3,00	8,17	23,78	18,54	58,94	10,37		
13	2,30	8,79	26,24	19,53	64,24	10,74		
14	6,10	22,94	29,24	35,74	86,83	12,80		
15	5,10	19,72	26,54	33,33	83,87	13,61		
16	2,70	7,80	26,79	28,83	57,74	21,03		
17	3,10	7,57	24,86	21,69	123,26	14,12		
18	9,90	26,39	22,99	40,39	84,76	14,00		
19	4,60	13,85	23,41	48,76	88,02	34,91		

## POROSIDAD.

## Densidad real.

Los valores de densidad real fueron ligeramente menores en el suelo que en el subsuelo. En los suelos, el promedio fue de 2.61 gr/cc y en los subsuelos de 2.65 gr/cc. Esto se explica en razón de la menor acumulación de materia orgánica en los horizontes subyacentes.

## Densidad aparente.

Los valores promedios de la densidad aparente fueron de 1.20 gr/cc en los suelos, y 1,28 gr/cc en los subsuelos. Estos valores son muy superiores a los encontrados en andosoles de Costa Rica por Forsythe et al (14), y Knox y Maldonado (20); en Chile por Alcayagua y Urbina (2), Valdés (28) y Whigh (29); en el Ecuador por el grupo de Colment-Daage (7, 6, 8). En estos estudios, la densidad aparente de los suelos estudiados osciló entre 0.3 y 1.1 gr/cc. Los valores obtenidos para los suelos estudiados son comparables, sin embargo, a lo obtenidos por Zavaleta (32), en algunos andosoles peruanos.

## PLASTICIDAD.

Por el hecho de que la textura de los suelos estudiados es francoarenosa, fue imposible la determinación del límite plástico inferior en la casi totalidad de las muestras. Precisamente por esta razón, el índice de plasticidad no se calculó, pues se sabe que ésta resulta de la diferencia entre el límite plástico superior y el límite plástico inferior.

## CONSTANTES DE HUMEDAD

Se obtuvo una correlación significativa entre los porcentajes de materia orgánica y los porcentajes de humedad a la capacidad de campo para el suelo, que en promedio tiene  $5,06\% \pm 3,17$  de materia orgánica, en cambio, no se encontró significación estadística aceptable en el caso del subsuelo, que posee menor cantidad de materia orgánica  $3,86\% \pm 2,25$ , en promedio. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia del material orgánico en la retención de humedad y la capacidad de campo.

La humedad equivalente fue ligeramente menor que la capacidad de campo, y al correlacionar estas dos variables no hubo significación. Al respecto, Work y Lewis citados por Coral (10), encontraron que la humedad equivalente no era igual a la capacidad de campo y consideraron que una relación de tal naturaleza no se debía tener en cuenta, sin compararla con determinaciones realizadas en el campo. Thorne, citado por el mismo autor, considera que las relaciones entre la capacidad de campo y la humedad equivalente son fortuitas.

## ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA

En general, los suelos estudiados presentan un índice aceptable de agregación. El promedio para agregados mayores de 2 mm. de

diámetro fue de 51.98%  $\pm$  20.15 en los suelos y de 60.92  $\pm$  20.94% en los subsuelos.

De hecho, el mayor porcentaje de estabilidad se observa en los subsuelos, y esto se explica porque los agregados más grandes presentes en el suelo son los que tienen una estabilidad más baja.

#### COMPARACION DE METODOS PARA DETERMINAR LA TEXTURA Y DENSIDAD.

Al efectuar la prueba de "t" para comprobar cual de los dos métodos presentaba una mejor dispersión tanto para las arcillas como para las arenas, se encontró que no había significación entre ellas, lo cual lleva a manifestar que el método usado en este tipo de suelos, debe ser aquel cuyo procedimiento resulte más sencillo al laboratorista.

Efectuada la comparación entre los métodos empleados para la determinación de la densidad real, se puede decir, que se consiguieron valores menores al utilizar el método del Balón y kerosene, sin embargo, la diferencia con el método del picnómetro fue sumamente estrecha. Por lo cual, se puede concluir que se obtiene una precisión mayor con el método del balón y kerosene, sin que esto quiera decir que se deba desechar el uso del picnómetro.

#### MATERIA ORGANICA.

El contenido de materia orgánica alcanzó un promedio de 5.05%  $\pm$  3.17 en los suelos y de 3.86  $\pm$  2.25% para los subsuelos. Teniendo en cuenta que los suelos estudiados han sido cultivados intensamente, durante años, tales valores podrían considerarse relativamente altos, pese a que son bajos en comparación a los encontrados para suelos similares de Chile, Costa Rica y Colombia (29, 23, 21).

#### V.— CONCLUSIONES

1. Las características morfológicas de los suelos estudiados, y la determinación de sus propiedades físicas, indican que se acercan a la definición de suelos de ando, pero no por haber alcanzado su máximo desarrollo, no se los puede catalogar como andosol típico.
2. La determinación de la textura para este tipo de suelos se la puede realizar por cualquiera de los métodos expuestos, incliniéndose los autores, por el método de Bouyoucos sin destrucción de materia orgánica, debido a que se lo efectúa en un menor tiempo y con un costo mínimo.
3. Al conseguirse valores menores con el método del Balón y Kerosene para la densidad real, es el más recomendado.
4. Se imposibilitó la determinación y evaluación de los límites de plasticidad, debido a la textura presente en estos suelos.

5. La materia orgánica no mostró influencia en la estabilidad de los agregados al agua, en cambio las arcillas presentaron una correlación altamente significativa, limitando la acción de aquella.
6. La materia orgánica presentó correlaciones positivas altamente significativas con los puntos críticos de humedad en los suelos, no así en los subsuelos.
7. La materia orgánica y la porosidad no mostraron significación, debido a la gran capacidad de retención de humedad por parte de la materia orgánica.
8. La capacidad de retención de humedad es considerablemente más baja que las encontradas en la mayoría de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Japón, Estados Unidos y Latinoamérica.
9. El bajo contenido de arcillas presente en los suelos estudiados se lo asocia al escaso desarrollo de estos suelos.
10. El contenido de agua aprovechable de los suelos en cuestión, no muestran significación con la materia orgánica, al parecer por la gran capacidad de retención de humedad por parte de la materia orgánica.

#### VI.— RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron algunas propiedades físicas de los suelos del Altiplano de Ipiiales, Nariño. Situado a 1° 49' 39" de latitud Norte y a 77° 38' 14" de longitud al W del meridiano de Greenwich.

Se determinaron las siguientes propiedades físicas: Textura; método de Bouyoucos con y sin destrucción de materia orgánica; densidad aparente, densidad de las partículas; método de picnómetro y del balón y kerosene; porosidad plasticidad; estabilidad de los agregados al agua; constantes de humedad. Además, se determinó el contenido de materia orgánica y el pH de los suelos.

#### SUMMARY

This study presents some physical properties of the Highland of Ipiiales, Nariño.

The following physical properties were determined: texture; Bouyoucos methods with and without destruction of organic matter; bulk density; particles density; picnometer and bottle with kerosene methods; porosity; plasticity; stability to water or soil aggregates; moisture constants, the organic matter content and pH were also determined.