

T
E-631.43
L864
Ej. 1

i

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DE
GUACHUCAL, NARIÑO, COLOMBIA

POR

JESUS LOPEZ BELALCAZAR

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

Presidente de Tesis

Joaquín Gamboa Jaimes I. A., M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA

1.972

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

Artículo 10. del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

José López Salazar

	Pág.
CONTENIDO	
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE MATERIAS	3
RECONOCIMIENTOS A:	3
2.1.1. Facultad de Agronomía	3
2.1.2. JOAQUIN GAMBOA J. I.A., M.Sc.	3
2.1.3. CARLOS LUNA Z. Quim., Ph.D.	4
2.1.4. HUMBERTO ESCOBAR	5
2.2. FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA	5
2.2.1. FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, UNI-	5
2.2.2. VERSIDAD DE NARIÑO. <i>agropecuaria al agua</i>	5
2.2.3. FACULTAD DE AGRONOMIA DE PALMIRA,	7
2.2.4. UNIVERSIDAD NACIONAL.	8
2.2.5. <i>Universidad operaria</i>	9
2.2.6. <i>Fluoridad</i>	9
2.2.7. <i>Constantes de humedad</i>	10
2.2.8. <i>Tabla de coeficientes</i>	12
2.2.9. <i>Tabla original</i>	15
III. METODOS Y RESULTADOS	18
3.1. METODO	18
3.2. Analisis de laboratorio	20
3.2.1. <i>Titración</i>	20
3.2.2. <i>Estabilidad de los indicadores al agua</i>	24
3.2.3. <i>Practical</i>	25
3.2.4. <i>Estadística real</i>	26
3.2.5. <i>Analisis aplicativo</i>	27

CONTENIDO		Pág.
I.	INTRODUCCION.	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	GENERALIDADES	3
2.1.1	Situación geografica	3
2.1.2	Geología.	3
2.1.3	Climatología.	4
2.1.4	Suelos.	5
2.2	PROPIEDADES FISICAS.	5
2.2.1	Textura.	5
2.2.2	Estabilidad de los agregados al agua. .	6
2.2.3	Porosidad	7
2.2.4	Densidad real	8
2.2.5	Densidad aparente	9
2.2.6	Plasticidad	9
2.2.7	Constantes de humedad	10
2.2.8	Volumen de sedimentos	12
2.2.9	Materia orgánica	13
III.	MATERIALES Y METODOS.	22
3.1	MUESTREO.	22
3.2	Análisis de laboratorio	22
3.2.1	Textura.	24
3.2.2	Estabilidad de los agregados al agua. .	24
3.2.3	Porosidad.	24
3.2.4	Densidad real.	24
3.2.5	Densidad aparente.	25

	Pág.
3.2.6 Plasticidad.	25
3.2.6.1 Límite plástico superior.	25
3.2.6.2 Límite plástico inferior.	25
3.2.7 Constantes de humedad.	25
3.2.7.1 Coeficiente higroscópico.	26
3.2.7.2 Punto de marchitamiento	26
3.2.7.3 Equivalente de humedad.	26
3.2.7.4 Capacidad de campo.	26
3.2.7.5 Máxima capacidad de retención de agua.	26
3.2.7.6 Agua aprovechable.	26
3.2.8 Volumen de sedimentación	27
3.2.9 Materia orgánica.	27
3.2.10 Reacción del suelo (pH)	27
3.2.11 Color.	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1 Textura.	28
4.2 Estabilidad de los agregados al agua.	30
4.3 Densidades y porosidad	31
4.3.1 Densidad real	32
4.3.2 Densidad aparente.	34
4.3.3 Porosidad.	37
4.4 Plasticidad.	39
4.5 Retención de humedad	40

	Pág.
4.6 Volumen de sedimentos.	42
4.7 Materia orgánica.	44
V. CONCLUSIONES.	82
VI. RECOMENDACIONES.	83
VII. RESUMEN.	84
VIII. SUMMARY.	85
IX. BIBLIOGRAFIA.	86
X. APENDICE.	95

Figura 2. Relación entre el contenido de azúcares
y la densidad aparente (suelo). 87

Figura 3. Relación entre el contenido de azúcares
y la materia orgánica (suelo). 88

Figura 4. Relación entre el contenido de materia
orgánica y la densidad de campo (suelo). 89

ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1. Localización de los sitios donde se
tomaron las muestras. 23

Figura 2. Relación entre el contenido de arcillas
y la materia orgánica (suelo). 43

Figura 3. Relación entre el contenido de arcillas
y la densidad aparente (suelo). 49

Figura 4. Relación entre el contenido de arenas
y la materia orgánica (suelo). 66

Figura 5. Relación entre el contenido de materia
orgánica y la capacidad de campo (suelo). 67

Tabla I. Estabilidad de los agregados al agua (suelo). 50

Tabla II. Estabilidad de los agregados al agua (suelo). 51

Tabla III. Humedad real obtenida por diferentes
métodos (suelo). 52

Tabla IV. Humedad real obtenida por diferentes
métodos (suelo). 53

Tabla V. Humedad aparente obtenida por diferentes
métodos (suelo). 54

Tabla VI. Humedad aparente obtenida por diferentes
métodos (suelo). 55

		Pág.
	TABLAS	
Tabla XVI.	Densidad obtenida con 3 densímetros	
Tabla XVII.	Densidad obtenida con 2 densímetros	
Tabla I.	Valores texturales encontrados en diferentes suelos volcánicos de América.	15
Tabla II.	Porcentajes de agregados estables al agua de varias zonas volcánicas de Haríño. . .	16
Tabla III.	Valores de densidad real de diferentes suelos volcánicos de América.	17
Tabla IV.	Valores de densidad aparente de diferentes suelos volcánicos de América.	18
Tabla V.	Valores de porosidad de diferentes suelos volcánicos de América.	19
Tabla VI.	Valores críticos de humedad de diferentes suelos volcánicos de América.	20
Tabla VII.	Porcentajes de materia orgánica de diferentes suelos volcánicos de América.	21
Tabla VIII.	Análisis textural (suelo).	46
Tabla IX.	Análisis textural (sub-suelo).	47
Tabla X.	Estabilidad de los agregados al agua (suelo).	50
Tabla XI.	Estabilidad de los agregados al agua (subsuelo)	51
Tabla XII.	Densidad real obtenida por diferentes métodos (suelo).	52
Tabla XIII.	Densidad real obtenida por diferentes métodos (sub-suelo).	53
Tabla XIV.	Densidad aparente obtenida por diferentes métodos (suelo).	54
Tabla XV.	Densidad aparente obtenida por diferentes métodos (sub-suelo).	55

		Pág.
Tabla	XVI. Porosidad obtenida con 3 densidades aparentes (suelo).	56
Tabla	XVII. Porosidad obtenida con 2 densidades aparentes (sub-suelo).	57
Tabla	XVIII. Límite plástico superior expresado en porcentaje (suelo).	58
Tabla	XIX. Límite plástico superior expresado en porcentaje (sub-suelo).	59
Tabla	XX. Puntos críticos de humedad (suelo).	60
Tabla	XXI. Puntos críticos de humedad (sub-suelo).	61
Tabla	XXII. Volumen sedimentado y volumen de agua desalojado (suelo).	62
Tabla	XXIII. Volumen sedimentado y volumen de agua desalojado (sub-suelo).	63
Tabla	XXIV. Materia orgánica y pH (suelo).	64
Tabla	XXV. Materia orgánica y pH (sub-suelo).	65
Tabla	XXVI. Comparación de métodos para la determinación de la densidad real (suelo), Cilindro graduado vs., picnómetro.	68
Tabla	XXVII. Comparación de métodos para la determinación de la densidad real (subsuelo), cilindro graduado vs., picnómetro.	69
Tabla	XXVIII. Comparación de métodos para la determinación de la densidad real (suelo), cilindro graduado vs., balón con kerosene.	70
Tabla	XXIX. Comparación de métodos para la determinación de la densidad real (subsuelo), cilindro graduado vs., balón con kerosene.	71

Tabla	XXX.	Comparación de métodos para la determinación de la densidad real (suelo), piconómetro vs., balón con kerosene.	72
Tabla	XXXI.	Comparación de métodos para la determinación de la densidad real (subsuelo), piconómetro vs., balón con kerosene.	73
Tabla	XXXII.	Comparación de métodos para la determinación de la densidad aparente (suelo), cilindro graduado con suelo disturbado vs., parafina.	74
Tabla	XXXIII.	Comparación de métodos para la determinación de la densidad aparente (sub-suelo), cilindro graduado con suelo disturbado vs., parafina.	75
Tabla	XXXIV.	Comparación de métodos para la determinación de la densidad aparente (suelo), parafina vs., cilindro graduado con suelo sin disturbar.	76
Tabla	XXXV.	Resultados máximos, promedios y mínimos de las propiedades físicas estudiadas (suelo).	77
Tabla	XXXVI.	Resultados máximos, promedios y mínimos de las propiedades físicas estudiadas (sub-suelo).	79
Tabla	XXXVII.	Ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación entre las medidas estudiadas.	81

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS

DE GUACHUCAL, NARIÑO, COLOMBIA (*)

Por

JESUS LOPEZ BELALCAZAR

I. INTRODUCCION

Los avances tecnológicos de la agricultura obligan a conocer, estudiar y analizar todos los factores que tengan que ver con la planta y su producción.

Se sabe que para un adecuado manejo de los suelos, se necesita previamente un amplio conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas. Las primeras, sin duda, tienen una gran importancia en lo que se relaciona con adsorción, absorción de agua y nutrimentos, desarrollo radicular, manejo de equipo agrícola y conservación del suelo.

Por ser la región de Guachucal parte integrante de la gran planicie de Tùquerros e Ipiales, con un porvenir envidiable en el

(*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Joaquín Gamboa Jaimes I. A., M. Sc.

aspecto agrícola y pecuario, se planeó el presente estudio cuyo objetivo principal es el de conocer algunas características físicas de estos suelos y relacionarlas con las ya conocidas en los suelos Andinos del Sur de Colombia.

3.1.1 Zona de estudio

La región objeto del presente estudio se halla integrada al altiplano de Figueras e Ipiales y se encuentra localizada al suroccidente de la República de Colombia y al Sur del Departamento de Nariño (39).

Geográficamente se encuentra situada entre las 04° 35' 00" (latitud) y 14° 03' 25" de latitud Sur y una longitud de 78° 32' 00" al Occidente del meridiano de Greenwich (40).

3.1.2 Geología

En general, en el Departamento de Nariño el tipo de las rocas de la geología es en gran parte y volcánica con todas sus manifestaciones de intensa actividad. Hay abundancia de rocas volcánicas, predominando entre ellas las básicas como andesitas, basaltos, gneissos, etc. (41).

Según De Soto y otros (42), en la cordillera Occidental existen los tipos (volcánicos y sedimentarios), pero no se describen las rocas sedimentarias, principalmente las limosas y

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Situación geográfica

La región motivo del presente estudio se halla integrada al altiplano de Táqueres e Ipiales y se encuentra localizada al Sur-Occidente de la República de Colombia y al Sur del Departamento de Nariño (39).

Geográficamente se encuentra situada entre los $0^{\circ} 53' 5''$ (Cumbal) y $1^{\circ} 05' 25''$ de latitud Norte y una longitud de $77^{\circ} 32' 24''$ al Occidente del Meridiano de Greenwich (42).

2.1.2 Geología

En general, en el Departamento de Nariño el rasgo más sobresaliente de la geología es su fase ígnea y volcánica con todas sus consecuencias de intenso metamorfismo. Hay abundancia de rocas masivas, predominando entre ellas las básicas como sienitas, andesitas, propilitos, basaltos, etc., (50).

Según Royo y Gómez (43), en la Cordillera Occidental abundan las rocas ígneas (porfiríticas y afáníticas), pero no se descartan las rocas sedimentarias, principalmente las lilitas y

las rocas silíceas compactas. Las lilitas abundan en la vertiente septentrional del Macizo del Volcán Asufra. En la Cordillera Occidental predomina el material sedimentario (10).

Las rocas del cuaternario consisten en sedimentos formados por detritos producidos por la erosión de las partes altas que fueron transportados y depositados en las corrientes de agua (43).

El basamento andino, en lo que respecta a zonas de volcanismo, está compuesto, en el Departamento de Narino y, más aún en la frontera con el Ecuador, por andesitas, basaltos y tobas del Cenozoico (32).

2.1.3 Climatología

De acuerdo con Cerón (11), la región de Guachaca pertenece a la zona de transición entre el piso térmico frío y el páramo y según Holdridge pertenece al Bosque húmedo montano bajo.

Esta zona tiene una altitud promedio de 3.000 m.s.n.m. y su temperatura varía entre 6°C y 11°C., durante el día y por la noche puede bajar hasta -2°C. La precipitación pluvial oscila entre 500-1.000 mm./año (39).

2.1.4 Suelos En estudios aislados efectuados por el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", sobre suelos derivados de cenizas volcánicas, se ha encontrado que la mayor parte de esos suelos derivan de cenizas ricas en materiales riolíticos, dacíticos y en menor proporción de rocas andesíticas ricas en hiperestena y hornblenda. El vidrio volcánico encontrado es por lo general ácido (32).

El suelo se ha formado sobre una capa de cenizas volcánicas de aproximadamente 150 cm., de espesor, de color oscuro; las capas subadyacentes son depósitos de arena y arcilla, de colores más claros (32).

2.2 PROPIEDADES FÍSICAS

2.2.1 Textura

Físicamente considerado, un suelo mineral es una mezcla de partículas inorgánicas de tamaño diferente, materia orgánica, aire y agua (10).

Buckman y Brady (10) afirman que la presencia de limos y en especial de arcillas en un suelo, le proporcionan textura fina, retardan el movimiento de agua y le dan propiedades altamente plásticas. Los porcentajes de agregados dan pautas con

relación al grado de meteorización que ha sufrido el suelo, es decir, los suelos poco meteorizados tienen menos arcilla que los suelos bien meteorizados (45).

El conocimiento de la textura es de importancia, ya que es una característica fundamental para la clasificación edafológica y una fuente de información para determinar las posibilidades agrícolas de un suelo y su correcto manejo (35).

Según Weir, citado por Bastidas y Jácome (5), los suelos arcillosos, como regla general, tienen un alto valor agrícola, debido a su alta capacidad de intercambio iónico.

En la (Tabla I), se presentan los resultados obtenidos por algunos investigadores que determinaron la textura en suelos de origen volcánico.

2.2.2 Estabilidad de los agregados al agua

La agregación es la propiedad que tienen los suelos de agrupar sus partículas. Es una propiedad importante, ya que su influencia en la adsorción de agua, aireación, la penetración de las raíces, etc., define el comportamiento de los suelos bajo determinadas condiciones de manejo (25).

De acuerdo a Stallings, citado por Dulce y San-

tacrus (16), los polisacáridos y poliurónidos producidos por los microorganismos, son los responsables de la agregación. Thompson (46) establece dos mecanismos de agregación: biológicos y químicos. En los primeros, influye la actividad de los microorganismos y las uniones de las arcillas con los compuestos orgánicos; en los segundos, considera las uniones de arcillas entre sí. Los procesos de agregación también pueden estar afectados por las raíces de las plantas (40).

El tamaño de los agregados está determinado por el gradiente de humedad del suelo: si el agua es renovada rápidamente por la planta y el gradiente de humedad es alto, el suelo puede romperse en pequeñas unidades (49).

A medida que aumenta la precipitación pluvial los agregados del suelo se hacen más fuertes y la estructura en bloque del subsuelo, más débil (36).

La agregación en suelos volcánicos, generalmente es alta, sin embargo, algunos investigadores han encontrado valores relativamente bajos (16, 17, 25) (Tabla II).

2.2.3 Porosidad

La porosidad se refiere al volumen ocupado por los fluidos (37).

Según Guerrero (27), la porosidad es una de las propiedades físicas del suelo que más directamente conlleva la relación constitución física-productividad, puesto que de ella depende la disponibilidad del aire para el sistema radicular de la planta. Los suelos arcillosos presentan una porosidad alta, debido al gran número de gránulos, los cuales no solo dejan espacios vacíos entre ellos, sino también entre las partículas que los forman (37).

El volumen de los poros en suelos arcillosos bien manejados se aproxima al 50%, pudiendo llegar hasta el 60% o más (41). Sin embargo, en suelos volcánicos, a causa de su baja densidad aparente, estos porcentajes son sobrepasados; se tiene conocimiento de resultados que se acercan al 80% (22).

La Tabla V, presenta los porcentajes de porosidad en suelos de algunas regiones de América.

2.2.4 Densidad real

Aunque se observa un intervalo considerable de los valores de la densidad real, los datos correspondientes a suelos puramente minerales están comprendidos entre 2,6 g/cc. y 2,7 g/cc. (22). Muchos suelos volcánicos presentan datos de densidad real superiores a 2,75 g/cc., debido posiblemente a la presencia de óxidos de hierro (36).

2.2.5 Densidad aparente

En suelos volcánicos, la densidad aparente por lo general, es menor de 1,0 g/cc., así Forsythe (22) indica que en estos suelos, la densidad aparente puede oscilar entre 0,45 g/cc., y 0,75 g/cc. Martini (36) señala que la materia orgánica y la alofa na inciden para que los andosoles presenten bajas densidades. Por otra parte, al calcular el peso de una hectárea a la profundidad de arada, es importante este dato, ya que a una densidad aparente baja, el peso también será bajo y no los 2×10^6 kilogramos que comúnmente se acostumbra, lo anterior atañe al cálculo de fertilizantes y elementos presentes en el suelo (20).

Las Tablas III y IV, presentan algunos valores de densidad real y densidad aparente, reportados en zonas volcánicas de América.

2.2.6 Plasticidad

La plasticidad se define como la facultad que tiene un suelo para cambiar de forma continuamente, bajo la influencia de una fuerza aplicada y de mantener la forma dada, al dejar de actuar la fuerza. Los suelos solo presentan esta propiedad, cuando existe en ellos cierta cantidad de agua (23).

Si bien los suelos arcillosos son los que pre-

Algunos investigadores demuestran que el contenido de humedad de los suelos volcánicos, al p^o anteriormente anotado es alto, pudiendo sobrepasar el 20% de humedad (25, 32).

e) Humedad equivalente. La humedad equivalente es el agua que retiene un suelo contra una fuerza centrífuga, mil veces mayor que la de la gravedad (37).

Existe un acuerdo entre los investigadores en considerar el equivalente de humedad como un índice más o menos aproximado de la Capacidad de campo. Las correlaciones planteadas en todos los casos han sido significativas (4, 12, 15, 16, 25).

d) Capacidad de campo. Se entiende por capacidad de campo, la máxima cantidad de agua que puede retener un suelo contra la acción de la gravedad (24).

Los suelos pesados tienen una elevada capacidad de retención de humedad, lo mismo que aquellos ricos en materia orgánica (34). Esta característica está influida en alto grado por la estructura, la cual está determinada principalmente por el manejo que se le da al suelo.

En suelos de Harizo, se ha encontrado que la capacidad de campo oscila alrededor del 40% (15, 16, 17, 25), pero Flach (19) reporta valores hasta de 230% en suelos volcánicos de los

Estados Unidos.

e) Punto de saturación. Punto de saturación es la máxima capacidad de retención de agua en el suelo (24). Juncker y Madison (29) afirman que en este punto la cantidad de agua y el peso del suelo son máximos.

f) Agua aprovechable. Se entiende por agua aprovechable, la comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento (6).

La cantidad de agua aprovechable en los suelos varía mucho de una zona a otra. Se considera que cuando esta constante sobrepasa al 20%, el agua aprovechable es alta (32).

2.2.8 Volúmen de sedimentos

El volúmen de sedimentos se refiere al espacio que ocupe una determinada cantidad de suelo pasada por un tamiz de 2 mm., de diámetro, previamente colocado en agua y luego de determinado tiempo (43).

La razón fundamental para realizar esta determinación, es la de obtener un criterio más amplio de la estabilidad del suelo. Los suelos que están bien agregados sedimentarán en forma similar a las partículas de arena, formando un volúmen de sedimento

ción muy pequeño para un determinado peso de suelo. Las partículas de arcilla de un suelo que está dispersado, permanecerán en suspensión cuando se colocan en agua. La adición de un ión divalente como el calcio, determinará que estos suelos floquen, permitiendo un volumen mayor de sedimentos (43).

Se considera que suelos que presenten un volumen menor de 30 cc., se los puede catalogar como estables y bien estructurados (43).

2.2.9 Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es un sistema complejo de sustancias, cuya dinámica está determinada principalmente por la adición continua de residuos, ya sea de tipo vegetal o animal (31).

Blasco (7) señala que la materia orgánica del suelo sufre una mineralización más o menos rápida, originando productos minerales y gaseosos; por otra parte a través de la humificación origina una serie de sustancias coloidales complejas, de composición no bien definida.

Los altos niveles de materia orgánica en andosoles, representan una intrazonalidad impuesta por un material rico en vidrios volcánicos que producen el alofano, el cual fija la mate-

ria orgánica de tal forma que es poco accesible a la acción de los microorganismos (36).

FIGURA I

Físicamente la materia orgánica influye en forma directa sobre la estructura del suelo, humedad, densidad y color. Estas condiciones a su vez están asociadas y relacionadas con otras que se derivan de las mismas, como la difusión y la compactación (22).

PAIS	ZONA	PROFUND. cm.	ANALISIS %	LEONOS %	AMILLA %	NOTA
Algunos valores de materia orgánica en suelos derivados de cenizas volcánicas se presentan en la tabla VII.						
"	"	25-35	21,00	22,00	9,00	"
"	Caldas	0-35	52,00	44,00	14,00	"
"	"	35-50	31,00	32,00	7,00	"
México	Alpediame	0-2,5	31,60	42,00	13,40	(2)
"	"	2,5-4,5	31,00	37,60	31,40	"
"	Iturbide	0-22	"	75,00	2,00	(30)
"	"	22-37	"	25,00	6,00	"
Colombia	Paute	"	43,53	30,20	31,75	(35)
"	"	"	37,75	25,53	32,00	"
"	Magdalena	R.A.	30,04	32,92	10,06	(25)
"	"	R.A.	57,41	27,56	15,03	"
"	Ipiales	R.A.	30,58	35,60	24,82	(30)
"	"	"	47,75	44,00	1,00	"

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 BIBLIOTECA Y DOCUMENTACION
 SERVICIOS AL PUBLICO

TABLA I

VALORES TEXTURALES ENCONTRADOS EN DIFERENTES SUELOS
VOLCANICOS DE AMERICA

PAIS	ZONA	PROFUND. Cm.	ARENAS %	LIMOS %	ARCILLA %	REF.
Colomb.	Valle	0-26	44,00	44,00	12,00	(32)
"	"	26-66	70,00	21,00	9,00	"
"	Caldas	0-35	52,00	44,00	14,00	"
"	"	35-50	51,00	42,00	7,00	"
México	Alpatlahua	0-2,5	44,60	42,00	13,40	(2)
"	"	2,5-13	31,00	37,60	31,40	"
C.Rica	Iraná	0-22	69,00	29,00	2,00	(30)
"	"	22-33	67,00	25,00	8,00	"
Colomb.	Pasto	H.A.	43,53	50,20	31,73	(15)
"	"	"	30,73	26,53	12,00	"
"	Túquerres	H.A.	56,84	32,92	10,26	(25)
"	"	H.B.	57,44	27,36	15,20	"
"	Ipiales	H.A.	82,58	35,60	24,82	(16)
"	"	"	47,78	14,00	1,22	"

TABLA II

VALORES DE INGRESOS DE AGREGADOS ESTABLES AL AGUA DE
 VARIAS ZONAS VOLCANICAS DE NARIÑO

ZONA	HORIZONTE	MAYORES 2mm. %	ENTRE 1-2mm. %	ENTRE .5-1 %	ENTRE .25-.5 %	MEÑORES 0,25mm. %	REF.
Ipiales	H.A.	85,90	23,52	29,90	16,57	56,05	(16)
"	"	-17,48	- 2,38	- 1,77	- 1,37	- 3,52	"
Pasto	H.A.	90,70	27,84	25,34	22,83	33,07	(17)
"	"	-13,80	- 3,07	- 2,73	- 1,83	- 1,48	"
Táquerres	H.A.	27,98	16,78	15,23	10,34	29,67	(25)
"	H.B.	38,51	10,51	10,98	9,32	28,51	"

H.A. — Suelo
 H.B. — Sub-suelo
 (-) — Valor mínimo

TABLA III
VALORES DE DENSIDAD REAL DE DIFERENTES
SUELOS VOLCANICOS DE AMERICA
VALORES DE DENSIDAD REAL DE DIFERENTES

SUELOS VOLCANICOS DE AMERICA				
PAIS	ZONA	PROFUNDIDAD Cm.	D. REAL G/cc.	REF.
México	Alpatlahua	0-2,5	1,84	(2)
"	"	2,5-13	1,91	"
"	Xinantecalt	0-20	2,59	"
Colombia	Ipiales	H.A.	2,61	(16)
"	"	H.B.	2,65	"
"	Túquerres	H.A.	2,55	(25)
"	"	H.B.	2,60	"
Perú	Sol de Oro	0-20	2,57	(51)
"	"	20-50	2,50	"
"	Santiago	0-20	2,44	"
"	"	20-45	2,40	"
"	Aynaracs	0-35	2,32	"
"	"	35-250	2,15	"

H.A. ——— Suelo

H.B. ——— Sub-suelo

TABLA IV

VALORES DE DENSIDAD APARENTE DE DIFERENTES
SUELOS VOLCANICOS DE AMERICA

PAIS	ZONA	PROFUNDIDAD Cm.	D. APARENTE g/cc.	REF.
México	Alpatlahua	0-2,5	0,74	(2)
"	"	2,5-15	0,94	"
U. S. A.	"	0-10	0,86	(19)
"	"	10-20	0,74	"
C. Rica	Irasú	0-22	0,80	(30)
Colombia	Ipiales	H. A.	1,20	(16)
"	"	H. B.	1,23	"
"	Táquerres	H. A.	1,14	(25)
"	"	H. B.	1,20	"
"	Cauca	0-27	0,49	(33)
"	"	50-90	0,53	"
Chile	Arrayán	0-30	0,91	(47)
"	Collipulli	0-30	0,80	"
Perú	Aynaraes	0-35	0,77	(51)

H. A. — Suelo

H. B. — Sub suelo

VALORES CRÍTICOS
TABLA V
 VALORES DE POROSIDAD DE DIFERENTES SUELOS
 VOLCANICOS DE AMERICA

PAIS	ZONA	PROFUNDIDAD Cm.	POROSIDAD %	REF.
Colombia	Ipiales	H.A.	53,81	(16)
"	"	H.B.	57,78	"
"	Táquerres	H.A.	55,17	(25)
"	"	H.B.	53,78	"
C.Rica	Irazú		75,60	(30)
Perú	Sol de Oro	0-20	43,19	(51)
"	"	20-50	46,35	"
"	Santiago	0-20	54,75	"
"	"	20-45	31,47	"
"	Aymaraos	0-35	66,66	"
"	"	25-250	47,51	"
"	Azúcar	0-30	69,53	"
"	"	30-200	60,31	"

H.A. — Suelo

(*) — H.B. — Sub-suelo

P.H. — Punto de Harolditas

H.H. — Equivalente de humedad

C.C. — Capacidad de campo

H.H. — Punto de saturación

TABLA VI
VALORES CRITICOS DE HUMEDAD DE DIFERENTES
SUELOS VOLCANICOS DE AMERICA

PAIS	ZONA	PROFUN- DIDAD Cm.	C.H. %	P.M. %	E.H. %	C.C. %	P.S. %	Ref.
Col.	Pasto	H.A.			49,21	40,43		(15)
Col.	Ipiales	H.A.	9,00	25,40	33,84	44,47	102,90	(16)
"	"	"	1,20°	5,05°	13,17°	17,42°	50,06°	"
"	Pasto	H.A.	10,54	50,77	65,37	71,69	100,76	(17)
"	"	"	3,24°	13,07°	23,41°	29,07°	53,86°	"
U.S.A.				150,00		230,0		(19)
Col.	Narifo	0-19	12,70					(32)
Col.	Tiquerras	H.A.	7,20	27,43	41,72	42,70	79,71	(25)
"	"	H.B.	7,25	25,49	41,05	33,75	70,34	"
Chile	Collipulli				41,30			(47)
"	Corte Alto				47,20			"
Perú	Sol de Oro	0-20		5,10		14,45		(51)
"	Santiago	0-20		9,80		22,40		(51)

H.A. — Suelo
H.B. — Subsuelo
(°) — Valores mínimos
C.H. — Coeficiente higroscópico
P.M. — Punto de Marchitez
E.H. — Equivalente de humedad
C.C. — Capacidad de Campo
P.S. — Punto de saturación

III. MINERALES Y HUMOS

TABLA VII

PORCENTAJES DE MATERIA ORGANICA DE DIFERENTES

SUELOS VOLCANICOS DE AMERICA

según los siguientes lugares (Fig. 1)

PAIS	ZONA	PROFUNDIDAD Cm.	M. ORGANICA %	REF.
C. Rica	Cervantes	0-19 H.A.	13,60	(9)
"	"	19-62 H.B.	3,30	"
Colombia	Ipiales	0-19 H.A.	13,40	(16)
"	"	19-62 "	-1,21	"
"	Pasto	0-19 H.A.	16,76	(17)
"	Túquerres	0-19 H.A.	6,76	(25)
"	"	19-62 H.B.	1,63	"
Colombia	Nariño	0-19	9,01	(32)
"	"	19-62	7,31	"
"	Caldas	0-35	4,43	"
"	"	35-50	3,70	"

H.A. — Suelo

H.B. — Sub-suelo

(-) — Valores mínimos

de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de San José y
de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Costa Rica.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MUESTREO

Las muestras del suelo y del sub-suelo, fueron tomadas en los siguientes lugares (Fig. 1)

- 1 Hacienda Chimangual
- 2 Hacienda Los Angeles
- 3 Hacienda Cascajal
- 4 Caserío Chimangual
- 5 Villa Floresta
- 6 Hacienda Cualapud
- 7 Hacienda La Alegría
- 8 Hacienda El Hospital
- 9 3 km., Nor-Este de Muellamés
- 10 2 km., al Sur de Colimba
- 11 5 km., carretera Guachucal-Cunbal.
3 km., margen derecho, Muellamés
- 12 Hacienda Villa María

3.2 Análisis de laboratorio

Los análisis se efectuaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Maricao y en el de la Facultad de Ciencias agropecuarias en Palmira.

MUNICIPIO DE GUACHUCAL
Foto-Aerofoto de las zonas
C-1281, C-1282, H-1590
Escala 1:50,000
Localizado en las coordenadas
429 + 4 47 de la zona
Pais, Julio de 1951

FIG. 1 LOCALIZACION DE LOS SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS

3.2.1 Textura

Se siguió el método de Bouyoucos descrito por González (24).

a) Parafina, descrito por González (24).

3.2.2 Estabilidad de los agregados al agua

Se determinó de acuerdo a la técnica descrita por Adams y Levy (1).

a) Cilindro con suelo sin disturbar,

3.2.3 Porosidad

Se calculó en base a la densidad real y a la densidad aparente.

3.2.3.1 Densidad real

3.2.4 Densidad real

Se determinó por tres métodos:

a) Balón con Keroseno, de acuerdo a la técnica descrita por Forsythe (21).

b) Picnómetro, descrito por Silva (44).

c) Cilindro graduado, descrito por Guerrero (27).

3.2.5. Densidad aparente

Se usaron tres métodos para su determinación.

límite por Casagrande (8).

a) Parafina, descrito por González (24).

3.2.5.2 Límite de densidad aparente

b) Cilindro con suelo sin disturbar, según la técnica descrita por Forsythe (20). ξ el método de las placas de presión (24).

c) Cilindro graduado con suelo disturbado, según la técnica descrita por Guerrero (27).

3.2.6 Plasticidad

límite (24).

3.2.6.1 Límite plástico superior

3.2.6.1.1 Límite de plasticidad

Se procedió a su determinación mediante la técnica de Bodman, utilizando el aparato de Casagrande (8).

límite de plasticidad (24).

3.2.6.2 Límite plástico inferior

3.2.6.2.1 Límite de plasticidad inferior

Se determinó por el método de Baver, descrito por Guerrero y Mantilla (26).

límite (24).

3.2.7 Constantes de humedad

3.2.7.1 Límite de humedad

3.2.7.1 Coeficiente higroscópico

entre la capacidad de agua y el punto de marchitamiento.

Se determinó mediante el método descrito por Guerrero (27).

3.2.7.2 Punto de marchitamiento

Se empleó el método de los platos de presión (24).

3.2.7.3 Equivalente de humedad

Se utilizó el método de centrifugación (24).

3.2.7.4 Capacidad de campo

Se determinó con el método de las ollas de presión (24).

3.2.7.5 Máxima capacidad de retención de agua

Se usó la técnica descrita por González (24).

3.2.7.6 Agua aprovechable

Se calculó por diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento.

3.2.8 Volumen de sedimentación

Se siguió la técnica de Gallia (43).

3.2.9 Materia orgánica

Se empleó el método de Walkley-Black, descrito por Silva (44).

3.2.10 Reacción del suelo (pH)

Se determinó empleando un potenciómetro tipo Beckman H 2, utilizando una mezcla suelo-agua 1:1 (44).

3.2.11 Color

Se determinaron los colores del suelo en estado húmedo y seco, con una tabla Munsell.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en los suelos y subsuelos del Municipio de Guachucal, se presentan en las Tablas VIII a XXXVII y en las figuras 2 a 5.

4.1 Textura

En las muestras estudiadas, la textura varió para el suelo entre franca, franco-arenosa y arenosa-franca. La primera se presentó en un 8,34% de los suelos estudiados, la segunda en un 53,33% y la tercera en un 33,33%.

Se observa que el promedio de las arcillas es mayor en el subsuelo que en el suelo. Como lo anotan algunos investigadores, existe la posibilidad de que fracciones menores de dos micras puedan emigrar a horizontes inferiores por efecto del movimiento descendente del agua. Resultados similares fueron encontrados en otros suelos de Narino y del mundo (2, 15, 16, 25, 30, 32).

Los bajos porcentajes de arcilla continuarán apareciendo hasta que no se encuentre un método de dispersión más eficaz. Hasta la fecha no existe un dispersante que actúe adecuadamente en suelos en donde predominan los materiales amorfos. Sería recomendable que el nitrato de zirconio, que parece ofrece buenos resultados, se ensaye para estos suelos.

Tratar de conocer por sedimentación o centrifugación las dimensiones de las partículas separadas es un problema discutible en el caso de suelos con alofana, ya que una parte del material tiene formas que no están bien definidas. Como las leyes de sedimentación se rigen bajo formas regulares, ésta deformidad incide en el proceso y cálculo de la sedimentación (13).

Es importante también conocer la cantidad de gibsita presente en el suelo, ya que una alta concentración, no permite precisar qué medio dispersante debe usarse, ya sea de tipo ácido o alcalino. Por ello, Colinet-Daage *et al* (13) recomiendan el uso de pirofosfato de sodio, asegurando que ofrece una dispersión igual y a menudo mayor que la que se obtiene con otros dispersantes; aclara que el hexametáfosfato de contenidos de arcilla bajos y que por ello no es recomendable.

Lo anterior confirma las conclusiones de otros investigadores, quienes sostienen que el hexametáfosfato de sodio no es el más adecuado para esta clase de suelos (4, 25).

La correlación efectuada entre la materia orgánica y la arcilla presentó un coeficiente $r = -0,5371^*$, su tendencia fue negativa pero significativa al nivel del 5% (Figura 2). Situación similar fue encontrada por González (25). Sin embargo, al correlacionar los mismos porcentajes de arcilla con el pH, no se detectó ningún tipo de asociación ($r = -0,08$ N.S.). En estos resultados

es posible que estén incidiendo los porcentajes de arcillas determinados. Como se aclaró anteriormente es probable que sean superiores, siempre y cuando exista una buena dispersión (tablas VIII y IX).

4.2 Estabilidad de los agregados al agua

El promedio de los agregados estables en agua mayores de 2 mm. de diámetro fue de 78,78%, con un máximo de 92,4% y un mínimo de 14,10%. Este resultado es similar al encontrado por Escobar y Jurado (17), en suelos del Altiplano de Pasto, cuyo promedio es cercano al 80%.

Es posible que estos suelos ofrezcan condiciones estructurales muy aceptables que faciliten el laboreo agrícola, puesto que el porcentaje de agregación sobrepasa el 50%, que el concepto de Adams y Levy (1), es el punto crítico.

Llama la atención el hecho de que exista una acentuada diferencia entre los promedios obtenidos por González (25) y los del presente estudio (57,95% vs., 78,78%). Es posible que en esta diferencia estén incidiendo las marchas analíticas. En efecto para determinar esta característica se requirieron cinco tanques de diferente tipo de malla. Parece que en el caso de González (25), solo se usaron cuatro tanques. Es posible que en el proceso de medición

(1) Información personal.

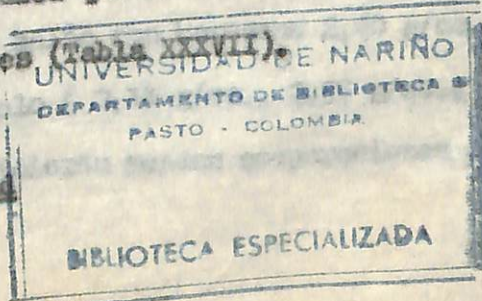
como el último tamiz tiene una malla número 80, el agua al subir lo hace lentamente, efectuando una menor presión sobre el suelo. Esta falta de presión se debe a la resistencia que oponen los diminutos orificios de este tipo de malla. Al subir lentamente el agua, el suelo es removido con suavidad sin que existan posibilidades de que haya desintegración.

Lo anterior, en cierta forma podría explicar el menor grado de agregación encontrado en los suelos de la Sabana de Túquerres (25). El hecho de que los resultados obtenidos sean similares a los del Altiplano de Ipiales (16) y a los del Altiplano de Pasto (17), en donde se usaron los cinco tamices, indica que pudo existir un sesgo en la determinación de la estabilidad de los agregados al agua al no utilizar el tamiz de malla 80.

Lo expresado anteriormente aclara la diferencia altamente significativa que se encontró al comparar los datos obtenidos por González (25) y los del presente estudio para agregados mayores de 2 mm., de diámetro.

Al correlacionar los agregados menores de 0,25 mm., de diámetro con los porcentajes de materia orgánica, el $r=0,41$ N.S., que no es significativo, lo que indica que no existe ningún tipo de asociación entre estas dos variables (Tabla XXXVII).

4.3 Densidades y porosidad



4.3.1 Densidad real

El promedio de densidad real para el suelo fué de 2,40 g/cc., y 2,59 g/cc., para el subsuelo.

Estos resultados son bastante similares a los encontrados por varios investigadores, en suelos de origen volcánico (16, 25, 51) y el promedio de 2,40 g/cc., se encuentra dentro del range establecido para suelos derivados de cenizas volcánicas (22).

En lo que respecta a los suelos estudiados por González (25), se encontró que no había diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de las dos zonas (2,40 g/cc., vs., 2,54 g/cc.). Este resultado era de esperarse ya que los suelos de Guschucal corresponden a la parte media de la Sabana y los suelos estudiados por González (25), a los de toda la Sabana. Lo anterior indica que la variabilidad de la densidad real no es acentuada y es natural que los materiales que dieron origen a estos suelos, incidieron uniformemente en esta característica.

En base a los promedios de densidad real para el suelo, obtenidos por diferentes métodos, (cilindro graduado 2,10 g/cc., picnómetro 2,35 g/cc., balón con kerosene 2,40 g/cc.,) y los mismos métodos para el subsuelo (2,11 g/cc., 2,55 g/cc., 2,59 g/cc., respectivamente), se hicieron sendas comparaciones es-

tadísticas con base en la prueba de Student. Los resultados indican que entre el cilindro graduado y el picnómetro existe una diferencia altamente significativa. El mismo tipo de significancia fue detectada para el cilindro graduado y el balón con kerosene. Sin embargo, entre el picnómetro y el balón con kerosene no apareció ningún tipo de significancia. (Tablas XXVI, XXVIII, XXX).

Lo anterior indica que los resultados obtenidos ya sean con el picnómetro o a partir del balón con kerosene son similares, en cambio son diferentes en lo que respecta al cilindro graduado. Dada la proporción de significancia obtenida de 2:1, es de esperarse que el método del cilindro graduado, no sea el más adecuado, ya que tanto el picnómetro como el balón con kerosene mostraron promedios con poca diferencia, no así el método del cilindro graduado que al compararlo estadísticamente con los otros métodos presentó diferencias catalogadas como de alta significancia. Para el subsuelo se encontró que las comparaciones efectuadas son de la misma tendencia (Tablas XXVII, XXIX, XXXI).

La secuencia de la densidad real por los tres métodos fue: Balón con kerosene (2,40 g/cc.) > Picnómetro (2,35 g/cc.) > Cilindro graduado (2,10 g/cc.). La misma secuencia para el subsuelo.

De acuerdo a Forsythe (") y Legarda ("), el resultado anterior se explica porque el agua es un líquido polar y

(") Información personal

en contacto con el suelo es atraída por las partículas de éste formando una capa de moléculas en torno suyo. En cambio el kerosene es un líquido no polar y al no existir la atracción no habrá posibilidad de que espacios microscópicos queden ocupados, lo que permitiría que no se altere la densidad real. En el caso del cilindro graduado el sesgo es mayor, debido a que hay posibilidad de que los espacios microscópicos queden ocupados por el agua y por el aire a manera de un micromosaico, de tal suerte que el volumen del suelo aumenta disminuyendo la densidad real. Sin embargo, los valores obtenidos con el balón con kerosene fueron mayores que los determinados con el picnómetro, seguramente a causa de un error experimental alto.

4.3.2 Densidad aparente

Los promedios de la densidad aparente para el suelo de acuerdo a los métodos usados fueron: parafina 1,22 g/cc., cilindro graduado (suelo disturbado) 1,00 g/cc., cilindro (suelo sin disturbar) 0,86 g/cc., los valores para el subsuelo, así como los máximos y mínimos se presentan en las Tablas XV, XXXV, XXXVI.

Desde hace algún tiempo se viene discutiendo la incidencia que tiene la metodología usada en la determinación de la densidad aparente de los suelos. Al respecto se sabe que el método de la parafina no es el más apropiado puesto que ofrece un margen de error notable.

En el presente estudio se compararon los métodos: cilindro graduado (suelo disturbado) vs., parafina vs., cilindro (suelo sin disturbar).

Al plantear la hipótesis alterna: los pronósticos son diferentes, los resultados indican que entre el cilindro graduado (suelo disturbado) y la parafina, la diferencia es altamente significativa. Entre el cilindro (suelo sin disturbar) y la parafina, el resultado es similar. Al comparar los dos primeros métodos en el subsuelo se obtuvieron diferencias altamente significativas (Tablas XXXIII a XXXIV).

Al aceptar la hipótesis alterna se demuestra lo inadecuado que es el método de la parafina, que aunque se efectúa en suelo sin disturbar, conlleva sesgos detectables estadísticamente, no siendo por lo tanto recomendable principalmente en lo que se refiere a suelos de origen volcánico.

Se observa que la diferencia en ciertos casos puede ser hasta de media unidad (Tablas XIV, XV) y por lo general, los valores de densidad aparente en suelos volcánicos están por debajo de $1,00 \text{ g/cc.}$, debido a la influencia que tiene la materia orgánica y los compuestos azúcares (2, 15, 25, 32).

En la comparación del método del cilindro graduado (suelo disturbado) y cilindro (suelo sin disturbar) se detecta

tó una diferencia significativa al nivel del 5%. Esto corrobora más la efectividad del segundo método.

Los resultados obtenidos con el método del cilindro (suelo sin disturbar) son similares a los encontrados por varios investigadores (2, 19, 30, 47, 51) en suelos volcánicos y se aproximan a los valores reportados por Forsythe et al (22), quienes informan que en los andosoles la densidad aparente puede oscilar entre 0,3 g/cc., y 0,75 g/cc.

En lo que respecta a las determinaciones de densidad aparente realizadas por González (25), se encuentran diferencias notables. Este resultado posiblemente se debe a que el citado investigador determinó esta propiedad por el método de la parafina. Se encontró por consiguiente que existía una diferencia altamente significativa entre promedios.

Como el coeficiente de variabilidad permite efectuar comparaciones en base a la homogeneidad o heterogeneidad de las observaciones, se efectuaron los cálculos correspondientes a cada coeficiente. Los resultados obtenidos (C.V. = 11,9%) como coeficiente de variabilidad para el cilindro graduado (suelo sin disturbar) y (C.V. = 16,4%) para la parafina en el estudio efectuado por González (25) indican que la variabilidad del método del cilindro graduado (suelo sin disturbar) ofrece una mayor precisión.

Lo anterior confirma las recomendaciones impartidas, en el sentido de que es el método más apropiado para estos suelos. Similares consideraciones imparten Arias y Guerrero (4), en su estudio de dos Andosoles del Altiplano de Pasto.

La correlación efectuada entre el contenido de arcillas y la densidad aparente (parafina) fue significativa al nivel del 5% ($r=0,55^+$), con un porcentaje de asociación de 23,74%. Este resultado es similar al obtenido en suelos de la Sabana de Tiqueres (25).

4.3.3 Porosidad

Debido a que la densidad aparente se determinó por tres metodologías distintas y como ésta interviene en la fórmula de cálculo para la porosidad, se encontraron los siguientes porcentajes: a) utilizando el método de la parafina la porosidad fue 49,13%, b) empleando el cilindro graduado con suelo sin disturbar 65,13% y c) con el método del cilindro graduado con suelo disturbado 53,24%. Los valores para el subsuelo, así como su máximo, promedio y mínimo se presentan en las Tablas XVI, XVII, XXXV y XXXVI. En todos los casos se utilizó la densidad real obtenida mediante la técnica del balón con keroseno.

Al evaluar estadísticamente las diferencias entre los promedios de porosidad, teniendo en cuenta los tres mé-

todos usados para la densidad aparente, se encontró que había diferencias altamente significativas. Lo anterior quedó corroborado al comparar la porosidad encontrada en suelos de Tiquerres (25), con los suelos de Guachucal y nuevamente la diferencia entre promedios fue altamente significativa.

El porcentaje de variabilidad es una medida de dispersión que permite comparar la eficiencia de dos metodologías. En el presente caso cuando se usó el método de la parafina el coeficiente fue de 7,46%, mientras que cuando se usó el cilindro graduado con suelo sin disturbar fue de 3,4%. Esta baja variabilidad es un índice de mayor homogeneidad y por ende de mayor precisión y eficiencia.

Las anteriores evaluaciones estadísticas, permiten demostrar el sesgo que se presenta cuando alguno de los componentes de la fórmula, ya sea la densidad real o bien la densidad aparente no tienen la precisión deseada. Posiblemente debido a lo anterior, se han presentado en algunas regiones bajos porcentajes de porosidad, cuando en realidad son altos.

En términos generales, los porcentajes de porosidad del presente estudio son bastante similares a los reportados por algunos investigadores (4, 30, 51).

Algunos clasificadores de suelos (13) indican

que una densidad aparente de 0,8 g/cc., y una porosidad mayor de 60% permiten que el suelo pueda ser clasificado como Andosol. Los resultados obtenidos ofrecen una buena posibilidad para clasificar estos suelos como Andosoles, no obstante es necesario determinar los otros factores que se deben tener en cuenta para su definitiva clasificación.

4.4 Elasticidad

En el presente estudio se determinó únicamente el límite plástico superior, cuyo promedio fue de 57,66% para el suelo y de 40,09% para el subsuelo. Los valores máximos y mínimos se presentan en las tablas XXXV y XXXVI.

Debido posiblemente a los altos porcentajes de arena detectados (65,30%), no se determinó el límite plástico inferior, ya que no se pudo amasar el suelo y formar las tiras correspondientes. El bajo contenido de arcilla incidió directamente para que no se lograra aplicar esta metodología.

No se encontró ningún tipo de asociación entre las variables: arcillas vs., límite plástico superior, su coeficiente $r = -0,21$ fue de tendencia negativa y no significativo. Lo mismo puede aducirse de la correlación entre la porosidad y el límite plástico superior ($r = 0,19$ N.S.).

El promedio del límite plástico superior (57,66%) es inferior al encontrado en la Sabana de Túquerres (64,95%) reportado por González (25). Desafortunadamente, como no se pudo determinar el índice de plasticidad debido a la falta del límite plástico inferior, no se presenta este dato.

Según Gamboa (*), los suelos de la Sabana de Túquerres presentan en algunos lugares, una capa de arena y vidrio volcánico.

4.5 Retención de humedad

Los resultados promedios en base a las constantes de humedad para el suelo fueron: coeficiente higroscópico 8,74%, punto de marchitamiento 23,06%, equivalente de humedad 38,16%, capacidad de campo 38,34%, punto de saturación 80,86% y agua aprovechable 15,30%. Los resultados correspondientes al subsuelo como mínimo, promedio y máximo se presentan en las Tablas XI, XXI, XXXV y XXXVI.

Todos los resultados obtenidos, presentan similitud

(*) Información personal

con los detectados por algunos investigadores que estudiaron el comportamiento del agua en los suelos del Altiplano de Ipiales, Pasto y Túquerres (16, 17, 25). Es de advertir que coinciden también con los obtenidos en algunas otras regiones del mundo (15, 32, 47, 51). Sin embargo, están bastante distantes a los encontrados por Flach (19), en suelos de origen volcánico en los Estados Unidos.

Lo anterior indica que en el aspecto de humedad, los suelos pueden ofrecer distintos resultados a pesar de que su origen aparentemente es el mismo. Es posible que factores como procesos de meteorización, mineralogía del material parental, que inciden en la fragmentación de las partículas hayan determinado una menor porosidad que se dejará ver en los puntos críticos que tienen referencia con la humedad.

El promedio de agua aprovechable (15,30%), dobla el promedio detectado por Afiasco y Córdoba (3), en suelos del Patía y es muy similar al determinado por González (25), en suelos de la Sabana de Túquerres. Este valor se acerca bastante al nivel considerado como alto por algunos autores (32).

Al estudiar la posible asociación entre la porosidad y la capacidad de campo se obtuvo un coeficiente de regresión ($r = -0,1194$ N.S.). Se observa que al utilizar un cálculo sesgado de la porosidad incide en que no exista una significación entre las variables propuestas. Por otra parte, no se encontró tampoco nin-

gún tipo de asociación entre las variables: densidad aparente y capacidad de campo ($r=0,087$ N.S.). Sin embargo, al correlacionar la materia orgánica con la capacidad de campo (Fig. 5), se encontró un coeficiente de regresión ($r=0,52^+$), significativo al 5%. Es un resultado normal dado el hecho de que la materia orgánica tiene acentuada influencia en la porosidad de los suelos y por ende en la retención de humedad.

4.6 Volumen de sedimentos

El volumen de sedimentos presentes en los suelos es un nuevo aporte en los conceptos físicos del edafón.

Es importante conocer el estado de sedimentación puesto que indica cómo está el suelo en lo que respecta a la estabilidad. Esta determinación, junto con la de la estabilidad de los agregados al agua, permite obtener una visión más amplia del comportamiento de las fracciones en el suelo. Aunque podría ser una repetición de la determinación de la estabilidad, no sobra, puesto que hay dos formas de conocer esta importante característica física.

En el presente caso, para el suelo el volumen de sedimentos fue de 23,56 cc., y 23,23 cc., para el subsuelo, con valores máximos y mínimos que se presentan en las Tablas XXXV y XXXVI.

Se observa que el subsuelo presenta una menor cantidad

de sedimentos. Este resultado se podría catalogar como normal, debido a que el subsuelo tiene menor cantidad de materia orgánica y es bien sabido que los compuestos orgánicos influyen para que el volumen de los suelos aumente, tal como sucede en la determinación de la densidad aparente. Como los sedimentos son medidos en términos de volumen, al existir mayor porcentaje de materia orgánica, aumentará el volumen sedimentado.

De acuerdo a los conceptos emitidos en el Manual de Clasificación de tierras con fines de riego (48), una sedimentación menor de 30 cc., ofrece buenas condiciones de estabilidad y estructuración. Los resultados obtenidos tanto para el suelo como para el subsuelo llenan estas condiciones, por lo que se puede catalogar a estos suelos como bien estructurados y muy estables.

La anterior aseveración queda confirmada con el resultado obtenido de los agregados estables al agua mayores de 2 mm., de diámetro.

El hecho de que el suelo presenta los mayores porcentajes de arenas y de materia orgánica, se deja ver en la correlación altamente significativa que se detectó ($r = 0,75^{++}$). Esto, naturalmente incidirá en los volúmenes de sedimentos encontrados.

4.7 Materia orgánica

El porcentaje promedio de materia orgánica detectada en el suelo fue de 10,11% con un máximo de 15,05% y un mínimo de 7,14%. Estos valores altos indican que los procesos de descomposición son muy lentos.

Un 10% de materia orgánica equivale a 130 tn/ha., a 15 cm., de profundidad y en base a su densidad aparente de 0,86 g/cc. Este tonelaje demuestra claramente que el potencial de materiales orgánicos es alto, resultado que concuerda con los obtenidos por diversos investigadores en otras regiones volcánicas del mundo (9, 16, 17, 32).

Una de las recomendaciones presentadas en el II Panel sobre Suelos Volcánicos de América, fue la de estudiar intensivamente los procesos de mineralización de la materia orgánica en estos suelos, para conocer con mayor exactitud los factores que están inhibiendo el ataque microbial.

Al comparar estadísticamente los valores obtenidos para los suelos de la Sabana de Táquerres (25) y los del presente trabajo, se encontró una diferencia altamente significativa entre promedios (6,76% vs., 10,11%). Este resultado probablemente se deba a la variabilidad de las observaciones, en efecto el coeficiente de variación para los suelos de Guachucal fue de 23%, mientras que para

los de la Sabana fue de 51%. Es un resultado de esperar, puesto que al aumentar el área de muestreo, dada la heterogeneidad que presentan los suelos, aumentará la variabilidad.

NÚMERO	FINCA	FRONTE Metros sq.	ÁREAS %	ARELLA %	LEGO %	TIPO
1	Quintana	0-20	50,70	2,36	46,94	2-4
2	San Andrés	0-100	50,00	2,34	47,66	2-4
3	General	0-20	40,00	7,32	42,68	2-4
4	Quintana	0-20	70,00	1,30	28,70	2-4
5	Villa Florida	0-20	75,70	1,20	19,70	2-4
6	Quintana	0-100	75,00	2,44	21,76	2-4
7	La Laguna	0-20	62,75	4,20	32,05	2-4
8	El Hospital	0-20	60,00	2,20	37,80	2-4
9	Quintana	0-20	50,00	12,90	37,10	2-4
10	Quintana	0-100	75,54	3,20	21,26	2-4
11	Quintana	0-20	50,00	6,40	43,60	2-4
12	Villa Florida	0-20	50,00	2,00	48,00	2-4

TABLA VIII
ANÁLISIS TEXTURAL (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUN- DIDAD cm.	ARENAS %	ARCILLA %	LIPO %	TEXT.
1	Chinangual	0-90	52,70	5,36	41,94	F-A
2	Los Angeles	0-100	53,80	9,34	36,86	F-A
3	Cascajal	0-30	49,80	7,32	42,88	F
4	Chinangual	0-60	75,80	1,90	22,30	A-F
5	Villa Floresta	0-50	78,70	1,58	19,72	A-F
6	Cualapud	0-100	76,80	2,44	20,76	A-F
7	La Alegría	0-30	62,93	4,20	32,82	F-A
8	El Hospital	0-90	68,94	2,20	28,86	F-A
9	Huellanús	0-70	59,80	12,93	27,32	F-A
10	Colimba	0-150	73,64	3,33	22,93	A-F
11	Huellanús	0-30	62,60	8,40	29,00	F-A
12	Villa María	0-70	68,10	3,70	28,20	F-A

TABLA IX
ANALISIS TEXTURAL (SUB-SUELO)

SUBLO	ZONA	PROFUN- DIDAD CM.	ARENAS %	ARCILLA %	LIMO %	TEXT.
1	Chimengual	90-170	59,00	11,40	29,60	F-A
2	Los Angeles	100-180	54,04	21,80	24,16	F-AR-A
3	Cascajal	30-70	62,92	6,34	30,74	F-A
4	Chimengual	60-130	56,84	6,50	36,66	F-A
5	Villa Floresta	50-90	65,80	9,40	24,80	F-A
6	Cualapud	100-200	35,20	32,80	32,00	F-AR
7	La Alegria	80-170	58,94	9,22	31,84	F-A
8	El Hospital	90-180	59,60	8,00	32,40	F-A
9	Muellanúes	70-150	70,66	6,38	22,96	A-F
10	Colimba	150-250	48,70	15,40	35,90	F
11	Muellanúes	80-150	55,72	16,36	27,92	F-A
12	Villa Maria	70-120	42,00	31,98	26,02	F-AR

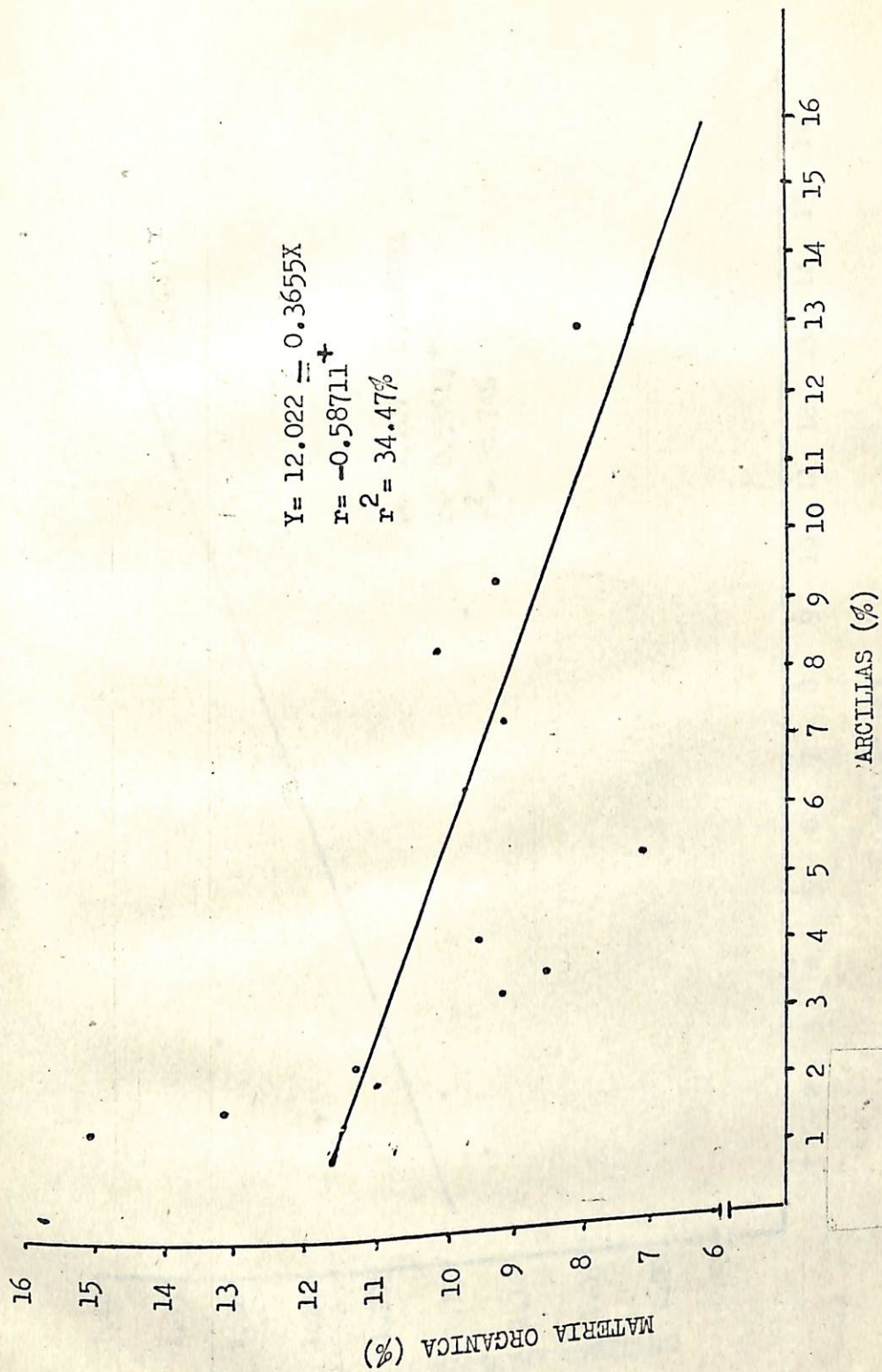


Fig. 2 Relación entre el contenido de arcillas y la Materia Organica (suelo)

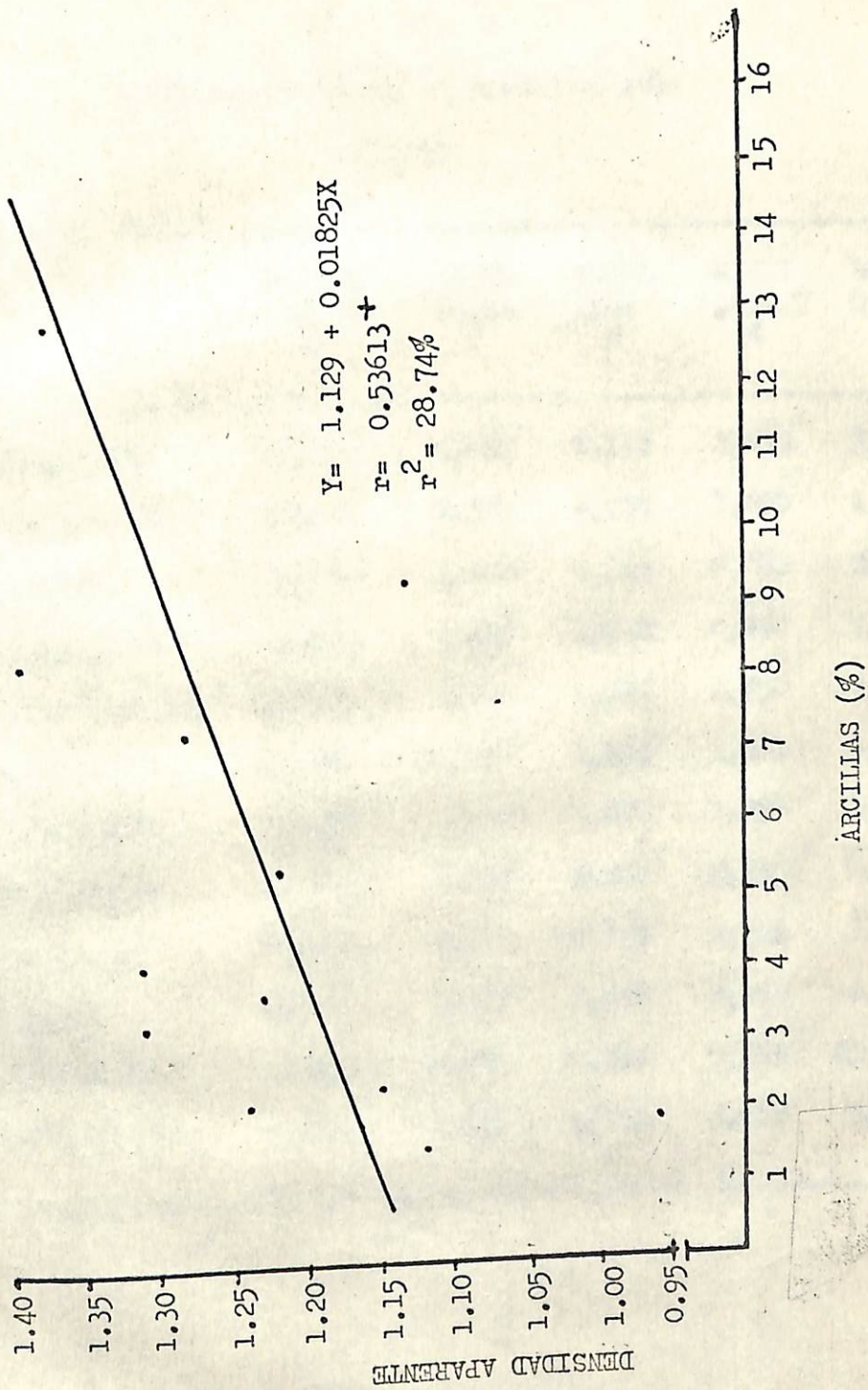


Fig. 3 Relación entre el contenido de arcillas y la Densidad Aparente (suelo)

TABLA X
ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA
(SUELO)

66

SUELO	ZONA	MAIORES 2,mm. %	ENTRE 1-2mm. %	ENTRE .5-1 %	ENTRE .25-.5 %	MEIORES 0,25mm. %
1	Chinangual	74,475	9,950	8,158	2,034	5,483
2	Los Angeles	87,543	5,433	4,014	1,680	1,330
3	Cascajal	92,540	4,202	0,819	0,082	2,357
4	Chinangual	85,887	4,883	1,308	0,630	7,292
5	Villa Floresta	82,637	1,368	0,844	0,250	14,901
6	Cualapud	80,668	10,200	2,184	1,201	5,747
7	La Alogría	90,257	4,427	1,376	1,254	2,686
8	El Hospital	86,707	4,722	2,663	2,359	3,549
9	Muellamués	87,071	4,421	2,793	2,308	3,407
10	Colimba	85,609	4,685	1,896	3,279	4,531
11	Muellamués	14,012	26,338	23,776	7,315	25,559
12	Villa María	76,799	10,259	4,792	4,638	3,512

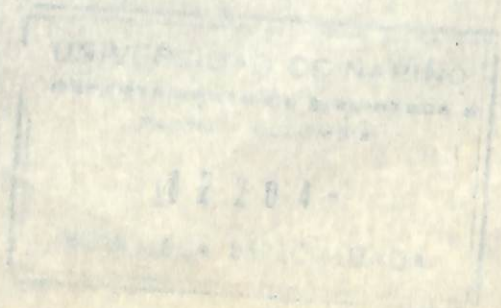


TABLA XI
 ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA
 (SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	MAYORES 2mm. %	ENTRE 1-2mm. %	ENTRE .5-1 %	ENTRE .25-.5 %	MEJORES 0,25mm. %
1	Chimanguel	84,328	2,905	1,140	0,269	12,168
2	Los Angeles	80,702	8,454	4,851	2,832	3,161
3	Cascajal	74,887	9,779	6,751	0,961	7,632
4	Chimanguel	86,445	7,620	2,767	1,415	1,753
5	Villa Floresta	78,308	12,401	6,094	0,767	2,430
6	Guapudá	—	5,549	31,909	24,821	37,721
7	La Alegría	41,532	25,423	18,562	3,886	10,597
8	El Hospital	46,070	19,626	14,459	8,554	11,291
9	Muellamés	75,943	4,793	6,688	2,028	10,548
10	Colimba	52,740	20,932	7,893	5,804	12,623
11	Muellamés	81,530	3,465	1,675	0,372	12,958
12	Villa María	—	2,167	9,147	11,814	76,872

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA S
 PASTO - COLOMBIA
 12204 -
 BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

TABLA XII
DENSIDAD REAL OBTENIDA POR DIFERENTES METODOS
(SUNIO)

SUBIO	ZONA	D. REAL g/cc. Cilindro	D. REAL g/cc. Pícnómetro	D. REAL g/cc. Keroseno
1	Chinangual	2,08	2,419	2,458
2	Los Angeles	2,16	2,307	2,362
3	Cascajal	2,18	2,272	2,362
4	Chinangual	2,18	2,054	2,271
5	Villa Floresta	2,03	2,272	2,153
6	Cualupud	2,13	2,419	2,380
7	La Alegría	2,41	2,500	2,452
8	El Hospital	2,06	2,459	2,351
9	Muellamués	2,34	2,238	2,511
10	Colimba	1,83	2,459	2,471
11	Muellamués	1,78	2,459	2,587
12	Villa María	2,05	2,419	2,501

TABLA XIII

DENSIDAD REAL OBTENIDA POR DIFERENTES METODOS

(SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	D. REAL g/cc. Cilindro	D. REAL g/cc. Piezómetro	D. REAL g/cc. Keroseno
1	Chinangual	2,06	2,542	2,615
2	Los Angeles	2,07	2,678	2,775
3	Cascajal	2,09	2,631	2,505
4	Chinangual	2,21	2,419	2,436
5	Villa Florista	2,16	2,631	2,629
6	Cualapud	2,05	2,459	2,599
7	La Alegria	2,09	2,380	2,556
8	El Hospital	2,06	2,459	2,616
9	Muellanús	2,03	2,419	2,539
10	Colimba	2,10	2,586	2,671
11	Muellanús	2,23	2,500	2,631
12	Villa María	2,18	2,459	2,568

TABLA XIV

DENSIDAD APARENTE OBTENIDA POR DIFERENTES METODOS

(SUELO)

SUELO	ZONA	D. APARENTE g/cc. Cil. S. Dist.	D/ APARENTE g/cc. Parafina	D. APARENTE g/cc. S. Sin dist.
1	Chinangual	1,04	1,22	1,20
2	Los Angeles	0,89	1,15	1,19
3	Cascajal	0,96	1,23	1,17
4	Chinangual	1,09	0,96	1,20
5	Villa Floresta	0,87	1,12	1,09
6	Gualapud	1,01	1,15	0,922
7	La Alegria	1,01	1,31	0,842
8	El Hospital	1,11	1,24	1,00
9	Muellanús	1,00	1,37	0,843
10	Colimba	1,06	1,31	1,20
11	Muellanús	1,01	1,31	0,870
12	Villa María	0,96	1,23	0,860

TABLA XV

DENSIDAD APARENTE OBTENIDA POR DIFERENTES METODOS
(SUB-JULIO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	D. APARENTE g/cc. Gil. S. Dist.	D. APARENTE g/cc. Parafina
1	Chinangual	90-170	1,03	1,25
2	Los Angeles	100-180	1,03	1,19
3	Cascajal	50-70	1,07	1,17
4	Chinangual	60-130	1,01	1,25
5	Villa Floresta	50-80	1,08	1,49
6	Cualapud	100-200	1,20	1,23
7	La Alogria	80-170	1,01	1,31
8	El Hospital	90-180	1,03	1,45
9	Muellanís	70-150	1,01	1,23
10	Colimba	150-250	1,04	1,33
11	Muellanís	80-150	1,03	1,15
12	Villa María	70-120	0,99	1,51

TABLA XVI
 POROSIDAD OBTENIDA CON 3 DENSIDADES APARENTES
 (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUN- DIDAD cm.	PARAFINA %	SUELO DIST. %	SUELO SIN DISTURBAR %
1	Chinangual	0-90	50,37	57,69	
2	Los Angeles	0-100	52,16	62,35	
3	Cascajal	0-30	45,77	59,33	
4	Chinangual	0-60	57,77	52,01	
5	Villa Floresta	0-50	47,93	59,60	
6	Gualayud	0-100	51,69	57,57	61,12
7	La Alegria	0-30	46,53	53,81	65,56
8	El Hospital	0-90	47,26	52,79	
9	Muellanón	0-70	45,45	60,18	66,37
10	Coliaba	0-150	46,99	57,11	
11	Muellanón	0-90	46,27	60,97	66,37
12	Villa María	0-70	51,93	62,52	66,42

TABLA XVII

POROSIDAD OBTENIDA CON 2 DENSIDADES APARENTES

(SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	PARAFINA %	SUELO DISTURB. %
1	Chinangual	90-170	52,20	60,62
2	Los Angeles	100-180	57,12	62,89
3	Cascajal	30-70	53,30	57,29
4	Chinangual	60-130	48,69	58,54
5	Villa Floresta	50-80	43,33	58,92
6	Cualapud	100-200	52,68	53,84
7	La Alegría	80-170	48,75	60,49
8	El Hospital	90-180	44,58	60,63
9	Huellanúes	70-150	51,56	60,23
10	Colimba	150-250	49,45	60,48
11	Huellanúes	80-150	56,95	61,44
12	Villa María	70-120	41,20	61,45

TABLA XVIII
LIMITE PLASTICO SUPERIOR EXPRESADO EN PORCENTAJE
(SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	LIMITE PLASTI- CO SUPERIOR %
1	Chinangual	0-90	54,44
2	Los Angeles	0-100	63,39
3	Cascajal	0-30	63,49
4	Chinangual	0-60	61,55
5	Villa Floresta	0-50	73,27
6	Qualayud	0-100	75,81
7	La Alegria	0-30	45,90
8	El Hospital	0-90	51,96
9	Muellandés	0-70	51,78
10	Colimba	0-150	56,79
11	Muellandés	0-80	53,56
12	Villa María	0-70	40,07

TABLA XIX
LIMITE PLASEICO SUPERIOR EXPRESADO EN PORCENTAJE
(SUB-SUELO)

SUBLO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	LIMITE PLASEICO SUPERIOR %
1	Chinangual	90-170	37,75
2	Los Angeles	100-180	55,85
3	Cascajal	30-70	37,52
4	Chinangual	60-150	49,69
5	Villa Floresta	50-80	32,87
6	Cualapud	100-200	43,17
7	La Alegria	80-170	44,21
8	El Hospital	90-180	49,95
9	Mueblanón	70-150	38,06
10	Colimba	150-250	50,69
11	Mueblanón	80-150	67,89
12	Villa María	70-120	45,53

TABLA XX
 PUNTOS CRITICOS DE HUMEDAD
 (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUN- DIDAD cm.	H.H. %	P.H. %	H.E. %	C.C. %	P.S. %
1	Chinangual	0-90	6,60	20,41	35,47	36,48	74,23
2	Los Angeles	0-100	8,34	26,06	43,06	41,29	89,52
3	Cascajal	0-30	4,82	21,61	43,60	43,57	83,62
4	Chinangual	0-60	14,23	23,13	33,34	45,00	83,47
5	V. Floresta	0-50	12,35	32,24	47,00	44,56	110,13
6	Cualapud	0-100	8,45	25,44	39,54	37,10	81,23
7	La Alegria	0-80	5,59	17,18	33,03	32,99	65,83
8	El Hospital	0-90	7,62	18,82	32,00	33,23	82,56
9	Muellanés	0-70	9,05	22,31	35,18	36,10	73,83
10	Colimba	0-150	10,37	23,01	32,63	37,93	76,12
11	Muellanés	0-80	12,23	26,25	43,72	43,95	83,74
12	V. Maria	0-70	5,26	15,23	23,83	27,93	60,99

TABLA XXI

PUNTOS CRITICOS DE HUMEDAD

(SUELO-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUN- DIDAD cm.	H.H. %	P.H. %	H.H. %	C.C. %	P.S. %
1	Chinangual	90-170	3,52	2,49	27,55	31,43	57,96
2	Los Angeles	100-190	8,69	23,49	45,83	50,66	84,21
3	Cascajel	50-70	2,24	9,12	21,84	25,11	56,08
4	Chinangual	60-130	3,95	13,61	32,52	28,96	65,77
5	V. Floresta	50-80	6,15	13,25	22,99	19,83	55,63
6	Guaymas	100-200	7,75	22,05	37,25	46,19	62,79
7	La Alegria	80-170	7,89	19,53	36,73	29,84	71,43
8	El Hospital	90-190	7,89	20,10	40,39	37,47	71,82
9	Muellanuco	70-150	7,29	17,68	25,89	24,34	69,07
10	Colimba	150-250	9,05	22,75	39,55	37,17	69,22
11	Muellanuco	80-150	14,02	39,53	53,50	53,90	86,81
12	V. Maria	70-120	7,75	25,44	38,81	42,74	71,87

TABLA XXII
VOLUMEN SEDIMENTADO Y VOLUMEN DE AGUA DESALOJADO
(SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	VOLUMEN SEDIMENT. cc.	VOLUMEN AGUA nl.
1	Chicangual	0-90	20,00	6,00
2	Los Angeles	0-100	26,30	7,50
3	Cascajal	0-30	23,00	9,00
4	Chicangual	0-60	24,00	8,00
5	Villa Floresta	0-30	26,00	8,00
6	Cualapud	0-100	23,20	7,50
7	La Alegria	0-80	23,00	7,10
8	El Hospital	0-90	22,90	7,00
9	Muellanitas	0-70	25,60	8,40
10	Colimba	0-150	21,30	6,00
11	Muellanitas	0-80	22,00	6,90
12	Villa Maria	0-70	20,50	6,50

TABLA XXIII
VOLUMEN SEDIMENTADO Y VOLUMEN DE AGUA DESALOJADO
(SUELO-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	VOLUMEN SEDIMENT. cc.	VOLUMEN AGUA ml.
1	Chimangual	90-170	21,40	6,90
2	Los Angeles	100-180	23,00	6,00
3	Cascajal	30-70	21,80	7,20
4	Chimangual	60-130	20,80	7,50
5	Villa Floresta	50-80	21,20	8,50
6	Cualapud	100-200	25,70	8,10
7	La Alegria	80-170	24,00	7,50
8	El Hospital	90-180	24,20	6,80
9	Muellanubs	70-150	22,20	8,00
10	Colimba	150-250	24,30	7,00
11	Muellanubs	80-150	26,80	9,00
12	Villa Maria	70-120	24,00	7,00

TABLA XXIV
MATERIA ORGANICA Y pH
(SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	MATERIA ORGANICA %	pH
1	Chinanguel	0-90	7,140	5,50
2	Los Angeles	0-100	9,256	5,40
3	Cascajal	0-30	9,145	5,35
4	Chinanguel	0-60	13,163	5,40
5	Villa Floresta	0-50	15,050	5,15
6	Gualapud	0-100	11,263	5,60
7	La Alegria	0-30	9,520	5,10
8	El Hospital	0-90	10,933	5,55
9	Muellamés	0-70	8,060	5,30
10	Colimba	0-150	9,100	5,60
11	Muellamés	0-90	10,100	5,70
12	Villa María	0-70	8,536	5,80

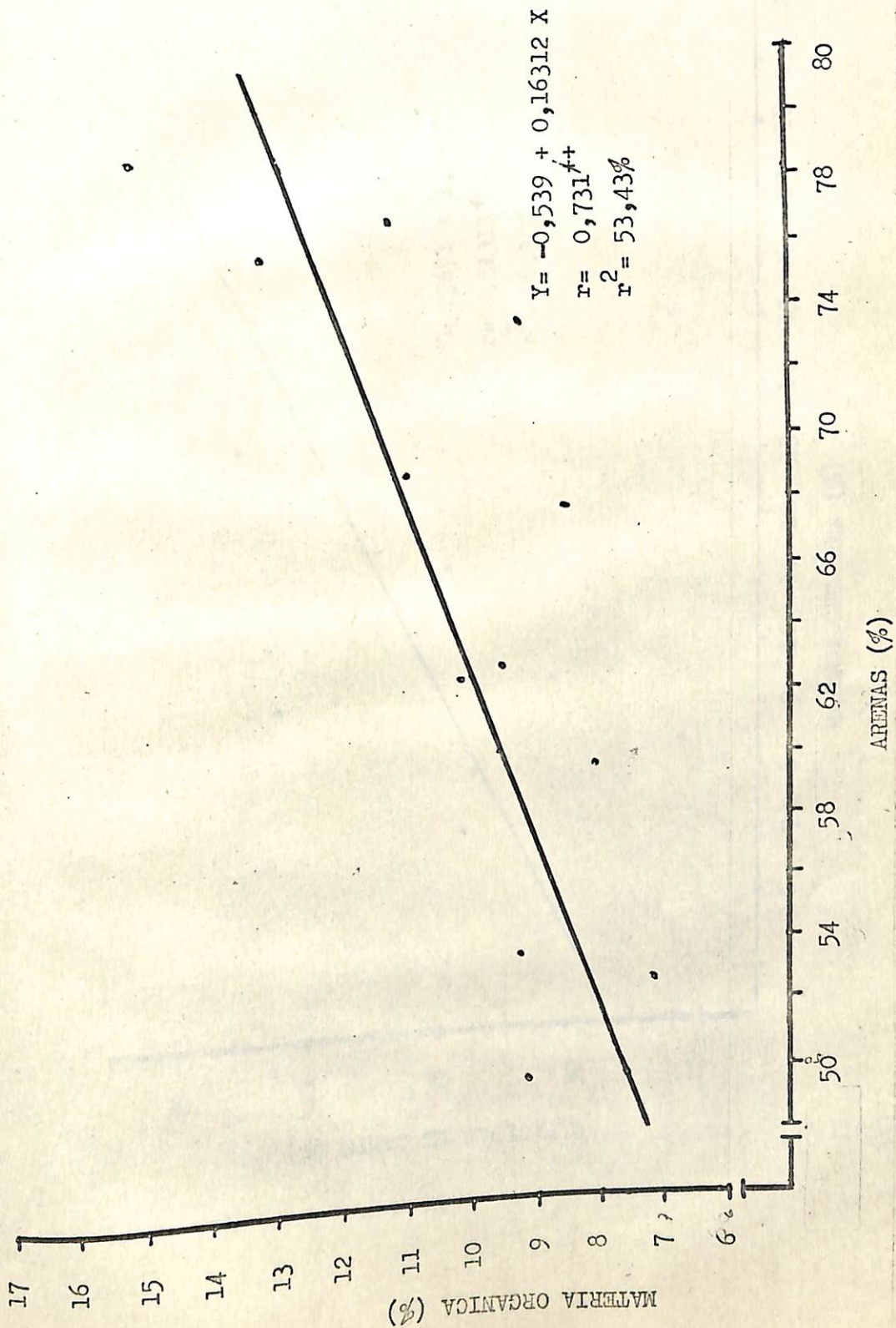


Fig. 4 Relación entre el contenido de Arenas y la Materia Orgánica (suelo)

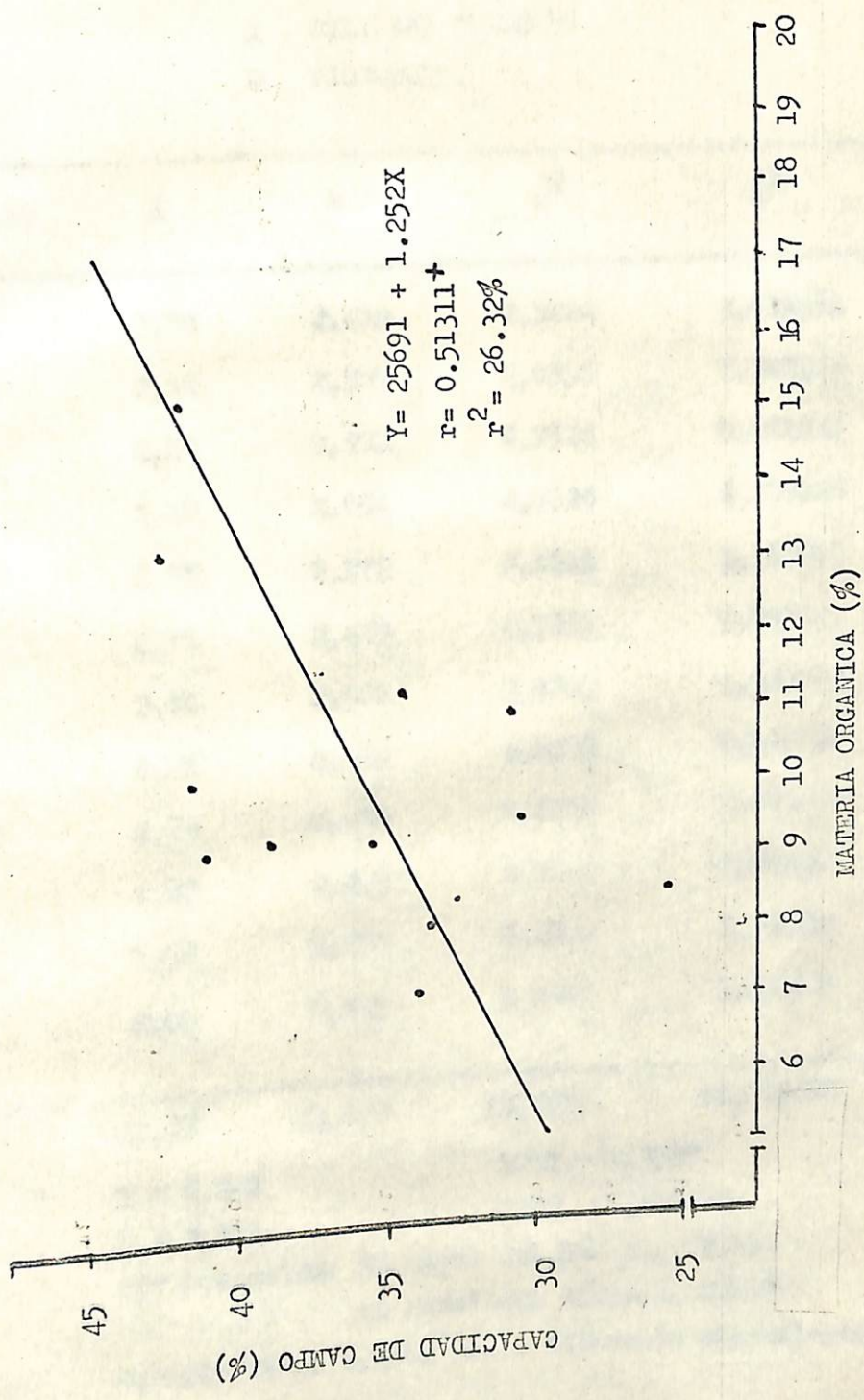


Fig. 5 Relación entre el contenido de Materia Orgánica y la Capacidad de Campo (suelo)

TABLA XXVI

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL (SUELO)

A CILINDRO GRADUADO
B PIGNOMETRO

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	2,08	2,419	4,3264	5,811561
2	2,16	2,307	4,6656	5,322249
3	2,18	2,272	4,7524	5,161984
4	2,18	2,054	4,7524	4,218916
5	2,03	2,272	4,1209	5,161984
6	2,13	2,419	4,5369	5,851561
7	2,41	2,500	5,8081	6,250000
8	2,06	2,459	4,2436	6,046681
9	2,34	2,238	5,4756	5,006644
10	1,83	2,459	3,3489	6,046681
11	1,78	2,459	3,1684	6,046681
12	2,05	2,419	4,2025	5,851561
	25,23	23,277	53,4017	66,818503

T = 2,102

T = 2,356

SCD1 = 0,3557

SCD2 = 0,186109

T Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074

Al nivel del 1%..... 2,819

T Obtenido: 3,9687⁺⁺..... Altamente significativo.

TABLA XXVII

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL (SUB-SUELO)

A CILINDRO GRADUADO
B PIGNOMETRO

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	2,06	2,542	4,2436	6,461764
2	2,07	2,678	4,2849	7,171684
3	2,09	2,631	4,3681	6,922161
4	2,21	2,419	4,8841	5,851561
5	2,16	2,631	4,6656	6,922161
6	2,05	2,459	4,2025	6,046681
7	2,09	2,380	4,3681	5,664400
8	2,06	2,459	4,2436	6,046681
9	2,03	2,419	4,1209	5,851561
10	2,10	2,500	4,4100	6,250000
11	2,28	2,586	5,1984	6,687396
12	2,18	2,459	4,7524	6,046681
	25,33	30,163	53,7422	75,922731

$\bar{X} = 2,115$

$\bar{Y} = 2,513$

$SCM = 0,0635$

$SCD2 = 0,105517$

"T" Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074
Al nivel del 1%..... 2,819

"T" Obtenido: 11,1797⁺⁺ ... Altamente significativo.

TABLA XXVIII

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL (SUELO)

A CILINDRO GRAVADO
B BALON CON KEROSENE

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	2,08	2,458	4,3264	6,041764
2	2,16	2,362	4,6656	5,579044
3	2,18	2,360	4,7524	5,569600
4	2,18	2,271	4,7524	5,157441
5	2,03	2,153	4,1209	4,635409
6	2,13	2,380	4,5369	5,664400
7	2,41	2,452	4,8081	6,012304
8	2,06	2,351	4,2436	5,527201
9	2,34	2,511	5,4756	6,305121
10	1,83	2,471	3,3489	6,105841
11	1,78	2,537	3,1684	6,292569
12	2,05	2,561	4,2025	6,558721
	25,23	23,917	53,4017	69,849415

$\bar{X} = 2,102$

$\bar{B} = 2,409$

"T" Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074

Al nivel del 1%..... 2,319

"T" Obtenido: 16,156⁺⁺ ... Altamente significativo.

SCD1 = 0,3557

SCD2 = 0,166685

TABLA XXIX

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL (SUB-SUELO)

A CILINDRO GRADUADO

B BALON CON KEROSENE

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	2,06	2,615	4,2436	6,833325
2	2,07	2,775	4,2849	7,700625
3	2,09	2,505	4,3681	6,275025
4	2,21	2,436	4,8841	5,934096
5	2,16	2,629	4,6656	6,911641
6	2,05	2,599	4,2025	6,754801
7	2,09	2,556	4,3681	6,533136
8	2,06	2,616	4,2436	6,843456
9	2,03	2,539	4,1209	6,446521
10	2,10	2,631	4,4100	6,922161
11	2,23	2,671	5,1984	7,154241
12	2,18	2,568	4,7524	6,594624
	25,33	31,140	53,7422	80,888552

$\bar{A} = 2,115$

$\bar{B} = 2,595$

SCD1 = 0,0635

SCD2 = 0,07506

n₁ Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074

Al nivel del 1%..... 2,819

n₁ Obtenido: 11,945 ** ... Altamente significativo.

TABLA XXX

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL (SUELO)

A PICHOMETRO

B BALON CON KEROSENE

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	2,419	2,458	5,851561	6,041764
2	2,307	2,362	5,322249	5,579044
3	2,272	2,360	5,161984	5,569600
4	2,054	2,271	4,218916	5,157441
5	2,272	2,153	5,161984	4,635409
6	2,419	2,380	5,851561	5,664400
7	2,500	2,452	6,250000	6,012504
8	2,459	2,351	6,046681	5,527201
9	2,238	2,511	5,008644	6,305121
10	2,459	2,471	6,046681	6,105841
11	2,459	2,537	6,046681	6,692569
12	2,419	2,561	5,851561	6,558721
	23,257	23,917	66,818503	69,849415

$\bar{X} = 2,356$

$\bar{Y} = 2,409$

SCD1 = 0,136109

SCD2 = 0,166685

"t" Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074
Al nivel del 1%..... 2,819

"t" Obtenido: 1,0251..... No significativo.

TABLA XXXI

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL (SUB-SUELO).

A PIGNOMETRO
B BALON CON KEROSENE

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	2,542	2,615	6,461764	6,839225
2	2,678	2,775	7,171684	7,700625
3	2,631	2,505	6,922161	6,275025
4	2,419	2,436	5,851561	5,934096
5	2,631	2,629	6,922161	6,911641
6	2,459	2,599	6,046681	6,754801
7	2,390	2,556	5,664400	6,533136
8	2,459	2,616	6,046681	6,843456
9	2,419	2,539	5,851561	6,446521
10	2,500	2,631	6,250000	6,922161
11	2,586	2,671	6,687396	7,134241
12	2,459	2,568	6,046681	6,594624
	30,163	31,141	75,922731	80,888552

$\bar{I} = 2,513$

$\bar{B} = 2,595$

$SCD1 = 0,105517$

$SCD2 = 0,075062$

"T" Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074
Al nivel del 1%..... 2,819

"T" Obtenido: 2,24⁺ Significativo al 5%.

TABLA XXXII

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE (SUELO)

A CILINDRO GRADUADO (S. DISTURB.)
B PARAFINA

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	1,04	1,22	1,0816	1,4884
2	0,89	1,13	0,7921	1,2769
3	0,96	1,23	0,9216	1,5129
4	1,09	0,96	1,1881	0,9216
5	0,87	1,12	0,7569	1,2544
6	1,01	1,15	1,0201	1,3225
7	1,01	1,31	1,0201	1,7161
8	1,11	1,24	1,2321	1,5376
9	1,00	1,37	1,0000	1,8769
10	1,06	1,31	1,1236	1,7161
11	1,01	1,39	1,0201	1,9321
12	0,96	1,25	0,9216	1,5129
	12,00	14,70	12,0779	18,1939

$\bar{X} = 1,00$

$\bar{B} = 1,225$

"T" Requerido: Al nivel del 5%..... 2,074

Al nivel del 1%..... 2,819

"T" Obtenido: 5,0223... Altamente significativo.

SCD1 = 0,0779

SCD2 = 0,1864

TABLA XXXIII

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE (SUB-SUELO)

A CILINDRO GRAVADO (S. DISTURB.)

B PARAFINA

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	1,03	1,25	1,0609	1,5625
2	1,03	1,19	1,0609	1,4161
3	1,07	1,17	1,1449	1,3689
4	1,01	1,25	1,0201	1,5625
5	1,08	1,49	1,1664	2,2201
6	1,20	1,23	1,4400	1,5129
7	1,01	1,31	1,0201	1,7161
8	1,03	1,45	1,0609	2,1025
9	1,01	1,23	1,0201	1,5129
10	1,04	1,33	1,0816	1,7689
11	1,03	1,15	1,0609	1,3225
12	0,99	1,51	0,9801	2,2801
	12,53	15,56	13,1169	20,3460

$\bar{X} = 1,044$

$\bar{B} = 1,296$

SGM1 = 0,0335

SGM2 = 0,1619

"T" Requerido: Al nivel del 5%..... 2,20
 Al nivel del 1%..... 3,11

"T" Obtenidos: 6,45⁺⁺ .. Altamente significativo.

TABLA XXXIV

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE (SUELO)

A PARAFINA
B GILINIRO GRADUADO (S.S. DISTURB.)

SUELO	A	B	A ²	B ²
1	1,22		1,4884	
2	1,13		1,2769	
3	1,23		1,5129	
4	0,96		0,9216	
5	1,12		1,2544	
6	1,15	0,922	1,3225	0,850084
7	1,31	0,842	1,7161	0,708964
8	1,24		1,5376	
9	1,37	0,843	1,8769	0,710649
10	1,31		1,7161	
11	1,39	0,870	1,9321	0,756900
12	1,23	0,860	1,5129	0,739600
	14,70	4,337	18,1939	3,766197

$\bar{X} = 1,225$

$\bar{B} = 0,867$

$SCD1 = 0,1864$

$SCD2 = 0,0442$

Requerido: Al nivel del 5%..... 2,276
Al nivel del 1%..... 3,312

Obtenido: 8,883⁺⁺ .. Altamente significativo.

TABLA XXXV

RESULTADOS MAXIMOS, PROMEDIOS Y MINIMOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS (SUELO).

PROPIEDADES	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
Materia orgánica %	15,050	10,113	7,140
pH	5,600	5,450	5,100
Arenas %	78,700	65,305	49,800
Limos %	42,880	30,045	19,720
Arcillas %	12,980	5,233	1,580
Agregados mayores de 2mm., %	92,540	78,789	14,012
Agregados entre 2 y 1mm., %	26,338	7,565	1,368
Agregados entre 1 y 0,5mm., %	23,776	4,968	0,819
Agregados entre 0,5 y 0,25mm., %	7,313	2,002	0,082
Agregados menores de 0,25mm., %	23,559	6,529	1,330
D., Real g/cc., (cilindro)	2,410	2,102	1,780
D., Real g/cc., (pícnómetro)	2,500	2,356	2,054
D., Real g/cc., (balón con kerosene)	2,587	2,409	2,153
D., Aparente g/cc., (sue. disturb.)	1,090	1,000	0,870
D., Aparente g/cc., (parafina)	1,390	1,225	0,960
D., Aparente g/cc., (sin disturb.)	0,922	0,867	0,842
Porosidad % (suelo disturbado)	62,520	58,410	52,010
Porosidad % (parafina)	57,770	49,189	45,450
Porosidad % (suelo sin disturb.)	66,420	65,168	61,120

TABLA N.º 1

PROPIEDADES	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
Límite plástico superior %	75,810	57,665	40,070
Coefficiente higroscópico %	14,280	8,746	4,820
Punto de marchitamiento %	32,240	23,061	15,280
Equivalente de humedad %	48,060	33,162	23,850
Capacidad de campo %	45,000	33,349	27,980
Punto de saturación %	110,130	80,864	60,990
Agua aprovechable %	21,960	15,507	11,660
Volumen de sedimentos cc.	23,000	23,560	20,000
Agua libre %	22,200	23,560	20,000
Agua retenida entre 2 y 1 cm. %	22,200	23,560	20,000
Agua retenida entre 1 y 0,5 cm. %	22,200	23,560	20,000
Agua retenida entre 0,5 y 0,25 cm. %	22,200	23,560	20,000
Agua retenida menor de 0,25 cm. %	22,200	23,560	20,000
d_{10} mm. (milímetros)	2,200	2,300	2,200
d_{30} mm. (milímetros)	2,600	2,500	2,300
d_{60} mm. (milímetros)	2,750	2,500	2,300
d_{100} mm. (milímetros)	2,500	2,200	2,100
d_{200} mm. (milímetros)	2,200	2,000	1,900
Porcentaje % (más gruesos)	22,200	23,560	20,000
Porcentaje % (más finos)	77,800	76,440	80,000

TABLA XXXVI

RESULTADOS MAXIMOS, PROMEDIOS Y MINIMOS DE LAS
PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS (SUBSUELO)

PROPIEDADES	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
Materia orgánica %	5,730	3,082	0,894
pH	6,800	5,900	5,200
Arenas %	70,660	55,735	35,200
Limos %	36,660	29,693	22,960
Arcillas %	32,800	14,671	6,340
Agregados mayores de 2mm., %	86,445	58,533	0,0000
Agregados entre 2 y 1mm., %	25,423	10,191	2,095
Agregados entre 1 y 0,5mm., %	51,909	9,323	1,140
Agregados entre 0,5 y 0,25mm., %	24,821	5,293	0,269
Agregados menores de 0,25mm., %	76,872	16,646	1,753
D., Real g/cc., (cilindro)	2,280	2,115	2,030
D., Real g/cc., (pienómetro)	2,678	2,513	2,380
D., Real g/cc., (balón con kerosene)	2,775	2,595	2,436
D., Aparante g/cc., (parafina)	1,510	1,296	1,150
D., Aparante g/cc., (s., disturb.)	1,200	1,044	0,990
Porosidad % (suelo disturbado)	62,890	59,735	53,840
Porosidad % (parafina)	57,120	49,904	41,200

PROPIEDADES	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
Límite plástico superior %	67,890	46,095	32,870
Coefficiente higroscópico %	14,020	7,182	2,240
Punto de marchitamiento %	39,580	19,507	2,490
Equivalente de humedad %	53,500	35,237	21,840
Capacidad de campo %	53,900	35,607	19,830
Punto de saturación %	86,810	68,559	55,680
Agua aprovechable %	23,990	16,300	6,580
Volumen de sedimentos cc.	25,800	23,280	20,800

[Faint, illegible text and bleed-through from the reverse side of the page, including various numbers and possibly property names.]

TABLA XXXVII
 ECUACIONES DE REGRESION Y COEFICIENTES DE CORRELACION
 ENTRE LAS MEDIDAS ESTUDIADAS (SUELO)

RELACION	ECUACION	r, OBTEN.	r ²
M.O.- Sedimentación	$Y = 19,89 + 0,362X$	0,323 N.S.	10,48%
M.O.- D., Aparente (paraf)	$Y = 113,35 - 11,08X$	-0,606 ⁺	36,78%
M.O.- Cap., campo	$Y = 25,70 + 1,252X$	0,52 ⁺	26,32%
Arcillas- M., orgánica	$Y = 12,02 - 0,365X$	-0,587 ⁺	34,27%
pH-Agreg., 2-1mm.	$Y = 18,33X - 92,68$	0,579 ⁺	33,61%
Arcillas- pH	$Y = 5,715 - 0,049X$	-0,083 N.S.	0,69%
Arcillas- L.P.S.	$Y = 60,28 - 0,615X$	-0,210 N.S.	4,41%
Arcillas-D. Apar. (paraf).	$Y = 1,194 + 0,018X$	0,536 ⁺	28,74%
pH-Agreg., menores 0,25mm	$Y = -19,7 + 4,824X$	0,158 N.S.	2,52%
Arenas- L.P.S.	$Y = 37,45 + 0,309X$	0,301 N.S.	9,07%
Porosidad- L.P.S.	$Y = 30,70 + 0,548X$	0,195 N.S.	3,75%
Porosidad- Cap., campo	$Y = 42,80 - 0,090X$	-0,061 N.S.	0,37%
Arenas- Sedimentación	$Y = 27,04 - 0,053X$	-0,212 N.S.	4,41%
M.O.- Agreg., menores 0,25mm	$Y = 5,024 + 0,170X$	0,416 N.S.	11,81%
D., apar., (s.s.d.)-C.C.	$Y = 31,43 + 4,935X$	0,087 N.S.	0,70%
Arenas- M., Orgánicas	$Y = -0,53 + 0,163X$	0,75 ⁺⁺	53,29%
Poros., (s.s.d.)-C.C.	$Y = 54,05 - 0,282X$	-0,110 N.S.	1,25%

L.P.S. Límite plástico superior
 (s.s.d.) Suelo sin disturbar
 C.C. Capacidad de campo

X. CONCLUSIONES

1. Los suelos estudiados presentan textura liviana. El porcentaje de arcillas es bajo. Este resultado seguirá presentándose hasta que se encuentre un dispersante que actúe con eficiencia en suelos de origen volcánico.
2. La porosidad del suelo es alta (65,163%). La densidad aparente es menor de 1,0 g/cc., aproximándose a los valores reportados por varios investigadores.
3. El grado de agregación es alto. Su estabilidad se la califica como óptima, tanto la metodología usada para esta determinación, como la del volumen de sedimentos, así lo demuestran. Estos suelos se los puede catalogar como bien estructurados.
4. Las constantes de humedad presentan consistencia en cuanto a homogeneidad para los suelos volcánicos del Sur de Colombia.
5. El promedio de materia orgánica es alto (10,113%).
6. En general, los suelos presentaron buenas condiciones físicas, excepto en la plasticidad que no pudo determinarse por los altos porcentajes de arena presentes en ellos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Sería conveniente utilizar otros dispersantes para la determinación de la textura y se recomienda para este efecto el nitrato de zirconio o el pirofosfato de sodio.

2. Para la determinación de la densidad aparente, se recomienda el método del cilindro graduado con suelo sin disturbar. No es aconsejable el de parafina por el sesgo que ofrece.

3. Para la determinación de la densidad real en suelos volcánicos se recomienda el método del balón con keroseno.

4. En lo que respecta a la determinación de la estabilidad de los agregados al agua, deben utilizarse los cinco tamices a fin de evitar errores causados por la excesiva presión del agua.

5. El promedio de materia orgánica es alto de lo cual se deduce que los procesos de descomposición son muy lentos, por lo tanto se insinúa estudiar los procesos de mineralización de la materia orgánica en suelos derivados de cenizas volcánicas.

VII. RESUMEN

En el presente estudio se determinaron algunas características físicas de los suelos de Guachucal, región central de la Sabana de Tiquerres e Ipiales, situada al Sur-Occidente de la República de Colombia en el Departamento de Nariño. Sus coordenadas geográficas extremas son: $0^{\circ} 53' 5''$ y $1^{\circ} 05' 25''$ de latitud Norte y una longitud de $73^{\circ} 32' 24''$ al occidente del Meridiano de Greenwich.

Se estudiaron las siguientes características físicas: Textura, densidades, porosidad, agregación, plasticidad, retención de humedad y volumen de sedimentos.

Con base en los resultados obtenidos, los suelos presentan textura liviana y son de difícil dispersión por lo cual se recomienda ensayar otros dispersantes como el nitrato de zirconio y el pirofosfato de sodio. La estabilidad de los agregados al agua es alta y se aconseja utilizar los cinco tamices en su determinación. Densidad aparente por debajo de $1,0 \text{ g/cc.}$, al determinarse por el método del cilindro graduado con suelo sin disturbar, que es el más adecuado para suelos volcánicos. Lo mismo se aduce para el método del balón con keroseno para la densidad real. El porcentaje de porosidad es alto. Los valores de retención de humedad son similares a los reportados en otras zonas volcánicas de Nariño. Los porcentajes de materia orgánica son altos, se recomienda estudiar los procesos de mineralización.

VIII. SUMMARY

In this research we determined some physical characteristics of the soils of Guachucal, a central region in the plateau of Tiquerres and Ipiales, South-west of Colombia. The extreme geographical coordinates are: $0^{\circ} 53' 5''$ and $1^{\circ} 05' 25''$ of latitude North and $73^{\circ} 32' 24''$ longitude to the West of the Greenwich Meridian.

The following physical characteristics will be studied: texture, density, porosity, aggregates, plasticity, moisture retention and volume of sediments.

According to the results, these soils present a light texture, it is also of difficult dispersion. This characteristic makes us try other dispersants such as nitrate of Zirconium and sodium pyrophosphates. The stability of the aggregates is high. We recommend the use of five fine sieves toward determining the stability. The apparent density is under 1.0 g/cc. , when we use the method of the Cylinder previously measured with unaltered soil, which is the most adequate for volcanic soils. To find the real density the best process is the Glass container with kerosene method. The percentage of porosity is high. The values of moisture retention are similar those reported over other volcanic regions in Narizó. The percentages of organic matter are high. It is recommended to study the process of mineralization.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMES, J. y L. LEVI. 1960. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del municipio de Palmira. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. Tesis de grado. 59p.
2. ACUILERA, N. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas del Perú. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
3. ARASCO, N. y D. CORDOBA. 1972. Propiedades físicas de algunos suelos del Valle del Patía, Cauca, Colombia. Universidad de Narino, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. Tesis de grado. 64p.
4. ARIAS, A. y R. GUERRERO. 1971. Algunas propiedades físicas de dos suelos derivados de cenizas volcánicas de Pasto, Colombia, determinadas por diferentes métodos. Turrialba 21 (4): 393-403.
5. BASTIDAS, A. y N. JACOME. 1969. Propiedades físicas de los suelos del Valle de Sibundoy, Putumayo. Universidad de Narino, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. Tesis

- de grado. 164p.
6. BLAIR, E. 1957. Manual de riegos y avenamientos. IICA. Zona Andina, Lima. 320p.
 7. BLASCO, H. 1963. Conferencias de suelos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Palmira. 457p.
 8. BOTELAN, C.B. 1949. Methods of measuring soil consistency. Soil Science. 63: 37-56.
 9. BORNEMISZA, E. y R. PINEDA. 1969. Minerales amorfos y mineralización del nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. P.IIT.
 10. BUCKMAN, H.O. y H.C. BRADY. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. UTHERA, México. 590p.
 11. GERON, E. 1968. Plan de crédito supervisado para la zona de Tiquerras e Ipiales. INCORA, Pasto. 120p. (Minocografiado).
 12. CHONG, C. y C. VIDALON. 1956. Métodos de laboratorio pa-

- ra determinar la capacidad de campo. *Agronomía, Lima*, 21: 35-40.
13. COLMET-DAAGE, F. et al. Contribución al estudio de las propiedades de los suelos con alofana de las Antillas y la América Latina. 5p. (Mimeografiado).
14. COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". 1965. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 92p.
15. CORAL, E. 1970. Evaluación de cuatro métodos para determinar la capacidad de campo en suelos del Municipio de Pasto. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. Tesis de Grado. 37p.
16. DULCE, A.J. y M. SANCHEZ. 1971. Propiedades físicas de algunos suelos volcánicos del Altiplano de Ipiales, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. Tesis de grado. 57p.
17. ESCOBAR, J. y R. JURADO. 1969. Propiedades físicas de algunos suelos del Municipio de Pasto. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. Tesis de grado. 81p.
18. FEUILLET, B.C. y A. FEUILLET. 1971. Fraccionamiento de

Nitrógeno, Fósforo y Potasio en suelos de la Sabana de Tiquerres bajo condiciones de pradera. Universidad de Maricao, Facultad de Ciencias Agrícolas, Puerto. Tesis de grado. 122p.

19. FLACH, K. 1969. El uso de la "7a. aproximación" para la clasificación de los suelos de ceniza volcánica. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
20. FORSYTHE, W. 1969. La densidad aparente del suelo y la interpretación del análisis de laboratorio para el campo. Turrialba. 19: 123-131.
21. _____, 1967. Densidad de las partículas del suelo. Método con agua y kerosene. Curso de física de suelos, experimento No. 1. IICA. Turrialba, Costa Rica. Sin paginación. (Mimeografiado).
22. FORSYTHE, W. et al. 1969. Propiedades físicas de suelos derivados de cenizas volcánicas considerando algunos suelos de América Latina. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
23. FRANCO, H.F. 1965. Comparación de algunos métodos para

23. determinar la estabilidad de los agregados al agua. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, Palmira. Tesis de grado. 51p.
24. GONZALEZ, A. 1969. Manual de laboratorio de suelos. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, Palmira. 75p.
25. GONZALEZ, S. 1972. Propiedades físicas de algunos suelos de la Sabana de Tiquerres, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. Tesis de grado. 77p.
26. GUERRERO, R. y A.F. MAPELLLA. 1964. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del Municipio de Palmira. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, Palmira. Tesis de grado. 79p.
27. GUERRERO, R. 1965. Conferencias de laboratorio de suelos. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. Sp. (Mimeografiado).
28. HALL, D.A. 1961. Estudio científico del suelo. 5a. ed. Aguilar. Madrid. 158p.
29. JUNCKER, P. and J. MADISON. 1967. Soil moisture characteristics of sand-peat mixes. Soil Science. 31: 5-8.

30. KNOX, H.G. y F. MALDONADO. 1969. Suelos de cenizas volcánicas; excursión al volcán Irazú. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. ixx.
31. KRONOVA, H. 1966. Soil organic matter. 2a. ed. Trad. T. Z. Nowa-Kowak y A. Newman. Pergamon, Oxford. 544p.
32. LUNA, C. 1969. Aspectos genéticos de "Andosoles" en Colombia. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica, IICA. p. ixx.
33. ———. 1972. Caracterización físico-química de algunos suelos volcánicos del departamento del Cauca. In II Panel sobre suelos volcánicos de América. Pasto, Colombia, S.A. IICA, OEA. Universidad de Nariño. 23p.
34. LYON, T.L. y H. BUCKMAN. 1956. Edafología. Trad. Victor Nicollier. Edit. Continental, México. 479p.
35. MALHERBE, I.V. 1962. Soil fertility. 3th. ed. Oxford University Press, Londres. 280p.
36. MARTINI, J. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. In Panel sobre suelos derivados de cenizas

sas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica.
IICA. p. irr.

37. MELA, P. 1963. Tratado de edafología y sus distintas aplicaciones. 2a. ed. Ediciones Agrociencias, Zaragoza. 615p.
38. MILLAR, C.E., L.M. TURK, y H.D. FOTH. 1961. Edafología. Fundamentos de la ciencia del suelo. Edit. Continental, México. 612p.
39. MINISTERIO DE TRABAJO. 1962. Atlas de Mariño. Arco, Bogotá. 34p.
40. MISONO, S. and A. KISHITA. 1957. Studies on the soil structure. Studies on the formation of soil aggregates. Bull. of the Nat. Inst. of Agric. Science. Hishigahara, Tokio, Japan. Series B-7. 121p.
41. ROBINSON, G.W. 1950. Los suelos, su origen, constitución y clasificación. Edit. Omega, Barcelona. 250p.
42. RODRIGUEZ, G.I. 1961. Geografía económica de Mariño. Edit. Sur-Colombiana, Pasto. (Vol. I y II).
43. ROYO y GOMEZ, J. 1942. Datos para la geografía económica

of aggregation as a result of diferent methods of cropping. Soil. Sciencie. Society of America proceedings. 4: 13-18.

50. ZARANA, J.E. 1927. Geografía del Departamento de Nariño. República de Colombia. Imprenta departamental, Pasto. 144p.
51. ZAVALETA, A. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas del Perú. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.

CONTINUTIVO DEL LIBRO No. 1

Indice	Indice "Alfabetico" posto nella
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95

APPENDICE

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95

DESCRIPCION DEL PUEPIL No. 1

Localización: Hacienda "Chinongual" parte media

Horizonte (cm.):

0-90

Textura: Franco-arenosa

Estructura: Prismática

Color: 10YR 2/1 (seco),

10YR 2/1 (húmedo)

pH: 5,50

90-130

Textura: Franco-arenosa

Estructura: En Bloque

Color: 10YR 3/2 (seco),

10YR 3/1 (húmedo)

pH: 5,95

Datos generales:

Altura: 3.050 m.s.n.m.

Drenaje externo: Regular

Drenaje interno: Regular

Erosión: Muy leve

Uso actual: Pastos naturales

Topografía: Relieve plano

Pendiente: 6%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 2

Localización:	Hacienda "Los Angeles"	
Horizonte (cm.):		
0-100	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Migajosa
	Color:	7,5YR 2/2 (seco), 7,5YR 2/0 (húmedo)
	pH:	5,40
100-180	Textura:	Franco-arcillo-arenosa
	Estructura:	Migajosa
	Color:	7,5YR 5/8 (seco), 7,5YR 3/2 (húmedo)
	pH:	5,40
Datos generales:		
	Altura:	2.990 m.s.n.m.
	Drenaje externo:	Regular
	Drenaje interno:	Regular
	Erosión:	Muy leve
	Uso actual:	Pastos naturales
	Topografía:	Relieve plano
	Pendiente:	3%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 3

Localización:	Hacienda "Cascajal"	
Horizonte (cm.):		
0-30	Textura:	Franca
	Estructura:	Granular
	Color:	5YR 3/2 (seco), 5YR 2/1 (húmedo)
	pH:	5,35
30-70	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Migajosa
	Color:	10YR 4/1 (seco), 10YR 2/1 (húmedo)
	pH:	5,35
Datos generales:		
	Altura:	3.000 m.s.n.m.
	Drenaje externo:	Buena
	Drenaje interno:	Buena
	Erosión:	lmy leve
	Uso actual:	Pastos naturales
	Topografía:	Relieve plano
	Pendiente:	5%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 4

Localización:	Hacienda "Chimangual" parte alta	
Horizonte (ca.):		
0-60	Textura:	Arenosa-franca
	Estructura:	Prismática
	Color:	5YR 3/1 (seco), 5YR 2/1 (húmedo)
	pH:	5,40
60-130	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	En bloque
	Color:	5YR 2/2 (seco), 5YR 2/0 (húmedo)
	pH:	5,20
Datos generales:		
	Altura:	3.120 m. s. n. m.
	Drenaje externo:	Buono
	Drenaje interno:	Buono
	Erosión:	Moderada
	Uso actual:	Pastos naturales
	Topografía:	Relieve ondulado
	Pendientes:	12%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 5

Localización:	Hacienda "Villa Floresta"	
Horizonte (cm.):		
0-50	Textura:	Arenosa-franca
	Estructura:	Laminar
	Color:	10YR 2/2 (seco), 10YR 2/0 (húmedo)
	pH:	5,15
50-80	Textura:	Franca-arenosa
	Estructura:	En bloque
	Color:	7,5YR 5/2 (seco), 7,5YR 3/2 (húmedo)
	pH:	6,00
Datos generales:		
	Altura:	3.200 n.s.n.m.
	Drenaje externo:	Buena
	Drenaje interno:	Regular
	Erosión:	Moderada
	Uso actual:	Cultivo de papa
	Topografía:	Ondulada
	Pendiente:	15%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 6

Localización:	Hacienda "Qualapud"	
Horizonte (ca.):		
0-100	Textura:	Arenosa-franca
	Estructura:	Granular
	Color:	5YR 2/1 (seco), 5YR 2/0 (húmedo)
	pH:	5,60
100-200	Textura:	Franca-arcillosa
	Estructura:	Columnar
	Color:	5YR 6/3 (seco), 5YR 3/2 (húmedo)
	pH:	6,80
Datos generales:		
	Altura:	3.080 m. s. n. m.
	Drenaje externo:	Buena
	Drenaje interno:	Buena
	Erosión:	Moderada
	Uso actual:	Pastos (asul orchero)
	Topografía:	Ondulada
	Pendiente:	12%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 7

Localización:	Hacienda "La Alegría"	
Horizonte (ca.):		
0-30	Textura:	Franca-arenosa
	Estructura:	Granular
	Color:	5YR 2/2 (seco), 5YR 2/1 (húmedo)
	pH:	5,10
30-170	Textura:	Franca-arenosa
	Estructura:	Granular
	Color:	5YR 3/2 (seco), 5YR 2/2 (húmedo)
	pH:	5,80
Datos generales:		
	Altura:	3.050 m. s. n. m.
	Drenaje externo:	Buena
	Drenaje interno:	Buena
	Erosión:	Muy leve
	Uso actual:	Pastos naturales
	Topografía:	Relieve plano
	Pendientes:	4%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 6

Localización:	Hacienda "El Hospital"	
Horizonte (ca.):		
0-90	Textura:	Franca-arenosa
	Estructura:	Granular
	Color:	10YR 2/1 (seco), 7,5YR 2/0 (húmedo)
	pH:	5,55
90-180	Textura:	Franca-arenosa
	Estructura:	Prismática
	Color:	7,5YR 5/2 (seco), 10YR 2/1 (húmedo)
	pH:	6,00
Datos generales:		
	Altura:	3.120 m.s.n.m.
	Drenaje externo:	Buena
	Drenaje interno:	Buena
	Erosión:	Muy leve
	Uso actual:	Cultivo de cebada
	Topografía:	Relieve plano
	Pendientes:	7%

DESCRIPCION DEL PERFIL NO. 9

Localización: 3 km., Nor-este de Muellamón

Horizonte (cm.):

0-70	Textura:	Franca-arenosa
	Estructuras:	Migajosa
	Color:	10YR 2/1 (seco), 7,5YR 2/0 (húmedo)
	pH:	5,30
70-150	Textura:	Arenosa-franca
	Estructuras:	Migajosa
	Color:	5YR 2/1 (seco), 10YR 2/1 (húmedo)
	pH:	6,20

Datos generales:

Altura:	3.200 m. s. n. m.
Drenaje externo:	Regular
Drenaje interno:	Regular
Erosión:	Severa
Uso actual:	Cultivo de papa
Topografía:	Relieve montañoso
Pendientes:	35%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 10

Localización: 2 km., al Sur de Colimba

H orizonte: (cm.):

0-150

Textura: Arenosa-franca

Estructura: Granular

Color: 10YR 2/1 (seco),
7,5YR 2/0 (húmedo)

pH: 5,60

150-250

Textura: Franca

Estructura: Granular

Color: 10YR 4/3 (seco),
7,5YR 3/2 (húmedo)

pH: 5,80

Datos generales:

Altura: 3.220 m.s.n.m.

Drenaje externo: Bueno

Drenaje interno: Bueno

Erosión: Moderada

Uso actual: Pastos naturales

Topografía: Relieve ondulado

Pendiente: 14%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 11

Localización: 5 km., carretera Guachucal-Cumbal, 3 km.,
margen derecho. Entrada al corregimiento de
Muellamués.

Horizonte (ca.):

0-30

Textura: Franca-arenosa
Estructura: Granular
Color: 10YR 4/2 (seco),
10YR 2/2 (húmedo)
pH: 5,70

80-150

Textura: Franca-arenosa
Estructura: En bloque
Color: 10YR 3/4 (seco),
10YR 4/4 (húmedo)
pH: 6,35

Datos generales:

Altura: 3.225 m.s.n.m.
Drenaje externo: Regular
Drenaje interno: Malo
Erosión: Moderada
Uso actual: Pastos naturales
Topografía: Relieve ondulado
Pendientes: 18%

DESCRIPCION DEL PERFIL No. 12

Localización:	Hacienda "Villa María"	
Horizonte (cm.):		
0-70	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Granular
	Color:	5YR 2/2 (seco), 5YR 2/1 (húmedo)
	pH:	5,80
70-120	Textura:	Franco-arcillosa
	Estructura:	En bloque
	Color:	10YR 8/1 (seco), 10YR 7/2 (húmedo)
	pH:	6,05
Datos generales:		
	Altura:	2.990 n.s.n.m.
	Drenaje externo:	Regular
	Drenaje interno:	Malo
	Erosión:	Ninguna
	Uso actual:	Pastos naturales
	Topografía:	Relieve plano
	Pendiente:	1%

ANT 12204	
631.43 Lopez Belalcazar, Jesus	
L864 Propiedades fisicas de al	
Ej.1 gunos suelos volcanicos de	
Guachucal	
	VENCE
NOMBRE	Milton Guerrero
No. del Carnet	125
NOMBRE	Meyer CANCELADO 270
No. del Carnet	
NOMBRE	LUIS Cortes 206
No. del Carnet	

X

ANT

E-631.43

L864

Ej.1

Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

12204

X e

[1 2 2 0 4

Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO