

**PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS
DEL ALTIPLANO DE IPIALES, NARIÑO.**

Por

**ANA JULIA DULCE ROSERO
MARIO SANTA CRUZ MONCAYO**

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

Presidente de tesis

RICARDO GUERRERO RIASCOS I.A., M. Sc.

HERNAN BURBANO ORJUELA I.A.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA**

1.971

AN
T
631.43
D878p
Ej. 1

A la memoria de mi padre
A mi madre
A mis hermanos

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

Artículo 1º del Acuerdo No. 324 de 1966, Octubre 11, -
emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universi-
dad de Nariño.

A la memoria de mi padre

A mi madre

A mis hermanos

A mis amigos

DEDICO

ANA JULIA DULCE ROSERO

Los señores presentes en la recepción de la

A mi padre
A mi madre
A mis hermanos
A mis amigos

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

Señor don Juan C. L. A. A. A.

DEDICO:

MARIO E/ SANTA CRUZ MONCAYO

Los autores expresan sus agradecimientos a :

2.1	INSTITUCIONES	1
2.1.1	Secretaría de Agricultura	3
2.1.2	RICARDO GUERRERO R., I.A., M.Sc.	3
2.1.3	HERNAN BUEBANO ORJUELA I.A.	3
2.1.4	Efrén Coral Quintero I.A.	3
2.1.5	Francisco Citelly Padilla, I.A., M.Sc.	5
2.2	PERSONAS FÍSICAS	6
2.2.1	Ignacio Escandón Bravo	6
2.2.2	Humberto Escovar	8
2.2.3	Esperanza Rubio Caycedo	11
2.2.4	Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Maricao.	13
2.3	Facultad de Agronomía de Palmira.	17

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1	TIPO DE MATERIAL	20
3.2	MATERIALES UTILIZADOS	20
3.2.1	Método de preparación de extractos de materia orgánica	20
3.2.2	Método de preparación de extractos de materia orgánica	20
3.3	ANÁLISIS Y CÁLCULOS	22
3.3.1	Análisis elemental	22
3.3.2	Análisis de nitrógeno	22
3.3.3	Análisis de fibra	23
3.4	EXPERIMENTOS	23
3.4.1	Experimento de crecimiento	23
3.4.2	Experimento de rendimiento	24
3.4.3	Experimento de calidad	24

CONTENIDO

	Féj.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 GENERALIDADES	3
2.1.1 Situación geográfica.	3
2.1.2 Límites	3
2.1.3 Geología.	3
2.1.4 Climatología.	5
2.1.5 Formaciones vegetales.	5
2.2 PROPIEDADES FISICAS	6
2.2.1 Textura	6
2.2.2 Porosidad.	8
2.2.3 Plasticidad.	11
2.2.4 Constantes de humedad.	13
2.2.5 Estabilidad de los agregados al agua .	15
2.3 MATERIA ORGANICA	17
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 TOMA DE MUESTRAS.	20
3.2 ANALISIS TEXTURAL	20
3.2.1 Método de Bouyoucos sin destrucción de materia orgánica	20
3.2.2 Método de Bouyoucos con destrucción de materia orgánica	20
3.3 DENSIDADES Y POROSIDAD.	22
3.3.1 Densidad aparente.	22
3.3.2 Densidad real	22
3.3.3. Porosidad	23
3.4 PLASTICIDAD	23
3.4.1 Límite plástico superior	23
3.4.2 Límite plástico inferior	24
3.4.3 Índice de plasticidad	24

	Pág.
3.5 CONSTANTES DE HUMEDAD	24
3.5.1 Coeficiente de humedad higroscópica. . .	24
3.5.2 Punto de marchitamiento.	24
3.5.3 Capacidad de campo	25
3.6 ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA.	25
3.7 MATERIA ORGANICA	26
3.8 REACCION DEL SUELO	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	27
4.1 Textura	27
4.2 Porosidad	28
4.3 Plasticidad	31
4.4 Constantes de humedad	31
4.5 Estabilidad de los agregados al agua.	32
4.6 Comparación de métodos para determinar textura y densidades	36
4.7 Materia orgánica	42
V. CONCLUSIONES	45
VI. RESUMEN	47
SUMMARY	48
VII. BIBLIOGRAFIA	49
APENDICE	57

ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. Localización del Altiplano de Ipiales	4
Figura 2. Altiplano de Ipiales con las zonas donde se tomaron las muestras de suelos	21
Figura 3. Relación entre las arcillas con destrucción de materia orgánica y la capacidad de campo	29
Figura 4. Influencia de las arcillas con destrucción de materia orgánica sobre los agregados ma- yores de 2 mm de diámetro	33
Figura 5. Relación entre la materia orgánica y la ca- pacidad de campo.	34
Figura 6. Relación entre la humedad equivalente y la capacidad de campo	35
Figura 7. Relación entre las arcillas sin destrucción de materia orgánica y los agregados mayores de 2 mm de diámetro	37

TABLAS

Pág.

Tabla I.	Clasificación de los separados del suelo.	8
Tabla II.	Propiedades físicas (Suelos)	43
Tabla III.	Propiedades físicas (Subsuelos).	44
Tabla IV.	Comparación de los dos métodos de análisis textural entre arcillas (Suelos).	38
Tabla V.	Comparación de los dos métodos de análisis textural entre arcillas (Subsuelos)	39
Tabla VI.	Comparación de los dos métodos de análisis textural entre arenas (Suelos).	40
Tabla VII.	Comparación de los dos métodos de análisis textural entre arenas (Subsuelos)...	41
Tabla VIII.	Coefficientes de correlación y regresión (Suelos), Apéndice	20
Tabla IX.	Coefficientes de correlación y regresión (Subsuelos), Apéndice	21

Conociendo en detalle el punto de vista físico, la constitución del suelo consiste principalmente de partículas minerales y orgánicas de diversos tamaños. La gran variabilidad de las propiedades físicas de los suelos, depende en buena parte del tamaño de los elementos que lo forman. Las propiedades físicas tales, como la capacidad de retención de agua y la facilidad de penetración de organismos, como de agua y aire, por los ruidos del suelo.

Además, es conocido el hecho de que las condiciones físicas son de gran importancia para las plantas, en relación al desarrollo de las raíces y al mejor acceso del suelo desde el punto de vista de su conservación y aprovechamiento agrícola.

En presente trabajo, se han determinado algunas propiedades físicas de los suelos de la zona de estudio, para poder tener una idea más clara de las condiciones físicas de los suelos de la zona de estudio, bajo la presidencia de Ricardo Rodríguez R. Arce, y de la Dirección de la Zona de Estudio.

Importancia de PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS
también al conocimiento DEL ALTIPLANO DE IPIALES, NARIÑO (-)
considera que acerca del aporte político, el estudio contribuirá al
conocimiento y aprovechamiento de los suelos volcánicos.

Por

ANA JULIA DULCE ROSEBO
MARIO SANTA CRUZ MONCAYO

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.

Teniendo en cuenta el punto de vista físico, la constitución del suelo consiste primordialmente de partículas minerales y orgánicas de diversos tamaños. La gran variabilidad de las propiedades físicas de los suelos, depende en buena parte del tamaño de los elementos que lo forman. Las propiedades físicas ayudan, desde luego, a determinar no solo la facilidad de abastecimientos de nutrimentos, sino de agua y aire, por los sólidos del suelo.

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 -

(-) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Ricardo Guerrero R. I.A., M.Sc. y Hernán Burbano O. I.A.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES.

2.1.1 Situación geográfica.

El Altiplano de Ipiales está situado a $1^{\circ}49'39''$ de latitud Norte y a $77^{\circ}38'14''$ de longitud al W del meridiano de Greenwich, con 88.90 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 mts (Oviedo, 48).

2.1.2 Límites.

Esta sub-región está delimitada por el arco geográfico meridional, las cordilleras Oriental y Occidental y los ríos Bobo y Guátara.

Dentro de esta unidad geográfica se advierten tres sectores con caracteres diferentes: la Sabana de Túquerres, con tierras altas y planas, aprovechables para la agricultura y ganadería; la Hoya del Alto Guátara, con tierras quebradas y multitud de riachuelos que bañan la región en sus dos bandas, aptas para las actividades agropecuarias; El Pacual y la Vertiente Occidental del Guátara que en su parte norte forman tierras quebradas que descienden hasta encontrar la fosa del Patía. En los dos primeros sectores la altura oscila entre los 2800 mts, en la tercera pierde altura a medida que desciende al Patía hasta encontrar la curva de nivel de los 500 metros (Chaves, 21).

2.1.3 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 tales como sienitas, andesitas, -

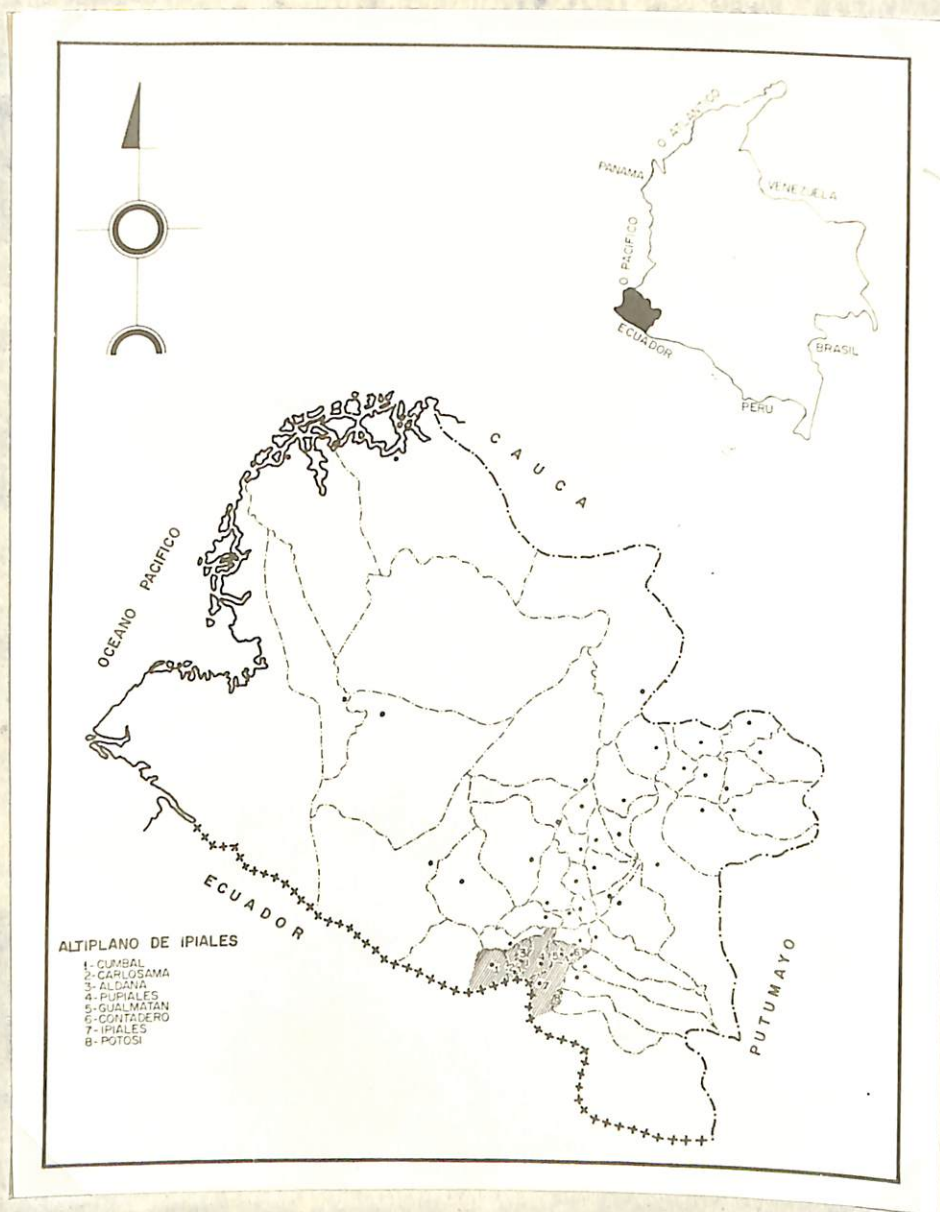


Figura 1. Localización del Altiplano de Ipiates.

Foto: I. Santacruz

propilitos, basaltos, etc. (Zarama, 65).

Las formaciones geológicas presentes en el Altiplano de Ipiates son la Paleozoica y la Post-Jurásica, las cuales comprenden rocas ígneas y metamórficas no diferenciadas que constituyen un conjunto de neis, anfibolitas, esquistos en el que se producen intrusiones de diques que afloran en el sector meridional (Colombia, 19).

2.1.4 Climatología.

El Altiplano de Ipiates 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 calido (Chaves, 21).

El piso térmico frío, comprende las regiones situadas entre los 2.500 y 3.000 metros de altitud, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 16°C (Zarama, 65).

2.1.5 Formaciones Vegetales.

En base a las distintas formaciones vegetales del mundo propuestas por Holdridge y seguidas por Espinal (24), en el sector estudiado se encuentran las siguientes formaciones vegetales, de las cuales se describen sus rangos climáticos, vegetación y características generales.

2.1.5.1 Bosque húmedo montano.

Las condiciones climáticas de esta formación son: temperatura anual entre 6 y 12°C, cantidad anual de lluvias entre 500 y 1000 mm, ocupa una posición altitudinal entre 3000 y 4000 metros. Los suelos han sido cultivados y por eso gran parte de la vegetación arbustiva ha desaparecido. La vegetación está compuesta por: encenillo, colorado, moras, cerezo, etc. Los cultivos predominantes son la papa, trigo, cebada, hortalizas y explotaciones con ganado vacuno y lanar.

2.1.5.2 Bosque muy húmedo montano.

La temperatura anual de esta formación fluctúa entre 6 y 12°C, las altitudes a las cuales se inicia varían según los diversos sitios, pero es común encontrarla desde unos 2700 a 2900 mts sobre el nivel del mar.

Esta formación se presenta en las partes altas y expuestas a los vientos húmedos, en las cordilleras colombianas. En ocasiones esta formación limita en la parte inferior con el bosque húmedo montano y así, en el Altiplano de Ipiales se puede observar que la humedad se hace más intensa cuando se entra en las vertientes que bajan a la Amazonia y al Pacífico.

2.2 PROPIEDADES FISICAS.

2.2.1 Textura.

Físicamente un suelo mineral es una mezcla porosa de partículas inorgánicas, materia orgánica descompuesta, aire y agua. Los fragmentos minerales mayores están casi siempre encajonados en él y recubiertos por coloides y otros materiales en un fino estado de subdivisión (Buckman y Brady, 11).

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 (Estrada, 25). La textura 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 (Colombia, 18).

Millar, citado por Guerrero y Mantilla (32), refiriéndose a la importancia del estudio de la textura, dice que ella radica en la determinación de la superficie en la cual tiene lugar muchas reacciones físico-químicas del suelo.

TABLA I. CLASIFICACION DE LOS SEPARADOS DEL SUELO

FRACCION	SEPARADO DEL SUELO	CLASIFICACION U.S.D.A. Diámetro (mm) Límites.	CLASIFICACION INTERNACIONAL Diámetro (mm) Límites.
ARENA	Arena muy gruesa	2,0 - 1,0	
	Arena gruesa	1,0 - 0,5	2,0 - 0,2
	Arena media	0,5 - 0,25	
	Arena fina	0,25 - 0,10	0,2 - 0,02
	Arena muy fina	0,10 - 0,05	
LIMO	Limo	0,05 - 0,002	0,02 - 0,002
ARCILLA	Arcilla	Menos de 0,002	Menos de 0,002

(Méndez y Moreno, 44).

Según lo expuesto, la variación en tamaño de las partículas del suelo y las cantidades proporcionales de los materiales gruesos y finos, están íntimamente ligadas a la capacidad del suelo para suministrar alimento a la planta. Un conocimiento de sus factores, es entonces fundamental y básico para formarse un concepto apropiado del suelo como medio para el crecimiento de las plantas.

2.2.2 Porosidad.

Buckman y Brady (11), 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 (30), la porosidad es el espacio ocupado por el aire dentro de un volumen dado de suelo seco a la estufa (105-115°C).

Bernúdes, citado por Gavande (29), asegura que la máxima concentración de raíces, especialmente de raicillas, está directamente relacionada con el contenido de materia orgánica y con la porosidad total. El mismo autor afirma que el contenido de agua y la succión

del suelo influyen en el espacio poroso lleno de aire, afectando así el estado de aireación de los suelos. La influencia de la succión del suelo en el espacio poroso, puede ser afectada por la compactación y el tamaño de los agregados.

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 (Roca, 54). Hall (34), dice que los suelos de grano más fino tienen un espacio poroso mayor, debido a que el peso de las pequeñas partículas de arcilla, no es suficiente para vencer los rozamientos y trasladar las partículas a la disposición que da el espacio poroso mínimo. En cambio los suelos arenosos presentan baja porosidad, por tener bajo contenido de materia orgánica lo cual obliga a un más íntimo contacto entre las partículas. Además, se debe tener en cuenta el factor ponderal, pues cuanto más pesadas son las partículas mayor tendencia presentan a aproximarse, acoplándose debidamente hasta ocupar el máximo espacio libre (Mela, 43).

En los suelos existen en general dos tipos de poros, los macro y los microporos, los primeros se caracterizan porque permiten el libre movimiento del aire y la infiltración del agua. Por el contrario, en los microporos, el movimiento del aire está casi totalmente impedido y el del agua es muy restringido, incluso hasta retardar el movimiento capilar (Buckman y Brady, 11).

La determinación de la porosidad se calcula a partir de su densidad real y de su densidad aparente (González, 30).

Buckman y Brady (11), definen la densidad real como la masa (o peso) de una unidad de volumen de sólidos del suelo. Para Robinson (53), densidad real es una función aditiva de las densidades de los constituyentes del mismo. Mela (43), opina que la densidad real es la relación entre el peso de la parte sólida del suelo y el de un volumen

igual de agua. Guerrero (31), expresa que la densidad real de un suelo no es otra cosa que el peso de un volumen dado de sus partículas sólidas, concluyendo el mismo autor, que por cuanto en la densidad real se consideran únicamente las partículas sólidas, ésta es constante y no varía con la cantidad de espacios porosos entre las partículas.

Robinson (53), expresa que aunque se observa un intervalo considerable de valores en la densidad real, los datos correspondientes a suelos puramente minerales están comprendidos generalmente entre 2,6 y 2,7 gra/cc. Este valor puede ser mayor o menor de acuerdo con el tipo y cantidad de material predominante o de la cantidad de humus presente (Guerrero, 31). El mismo autor señala, que para algunos suelos colombianos los promedios de densidad real obtenidos oscilan entre 2,3 a 2,5 gra/cc.

La densidad aparente se define como el peso de una unidad de volumen de suelo seco. Este volumen puede incluir, desde luego, tanto los sólidos como los poros (Puckman y Brady, 11). Guerrero (31), comenta que la densidad aparente es el peso de un volumen dado de suelo en sus condiciones naturales, es decir, incluyendo en el volumen, su estructura y porosidad.

La densidad aparente, nunca será constante como la densidad real, variará conforme varíen los factores que afecten el aumento o disminución de la porosidad. Y así tendremos, que la densidad aparente dependerá del contenido de materia orgánica, de la textura y del manejo del suelo. Respecto a este último factor, se puede decir que todas las prácticas culturales que modifican la estructura del suelo influyen en la densidad aparente (Guerrero, 31). El conocimiento de la densidad aparente de la capa arable, juega un papel importante en la interpretación de los resultados de un análisis del suelo en el laboratorio y su aplicación a condiciones de campo. Además, dicho conocimiento disminuye la variación de la estimación química y física del suelo, debida al error y por lo tanto es una medida fundamental para los análisis de ruptura (Foraythe y Romeu, 27).

Thompson (59), dice que la densidad aparente de suelos no cultivados varía generalmente entre 1,0 y 1,6 grs/cc. - Lyon y Buckman (39), señalan que en suelos arenosos varía entre 1,2 y 1,8 grs/cc, llegando hasta 2,0 grs/cc en suelos arcillosos. Guerrero (31), afirma que la variación general de la densidad aparente en los suelos va de 1,0 a 1,9 grs/cc. Yamanaka, citado por Arias (3), señala que los valores más bajos en la densidad aparente con relación a la densidad real, se deben, en el caso de suelos volcánicos a un alto contenido de porosidad y así en Japón, se han encontrado valores entre 67 y 78% para la capa superior y en los subsuelos de 75 a 85%.

Lyon, citado por Guerrero y Mantilla (32), - 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. Finalmente Guerrero (31), expresa que la diferencia entre la densidad real y aparente, estriba en que en aquella se considera el volumen verdadero de las partículas, en tanto que en la aparente se considera un volumen aparente, que es igual al volumen verdadero de las partículas más la porosidad.

2.2.3 Plasticidad.

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 (Hall, 34). Para Joffe, citado por Escovar y Jurado (23), plasticidad es la susceptibilidad a la deformación sin ruptura del suelo cuando se humedece y se amasa. Bayer (6), dice que la plasticidad es la propiedad que tiene la arcilla para absorber agua y formar una masa moldeable, manteniendo esta forma después que ha cesado la acción

deformadora

Esta propiedad es debida posiblemente a la naturaleza hojosa de las partículas de arcilla, a la influencia de la lubricación y aún del agua absorbida (Buckman y Brady, 11). Sin embargo, - Bodman, citado por Guerrero y Mantilla (32), afirma que aún los suelos arenosos muestran un pequeño índice de plasticidad.

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.

Baver (5), afirma que el contenido de arcilla afecta a ambos límites de plasticidad, y así un aumento de arcilla incrementa el número de plasticidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta, que no únicamente de la arcilla depende la plasticidad, ya que la materia orgánica por su amplia capacidad de absorber agua, y por presentar una amplia superficie de exposición, influye con mucha propiedad en la plasticidad. El mismo autor expresa que la naturaleza de los cationes intercambiables también influyen en la 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 (Jiménez, 35). Werk, - 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 por el uso de maquinaria.

2.2.4 Constantes de humedad.

La relación del agua con el suelo es interesante, porque se deben almacenar grandes cantidades de agua para satisfacer las necesidades de evapotranspiración en el desarrollo de las plantas. El agua actúa como disolvente de los nutrimentos, y con éstos disueltos constituyen la solución del suelo (Buckman y Brady, 11).

La capacidad de retención en los suelos es diferente y así Robinson (53), dice que en un suelo arcilloso con un 10% de humedad aparentemente se presenta seco, en tanto que un suelo arenoso con el mismo porcentaje aparecerá húmedo. Dos fuerzas influyen en la retención de humedad por los suelos sólidos, la adherencia, que es la atracción de las superficies sólidas por las moléculas de agua, y la atracción de las moléculas de agua entre sí llamada cohesión - (Buckman y Brady, 11). Así, el agua retenida por estas dos fuerzas no solo puede mantener películas relativamente gruesas en los macroporos, sino que además puede mantener a los microporos llenos de agua (Lyon y Buckman, 39).

La humedad del suelo se expresa en base de energía, ya que es la única manera por la cual se consigue una escala continua y comparable de humedad para cualquier suelo, a cualquier contenido de humedad, (Guerrero, 31). El medio para expresar la energía por la cual el agua es retenida en el suelo, es el pF o potencial capilar. Schofield, citado por Baver (6), introdujo este término y así simplificó el concepto de las relaciones de energía entre el agua y el suelo.

El pF es definido por Lyon y Buckman (39), como una expresión simple de la energía necesaria para producir una succión dada, en términos de logaritmo de la altura en centímetros de una columna de agua que tiene 1 cm de base. Para Baver (6), pF es el logaritmo en base 10 de la altura en cms de una columna de agua cuyo peso es equivalente a la presión negativa necesaria para disminuir un determinado contenido de humedad.

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

- Coeficiente higroscópico, que es la cantidad de agua que puede absorber el suelo cuando se encuentra en un medio de humedad relativa conocida. El agua está retenida a un pF de 4,5 equivalente a 31 atmósferas (González, 30).

- 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 recuperan en una atmósfera saturada, sin adicionar agua al suelo (Adams y Levy, 1). González (30), dice que se encuentra a un pF de 4,2 equivalente a 15 atmósferas.

- 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 (Guerrero, 31). Según Coral (20), 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 (30), 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 (Adams y Levy, 1).

El porcentaje de marchitamiento permanente y el coeficiente higroscópico, frecuentemente han sido usados como medidas indirectas del bajo límite de humedad aprovechable del suelo in situ. La inhabilidad de las raíces para extraer el agua debajo del punto de marchitamiento permanente en el subsuelo puede ser atribuido a la naturaleza del suelo (Masurak y Liller, 42).

2.2.5 Estabilidad de los agregados al agua.

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.

Para que haya agregación, Baver (5), opina que las partículas primarias deben estar firmemente ligadas, necesitando para ello de la presencia de un material cementante y de partículas flocculadas. Afirma Stallings (57), que los materiales tanto polisacáridos como poliurónicos, producidos por microorganismos, son los responsables de la agregación por su función cementante de partículas.

Thompson (59), manifiesta que existen dos mecanismos de agregación, los biológicos y los químicos, en los primeros influyen los microorganismos y las diferentes uniones entre las partículas de arcilla con compuestos químicos y orgánicos. En los químicos se consideran las uniones de las partículas entre sí.

Alderfer, citado por Bastidas y Jacome (4), dice que también influyen en la agregación la cantidad y naturaleza de la arcilla, su grado de dispersión y asociación de cationes cementantes, hidróxidos de hierro y aluminio, como también, la relación humedad y temperatura, los macroorganismos, las fuerzas mecánicas y la acción de las raíces. Thompson (59), comenta que se pueden citar como fuentes de agregación, los compuestos de hierro, carbonatos de calcio y los acondicionadores químicos. Madrid (40), conceptúa que en suelos tropicales, la agregación parece debida a los coloides irreversibles o lentamente irreversibles, tales como sesquióxidos de hierro y aluminio.

Las diferencias de estabilidad de los agregados se relacionan con la presencia o ausencia de ciertos agentes cohesionantes del suelo. El tipo arcilloso influye en la estabilidad, porque los agregados que tienen mucho caolín son más estables que aquellos en que predomina la montmorillonita (Duckman y Brady, 11).

Kosyff, citado por Franco (28), anota que la estabilidad de los agregados varía de acuerdo a la naturaleza y al contenido de humedad del suelo, incrementándose cuando el contenido de humedad aumenta de 20 a 25%, y progresivamente decrece a niveles más altos de humedad del suelo. La mayoría de los autores, reconocen el efecto que la materia orgánica tiene sobre la agregación de los suelos.

Oliver (47), afirma que el único grupo de suelos en que no se ha observado correlación entre la materia orgánica y agregación, ha sido en los lateríticos, en donde los agregados son debidos a los óxidos deshidratados de hierro y aluminio, pero aún en ellos, la adición de pequeñas cantidades de coloides orgánicos aumenta la formación de agregados estables. Demostardo Baver (5), que la materia orgánica coloidal es más efectiva que la arcilla en la formación de agregados estables con arena.

Nisoto y Suto, citados por Adámes y Levy (1), dicen que la efectividad de la materia orgánica para formar agregados, depende tanto de las condiciones aeróbicas, como de las anaeróbicas. Las primeras proporcionan una estructura suelta y rápida con poca estabilidad del agregado al agua, en cambio las anaeróbicas forman la agregación lentamente, pero con mayor estabilidad de los agregados al agua.

El tamaño de los agregados dice Woodruff (62), está determinado por el gradiente de humedad del suelo, y así en sitios donde el agua es renovada rápidamente por la vegetación y el gradiente de humedad es alto, el suelo se rompe en pequeñas unidades. En cambio cuando el agua se renueva lentamente, el suelo se rompe en agregados grandes.

Hagin (33), encontró en condiciones experimentales que los agregados gruesos permiten un mayor crecimiento de las plantas que los agregados finos.

Investigaciones recientes demuestran que la reacción del suelo, puede influenciar la estabilidad de los agregados y así

Palotta (49), trabajando en suelos de Cerdeña (Italia), encontró una relación inversa entre el pH y la estabilidad estructural. Señala - Chesters, citado por Guerrero y Mantilla (32), que el pH óptimo en la formación de agregados estables es de 6,5.

Muchos cultivos de césped ayudan a mantener la materia orgánica del suelo, favoreciendo la agregación. Otros cultivos tales como trigo, patatas, algodón, tienen un efecto negativo ya que la agregación tiende a perderse bajo su régimen. Una buena rotación debe equilibrar estas influencias opuestas para mantener satisfactoriamente la estructura del suelo (Buckman y Brady, 11).

2.4 MATERIA ORGÁNICA.

Según Kononova (36), la materia orgánica del suelo "consiste de un sistema complejo de sustancias, cuya dinámica está determinada - principalmente por la admisión continua de residuos orgánicos de origen vegetal y animal en el suelo, y su continua transformación bajo la acción de factores biológicos y hasta cierto punto, por factores químicos y físicos".

La fuente originaria de materia orgánica es el tejido vegetal. Bajo las condiciones naturales, las partes aéreas y raíces de los árboles, arbustos, hierbas y otras plantas naturales proveen anualmente de grandes cantidades de residuos orgánicos (Buckman y Brady, 11).

Muller, citado por Burges (12), indica que existen por lo menos dos clases bien definidas de materia orgánica, denominados Mull y Mor. En un suelo Mull aunque puede haber gran cantidad de restos vegetales bajo la forma de hojas caídas, ramas, etc., permanecen en la superficie más o menos esparcidas y nunca se unen con las hifas fungales. La materia vegetal descompuesta se introduce en las capas superficiales del suelo y no existen una zona orgánica diferenciada, a menos que este suelo - es rico en vida animal y contiene numerosas lombrices comunes. El mismo autor dice que en los suelos típicos Mor, formados por restos de plantas

caducas, el suelo que se halla debajo es generalmente arenoso y no muestra señal alguna de formar grumos. La vida animal no es abundante y las lombrices están ausentes en estos suelos.

En general el Mull procede de árboles de mucha hoja que surgen en suelos de gran fondo, mientras que el Mor se asocia normalmente a suelos porosos, pobres en bases y frecuentemente cubiertos de coníferas o brezos.

Oliver (47), dice que todas las formas de materia orgánica contenidas en los suelos, tales como los estiércoles, naturales y artificiales, los restos vegetales, los poliuronatos y los polisacáridos, mejoran grandemente las propiedades hidrofílicas y la estructura de los suelos; el uso de tales sustancias depende de la velocidad con que se descomponen. La rapidez de la descomposición depende de la asimilabilidad del suelo, de la temperatura, de la facilidad de succión de agua y del pH, es decir, de los factores que determinan en gran proporción la nutrición de la planta.

Blasco (9), anota que la casi totalidad de la materia orgánica del suelo procede de la macroflora, mientras que los compuestos originados en su descomposición provienen de la actividad de la microflora. Bray y Gorham, citados por Rosales (55), dicen que la producción de materia orgánica es mayor a medida que la latitud es menor, es decir, la selva tropical produce más materiales orgánicos por unidad de superficie que las selvas de las zonas templadas. En Colombia, para el área del Amazonas (Leticia), Blasco (8), encontró una adición media anual de 10.300 kg/ha/año.

Uwir, citado por Méndez y Moreno (44), reporta que en suelos con alto contenido de arena, la materia orgánica es el principal factor de agregación y en suelos arcillosos este factor es menos marcado por ser muy alta la capacidad de absorción de humedad en estos suelos. Bayer (5), dice que las medias de las constantes de plasticidad, en diferentes perfiles del suelo demuestran que los límites plásticos del horizonte

superficial son realmente altos en la escala húmeda cuando se comparan con los de otras capas. Este efecto está asociado por la presencia de materia orgánica en el horizonte superficial.

Adams y Levy (1), dicen que la materia orgánica aumenta la plasticidad de los suelos livianos y la atenúa en los suelos pesados.

Físicamente la materia orgánica influye en forma directa sobre la estructura del suelo, humedad, densidad y color. Estas condiciones a su vez están relacionadas con otras que se derivan de las mismas, como la difusión, compactación, desarrollo de las raíces, etc. - (Brees y Graham, 10; Forsythe et al, 27).

Días y Remeu (22), dicen que la materia orgánica es una fuente importante de N-P-S, Y constituye al mismo tiempo un factor determinante de un gran número de características físicas y químicas del suelo. La capacidad de intercambio catiónico, la absorción del agua, la agregación de las partículas, el color, etc., son directamente influenciadas por el contenido y naturaleza de la materia orgánica.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 TOMA DE MUESTRAS.

Para la realización del presente trabajo, se tomaron muestras a lo largo del Altiplano de Ipiales, tratando de abarcar la mayor extensión posible con el fin de lograr un muestreo representativo de la zona. En cada sitio de cateo se tomaron muestras de suelo y subsuelo, realizando a la vez una descripción detallada de los perfiles - (Apéndice).

Las muestras del suelo y subsuelo de los perfiles se - secaron al medio ambiente, se molieron y tamizaron, dejando agregados inalterados para realizar las determinaciones de densidad aparente y - estabilidad de los agregados al agua.

Los análisis a que fueron sometidas las muestras se - llevaron a cabo en los Laboratorios de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas (Universidad de Nariño) y en los de la Facultad de Agronomía de Palmira.

3.2 ANALISIS TEXTURAL.

3.2.1 Bouyoucos sin destrucción de materia orgánica.

Se siguió el método descrito por González (30). se tomaron 100 grs de suelo y empleando 10 ml del dispersante hexanetafosfato carbonato de sodio (calgón) y dispersión por 15 minutos en el - agitador de cuchillas.

3.2.2 Bouyoucos con destrucción de materia orgánica.

En este procedimiento la técnica que se siguió puede enunciarse así: se pesaron 30 grs de suelo seco al aire y se los - colocó en beakers de 500 ml agregando 50 ml de agua destilada, se adicionó perhidrol del 31,5% en forma lenta, hasta que no hubo formación de -

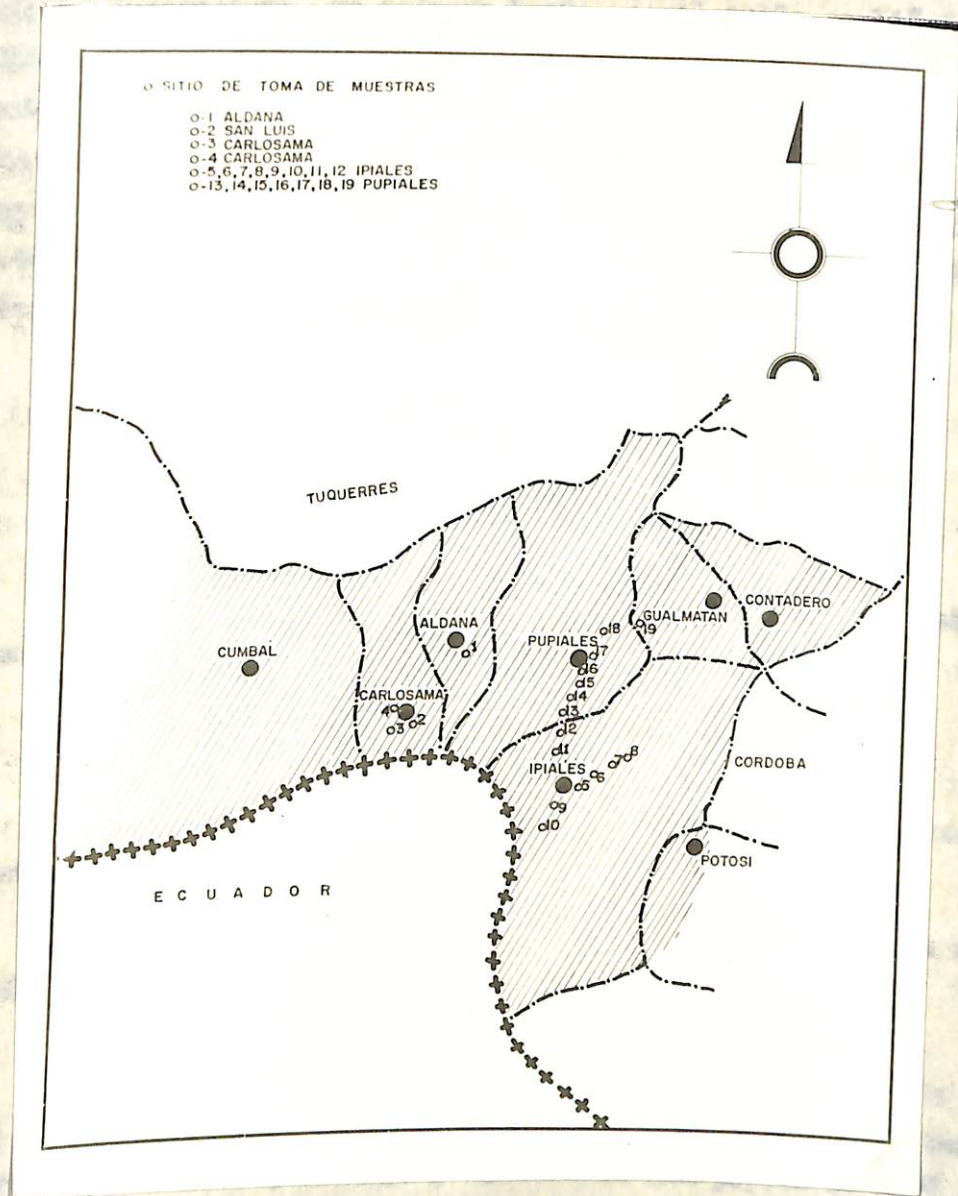


Figura 2. Altiplano de Ipiates con las zonas donde se tomaron las muestras de suelos

Foto: I/ Santa Cruz.

hasta 1 cm arriba de la marca, se tapó y se agitó, tomándole la temperatura, con una pipeta se bajo el menisco hasta la marca y luego se lo pesó. Esta operación se realizó con dos balones más, enfriando el kerosene a temperaturas de 25 - 30°C y 20 - 25°C. Con base en los pesos y con el volumen de los frascos se calculó la densidad del kerosene a las 3 temperaturas y se hizo un gráfico relacionando la temperatura y la densidad del kerosene. 3(Para la determinación de la densidad de las partículas del suelo, se tomaron 110 gra de suelo seco a la estufa a 105°C por 24 horas, el suelo se colocó en balones de 250mm previamente tarados, agregando 100 ml de kerosene y se pesó el conjunto. Seguidamente se puso a hervir el balón en una estufa eléctrica agitando periódicamente y se retiró cuando cesó el burbujeo, luego se lo dejó enfriar por espacio de 12 horas, se completo el volumen del balón con kerosene y una vez tapado se agitó, se enraso y se pesó.

3.3.3 Porosidad.

Se determinó por medio de la fórmula:

$$\text{Porosidad total} = 100 - \frac{\text{densidad aparente}}{\text{densidad real}} \times 100$$

3.4 PLASTICIDAD.

Se determinaron los límites superior e inferior y el índice de plasticidad.

3.4.1 Límite plástico superior.

Se siguió la técnica descrita por Bodman (7), utilizando el aparato de "Casagrande".

Se pesaron 50 gra de suelo seco al aire, se los colocó en un crisol de porcelana agregando agua y agitando con una espátula hasta que el suelo mostró condiciones de humedad, la pasta así obtenida se pasó al aparato de "Casagrande", se practicó -

una incisión trapezoidal y se sometió a golpes sucesivos. Cuando los bordes de la base de la incisión se juntaron al contar 10 golpes, - se consideró que el suelo estaba en su límite plástico superior y se procedió a determinar el porcentaje de humedad en base seca.

3.4.2 Límite plástico inferior.

Se determinó por el método manual citado por Bayer (6), y seguido por Guerrero y Mantilla (32).

A 20 grs de suelo seco al aire se agregó - agua hasta lograr que tiras de 3 mm de diámetro se rompieran en trozos de 1,1 a 1,4 cm de longitud, determinando luego el contenido de humedad en base seca.

3.4.3 Índice de plasticidad.

Se obtuvo por diferencia entre los límites superior e inferior.

3.5 CONSTANTES DE HUMEDAD.

Se determinaron los siguientes puntos de equilibrio.

3.5.1 Coeficiente de humedad higroscópica.

Se lo obtuvo por el método descrito por Guerrero (32).

3.5.2 Punto de marchitamiento.

Se siguió el método descrito por Guerrero (31).

Se tomaron aproximadamente 25 grs de suelo seco al aire y se colocaron sobre una membrana de anillos de caucho de 1 - cm de altura y 5 cm de diámetro, se llevaron al plato y se sometieron

a una presión de 15 atmósferas durante 48 horas, al cabo de las cuales se determinó el contenido de humedad en base seca.

3.5.3 Capacidad de campo.

Para su determinación se empleó el método utilizado por González (30). Se saturó la muestra de suelo por capilaridad durante 18 horas y luego se determinó el porcentaje de humedad en base seca.

El resto de la muestra se llevó a la centrifuga a 2440 r p m durante 30 minutos, determinándose después el contenido de humedad correspondiente a la humedad equivalente.

3.6 ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA.

Se la determinó siguiendo la técnica descrita por Tiu-lín y modificada por Yoder (64), empleando el aparato diseñado por Woodruff y adaptado por Adámes y Levy (1).

Se usó un juego de tamices tipo Yoder con aberturas de 2 - 1 - 0,5 - 0,25 mm, correspondiendo a los números 10 - 20 - 40 - 60 respectivamente, colocándolos en el mismo orden de arriba a abajo.

Se dejaron saturar los 50 grs de suelos seco a la estufa por 24 horas y a 105°C, por 5 minutos en el tamiz No 10, después se imprimió el movimiento vertical de 3,3 cms y a 30 r p m cuidando siempre que el tamiz superior hiciera contacto con la superficie del agua, cuando el mecanismo de oscilación estuviese en el punto máximo de su carrera.

Luego se sacaron los tamices, se drenaron y se secaron a la estufa a 60°C por espacio de media hora, luego se pasó el suelo a cajas previamente taradas y se colocaron nuevamente a la estufa por 24 horas y a 105°C, pesándose luego y determinando de este modo

los agregados del suelo en cada tamaño. El porcentaje para los agregados menores de 0,25 mm se lo obtuvo por diferencia.

3.7 MATERIA ORGANICA.

Se procedió según el método de Walkley-Black, descrito por Silva (56).

3.8 REACCION DEL SUELO

Se determinó el pH, preparando una mezcla saturada en la relación suelo-agua 1:1 y empleando un potenciómetro tipo Beckman H-2 (Silva, 56).

También se lo determinó, utilizando una mezcla suelo-KCl 1:2,5.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 TEXTURA.

La totalidad de las muestras estudiadas exhiben tanto en el suelo como en el subsuelo, texturas que van del franco arenosas a arenosas francas, con un predominio de las primeras en proporción de 4,33 : 1 para el caso de los suelos, predominio que también se manifiesta en los subsuelos en proporción de 4,66 : 1. Esta uniformidad textural entre las dos capas se debe al bajo contenido de arcillas de los suelos en cuestión.

Las texturas medias encontradas, confirman los datos de otras zonas derivadas de cenizas volcánicas, según lo reportan Parra (51), Luna (38), Palencia (50), Valdés (60), Forsythe et al (27) y Knox y Maldonado (37). Los datos encontrados para los suelos del Altiplano de Ipiiales se asimilan a los valores indicados en los trabajos citados.

Los promedios de arcillas encontrados fueron de 12,77% 5,81 para los suelos y 11,24% 4,09 para los subsuelos, evidenciándose así un mayor porcentaje en los suelos, hecho que se podría atribuir a la edad de estos suelos, que son relativamente jóvenes, y en donde probablemente no se ha realizado en forma total el fenómeno de iluviasión de las arcillas.

Por otra parte, el bajo contenido de arcillas presentes en estos suelos, puede originarse en la escasa meteorización que experimentan los suelos volcánicos por efecto de las continuas deposiciones de materiales volcánicos en épocas relativamente recientes. - Esto en una forma indirecta es expresado por Swindale (58), quien señala que el porcentaje de arcillas aumenta con el grado de meteorización.

Al igual que Escobar y Jurado (23), en suelos del Alti-

plano de Pasto y Bastidas y Jácome (4), en suelos del Valle de Sibundoy, en relación a la influencia de los contenidos de arcilla sobre las propiedades físicas determinadas, no se encontró que esta fracción influyera de una manera significativa, y así al correlacionar las arcillas con destrucción de materia orgánica y la capacidad de campo no se encontró significancia (Figura 3).

Sin embargo, excepcionalmente, al estudiar la influencia de las arcillas sobre la estabilidad de los agregados mayores de 2 mm, y al determinar la textura por el método de Bouyoucos con destrucción de materia orgánica, la correlación fue altamente significativa para el subsuelo y significativa para el suelo, como puede observarse en la Figura 4.

El coeficiente de regresión indica que al incrementar en 1% el contenido de arcillas de estos suelos, el porcentaje de agregación se aumenta en 0.66% para los suelos y en 1.30% para los subsuelos. Esta circunstancia pone de manifiesto que no solo la materia orgánica influye decididamente sobre esta propiedad.

4.2 POROSIDAD.

4.2.1 Densidad real.

Los valores de la 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. Estos se explican en razón de la menor acumulación de materia orgánica en los horizontes subsuperficiales, pues según Bastidas y Jácome (4), a menor cantidad de agua, existirá mayor peso del suelo y por tanto mayor densidad real.

4.2.2 Densidad aparente.

Los valores promedio de la densidad aparente fueron de 1.20 gr/cc en los suelos, y 1.28 gr/cc en los subsuelos. Estos va-

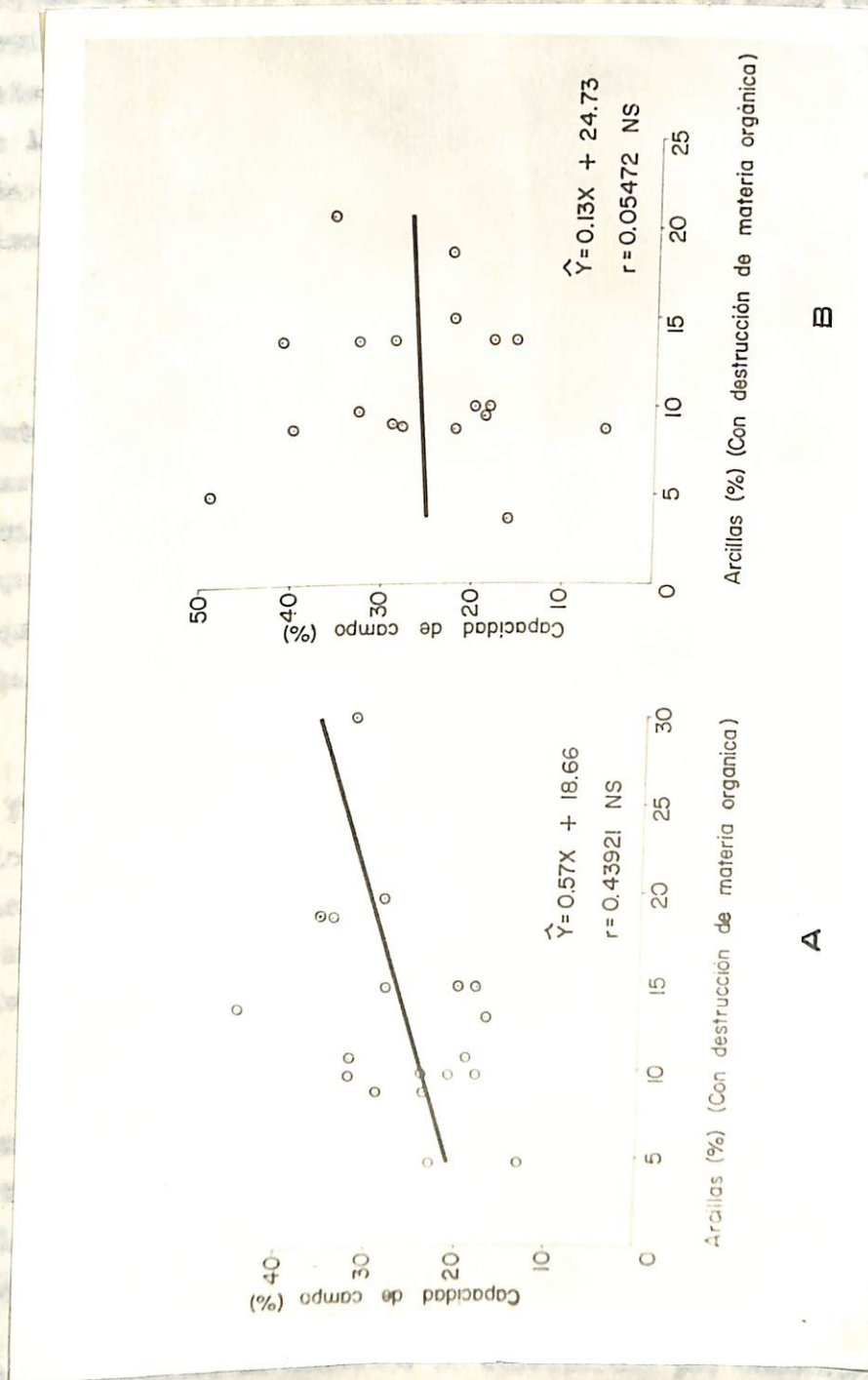


Figura 3. Relación entre las arcillas con destrucción de materia orgánica y la capacidad de campo. Suelo (A), Subsuelo (B).

Foto: I. Santaoruz

lores son muy superiores a los encontrados en andosoles de Costa Rica por Forsythe et al (27), y Knox y Maldonado (37); en Chile por Alcayaga y Urbina (2), Valdés (60) y Whigth (61); en el Ecuador por el grupo de Colment-Dange (14, 15, 13). En estos estudios, la densidad aparente de los suelos estudiados oscila entre 0.3 y 1.1 gr/cc. Los valores obtenidos para los suelos estudiados son comparables, sin embargo, a los obtenidos por Zavaleta (66), en algunos andosoles peruanos.

Respecto a la determinación de la densidad aparente es interesante tener en cuenta lo expresado por Arias (3), quien sugiere que en el caso de los andosoles, el secamiento a la estufa previo a la medición del volumen, en el método de la parafina, causa una contracción irreversible, lo cual conlleva a un volumen menor que no corresponde a la realidad y que, en consecuencia, puede afectar los resultados.

Los promedios de porosidad correspondientes a los suelos fueron de 53.81% 3.76 y de 51.73% 8.28 para los subsuelos, valores que al compararse con los promedios de 60-80% reportados por la literatura mundial para suelos andosólicos (45, 46, 63, 41, 16) son muy bajos y solo similares a los encontrados en algunos suelos derivados de cenizas volcánicas del Perú (Zavaleta, 66).

Por lo expuesto, hay que tener presente que los suelos estudiados son relativamente jóvenes, su desarrollo es aparentemente lento por efecto de las condiciones climáticas, en especial por la baja precipitación (750 mm anuales), y ello inclina a pensar que los niveles de alofana sean aún bajos y, por lo tanto, la densidad aparente y la porosidad no hayan alcanzado los valores típicos de los andosoles. Lo anterior es corroborado por Colment-Dange (17), cuando afirma que en las regiones tropicales la evolución de los suelos sobre cenizas volcánicas está condicionada a la pluviosidad, ya que en aquellos que se mantienen húmedos a lo largo del año predomina la alofana y aquellos en donde la pluviosidad es moderada,

con períodos secos y húmedos alternos, predomina la halloisita.

4.3 PLASTICIDAD.

Por el hecho de que la textura de los suelos estudiados es franco-arenosa, 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 éste resulta de la diferencia entre el límite plástico superior y el límite plástico inferior.

Algunos autores como Guerrero y Mantilla (32), Escovar y Jurado (23), también encontraron problemas similares en la determinación del límite plástico inferior. Esto constituye una verdadera limitación, pues como lo manifiesta Wehr, citado por Guerrero y Mantilla (32), su conocimiento es importante, porque ésta propiedad representa el valor por encima del cual es peligroso preparar un suelo debido al riesgo de apelmazamiento.

Al estudiar la correlación entre el límite plástico superior y la materia orgánica, se encontró que no existe significación aceptable. Aunque este resultado no concuerda con los reportados por la mayoría de los autores, debe tenerse en cuenta que sobre esta propiedad pueden influir otras condiciones del suelo, como la naturaleza de los minerales de los cuales se ha derivado e igualmente de la naturaleza de los cationes intercambiables (Baver, 6).

4.4 CONSTANTES DE HUMEDAD.

Se obtuvo una correlación significativa entre los porcentajes de materia orgánica y los porcentajes de capacidad de campo para el suelo, que en promedio tiene 5.06% 3.17 de materia orgánica (Figura 5), en cambio, no se encontró significación estadística aceptable en el caso del subsuelo, que posee menor cantidad de materia orgánica 3.86% 2.25, en promedio. Estos resultados ponen de mani-

fiesto la importancia del material orgánico en la retención de humedad a la capacidad de campo.

La humedad equivalente fue ligeramente menor que la capacidad de campo y, al correlacionar estas dos variables no hubo significación (Figura 6). Al respecto, Work y Lewis citados por Coral (20), 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 fortuistas.

4.5 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% 20.15 en los suelos y de 60.92 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.

Al estudiar la influencia de la materia orgánica sobre los agregados mayores de 2 mm de diámetro, no se encontraron correlaciones estadísticamente aceptables. En cambio, se obtuvo una correlación altamente significativa entre las arcillas con destrucción de materia orgánica y los agregados mayores de 2 mm de diámetro para el subsuelo, y significativa para el suelo (Figura 4). Al correlacionar las arcillas sin destrucción de materia orgánica con los agregados mayores de 2 mm de diámetro se obtuvo, significación para el suelo no así para el subsuelo (Figura 7).

Lo anterior indica que la estabilidad de los agregados

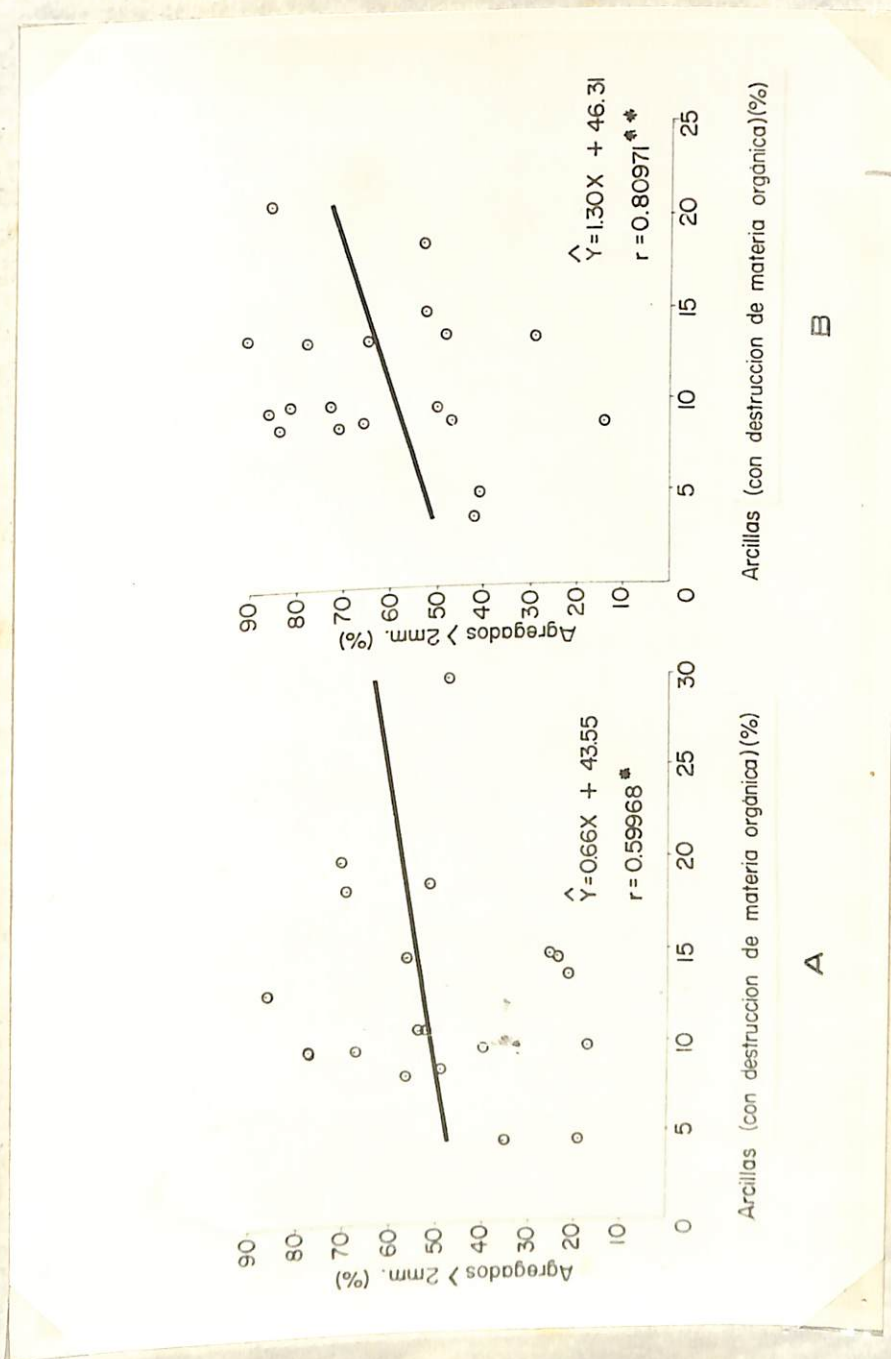


Figura 4. Influencia de las arcillas con destrucción de materia orgánica sobre los agregados mayores de 2 mm de diámetro. Suelo (A), Sub-suelo (B)

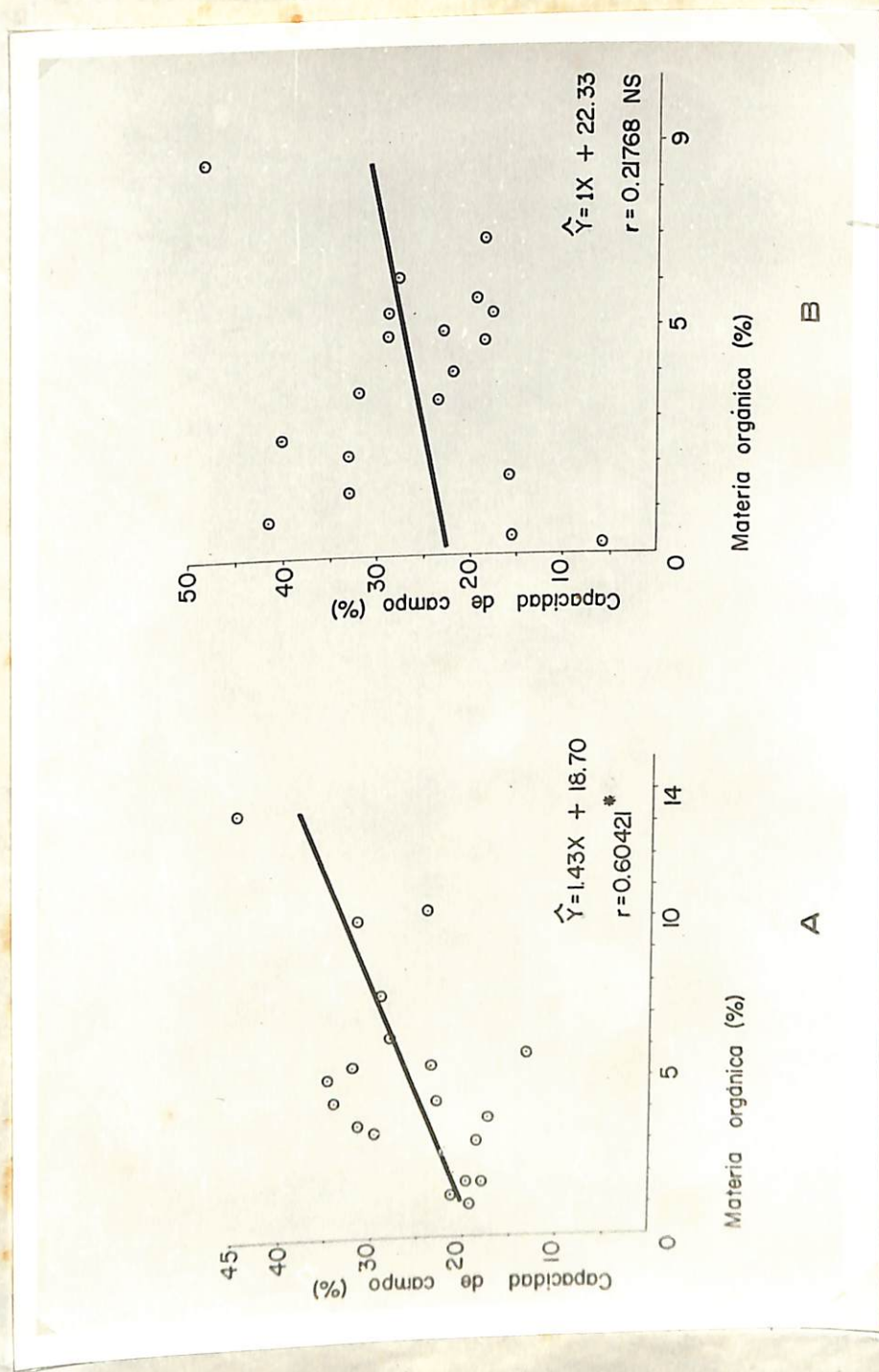


Figura 5. Relación entre la materia orgánica y la capacidad de campo. Suelo (A), Subsuelo (B).

Foto: I. Sanateruz

no solamente está influenciada por la materia orgánica, sino que pueden existir otras causas, tal es el caso de las arcillas que actúan como cementantes, los óxidos deshidratados de hierro y aluminio en suelos tropicales que pueden favorecer la agregación, así como también cultivos como alfalfa, por ejemplo, que aumenta la agregación, obteniéndose buenos resultados cuando se establecen rotaciones con leguminosas.

El grado de agregación observado en estos suelos es un indicativo de las buenas condiciones físicas imperantes y de la baja susceptibilidad al deterioro de las mismas.

4.6 COMPARACION DE METODOS PARA DETERMINAR LA TEXTURA Y DENSIDAD.

En las tablas II y III, se presentan los resultados obtenidos para el análisis textural, realizados mediante dos de los métodos ensayados.

Al efectuar la prueba de "t" para comprobar cuál de los dos métodos presentaba una mejor dispersión tanto para las arcillas (Tablas IV y V), como para las arenas (Tablas VI y VII), 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 piconómetro fue sumamente estrecha como se puede apreciar en las Tablas II y III. 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 deshechar el uso del piconómetro.

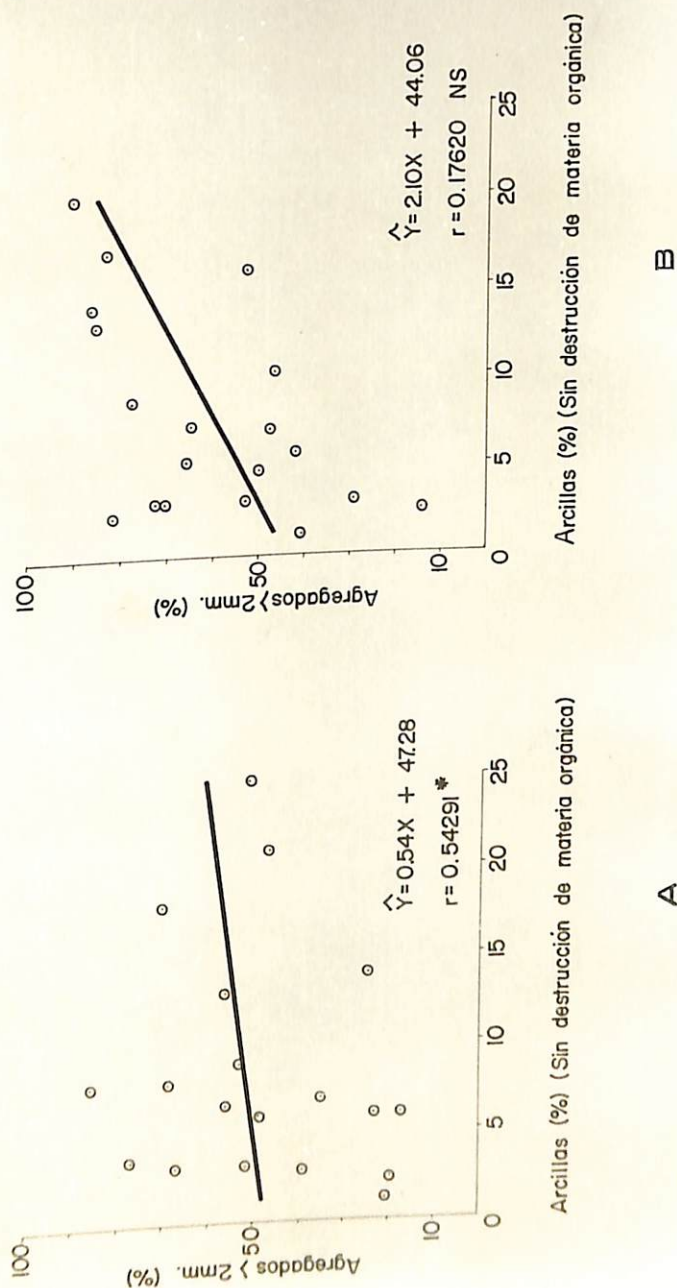


Figura 7. Relación entre las arcillas sin destrucción de materia orgánica y los agregados mayores de 2 mm de diámetro. Suelos (A), Subsuelo (B).

Foto: I. Santacruz

TABLA IV

COMPARACION DE LOS DOS METODOS DE ANALISIS TEXTURAL.
ARCILLAS CON DESTRUCCION DE M.O. (A) Y ARCILLAS SIN DESTRUCCION
DE M.O. (B) (SUELO)

A	B	A ²	B ²
8.56	5.82	73.2736	33.8724
10.56	9.42	111.5136	88.7364
13.06	7.82	170.5336	61.1524
10.56	3.42	111.5136	11.6964
9.56	3.82	91.3936	14.5924
14.56	5.82	211.9936	33.8724
9.56	3.42	91.3936	11.6964
14.56	12.82	211.9936	164.3524
19.56	18.02	382.5936	324.7204
14.56	14.22	211.9936	202.2084
9.56	6.22	91.3936	38.6884
8.56	6.62	73.2736	43.8244
4.56	2.62	20.7936	6.8644
30.06	20.82	903.6036	432.3056
18.56	24.82	344.4736	616.0324
18.56	7.82	344.4763	61.1524
4.56	7.02	20.7936	49.2804
9.56	3.22	91.3936	10.3684
13.56	1.22	183.8736	1.4884
242.64	164.98	3742.2984	2203.7688
	T 12.77	S 8.68	

SCD1 643.66

SCD2 771.22

"t" obtenido

"t" requerido:

2.0049 NS.

Al nivel del 5% para 18 G.L.

Al nivel del 1% para 18 G.L.

N S. No significativo

2.101

2.878

TABLA V

COMPARACION DE LOS DOS METODOS DE ANALISIS TEXTURAL.
ARCILLAS CON DESTRUCCION DE M. O. (A) Y ARCILLAS SIN DESTRUCCION
DE M.O. (SUBSUELO)

A	B	A ²	B ²
10.06	3.42	101.2036	11.6964
13.56	7.42	183.8736	55.0554
13.56	11.42	183.8736	130.4164
9.06	5.42	82.0836	29.3764
8.56	2.71	73.2736	7.3441
15.06	3.42	226.8036	11.6964
13.56	3.42	183.8736	11.6964
3.56	5.82	12.6736	33.8724
9.56	14.22	91.3936	202.2084
18.56	16.22	344.4736	263.0884
9.06	10.42	82.0836	108.5764
9.56	4.62	91.3936	21.3444
10.06	2.62	101.2036	6.8644
20.56	12.82	422.7136	164.3524
13.56	19.82	183.8736	392.8324
13.56	7.02	183.8736	49.2804
8.56	3.22	73.2736	10.3694
8.56	17.22	73.2736	296.5204
5.06	1.42	25.6036	2.0164
213.64	152.67	2720.8184	1808.6153
$\bar{A}$ 11.24		$\bar{B}$ 8.04	

SCD₁ 318.61

SCD₂ 581.88

"t" obtenido

"t" requerido

1.9753 NS

A nivel del 5% para 18 G.L. 2.101

Al nivel del 1% para 18 G.L. 2.878

N.S. No significativo

TABLA VI

COMPARACION DE LOS DOS METODOS DE ANALISIS TEXTURAL.

ARENAS CON DESTRUCCION DE M.O. (A) Y ARENAS SIN DESTRUCCION DE M.O. (B) (SUELO)

A	B	A ²	B ²
76.44	64.18	5843.0736	4119.0724
69.44	63.78	4821.9136	4067.8684
72.44	61.78	5247.5536	3816.7684
74.44	66.18	5541.3136	4379.7924
70.44	72.17	4961.7936	5209.9524
65.94	78.18	4348.0836	6112.1124
55.44	82.58	3073.5936	6819.4564
65.94	61.98	4348.0836	3841.5204
40.94	47.78	1676.0836	2282.9284
70.94	69.78	5032.4836	4869.2484
70.94	75.68	5032.4836	5724.6084
61.44	63.78	3774.8736	4067.8684
80.44	81.78	6470.5936	6687.9684
40.94	55.78	1676.0836	3111.4084
51.44	48.78	2646.0736	2379.4884
66.94	56.58	4480.9636	3201.2964
75.94	65.78	5766.8836	4327.0084
61.44	71.90	3774.8736	5169.6100
66.94	72.98	4480.9636	5326.0804
1238.86	1261.54	82997.7684	85532.0972
	$\bar{A}$ 65.20	$\bar{B}$ 66.40	

SCD₁ 2220.19

SCD₂ 1769.83

"t" obtenido 0.35294 N.S.

"t" requerido: Al nivel del 5% para 18 G.L. 2.101

Al nivel del 1% para 18 G.L. 2.878

N.S. No significativo

TABLA VII

COMPARACION DE LOS DOS METODOS DE ANALISIS TEXTURAL.

ARENAS CON DESTRUCCION DE M.O. (A) Y ARENAS SIN DESTRUCCION DE M.O. (B)
(SUBSUELO)

A	B	A ²	B ²
64.94	65.78	4217.2036	4327.0084
66.44	61.78	4414.2736	3816.7684
61.44	64.58	3774.8736	4170.5764
66.44	72.59	4414.2736	5269.3081
87.44	89.29	7645.7536	7972.7041
60.94	90.58	3713.6836	8204.7364
76.44	72.59	5843.0736	5269.3081
81.44	79.78	6632.4736	6364.8484
65.94	63.78	4348.0836	4067.8084
61.44	63.78	3764.8736	4036.8084
86.44	71.78	7471.8736	5152.3684
70.94	71.78	5032.4836	5152.3684
70.94	73.18	5032.4836	5443.4884
49.44	79.78	2444.3136	6364.8484
66.44	71.78	4414.2736	5152.3684
66.94	54.78	4480.9636	3000.8484
76.44	68.58	5843.0736	4703.2164
71.44	70.58	5103.6736	4981.5364
89.44	66.78	7999.5136	4459.5684
	82.78		6852.5284
1341.36	1365.15	96601.2184	99641.8067
	X 70.59	H 71.85	

SCD1 1904.04

SCD2 1555.79

"t" obtenido

"t" requerido:

0.39747 H.S.
Al nivel del 5% para 18 G.L. 2.101
Al nivel del 1% para 18 G.L. 2.878
H.S. No significativo

4.7 MATERIA ORGANICA.

El contenido de materia orgánica alcanzó un promedio de 5.06% 3.17 en los suelos y de 3.86% 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 (Whigham, 61; Palencia, 51; Luna, 38).

La correlación entre la materia orgánica y la capacidad de campo (Figura 5), es significativa para el suelo, lo cual se explica por que la materia orgánica modifica el efecto de los coloides minerales al influir en la retención de humedad. Lo anterior explica que no se haya encontrado significación entre la materia orgánica y la porosidad, debido a la gran capacidad de retención de agua por parte de la materia orgánica.

A través de la discusión se ha visto como la materia orgánica se relaciona estrechamente con la mayoría de las propiedades físicas estudiadas. En todo caso, es evidente que la materia orgánica está mejorando sustancialmente las condiciones de laboreo, que se reflejan en una buena capacidad de producción de los suelos estudiados.

TABLA II: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS

PROFUNDIDAD CMS	MATERIA ORGÁNICA %	pH		ANÁLISIS TEXTURAL Con Destrucción De Materia Orgánica			NOMBRE	ANÁLISIS TEXTURAL Sin Destrucción De Materia Orgánica			NOMBRE	ESTABILIDAD DE LOS MAYORES DE 2 MM %		
		AGUA	KCL	ARENAS	LIMOS	ARCILLAS		ARENAS	LIMOS	ARCILLAS		2.0-1.0 MM %	1.0	1.0
0-40	5.18	6.25	5.20	76.44	15.00	8.56	ARENO. FCO	64.18	30.00	5.82	FCO. ARENOSO	48.72	6.37	
0-45	1.21	6.30	5.30	69.44	20.00	10.56	FCO. ARENOSO	63.78	24.80	9.42	FCO. ARENOSO	52.80	11.70	
0-40	3.81	5.90	4.90	72.44	14.50	13.06	FCO. ARENOSO	61.78	30.40	7.82	FCO. ARENOSO	85.90	2.58	
0-30	10.00	5.50	4.40	74.44	15.00	10.56	FCO. ARENOSO	66.18	30.40	3.42	FCO. ARENOSO	51.90	5.20	
0-40	1.69	6.75	5.80	70.44	20.00	9.56	FCO. ARENOSO	72.18	24.00	3.82	FCO. ARENOSO	76.96	7.30	
0-20	6.13	7.30	6.20	65.94	19.50	14.56	FCO. ARENOSO	78.18	16.00	5.82	ARENO. FCO	23.46	27.17	1
0-50	10.18	5.30	4.70	55.44	35.00	9.56	FCO. ARENOSO	82.58	14.00	3.42	ARENO. FCO	67.13	3.89	
0-20	3.01	6.80	4.60	65.94	19.50	14.56	FCO. ARENOSO	61.98	25.20	12.82	FCO. ARENOSO	56.27	7.59	
0-50	3.16	6.45	5.45	40.94	39.56	19.56	FRANCO	47.78	34.20	18.02	FRANCO	70.38	11.78	
0-30	1.71	6.40	5.30	70.94	14.50	14.56	FCO. ARENOSO	69.78	16.00	14.22	FCO. ARENOSO	24.86	14.53	2
0-30	1.30	6.25	5.20	70.94	19.50	9.56	FCO. ARENOSO	75.78	18.00	6.22	FCO. ARENOSO	17.48	14.44	18
0-60	7.40	5.50	4.60	61.44	30.00	8.56	FCO. ARENOSO	63.78	29.60	6.62	FCO. ARENOSO	56.17	3.36	8
0-20	4.19	6.05	4.70	80.44	15.00	4.56	ARENO. FCO	81.78	15.60	2.62	FCO. ARENOSO	18.62	6.99	
0-40	5.40	6.00	5.00	40.94	29.00	30.06	FCO. ARCILLOSO	55.78	23.40	20.82	FCO. AR. A.	46.72	7.37	
0-40	4.24	6.10	5.30	51.44	30.00	18.56	FRANCO.	48.78	26.40	24.82	FCO. AR. A.	51.19	18.38	11
0-30	4.94	5.80	4.45	66.94	14.50	18.56	FCO. ARENOSO	56.58	35.60	7.82	FCO. ARENOSO	69.12	8.00	5
0-50	5.75	6.10	5.40	75.94	19.50	4.56	ARENO. FCO	65.78	27.20	7.02	FCO. ARENOSO	35.14	6.25	13
0-40	3.52	5.60	4.70	61.44	29.00	9.56	FCO. ARENOSO	71.90	24.88	3.22	FCO. ARENOSO	38.93	23.52	13
0-20	13.40	5.65	4.40	66.94	19.50	13.56	FCO. ARENOSO	72.98	25.80	1.22	ARENO. FCO	20.59	17.80	29

PLANTAS ESTUDIADAS (SUELO)

POROSIDAD			PLASTICIDAD			CONSTANTES DE HUMEDAD					AGUA Aprovechable
Densidad Real KEROSENE	DENSIDAD APARENTE	POROSIDAD	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	INDICE DE PLASTICIDAD	Coefficiente Higroscopico	Pto. de Marchitamiento a 15°	Equivalente De Humedad	Capacidad De Campo	Punto De Saturacion	
2.72	1.31	49.43	20.27	—	—	2.50	10.89	29.78	23.39	69.46	12.50
2.85	1.19	57.50	32.21	—	—	1.20	8.33	24.98	19.29	59.58	10.96
2.90	1.40	50.36	32.15	—	—	9.00	8.79	22.18	17.42	65.89	8.63
2.66	1.23	53.76	43.87	—	—	3.00	15.07	26.99	31.70	80.56	16.63
2.77	1.10	60.00	35.01	—	—	1.40	9.61	13.17	17.97	61.71	8.36
2.45	1.11	55.07	50.22	36.90	13.32	3.90	17.34	32.29	28.14	94.77	10.80
2.30	1.00	56.39	50.43	—	—	3.40	16.62	27.45	24.27	83.60	7.65
2.85	1.37	52.76	29.70	—	—	1.80	8.51	24.83	18.34	54.91	9.83
2.51	1.27	50.97	36.86	—	—	3.60	15.72	33.26	28.57	60.61	12.85
2.62	1.13	56.71	24.63	—	—	1.40	10.14	23.14	19.85	53.96	9.71
2.84	1.20	57.60	27.53	—	—	1.50	6.93	25.01	21.22	52.16	14.29
2.42	1.28	48.39	36.95	—	—	3.10	11.01	32.49	29.23	62.61	18.22
2.90	1.20	58.91	23.97	—	—	2.30	5.05	26.63	23.24	50.06	18.19
2.60	1.38	45.89	41.38	46.98	5.60	4.60	18.33	33.84	32.14	64.76	13.81
2.40	1.16	52.66	30.97	58.16	27.19	5.40	21.53	27.67	34.10	72.73	12.57
2.60	1.05	58.50	43.12	—	—	5.10	14.95	29.82	34.61	69.81	19.66
2.63	1.23	52.61	30.12	—	—	3.10	9.17	19.94	13.37	59.27	4.20
2.65	1.31	49.23	31.08	—	—	4.40	13.82	25.92	31.50	73.46	17.68
2.30	1.03	55.61	33.08	—	—	4.50	25.42	35.01	44.47	102.97	19.05

TABLA III: RESULTADOS DE LOS ANALISIS

UNIDAD CMS	MATERIA ORGÁNICA %	pH		ANÁLISIS TEXTURAL Con Destrucción de Materia Orgánica			NOMBRE	ANÁLISIS TEXTURAL Sin Destrucción de Materia Orgánica			NOMBRE	ESTABILIDAD DE LOS MAYORES DE 2 MM %	
		AGUA	KCL	ARENAS	LIMOS	ARCILLAS		ARENAS	LIMOS	ARCILLAS		2.0-1.0 MM %	%
0-80	6.92	5.50	4.30	64.94	25.00	10.06	FCO. ARENOSO	65.78	30.80	3.42	FCO. ARENOSO	73.30	7.27
5-95	0.43	5.70	4.20	66.44	20.00	13.56	FCO. ARENOSO	61.78	30.80	7.42	FCO. ARENOSO	64.68	4.72
0-X	0.83	5.90	4.80	61.44	25.00	13.56	FCO. ARENOSO	64.58	24.00	11.42	FCO. ARENOSO	77.62	6.36
0-150	6.12	4.90	4.10	66.44	24.50	9.06	FCO. ARENOSO	72.59	21.99	5.42	FCO. ARENOSO	66.09	17.45
0-60	0.16	6.90	6.25	87.44	4.00	8.56	ARENO. FCO	89.29	8.00	2.71	ARENOSO	13.80	13.30
0-80	4.35	7.15	6.60	60.94	24.00	15.06	FCO. ARENOSO	90.58	6.00	3.42	ARENOSO	52.70	4.86
0-80	5.33	5.35	4.55	76.44	10.00	13.56	FCO. ARENOSO	72.59	21.99	3.42	FCO. ARENOSO	28.85	14.42
0-X	1.65	5.50	4.20	81.44	15.00	3.56	ARENO. FCO	79.78	14.20	5.82	ARENO. FCO	42.00	9.60
0-70	2.22	6.30	5.05	65.94	24.50	9.56	FCO. ARENOSO	63.78	22.00	14.22	FCO. ARENOSO	86.45	5.84
0-50	4.91	6.20	5.10	61.44	20.00	18.56	FCO. ARENOSO	63.78	20.00	16.22	FCO. ARENOSO	52.70	5.86
0-150	5.36	6.50	5.40	86.44	4.50	9.06	ARENO. FCO	71.78	17.80	10.42	FCO. ARENOSO	46.72	8.37
0-120	4.69	5.50	4.40	70.94	19.50	9.56	FCO. ARENOSO	73.78	21.60	4.62	FCO. ARENOSO	50.30	15.44
0-60	5.55	5.50	4.50	70.94	19.00	10.06	FCO. ARENOSO	79.78	17.60	2.62	ARENO. FCO	81.49	4.60
0-X	3.55	5.45	4.50	49.44	30.00	20.56	FRANCO	71.78	15.90	12.82	FCO. ARENOSO	86.04	4.56
0-X	1.36	5.30	4.20	66.44	20.00	13.56	FCO. ARENOSO	54.78	25.40	19.82	FCO. ARENOSO	90.70	3.07
0-X	4.79	5.90	4.80	66.94	19.50	13.56	FCO. ARENOSO	68.58	24.40	7.02	FCO. ARENOSO	48.08	13.75
0-120	3.97	5.85	4.80	76.44	15.00	8.56	FCO. ARENOSO	70.58	26.20	3.22	FCO. ARENOSO	70.98	8.00
0-60	2.63	6.00	4.90	71.44	20.00	8.56	FCO. ARENOSO	66.78	16.00	17.22	FCO. ARENOSO	84.25	5.00
0-60	8.58	5.45	4.50	89.44	5.00	5.06	ARENOSO	82.78	15.80	1.42	ARENO. FCO	40.76	2.30

ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS ESTUDIADAS (SUBSUELO)

NOMBRE	ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA					POROSIDAD				PLASTICIDAD		CONSTANTES DE HUMEDAD			
	MAYORES DE 2 MM %	2.0-1.0 MM %	1.0-0.5 MM %	0.5-0.25 MM %	MENORES DE 0.25 MM %	Densidad Real Pignometro	Densidad Real Kerosene	DENSIDAD APARENTE	POROSIDAD	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	INDICE DE PLASTICIDAD	COEFICIENTE Higroscopico	PTO. DE MARCHITAMIENTO 15ATM	EQUIVALENTE DE HUMEDAD
NOSO	73.30	7.27	7.18	5.16	7.09	2.69	2.70	1.31	51.31	26.49	—	—	12.20	13.77	23.33
NOSO	64.68	4.72	6.65	4.72	19.23	2.77	2.75	1.03	62.82	29.92	—	—	7.00	6.24	20.49
NOSO	77.62	6.36	4.96	3.38	7.68	2.70	2.69	1.27	52.97	49.83	34.07	15.76	5.30	29.80	30.97
NOSO	66.09	17.45	6.79	4.02	5.65	2.75	2.75	1.35	50.91	45.22	—	—	2.70	17.17	20.12
O	13.80	13.30	25.34	22.83	24.73	2.80	2.81	1.15	58.93	35.51	—	—	5.00	2.90	3.53
O	52.70	4.86	15.74	9.08	17.62	2.59	2.51	1.64	36.68	38.37	—	—	3.30	11.75	27.15
NOSO	28.85	14.42	4.85	20.88	31.00	2.59	2.56	1.31	49.43	32.57	—	—	3.30	11.65	24.13
FCO	42.00	9.60	19.62	14.00	15.08	2.98	2.97	1.22	59.07	27.17	—	—	9.00	4.77	21.32
NOSO	86.45	5.84	3.31	2.28	2.12	2.63	2.60	1.15	56.28	46.75	—	—	5.80	19.91	29.54
NOSO	52.70	5.86	14.74	8.08	18.62	2.57	2.60	1.63	36.58	35.48	—	—	8.00	10.87	26.98
NOSO	46.72	8.37	7.71	4.13	33.07	2.36	2.43	1.43	39.41	46.12	75.00	28.88	4.00	18.01	31.37
NOSO	50.30	15.44	11.92	8.48	13.86	2.65	2.70	1.36	48.68	33.09	—	—	3.00	8.17	23.78
FCO	81.49	4.60	6.02	5.02	2.87	2.56	2.59	1.44	43.75	31.16	—	—	2.30	8.79	26.24
NOSO	86.04	4.56	2.29	1.83	5.28	2.83	2.80	1.25	55.84	47.09	35.12	11.97	6.10	22.94	29.24
NOSO	90.70	3.07	2.73	2.03	1.48	2.68	2.70	1.40	47.77	43.30	—	—	5.10	19.72	26.54
NOSO	48.08	13.75	14.51	13.25	10.41	2.59	2.62	1.09	57.92	28.87	—	—	2.70	7.80	26.79
NOSO	70.98	8.00	7.48	5.06	8.48	2.49	2.56	1.25	49.80	31.81	—	—	3.10	7.57	24.86
NOSO	84.25	5.00	3.70	1.89	5.16	2.56	2.00	1.10	57.09	11.38	38.64	27.26	9.90	26.39	22.99
FCO	40.76	27.84	16.80	8.20	6.40	2.66	2.60	1.06	68.50	49.74	—	—	4.60	13.85	23.41

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 ande, pero por no haber alcanzado su máximo desarrollo, no se los puede catalogar como andosol típicos.
2. La determinación de la textura para este tipo de suelos se la puede realizar por cualquiera de los dos 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. Sin embargo, se puede utilizar indistintamente con el método del picnómetro, el cual presenta diferencias leves con respecto a valores de densidad real.
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 no presentó correlaciones positivas altamente significativas con los puntos críticos de humedad.
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 presentes en los suelos estudiados se lo asocia a la escasa meteorización que se origina en los suelos derivados de cenizas volcánicas.

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.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, demuestran la importancia de la materia orgánica en los suelos derivados de cenizas volcánicas, ya que se relaciona con el contenido de humedad y el pH de los suelos.

Se establecieron algunas relaciones existentes entre las diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas con la materia orgánica y con las arcillas, resultando concluyente que las variaciones de humedad en un suelo dependen, sobre todo, de la baja retención de agua que se origina en los suelos derivados de cenizas volcánicas.

En base de que el análisis estadístico es un método científico en la determinación de la textura para los dos sitios, los autores concluyen que no es suficiente. En relación con la determinación de la densidad de las partículas por los dos sitios estudiados, los resultados obtenidos fueron casi similares, por lo cual, se recomienda la utilización de cualquiera de ellos.

Las descripciones de los perfiles de los suelos estudiados y algunos datos generales de la zona, aparecen en el apéndice de este trabajo.

VI. RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron algunas propiedades físicas de los suelos del Altiplano de Ipiales, Narino. Situado a $1^{\circ}49'39''$ de latitud Norte y a $77^{\circ}38'14''$ de longitud al W del meridiano de Greenwich.

Se determinaron las siguientes propiedades físicas: Textura: método de Bouyoucos con destrucción de materia orgánica y Bouyoucos sin destrucción de materia orgánica; Densidad aparente; Densidad de las partículas: método del 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.

Se estudiaron algunas relaciones existentes entre las diferentes propiedades físicas estudiadas y de éstas con la materia orgánica y con las arcillas, habiéndose encontrado que las anteriores se encuentran en un escaso porcentaje, debido a la baja meteorización que se origina en los suelos derivados de cenizas volcánicas.

En base de que el análisis estadístico no mostró diferencias en la determinación de la textura para los dos métodos, los autores recomiendan su uso indiferente. En relación con la determinación de la densidad de las partículas por los dos métodos enunciados, los resultados obtenidos fueron casi similares, por lo cual, se recomienda indistintamente cualquiera de ellos.

Las descripciones de los perfiles de los suelos analizados y algunos datos generales de la zona, aparecen en el apéndice de este trabajo.

SUMMARY

This study presents some physical properties of the Highlands of Ipiales, Narino.

The following physical properties were determined: Texture: - Bouyoucos methods with and without destruction of organic matter; - Bulk density; Particles density: pycnometer and bottle with kerosene methods; Porosity; Plasticity; Stability to water of soil aggregates; moisture constants, the organic matter content and pH were also determined.

Some relations hips among these physical properties with organic matter and clays and among themselves were studied. It was found clays are in small percentage in soils because of a low meteorization caused in soils originated from volcanic ashes.

The use of either method for determining texture, based on the - non significant difference of the results, is recommended. There were - similar results on the particles density determination using both methods.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMES, J. y L/N. LEVY. 1960. Propiedades físicas de algunos suelos del Valle del Cauca. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía. Palmira. Tesis de grado. 62p.
2. ALCAYAGA, URBINA de. 1965. Relaciones entre algunas características físicas o químicas de suelos derivados de cenizas volcánicas. Agricultura Técnica (Chile). 25:9-18.
3. ARIAS, A. 1970. Algunas propiedades físicas en dos suelos derivados de cenizas volcánicas por varios métodos y combinaciones de los mismos en el Municipio de Pasto. Universidad de -
Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. Tesis de -
promoción. 54p.
4. BASTIDAS, A. y M. JACOME. 1969. Propiedades físicas de los -
suelos del Valle de Sibundoy y Putumayo. Universidad de na-
rifo. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. Tesis de grado.
154p.
5. BAVER, L.D. 1949. Practical values from physical analyse of
soils. Soils Sci. Soc. Amer. Proc. 68:1-13.
6. _____. 1961. Soil Physical. Third ed. John Wiley & Sons,
Inc. New York. 489p.
7. BODMAN, C.B. 1949. Methods of measuring soil consistency. -
Soil Sci. 68:37-56p.
8. BLASCO, M. 1968. Sinopsis edafológica del Amazonas Colombiana.
IV Conferencia Latinoamericana de fertilidad de suelos. FAO,-
Bogotá. 21p.

9. Blasco, M. 1970. Curso de Microbiología de suelos. IICA, Turrialba. 247p.
10. BRES, D.R. y E.R. GRAHAM. 1969. The effect of soil texture and organic matter on the self diffusion coefficient of freated water in Missouri soils. Soil Sci. 108:399-407p.
11. BUCKMAN, H.O. y H.C. BRADY. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salord Barceló. Edit. Hispano Americana. Mexico. 509p.
12. BURGESS, A. 1960. Introducción a la microbiología de los suelos. Trad. Andrés Suárez. Edit. Acribia. Zaragoza. 199p.
13. COLMENT-DAAGE, P. 1962. Etudes preliminaires des sols des regions bannanieres d'Equateur. Fruit. 17:3-21.
14. _____ y P. CUCALON. 1965. Caracteres hydriques de certains sols des regions bannanieres d'Equateur. Fruit - 20:19-23.
15. _____ et al. 1969. Caracteristiques de quelques sols d'Equateur derives de cendres volcaniques. Ieres Partie. - Essai de caracterisation de sols des regions tropicales humides. Cahier. ORSTOM. Serie Pedologie. V.1.
16. _____. 1969. Caracteristiques de quelques sols derives de cendres volcaniques de la cote pacifique du Nicaragua. ORSTOM. Mimeografiado. sin paginación.
17. _____. 1969. Naturaleza de la fracción arcillosa de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de la Antillas El Ecuador y Nicaragua. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. - p. irr.

18. COLOMBIA. Instituto Técnico "Agustín Codazzi". 1963. El suelo su importancia y propiedades. Bogotá. 102p.
19. _____. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 1963. Atlas - básico de Colombia. Bogotá. 106p.
20. CORAL, E. 1970. Evaluación de cuatro métodos para determinar la capacidad de campo en suelos del municipio de Pasto. Universidad de Narino. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. - Tesis de grado. 37p.
21. CHAVES, E. 1959. Atlas de Narino. Edit. Arco. Bogotá. 33p.
22. DIAZ-ROMERO, et al. 1970. Contenido de materia orgánica y nitrógeno en suelos de América Central. Turrialba, Costa Rica. - 20 (2):185-192p.
23. ESCOBAR, G. y R. JURADO. 1970. Propiedades físicas de algunos suelos del municipio de Pasto. Universidad de Narino. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. Tesis de grado. 81p.
24. ESPINAL, T.L. y E. MONTENEGRO. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa geológico. Bogotá. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 201p.
25. ESTRADA, E. y J. MARTINEZ. 1970. Características generales de algunos suelos del sector Volcán Galeras - Puerto Asis, en relación con las formaciones vegetales. Universidad de Narino. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. Tesis de grado. 173p.
26. FORSYTHE, W. 1967. Densidad de las partículas de suelo. Método con agua y kerosene. Curso de física de suelos. experimento 1. IICA, Turrialba. sin paginación (mimeografiado).
27. _____. et al. 1969. Propiedades físicas de suelos deriva-

des de cenizas volcánicas considerando algunos suelos de América Latina. FAO/IICA, Turrialba. E-5:1-7

28. FRANCO, H.F. 1965. Comparación de algunos métodos para determinar la estabilidad de los agregados al agua. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de grado. 51p.
29. CAVANDE, S.A. 1969. Influencia de la succión del suelo en la porosidad de aireación y en la difusión del oxígeno en el café cultivado en suelos de Costa Rica. Turrialba. IICA. 19(1):39-48
30. GONZALEZ, A.M. 1964. Manual de laboratorio de suelos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira. 96p.
31. GUERRERO, R. 1969. Conferencias de laboratorio de suelos. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. sin paginación. (minucio grafado).
32. GUERRERO, R. y A. MANTILLA. 1964. Propiedades físicas de algunos suelos del municipio de Palmira en su parte plana. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de grado 79p.
33. HAGIN, J. 1952. Influence at soil aggregation in plant growt. - Soil Sci. 74:471-477.
34. HALL, D.A. 1961. Estudio cinetifico del suelo. 5a. edic. - Aguilar, Madrid. 158p.
35. JIMENEZ, J. 1964. Mecánica del suelo y sus aplicaciones a la Ingeniería. Edit. Dessat. Madrid. 533p.

36. KONONOVA, M. 1966. Soil organic matter. 2ed. Trad. T.Z. -
Nowa-Kowak y A. Newman. Pergamon, Oxford. 544p.
37. XNOX, E.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.irr.
38. LUNA, Z/C. 1969. Aspectos genéticos de andosoles de Colombia.
In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de Amé-
rica Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA . p.irr.
39. LYON, T.L. and H. BUCKMAN. 1956. Edafología. Trad. Victor Nico-
llier. Edit. Continental. México. 479p.
40. MADRID, C. 1948. Algunas propiedades físicas y químicas de las
regiones tropicales. Rev. Fac. Nat. de Agronomía. Medellín, -
Colombia. 8:42-47.
41. MARTINI, J. 1969. Distribución geográfica y características de
los suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. -
In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de Amé-
rica Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p.irr.
42. MAZURAK, A. and S. MILLER. 1955. An evaluation of permanent -
wilting percentage, 15 atmosphere moisture percentage, and hy-
groscopic coefficient of three soils in Eastern Nebraska. Soil.
Sci. Soc. Amer. Proc. 19(3):260-267
43. NELA, P. 1963. Tratado de Edafología y sus distintas aplica-
ciones. 2a. ed. Ediciones Agrociencias. Zaragoza. 615p.
44. HERNANDEZ, A/B . y A.G. MORENO. 1964. Propiedades físicas de al-
gunos suelos de la zona plana del municipio de Palmira. Fac. -

- de Agronomía. Palmira, Colombia. Tesis de grado. 59p.
45. MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY, JAPANESE GOVERNMENT. 1964. Volcanic ash soils in Japan. Min. of Agr. Fores, Japan. 211p.
 46. OHMURA, M. 1964. Scope of volcanic ash soils, their extent - and distribution. In FAO Report No. 14, on meeting on classification and correlation of soils from volcanic ash. Tokyo. - 7-8p.
 47. OLIVER, J. 1964. Contribución al estudio de la materia orgánica de los suelos tabacaleros españoles. Boletín del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Madrid. 14(30):95-161.
 48. OVIEDO, A. 1964. Monografía de la ciudad de Ipiales. Imprenta del Departamento. Pasto. 96p.
 49. PALOTTA, U. 1957. La atasilita distruttura nel terreno di Ila Sardinia in rapporto con alcune caratteristiche fisico-chimiche (the stability of ostructure in soils of Sardinia in relation to some physical chemical characteristic) Agrochimical, 1, 268-287. (Univ. Sasavi, Italy) (Rev. in Soil and Fertiliz). 20(8):265p
 50. PALENCIA, O.J. 1969. Caracterización de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. IICA. Tesis de grado. 168p.
 51. PARRA, H.J. 1960. los suelos del Quindío: propiedades físicas químicas y de fertilidad. Chinchiná. Federación Nacional de Cafeteros. Boletín informativo.
 52. PLUMER, L.D. and W. STANLEY. 1943. Soil mechanics and foundations. Pilman publishing Corp. New York. 94p.

53. ROBINSON, G. W. y W. E. RUSSELL. 1959. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Trad. de la 8^a. ed. Madrid. Aguilar. 771p.
54. BOCA, B. J. 1968. Los suelos y los fertilizantes. Rev. Nal. de Agric. Federación Nal. de Cafeteros. 34-39p.
55. ROSALES, J. 1970. Determinación de la materia orgánica por tres métodos y porcentaje de humus de algunos suelos de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Universidad de Nariño. Pasto. Tesis de grado. 43p.
56. SILVA, M. F. 1960. Métodos de análisis del Departamento Agrológico. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá. Colombia. Publicación I-F6. 50p.
57. STALLING, J. H. 1959. Soil conservation. 2nd. Prentice Hall. - New Jersey. 150p.
58. SWINDALE, L. D. 1964. The properties of soils derived from volcanic ash. In FAO Report No. 14 on meeting on classification and correlation of soils from volcanic ash. Tokyo. 82-86p.
59. THOMPSON, L. M. 1963. El suelo y su fertilidad. Edit. Reverté. Barcelona. 407p.
60. VALDES, A. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Chile. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
61. THIGHT, A. C. 1964. The andosols or humic allophane soils of South America. In FAO Report No. 14 on meeting on classification and correlation of soils from volcanic ash. Tokyo. 9-22p.

62. WOODRUFF, C.M. 1939. Variations in the state stability of - aggregation as a result of different methods of cropping. - Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 4:13-18
63. YAMANAKA, K. 1964. Physics properties. In Japan. Ministry of Agriculture and Forestry. Volcanic ash soil in Japan, Tokyo. 69-91p.
64. YODER, R.E. 1936. A direct method aggregate analysis of soil and study of the physical nature of erosion losses, Jour. - Amer. Soc. Agren. 28:337-351
65. ZARANA, J.R. 1927. Geografía del Departamento de Maricao. Republica de Colombia. Imprenta Departamental. Pasto. 144p.
66. ZAVALERA, 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.

A P P E N D I C E

1994

Muestra No. 1 Aldana.

Localización: A 5 kms de Aldana, carretera Pasto-Ipiales sobre la
margen izquierda.

Profundidad

0 - 40 cms.	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Granular
	Consistencia:	Muy friable
	Color:	10YR 4/10
	pH:	6.25
40 - 80 cms.	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Prismática
	Consistencia:	Ligeramente friable
	Color:	10YR 2/1
	pH:	5.50
80 - X	Textura:	Arenosa
	Consistencia:	Dura
	Color:	10YR 3/3

Datos Generales

<u>Altitud:</u>	3000 mts
<u>Drenaje natural:</u>	Buena
<u>Vegetación:</u>	
<u>Uso actual:</u>	Pastos
<u>Relieve:</u>	Ondulado 13%

Muestreo No. 2 San Luis.

Localización: A 150 mts del compartidero a Carlosana, carretera -
Ipialen-Carlosana.

Profundidad:

0 - 45 cm.

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Granular
Friable
10YR 4/2
6.30

45 - 95 cm.

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
B locosa
Friable
10YR 4/3
5.70

95 - X

Textura:
Estructura:
Color:

Arenosa
Prismática
10YR 5/4

Datos Generales:

Altitud:

3000 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Bajo cultivo

Uso actual:

Papa

Relieve:

Ondulado 75

Material parental:

Volcánico

Muestreo No. 3 Carlosana 1.

Localización: A 2 km antes de Carlosana, carretera Ipiales-Carlosana.

Profundidad:

0 - 40 cm

Textura:	Franco-arenosa
Estructura:	Granular
Consistencia:	Muy friable
Color:	10YR 4/2
pH:	5.90

40 - X

Textura:	Franco-arenosa
Estructura:	Granular
Consistencia:	Firme
Color:	10YR 3/4
pH:	5.90

Datos Generales:

Altitud:

2900 mts

Drenaje natural:

Bueno

Vegetación:

Pradera vegetal

Uso actual:

Eucaliptus

Relieve:

Ondulado 10%

Material parental:

Volcánico

Muestras No. 4 Carlosana 2.

Localización: Población de Carlosana, en dirección sur-este de la plazuela de la población

Profundidad:

0 - 30 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Migajosa
	Consistencia:	Muy friable
	Color:	10YR 3/1
	pH:	5.50

30 - 1.50 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Prismática
	Consistencia:	Ligeramente firme
	Color:	10YR 2/1
	pH:	4.90

1.50 - X	Textura:	Arenosa
	Consistencia:	Ligeramente firme
	Color:	10YR 3/2

Datos Generales:

<u>Altitud:</u>	2900 mts
<u>Drenaje natural:</u>	Buena
<u>Vegetación:</u>	
<u>Uso actual:</u>	Eucaliptus
<u>Relieve:</u>	Ondulado 9%

Muestreo No. 5 Ipiates 1

Localización: A 1 km de Ipiates, carretera Panamericana Pasto- Ipiates.

Profundidad:

0 - 40 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Bloccosa
	Consistencia:	Friable
	Color:	10YR 3/2
	pH:	6.75
40 - 60 cm	Textura:	Arenosa
	Estructura:	Bloccosa
	Consistencia:	Friable
	Color:	10YR 6/2
	pH:	6.90
60 - X	Textura:	Arenosa
	Estructura:	Bloccosa
	Consistencia:	Muy firme
	Color:	10YR 4/4

Datos Generales:

<u>Altitud:</u>	3000 mts
<u>Drenaje natural:</u>	Buena
<u>Uso actual:</u>	Trigo
<u>Relieve:</u>	Ligeramente ondulado 5%

Muestreo No 6 Ipiales 2

Localización: A 6 km de Ipiales sobre la carretera Panamericana Panto-Ipiales.

Profundidad:

0 - 20 cm

Textura:	Arenoso-franco
Estructura:	Granular
Consistencia:	Friable
Color:	10YR 3/2
pH:	7.30

20 - 80 cm

Textura:	Arenosa
Estructura:	Blocosa
Consistencia:	Firme
Color:	10YR 4/2
pH:	7.30

80 - X

Textura:	Arenosa
Consistencia:	Firme
Color:	10YR 6/2

Datos Generales:

Altitud:

2940 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Maíz

Uso actual:

Quebrado 30%

Relieve:

Muestreo No 7 Ipiates 3

Localización: Sitio denominado "Las Cruces".

Profundidad:

0 - 50 cm	Textura:	Arenoso-franca
	Estructura:	Granular
	Consistencia:	Friable
	Color:	10YR 4/2
	pH:	5.30
50 - 80 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Blocosa
	Consistencia:	Firme
	Color:	10YR 2/1
	pH:	5.35
80 - X	Textura:	Arenosa
	Consistencia:	Suave
	Color:	10YR 3/2

Datos Generales:

<u>Altitud:</u>	2980 mts
<u>Drenaje natural:</u>	Buena
<u>Vegetación:</u>	
<u>Uso actual:</u>	Cebada
<u>Relieve:</u>	Ondulado 5%

Muestras No. 8 Ipiates 4

Localización: A 10 km de Ipiates, carretera Panamericana Pasto - Ipiates.

Profundidad:

0 - 20

Textura:	Franco-arenosa
Estructura:	Granular
Consistencia:	Media
Color:	10YR 4/3
pH:	6.80

20 - X

Textura:	Arenosa-franco
Estructura:	Blanca
Consistencia:	Firme
Color:	10YR 3/2
pH:	5.50

Datos Generales:

Altitud:

2850 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Uso actual:

Trigo

Relieve:

Fuertemente ondulado 35%

Erosión:

Mediana

Muestreo No. 2 Ipiales 5

Localización: A $\frac{1}{2}$ km de Ipiales, carretera Ipiales-Rumichaca.

Profundidad:

0 - 50 cm

Textura: Franca
Estructura: Granular
Consistencia: Friable
Color: 10YR 4/2
pH: 6.45

50 - 70 cm

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Prismática
Consistencia: Ligeramente fríasble
Color: 10YR 5/3
pH: 6.30

70 - X

Textura: Arcillosa
Estructura: Prismática
Color: 10YR 5/2

Datos Generales:

Altitud:

2870 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Gramíneas

Uso actual:

Pastos

Relieve:

Ondulado

Muestreo No. 10 Ipiales 6

Localización: A 3 km de Ipiales, carretera Ipiales-Rumichaca.

0 - 30 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Granular
	Consistencia:	Friable
	Permeabilidad:	Lenta
	Color:	2.5YR 6/2
	pH:	6.40
30 - 50 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Blocosa
	Consistencia:	Friable
	Permeabilidad:	Buena
	Color:	10YR 5/2
	pH:	6.20
50 - X	Textura:	Arenosa
	Consistencia:	Suave
	Color:	10YR 5/2

Datos Generales:

<u>Altitud:</u>	2840 mtr
<u>Drenaje natural:</u>	Buena
<u>Vegetación:</u>	
<u>Uso actual:</u>	
<u>Relieve:</u>	Quebrado 40%

Muestreo N.º 11 Ipiates 7

Localización: A 1 km de Ipiates, carretera Ipiates-Pupiales.

Profundidad:

0 - 30 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	B locosa
	Consistencia:	Friable
	Permeabilidad:	Lenta
	Color:	10YR 4/2
	pH:	6.25
30 - 1.50 cm	Textura:	Franco-arenosa
	Estructura:	Prismática
	Consistencia:	Firme
	Color:	10YR 3/2
	pH :	6.50
1.50 - X	Textura:	Arcillosa
	Consistencia:	Dura
	Color:	10YR 3/2

Datos Generales:

<u>Altitud:</u>	2850 mts
<u>Drenaje natural:</u>	Regular
<u>Vegetación:</u>	
<u>Uso actual:</u>	Trigo
<u>Relieve:</u>	Ondulado

Muestras No. 12 Ipiates 8

Localización: A 3 km de Ipiates, carretera Ipiates-Pupiales.

Profundidad:

0 - 60 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Permeabilidad:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Granular
Friable
Buena
10YR 3/2
5.50

60 - 1.20 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Prismática
Firme
10YR 3/2
5.50

1.20 - X

Textura:
Consistencia:
Color:

Arenosa
Firme
10YR 3/2

Datos Generales:

Altitud:

2790 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Trigo

Uso actual:

Ondulado 10%

Relieve:

Muestras No. 13 Pupiales 1

Localización: A 4 km de Ipiales, carretera Ipiales-Pupiales.

Profundidad:

0 - 20

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH :

Franco-arenosa
Granular
Frisble
10YR 3/3
6.05

20 - 60 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Arenoso-franco
Frisnética
Firme
10YR 3/2
5.50

60 - X

Textura:
Consistencia:
Color:

Arenosa
Suave
10YR 3/2

Datos Generales:

Altitud:

2790 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Ondulado 10%

Uso actual:

Muestreo No. 14 Pupiales 2

Localización: A 5 km de Ipiales, carretera Ipiales-Pupiales.

Profundidad:

0 - 40 cm

Textura:

Franco-arc-arenoso

Estructura:

Granular

Consistencia:

Friable

Color:

10YR 4/3

pH:

6.00

40 - X

Textura:

Franco-arenosa

Estructura:

Prismática

Consistencia:

Muy firme

Color:

10YR 5/6

pH:

5.45

Datos generales:

Altitud:

2840 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación

Uso actual:

Maíz

Relieve:

Quebrado 50%

Muestreo No. 15 Pupiales 3

Localización: A 6 km de Ipiales, carretera Ipiales-Pupiales.

Profundidad:

0 - 40 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Francisco-arcillo-arenoso
Granular
Friable
10 YR 4/3
6.10

40 - X

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Francoparenosa
Prismática
Friable
10 YR 6/3
5.30

Datos Generales:

Altitud:

2920 mts

Drenaje Natural:

Buena

Vegetación:

Uso actual:

Abrupto

Relieve:

Muestreo No. 16 Pupiales 4

Localización: A 7½ km de Ipiates, carretera Ipiates-Pupiales.

Profundidad:

0 - 30 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Granular
Friable
10YR 4/3
5.80

30 - X

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Prismática
Friable
10YR 5/3
5.90

Datos Generales:

Altitud:

2850 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Eucaliptus

Uso actual:

Ondulada 10%

Relieve:

Muestras No. 17 Pupiales 5

Localización: A 8 km de Ipiales, carretera Ipiales-Pupiales.

Profundidad:

0 - 50 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Granular
Friable
10YR 4/2
6.10

50 - 1.20 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Franco-arenosa
Prismática
Muy firme
10YR 3/2
5.85

1.20 - x

Textura:
Estructura:
Color:

Arenosa
Prismática
10YR 5/2

Datos Generales:

Altitud:

2950 mts
Buena

Drenaje natural:

Vegetación:

Uso actual:

Relieve:

Trigo
Ondulado 10%

Muestreo No. 18 Pupiales 6

Localización: A 1 km de Pupiales, carretera Pupiales-Guámatan.

Profundidad:

0 - 40 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Francoso-arenosa
Blocosa
Friable
10YR 4/2
5.60

40 - 60 cm

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:
pH:

Francoso-arenosa
Prismática
Friable
10YR 5/2
6.00

60 - X

Textura:
Estructura:
Color:

Arcillosa
Prismática
10YR 3/2

Datos Generales:

Altitud:

2870 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Una actual:

papa

Relieve:

Quebrado 30%

Muestreo No. 12 Pupiales 7

Localización: A 9 km de Pupiales, carretera Pupiales-Gualacatán

Profundidad:

0 - 20 cm

Textura:	Arenosa-franca
Estructura:	Granular
Consistencia:	Friable
Color:	10YR 3/3
pH:	5.65

20 - 60 cm

Textura:	Arenosa-franca
Estructura:	Prismática
Consistencia:	Friable
Color:	10YR 3/1
pH:	5.45

60 - x

Textura:	Arenosa
Consistencia:	Suave
Color:	10YR 3/2

Datos Generales:

Altitud:

2910 mts

Drenaje natural:

Buena

Vegetación:

Uso actual:

Pastos

Relieve:

Ondulado 15%

ECUACIONES DE REGRESION Y COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS MEDIDAS ESTUDIADAS

CINCU

RELACION	ECUACION	r OBTENIDO	r CALCULADO 5%	10 C.L. 1%
H.O. - C.O.	$Y = 1.43X + 16.70$	0.60421 ⁺	0.532	0.633
H.O. - Poros	$Y = -0.19X + 53.41$	-0.05285	"	"
H.O. - Agreg. mayores 2 mm.	$Y = -0.05X + 55.27$	-0.32341	"	"
H.O. - L.P.S.	$Y = 0.12X + 33.93$	0.46098	"	"
H.O. - Agua aprovechable	$Y = -0.39X + 14.89$	-0.09140	"	"
H.S. - C.O.	$Y = 0.85X + 4.27$	0.47061	"	"
Poros - Agua aprovechable	$Y = -0.08X + 17.22$	-0.23232	"	"
Arc. con H.O. - L.P.S.	$Y = 0.11X + 51.49$	0.06769	"	"
Arc. con H.O. - C.O.	$Y = 0.16X + 24.54$	0.13502	"	"
Arc. con H.O. - Agua aprovechable	$Y = -0.12X + 13.96$	-0.18367	"	"
Arc. con H.O. - Poros	$Y = -0.23X + 55.80$	-0.39141	"	"
Arc. con H.O. - Agreg. mayores 2 mm.	$Y = 0.54X + 47.26$	0.54291 ⁺	"	"
Arc. sin H.O. - Poros	$Y = -0.24X + 56.87$	-0.35997	"	"
Arc. sin H.O. - Agreg. mayores 2 mm.	$Y = 0.66X + 43.55$	0.59959 ⁺	"	"
Arc. sin H.O. - C.O.	$Y = 0.57X + 18.66$	0.43921	"	"
Arc. sin H.O. - L.P.S.	$Y = 0.42X + 29.08$	0.29921	"	"
Arc. sin H.O. - Agua aprovechable	$Y = 0.08X + 11.90$	0.11366	"	"

C.L.: Grados de libertad
+: Significativo al nivel del 5%.

H.O.: Materia orgánica
C.O.: Capacidad de campo
L.P.S.: Límite plástico superior
H.S.: Humedad equivalente

ECUACIONES DE REGRESION Y CORRELACIONES DE CORRELACION ENTRE LAS MEDIDAS ESTUDIADAS
SUSUNIO

RELACION	ECUACION	r OBTENIDO	r CALCULADO 5%	18 G.L. 1%
H.O. - C.O.	$Y = 1.00X + 22.53$	0.21768	0.532	0.633
H.O. - Toros	$Y = -0.73X + 54.60$	-0.19789	"	"
H.O. - Agreg. mayores 2 mm.	$Y = -2.63X + 71.02$	-0.28401	"	"
H.O. - L.P.S.	$Y = 0.42X + 34.68$	0.09426	"	"
H.O. - Agua aprovechable	$Y = 1.14X + 7.99$	0.12548	"	"
H.P. - C.C.	$Y = 1.00X + 1.22$	0.18023	"	"
Toros - Agua aprovechable	$Y = 0.90X + 3.14$	0.12158	"	"
Arc. con H.O. - L.P.S.	$Y = 0.11X + 35.42$	0.21915	"	"
Arc. con H.O. - C.O.	$Y = 0.63X + 19.53$	0.14054	"	"
Arc. con H.O. - Agua aprovechable	$Y = 0.01X + 12.31$	0.00471	"	"
Arc. con H.O. - Toros	$Y = -0.22X + 53.53$	-0.14922	"	"
Arc. con H.O. - Agreg. mayores 2 mm.	$Y = 2.10X + 44.06$	0.17620	"	"
Arc. sin H.O. - Toros	$Y = -0.79X + 60.64$	0.39232	"	"
Arc. sin H.O. - Agreg. mayores 2 mm.	$Y = 1.30X + 46.31$	0.60971++	"	"
Arc. sin H.O. - C.O.	$Y = 0.13X + 24.73$	0.05472	"	"
Arc. sin H.O. - L.P.S.	$Y = 0.44X + 31.36$	0.18821	"	"
Arc. sin H.O. - Agua aprovechable	$Y = -0.30X + 15.76$	-0.18909	"	"

G.L.: Grados de libertad
++: Aumento significativo

H.O.: Interior orgánico
C.O.: Capacidad de campo
L.P.S.: Límite plástico superior
H.M.: Humedad equivalente

AN

T

15.136

631.43

D878pDulce Rosero Ana Julia

Ej. 1 Propiedades físicas de algunos
suelos volcánicos del altiplano de Ipia

NOMBRE *Mario E. Martinez*

Nº del Carnet

NOMBRE *Aura Dorado*

Nº del Carnet *23103216*

NOMBRE *Aura H. Dorado*

Nº del Carnet *23103216*

NOMBRE *Paola Enriquez.*

Nº del Carnet *27103238.*

AN

T

631.43

D878p

Ej.1

15136