

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS EN EL PISO TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, LLANURA DEL PACIFICO

Por

GERMAN ANGULO VELA

"

y

CARLOS H. MARTINEZ LOPEZ

Tesis de grado presentada como requisito parcial

para optar al título de

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis

HERNAN BURBANO O., I.A.

88870

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA
Pasto - Colombia

1970



✓
131.4
A 594

e

III

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

A mis hermanos

A mis facultades

Artículo 1 del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEPTO. DE

Gerardo Angulo Vela

007.1.4

Universidad de Nariño

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

D E D I C O

Carlos H. D E D I C O ópera

Germán Angulo Vela

RECONOCIMIENTO A:

- A la memoria de mi padre
 - A mi madre
 - A mis hermanos
 - A mis familiares
 - A mis amigos
- Martha Barbara C. I. A.
Eduardo Carol Q. I. A.
Antonio Anzor H. I. A.
Dr. Humberto Encobar.

DEDICO

A la Univer Carlos H. Martínez López
A la Facultad de Agronomía de Salina.

CONTENIDO

	Pág.
I.	INTRODUCCION..... 1
II.	REVISION DE LITERATURA..... 2
	2.1 Generalidades..... 2
	2.2 Geología..... 2
	2.2.1 Mineralogía..... 4
	2.3 Fisiografía, Relieve e Hidrografía... 5
	2.4 Vegetación..... 5
	2.5 Climatología..... 5
	2.6 Suelos..... 6
	2.6.1 Zona de Manglares..... 6
	2.6.2 Zona Aluvial..... 7
	2.6.3 Zona de Terraza..... 7
	2.6.4 Zona de Colinas..... 7
	2.7 Agricultura..... 8
	2.8 Explotación forestal..... 8
	2.9 Algunas propiedades de los suelos.... 9
	2.9.1 Textura..... 9
	2.9.2 Estabilidad de los agregados al agua..... 10
	2.9.3 Porosidad..... 13
	2.9.4 Densidad real..... 16
	2.9.5 Densidad aparente..... 17
	2.9.6 Plasticidad..... 18
	2.9.7 Humedad del suelo..... 21
	2.9.7.1 Punto de saturación.... 24
	2.9.7.2 Capacidad de campo.... 25
	2.9.7.3 Humedad equivalente.... 25
	2.9.7.4 Punto de marchitamiento 26
	2.9.7.5 Coeficiente higroscópi co..... 27
	2.9.8 Materia orgánica..... 27
III.	MATERIALES Y METODOS..... 30

	Pág.
3.1 Toma y preparación de muestras.....	30
3.2 Textura.....	30
Figura 3.3 Estabilidad de los agregados al agua..	32
3.4 Porosidad.....	32
3.5 Plasticidad.....	33
Figura 3.6 Humedad del suelo.....	33
3.6.1 Punto de saturación.....	33
3.6.2 Capacidad de campo.....	34
Figura 3.6.3 Humedad equivalente.....	34
3.6.4 Punto de marchitamiento.....	34
3.6.5 Coeficiente higroscópico.....	34
3.7 Materia orgánica.....	34
Figura 3.8 Reacción del suelo.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
4.1 Textura.....	35
4.2 Estabilidad de los agregados al agua..	36
Figura 4.3 Porosidad.....	41
4.4 Plasticidad.....	42
4.5 Humedad del suelo.....	46
4.5.1 Punto de saturación.....	51
4.5.2 Capacidad de campo.....	54
Figura 4.5.3 Humedad equivalente.....	54
4.5.4 Punto de marchitamiento.....	57
4.5.5 Humedad higroscópica.....	57
4.6 Materia orgánica.....	65
V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RESUMEN.....	72
SUMMARY.....	73
VII. BIBLIOGRAFIA.....	74
VIII. APENDICE.....	82

ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1.	Departamento de Nariño en la República de Colombia; Municipio de Tumaco en el Departamento de Nariño.....	3
Figura 2.	Localización de la zona estudiada en el Municipio de Tumaco.....	31
Figura 3.	Relación entre el porcentaje de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores de 2 mm. de diámetro. Suelo.....	38
Figura 4.	Relación entre el porcentaje de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores de 2 mm. de diámetro. Subsuelo.....	39
Figura 5.	Relación entre materia orgánica y porosidad. Suelo.....	43
Figura 6.	Relación entre materia orgánica y porosidad. Subsuelo.....	44
Figura 7.	Relación entre materia orgánica y límite plástico superior. Suelo.....	47
Figura 8.	Relación entre materia orgánica y límite plástico superior. Subsuelo.....	48
Figura 9.	Relación entre materia orgánica y límite plástico inferior. Subsuelo.....	49
Figura 10.	Relación entre materia orgánica y punto de saturación. Suelo.....	52
Figura 11.	Relación entre materia orgánica y punto de saturación. Subsuelo.....	53
Figura 12.	Relación entre materia orgánica y capacidad de campo. Suelo.....	54

Figura 13.	Relación entre materia orgánica y capacidad de campo. Subsuelo.....	56
Figura 14.	Relación entre materia orgánica y humedad equivalente. Suelo.....	58
Figura 15.	Relación entre materia orgánica y humedad equivalente. Subsuelo.....	59
Figura 16.	Relación entre humedad equivalente y capacidad de campo. Suelo.....	60
Figura 17.	Relación entre humedad equivalente y capacidad de campo. Subsuelo.....	61
Figura 18.	Relación entre materia orgánica y punto de marchitamiento. Suelo.....	62
Figura 19.	Relación entre materia orgánica y punto de marchitamiento. Subsuelo.....	63
Figura 20.	Relación entre materia orgánica y humedad higroscópica. Suelo.....	64
Figura 21.	Relación entre materia orgánica y humedad higroscópica. Subsuelo.....	66

TABLAS

		Pág.
Tabla I.	Análisis textural.....	37
Tabla II.	Agregados del suelo en el agua expresados en porcentaje.....	40
Tabla III.	Densidad real, densidad aparente y porcentaje de porosidad.....	45
Tabla IV.	Límites de plasticidad y sus correspondientes índices, expresados en porcentaje de humedad.....	50
Tabla V.	Puntos críticos de humedad.....	67
Tabla VI.	Materia Orgánica y pH.....	69

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS EN EL PISO TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, LLANURA DEL PACIFICO (+)

2.1 Generalidades.

Por

La costa del Pacífico está unificada por la cordillera occidental y GERMAN ANGULO VELA su nombre. Se divide en tres sub-regiones: a) La Costa Pacífica, b) La Costa Central y c) La Llanura del Pacífico (Colorado et al, 14).

CARLOS MARTINEZ LOPEZ

La Llanura del Pacífico propiamente dicha está formada por los ríos que desembocan en el Pacífico. Su altitud es

I. INTRODUCCION

Dentro de la dinámica del suelo, su condición física posee una gran importancia, ya que junto con los procesos bioquímicos, y el manejo, incide directamente en la producción que pueda lograrse del mismo.

En base a esta consideración y conociendo el potencial de la Llanura del Pacífico, se decidió adelantar un estudio que comprendió la determinación de algunas propiedades físicas, pretendiendo esclarecer de esta manera lo relacionado con este aspecto.

Se considera que el presente trabajo viene a constituir otra contribución al estudio de los suelos del sur-occidente colombiano, dentro del plan investigativo que adelanta el Instituto Tecnológico Agrícola.

(+) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Hernán Burbano O. I.A.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades.

La costa del Pacífico está enmarcada por la cordillera Occidental y el Océano que le da su nombre. Se puede dividir en tres sub-regiones: a) La Costa Pacífica Norte; b) la Costa Pacífica Central y c) La Llanura Pacífica propiamente dicha (Colorado et al, 14).

La llanura del Pacífico propiamente dicha está formada por los valles bajos de los ríos que desembocan en el Pacífico. Son terrenos que llegan a una altitud aproximada de 500 metros y de características planas (Erazo et al, 23).

De acuerdo a Gomez (30), la posición geográfica de esta zona es la siguiente: $1^{\circ}48'24''$ latitud norte y $78^{\circ}45'53''$ de longitud al este de Greenwich (Figura 11).

2.2 Geología.

Anderson, citado por Gutierrez (38), dice que la historia geológica de la región está afectada por una intensa invasión marina que había comenzado en los finales del Oligoceno y continuó durante todo el Mioceno, inundando una gran parte de la región occidental de Colombia.

Posiblemente, la zona se formó a fines del Mioceno (Terciario) durante un período de mucha actividad volcánica. Los ríos de la región empezaron después a erodar la formación y, aparentemente, la erosión fue mas intensa cerca al mar donde todavía se encuentran las pendientes mas fuertes (Goosen et al, 33).

En el Mioceno, los sedimentos derivados de la cordillera de los Andes y de la cordillera de la Costa, se depositaron en la gran depresión que ha sido llamada geosinclinal de Bolívar. El fin del Mioceno fue caracterizado por una completa remoción de los mares, precedida por intensa erosión, principalmente en la cordillera de la Costa (Enmons 22; Goosen 33).

Goosen et al (33), afirman que ya muy avanzada la erosión se hundió la región a un nivel inferior al mar en el Plioceno (terciario), o en el principio del Pleistoceno (cuaternario) y las desembocaduras de los ríos se convirtieron en bahías del mar. Más o menos en esta época, la zona fue cubierta con depósitos de cenizas volcánicas que forman ahora la superficie de la mayoría de las colinas y han formado los suelos rojos arcillosos ácidos (latosoles rojos) tan característicos de las colinas.

Durante el Pleistoceno, se elevó el terreno, dejando las colinas en su posición actual y elevando gran parte de la plataforma continental hasta el nivel del mar o un poco encima. El Holaceno es el período en el cual se formaron los aluviones de los ríos y la zona de los manglares y firmes cerca a la costa (Goosen et al, 33).

2.2.1 Mineralogía.

Luna (47), en relación a la mineralogía de estos suelos señala que, ellos se formaron sobre materiales sedimentarios, que en épocas distintas fueron erodados en mayor o menor grado, por la acción de los ríos de la región y del mar. La asociación característica de minerales pesados en la mayoría de los suelos de la zona es: hiperestena, hornblenda y piritas minerales; los minerales li

geros, cuarzos y feldespatos, se encuentran en cantidades más o menos altas en la mayoría de estos suelos.

2.3 Fisiografía, Relieve e Hidrografía.

La fisiografía de la región es en términos generales, uniforme. Las alturas sobre el nivel del mar no son considerables. Tumaco está a 2-3 metros de altura sobre el nivel del mar, mientras que Espriella, situada a 43 Km. al sur de Tumaco, está a 22 metros de altitud. Las colinas y peñas alcanzan mayor altura (Goosen et al, 33).

Su altitud varía desde el nivel del mar hasta 800-1000 metros, con fluctuaciones debidas a efectos locales (Erazo et al, 23).

El río principal es el Mira, que nace en la región montañosa volcánica del noroeste ecuatoriano. Otros ríos que se encuentran en la región son: Caunapí, Rosario, Mejicano y Chagüí (Goosen et al, 33).

El relieve de la zona varía entre plano y quebrado, dominando el plano Colombia 13.

2.4 Vegetación.

Las altas temperaturas junto con la excesiva humedad han favorecido la existencia de plantas que cubren las ramas y tallos de árboles. En esta zona existen especies maderables que constituyen gran riqueza forestal, favorecida por las condiciones de bosque tropical húmedo (Espinal y Montenegro, 25; Colorado et al, 14).

2.5 Climatología.

La temperatura promedio de la llanura del Pacífico

es de 26°C, por razón de los vientos y aguas frías de la corriente de Humboldt que en dirección sur-norte corre a lo largo de la costa oeste de sur-América. Más al interior, hacia Espriella la temperatura aumenta a 27°C. (Goosen et al, 33).

Según Espinal y Montenegro (25), el promedio anual de lluviosidad varía entre 4.000 y 8.000 mm.

Erazo et al (23), afirman en su estudio que las lluvias se presentan durante todo el año aunque su intensidad varía con los meses. Especifican además, que de acuerdo a la evapotranspiración potencial, en esta zona hay sobrante de humedad la que debe ser desechada del suelo artificialmente. La humedad relativa es muy alta, por la noche puede llegar hasta el 100%, durante el día llega a un mínimo de 70-75%. La nebulosidad de la zona en general es muy alta (Mora y Legarda, 57).

2.6 Suelos.

Goosen et al. (33), agrupan los suelos de la región del río Mira en cuatro zonas: Manglares, Aluvial, Terraza y Colinas.

2.6.1 Zona de Manglares.

Los manglares son de origen marino, constituidos por la deposición de materiales devueltos por el mar; estos materiales previamente han sido transportados por los ríos de la región. El relieve plano, la proximidad al océano y la poca altitud favorecen la inundación de los suelos durante la alta marea.

2.6.2 Zona Aluvial.

La zona aluvial comprende el terreno formado por las deposiciones recientes de los ríos, principalmente el Mira. Esta zona consta de una planada aluvial, un delta y una área de transición, gradual de por medio.

2.6.3 Zona de Terraza.

Esta terraza se formó como una planicie de sedimentos volcánicos. El relieve es relativamente plano con ligeras ondulaciones. Se encuentran también algunas depresiones conocidas en la región con el nombre de Guandal.

2.6.4 Zona de Colinas.

La zona de colinas es una formación del terciario. La configuración actual del terreno es el resultado de la severa erosión durante largo tiempo. El relieve de las colinas es ondulado y quebrado con pendientes entre el 12 y el 50%.

Según Navas et al. (58), las cantidades de nitrógeno total obtenido en esta región, son mas elevadas de lo previsto, debido a la abundancia de nitrógeno orgánico. El contenido de fósforo total se aproxima a niveles promedios aceptables. El potasio total de estos suelos presenta concentraciones bajas. La relación K/Na en sus formas total e intercambiable está dominada por el sodio en el primer horizonte, y por el potasio, a medida que aumenta la profundidad del perfil.

2.7 Agricultura.

Los principales cultivos de la región son: arroz (Oriza sativa L.), maíz (Zea mays L.), plátano (Musa sapientum L.), caña (Saccharum officinarum L.), yuca (Manihot utilissima Pohl), frijol (Phaseolus vulgaris L.), entre los principales pastos, están: pará (Panicum barbinode Trin), puntero (Hypharrhenia rufa (Nees) Stapf.) guinea (Panicum maximum Jacq.), guandul (Cajanus indicus (L.) Spring.), elefante (Pennisetum purpureum Schumanch.) imperial (Axonopus scoparius (Fluegge) Hitch.), Frijol terciopelo (Stizolobium deeringianum Bort.), kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Benth.) (Delgado, 19; Torfs y Ortiz, 73). Torfs y Ortiz (73), afirman que para los cultivos comerciales de palma africana (Elaeis guineensis Jacq.), coco (Cocos nucifera L.) y cacao (Theobroma cacao L.), se adelantan planes coordinados de fomento entre diversas entidades: Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.A.), Caja Agraria, Ministerio de Agricultura.

Los autores anteriormente mencionados señalan que, la explotación ganadera cuenta con factores favorables para su desarrollo en la subregión central de la costa. El 2.5% de la superficie total de la región de Tumaco se halla cultivada de pastos, aproximadamente 10.120 hectáreas.

2.8 Explotación forestal.

La explotación forestal es la más importante actividad económica. Se estiman en 400.000 las hectáreas explotadas actualmente. (Rosasco et al, 65). Abundante en especies tales como cuangare (Iryanthera jurnensis Wart) sajo (Camposperma panamensis Stand.) y mangle (Brosimum utile H. B. K.) (Perugia, 59; Rosasco et al, 65).

2.9 Algunas propiedades de los suelos.

2.9.1 Textura.

El término textura se refiere al tamaño relativo de las partículas del suelo. Es indicadora de la finura o aspereza del mismo; mas específicamente, la textura es la proporción relativa de los diferentes separados o fracciones (Foth y Millar, 27).

○ Según Claude (11), la textura se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla que existe en el suelo, característica relacionada estrechamente con la facilidad de trabajo de los terrenos y su resistencia a la erosión.

Las partículas minerales del suelo se clasifican según su tamaño en tres grupos: arenas, limos y arcillas. Cada grupo se llama "separado del suelo" (Colombia, 12).

Ramirez (60), define la textura como la cantidad de arena, limos y arcillas en gramos por cien gramos, a fin de que no hay suelo formado por uno de los separados solamente sino que todos, casi sin excepción, poseen arenas, limos y arcillas en infinidad de proporciones.

La textura se refiere a las proporciones relativas de las diferentes partículas minerales que resultan de los procesos de meteorización (González 32); Foth y Millar (27), establecen la importancia de la determinación de la textura del suelo, cuando manifiestan que la velocidad y magnitud de muchas reacciones, tanto físicas como químicas que ocurren en el suelo están gobernadas por la textura, ya que esta determina la superficie en que tienen lugar dichas reacciones, de allí que el estudio

de las propiedades físicas de un suelo debe principiar por determinar la proporción de las diferentes fracciones presentes en este.

El grupo predominante de partículas en un suelo y las proporciones relativas de las demás fracciones presentes, determinan las características del mismo, que tienen gran influencia sobre su productividad y fertilidad (Escovar y Jurado, 24).

Bornemisza y Saiz del Rio (9), complementan lo anterior cuando dicen que las propiedades físicas de los suelos están determinadas, en gran parte, por el tamaño y distribución de las partículas primarias relativamente grandes, en comparación con las que constituyen un suelo arcilloso. El área de la superficie expuesta por las partículas en un suelo arenoso es mucho menor que en el de un suelo arcilloso. Como resultado de ello, el suelo arenoso tiene una menor capacidad de absorción de nutrientes.

Mela (54), indica que la importancia de las propiedades físicas que exhiben las arcillas, tiene su origen en la gran superficie específica de sus partículas, la que se halla en relación inversa con su diámetro.

Para Hall (39), en lo que a la parte mineral del suelo se refiere, la arcilla es la fracción más importante en la determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos.

2.9.2 Estabilidad de los agregados al agua.

Según Woodruff (74), la agregación del suelo es una propiedad física que afecta el comportamiento funcio

nal del suelo con respecto a la absorción y ascensión de agua y penetración de las raíces. En los suelos vírgenes, que poseen suficiente cantidad de material coloidal para causar cambios en volumen debidos a cambios en el contenido de humedad, los agregados se desarrollan como resultado del rompimiento del suelo bajo contracción.

Para Franco (28), agregación es la propiedad que tienen los suelos de agrupar sus partículas según procesos de aglutinación específica, de naturaleza bien definida. Estos grupos de partículas o simplemente agregados, tienen características particulares que se deben tener en cuenta para definir su comportamiento, entre las cuales merece especial atención su estabilidad al agua, siendo ella la capacidad que tiene un suelo para mantener unidas sus partículas, y ofrecer garantía al sostenimiento de los cultivos.

La macroestructura del suelo está influenciada definitivamente por la microestructura, que a su vez está constituida por las fracciones mecánicas comunes (arenas, limos y arcillas) y agregados. El proceso de formación de agregados, por su complejidad no ha sido aún explicado satisfactoriamente. Sin embargo, se sabe que el material coloidal del suelo es el responsable de la cementación de las partículas primarias en agregados estables y, en ausencia de tales coloides no puede efectuarse la agregación (Adams y Levy, 1). Baver (5), dice que la formación de agregados estables requiere que las partículas primarias estén firmemente unidas entre sí a fin de no dispersarse en el agua. En otras palabras, desde el punto de vista de la estructura del suelo, la formación de agregados requiere que las partículas floculadas estén cementadas entre sí. Según Garay (29), la arcilla

coloidal y la materia orgánica puede cumplir la función de agente cementante. Misono y Kishita (56), afirman que el proceso de agregación del suelo por efecto de la materia orgánica, está afectado por el sistema radicular de las plantas, los microorganismos y la fauna del suelo. En los sitios tropicales parece que los agentes principales que favorecen la agregación son los óxidos deshidratados de hierro y aluminio. El hierro puede actuar como agente floculante y cementante y, posiblemente la alúmina cumple igual función (Madrid 51). con el nombre de "condicionadores del suelo", cuya función es Elson (21), comprobó que un suelo con maíz y abono orgánico tiene 90% más macroagregados que el mismo suelo con fertilizantes. Para Chang (17), el cultivo provoca cambios en las propiedades físicas de los suelos, en especial, provoca pérdidas en la agregación original del horizonte superior; esta pérdida alcanzó un promedio del 48% y en algunos casos hasta el 91%. Dicha afirmación es corroborada por Woodruff (74), quien encontró que en suelos vírgenes el porcentaje de agregados entre 1 y 10 mm. de diámetro podía llegar hasta un 80%, mientras que en suelos cultivados dicho porcentaje disminuía hasta un 60 o 40%.

Sin embargo, Mazurak et al. (52), han comprobado que algunos cultivos, como alfalfa, aumentan la agregación pudiéndose establecer también que la rotación, especialmente con leguminosas aumenta también la agregación. Los fertilizantes químicos actúan también como agentes de agregación, aunque no tan decididamente como la materia orgánica. Del mismo modo la cal tiene un efecto indirecto sobre la agregación al actuar como agente de descomposición de la materia orgánica (Adames y Levy, 1).

Woodruff (74), afirma que el tamaño de los agrega

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

Para mejorar la agregación del suelo además de los elementos anteriormente enumerados, se emplean sustancias polielectrolíticas sintéticas conocidas con el nombre de "acondicionadores del suelo", cuya función es dar estabilidad a la estructura del mismo (Mela, 53).

Baver (5), afirma que el material coloidal es responsable de la cementación de las partículas primarias y que la formación de agregados no puede realizarse con arenas y limos en ausencia de coloides. Este autor divide el material coloidal en los siguientes grupos de acuerdo al proceso de cementación: partículas de arcilla en sí mismas; óxidos de hierro y aluminio, que constituyen el material coloidal irreversible o lentamente irreversible; los coloides orgánicos.

En la misma forma como se produce la agregación, esta puede ser destruida fácilmente. El hombre puede ser considerado como el factor más importante en esta destrucción, ya que debido a las malas y en ocasiones pésimas labores de cultivo, lo mismo que a la poca importancia que se le ha prestado a la conservación de suelos, disminuye en forma considerable, y a veces total, la agregación del suelo (Escovar y Jurado, 24).

2.9.3 Porosidad.

Porosidad es el espacio ocupado por el aire dentro

de un volumen de suelo seco. En el suelo se encuentran micro y macro poros por donde se efectúa el movimiento del aire y del agua (González, 32).

Hay varias factores que influyen en el volumen de los poros. Mela (54), señala que la porosidad se refiere al volumen ocupado por los fluidos. Cuanto mas elevado sea el peso de las partículas mayor será la tendencia a ocupar el menor espacio posible, lo que reduce el porcentaje de poros que queda entre ellas.

Robinson (63), afirma que el espacio poroso no es una masa compacta de los materiales que lo forman, sino que está constituido además por los espacios porosos o ocupados por el aire y el agua. Tales espacios están constituidos por macro y micro poros, que difieren en cuanto hace relación a sus propiedades de retención de agua (Adams y Levy 1). Demolón citado por los mismos autores, dice que los microporos son las fracciones de volumen de poros capaces de retener el agua. Los microporos constituyen el sistema capilar del suelo.

Guerrero (36), hace resaltar la importancia de la determinación de la porosidad cuando afirma que de las propiedades físicas de un suelo, la porosidad es la que mas directamente involucra la relación constitución física productividad, ya que dicha propiedad está relacionada con la mayor o menor disponibilidad de aire en la porción radicular de la planta, factor vital para el desarrollo de la misma. Russell y Russell (66), dicen que el suelo es una red de canales llenos de aire y agua encuadrados por superficies sólidas, y que sus propiedades fundamentales dependen de la geometría de esta red interconexa llamada espacio de poros, de las propiedades de las superficies que la enmarcan y de los mecanismos que suministran elementos nutritivos a las plantas, tanto

del agua de esos canales como de las superficies sólidas. En los suelos arenosos puede ser bajo, pero una alta proporción de él puede estar hecha de poros de gran tamaño. Hay varios factores que influyen en el volumen total de espacios porosos, al respecto Bastidas y Jácome (4), sostienen que la porosidad es una variable que depende del contenido de materia orgánica, de la textura y de la agregación. Se estima en base a la determinación de la densidad real y la densidad aparente de los suelos. Robinson (63), afirma que el espacio poroso no es una propiedad específica de un suelo dado, sino que depende de su estructura temporal. Además dicha propiedad depende de la proporción en que las partículas primarias estén unidas formando agregados. Por otra parte, esta posibilidad es mayor en suelos arcillosos que contengan grandes proporciones de materia orgánica y en cierto grado de arena y grava.

Buckman y Brady (10), anotan que el volumen de los poros en suelos arcillosos bien manejados se aproxima al 50%, bajando hasta el 35% en suelos arenosos y alcanzando el 60% o más en suelos pesados con buen contenido de materia orgánica. Madrid (51), atribuye una alta porosidad a los suelos tropicales y afirma que los poros no están cerrados y por ello pueden absorber y conducir rápidamente el agua de horizontes superiores a inferiores, a través de un sistema capilar continuo.

La porosidad en sí no es tan importante para apreciar la estructura de un suelo como lo es la distribución de los tamaños porosos; las arcillas poseen mayor número de espacios porosos que las arenas, aquellas son responsables de una alta capacidad de retención de humedad y baja permeabilidad, éstas de un rápido drenaje y baja retención de humedad (Adams y Levy, 1).

Foth y Millar (27), opinan que el espacio poroso total en los suelos arenosos puede ser bajo, pero una alta proporción de él puede estar hecha de poros de gran tamaño que son eficaces para el movimiento del agua y del aire. El porcentaje de volumen ocupado por poros pequeños en suelos arenosos es bajo, lo que explica su baja capacidad para retener humedad. El cálculo de la porosidad de los suelos se estima en base a la determinación de la densidad real y la densidad aparente de los mismos, (Guerrero, 36).

2.9.4 Densidad real.

Según González (32), la densidad real es la relación existente entre el peso de las partículas sólidas y secas y el volumen de agua desalojado por ellas; es llamada también gravedad específica o peso específico.

Densidad real es la relación entre el peso de la porción sólida del suelo y el de un volumen igual de agua, difiere de la densidad aparente en que para ésta se toma un volumen que es igual al verdadero, mas la porosidad (Mela 54). La densidad real varía entre 2,6 a 2,75 gr/c.c., en promedio se considera que es de 2,65 gr/c.c. Este valor puede ser mayor o menor, de acuerdo al tipo y cantidad de material mineral presente o a la cantidad de humus. Los suelos humíferos presentan una densidad real baja debido a que el humus es un material relativamente liviano. Ella generalmente es de 1,37 gr/c.c. (González, 32).

Robinson (63), dice que la densidad real de un suelo depende de la porción de material orgánico e inorgánico presente, ya que, aparte de ciertos minerales pesados, como la magnetita, que rara vez aparece en canti

dades apreciables, la densidad de los componentes minerales está comprendida dentro de una serie bastante reducida.

Por cuanto en la densidad real se consideran únicamente las partículas sólidas, ella es constante y no varía con la cantidad de espacios porosos (Guerrero, 36).

Lyon y Buckmann (50), afirman que un factor solamente, el contenido de materia orgánica, puede tener influencia sobre la densidad real de un suelo mineral, de modo que el peso específico de los suelos superficiales es menor que el de los subsuelos. En los suelos minerales con alto contenido de materia orgánica la densidad real es baja, pudiendo llegar hasta 2,00 gr/c.c.

Para Thompson (71), los coloides que posean un alto contenido de sesquióxidos de hierro y aluminio, tendrán una densidad real mayor que aquellos ricos en sílice o materia orgánica.

2.9.5 Densidad aparente.

Es la relación existente entre el peso de un volumen dado de suelo seco, incluyendo su arreglo estructural y el volumen de agua desalojado por él. Se le denomina también peso-volumen o densidad de campo (González 32).

Según Mela (54), densidad aparente es la relación existente entre el peso de un determinado volumen de suelo seco y el del mismo volumen de agua, se halla en relación inversa con el espacio poroso pues aumenta a medida que el suelo se comprime.

Guerrero (36), dice que el estudio de la densidad aparente es importante, tanto por las características físicas que de ella se derivan, como por la facilidad en el cálculo del peso de un espesor determinado de suelo, que en el caso de la capa arable permite referir en peso el contenido de humus, la humedad y las sustancias minerales útiles a la planta.

González (32), conceptúa que la densidad aparente está correlacionada con el manejo del suelo. Todas las prácticas culturales que modifican la estructura del mismo influyen en ella. Tales influencias se deben principalmente a sus efectos en la porosidad del suelo.

La densidad aparente varía según el estado de agregación de los suelos y la proporción del volumen aparente ocupado por los espacios intersticiales que existen, incluso en los suelos más compactos (Robinson, 63).

Klute y Jacobs (45), afirman que el peso de una máquina puede subir significativamente el valor de la densidad aparente y bajar el porcentaje de porosidad debido a la compactación producida. Esta es menor cuando la máquina trabaja sobre suelo seco, que cuando lo hace sobre un suelo cercano al punto óptimo de humedad.

La densidad aparente varía entre 1,0-1,9 gr/c.c. Los suelos orgánicos poseen una densidad aparente menor debido a su gran porosidad y liviandad (Poth y Millar, 27).

2.9.6 Plasticidad.

Plasticidad es la habilidad que tiene el suelo de cambiar de forma continuamente, bajo la influencia de un

esfuerzo aplicado y retenerla después de cesar la presión (Ramírez, 60).

Para Joffe (43), plasticidad es la resistencia a la ruptura o la susceptibilidad de deformación sin ruptura, cuando el suelo se hemecece y se amasa.

Plasticidad es la propiedad de la arcilla para absorber agua y formar una masa moldeable, manteniendo esta forma después que ha cesado la acción deformadora (Baver, 5).

Buckman y Brady (10), explican el fenómeno de la plasticidad cuando afirman que: muchos suelos, en especial las arcillas sílicas de las regiones húmedas presentan plasticidad, esto es, la facultad de plegarse y de ser moldeada. Esta propiedad es debida, posiblemente, a la naturaleza hojosa de las partículas de arcilla y a la influencia de la lubricación y aún de la unión del agua adsorbida. Las arcillas silíceas con alta capacidad para el agua de hidratación presentan la mayor plasticidad, por ejemplo, la montmorillonita es mas plástica que la caolinita.

Atterberg (3), reconoce que la plasticidad es una forma de evaluar la consistencia del suelo. Sin embargo, algunos autores diferencian consistencia de plasticidad, con el fin de determinar la primera en suelo seco al aire y la segunda en suelo húmedo.

El mismo autor estudió la plasticidad desde el punto de vista de la humedad sobre la cual se manifiesta, siguiendo tres valores que han tenido un amplio uso entre los investigadores de la ciencia del suelo estos son: límite plástico superior, en el cual el contenido de hu

medad hace que el suelo se escurra bajo una fuerza aplicada; límite plástico inferior, contenido de humedad en el cual el suelo puede amasarse en tiras; número de plasticidad, diferencia entre los límites y se toma como índice de plasticidad.

Para Robinson (63), el límite plástico superior es el punto en el cual una pasta de agua-suelo se hace fluido, es decir, el punto en el cual ya no se conserva la forma que se obtiene al aplicarle una fuerza. Por su parte límite plástico inferior es el punto en el cual la pasta es incapaz de cambiar de forma continuamente, bajo la acción de una fuerza aplicada.

La diferencia en contenido de humedad de los límites superior e inferior, calculado en relación con el suelo seco, se denomina número de plasticidad. Se ha determinado que los índices de plasticidad son notablemente más altos en el horizontal A que en el B, debido a la mayor acumulación de materia orgánica (Guerrero, 36).

Baver (5), explica la significación de estos límites de plasticidad, diciendo que en el límite plástico inferior la cohesión del suelo llega al máximo y cambia de consistencia friable a plástica y es ésta la mínima humedad del suelo, expresada en porcentaje, a la cual puede amasarse. Si el suelo es de textura arenosa su estado no cambia, si es arcillosa se hace turgente. El contenido de arcilla afecta ambos límites de plasticidad. De este modo, a un aumento de arcilla corresponde un aumento en el número de plasticidad.

Adams y Levy (1), señalan que la plasticidad depende del contenido de arcillas de los suelos; pero que no es ésta solamente la que muestra el índice de plasti

cidad. La materia orgánica por su alta capacidad de absorber agua influye con propiedad sobre el límite plástico inferior el cual ocurre a un alto contenido de humedad; su efecto es pequeño e influye moderadamente sobre el índice de plasticidad.

Baver (5), afirma que la naturaleza de los cationes intercambiables tiene considerable influencia sobre la plasticidad. En forma general, opina que los iones de sodio y potasio tienen efectos similares. El calcio y el hidrógeno la afectan igualmente en otra forma. El ión potasio causa una disminución en ambos límites y un descenso en el índice de plasticidad. El ión hidrógeno, al igual que el calcio y el magnesio tienden a incrementarlo.

Jiménez (42), dice que la utilidad práctica de estos límites se deriva de la acumulación de muchos miles de determinaciones que son suficientes para definir el tipo de suelo y sus propiedades.

2.9.7 Humedad del suelo.

Ningún factor es tan determinante sobre las funciones de la planta reflejadas en la producción, como el agua. Siendo el suelo la fuente que realmente satisface las demandas de agua por parte de las plantas, la determinación de la cantidad de agua que éste contiene es de gran importancia (Rico, 62).

El estudio de la humedad del suelo es importante en el análisis de los procesos pedogénicos y la vida de las plantas, lo que ha hecho que los investigadores estudien la forma como el agua es retenida en el suelo, y los niveles de agua óptimos para el desarrollo de las

plantas (Kramer, 46). El agua capilar está por encima de la higroscópica y es Russell y Russell (66), afirman que los suelos retienen el agua de dos modos: mediante los intersticios o poros que existen entre las partículas sólidas y por absorción sobre las superficies sólidas de las partículas de arcilla y materia orgánica. El agua del suelo se presenta en láminas o películas, de grosor y forma irregulares, unas veces enmarcadas por superficies sólidas otras por meniscos de aire.

El agua del sistema planta-suelo se puede perder por los siguientes factores:

- Evaporación desde las hojas y tallos de las plantas;
- Escorrentía;
- Percolación a través del suelo;
- Transpiración por las hojas de las plantas, y
- Evaporación desde la superficie del suelo (Suárez de Castro y Rodríguez, 70).

Blair (7), dice que el agua puede presentarse en tres formas: agua higroscópica, agua capilar y agua gravitacional.

Agua higroscópica, según el mismo autor, es aquella que se encuentra retenida en el suelo por fuerza de absorción, cuyo valor está equilibrado con la presión del vapor del aire circundante.

Agua capilar, es aquella mantenida sueltamente al

rededor de las partículas de suelo por atracción capilar. El agua capilar está por encima de la higroscópica y es retenida por el suelo debido a fuerzas de tensión superficial, contra la fuerza de la gravedad (Stallings, 68; Blair, 7).

Los mismos autores señalan que el agua gravitacional es aquella que está por encima de la capilar y que es susceptible a moverse en el suelo por la fuerza de la gravedad.

Retención de humedad es la capacidad que tiene el suelo para almacenar el agua. Ella depende de la textura, tipo de arcilla, contenido de materia orgánica, estructura, etc. (Ramírez, 61). A este respecto Lutz et al. (49), afirman que la propiedad físico-química más importante de las arcillas minerales es, quizá, su capacidad de absorber cationes y agua. La cantidad de vapor de agua absorbida es indicativa de la actividad superficial de los coloides del suelo. Esta absorción se ve afectada por la cantidad de coloides y tipo de arcilla. Robinson (63), complementa el concepto anterior cuando afirma que la textura del suelo condiciona su capacidad de retención de agua, y así un suelo arcilloso con una humedad del 10% aparentemente se presenta seco, mientras que uno arenoso con el mismo porcentaje de humedad puede aparecer húmedo.

A la misma humedad relativa los suelos que contienen mayor cantidad de arcilla absorbe mayor cantidad de agua, debido a la gran superficie específica que presenta (Lutz, et al, 49).

Guerrero y Mantilla (37), dicen que para expresar las relaciones de agua en el suelo en términos de energía

libre se usa la escala de pF. El suelo absorbe o retiene agua contra una diferencia de presión hasta lograr un equilibrio, esta diferencia es una medida de la fuerza con la cual el agua es retenida por el suelo.

Lyon citado por los dos autores mencionados anteriormente, define el pF, 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 un cm^2 de base.

Buckingham citado por Delgado y González (18), introdujo el término potencial capilar y lo relacionó como una medida de fuerza a la cual el suelo retiene el agua. Schofield citado por Russell y Russell (66), observó que para determinar la intensidad con que un líquido es retenido por un capilar y dado que la zona de cambios de energía libre entre un suelo seco, un húmedo y uno muy húmedo es tan grande, la unidad mas conveniente sería el logaritmo de la diferencia de energía libre expresada en centímetros, al cual llamó pF.

El uso de la escala logarítmica permite el trazo de una gráfica en la que se relaciona la tensión con el contenido de humedad. En esta forma es posible mostrar la relación entre las constantes de humedad comparadas entre sí (Adams y Levy, 1).

2.9.7.1 Punto de saturación.

Para González (32), punto de saturación o máxima capacidad de retención es aquel estado en que todos los espacios porosos se encuentran ocupados por el agua.

La máxima capacidad de retención se produce cuando

do ésta es igual al peso de una columna de agua cuya altura es de un centímetro. Se estima también como la mayor cantidad de agua que puede almacenar el suelo escuadrado, o sea frente a la fuerza de la gravedad, luego de libre drenaje por espacio de media hora (Mela, 54; Albareda, 2).

2.9.7.2 Capacidad de campo.

Kramer (46), afirma que la capacidad de campo representa el contenido de humedad del suelo, cuando el agua que éste contiene deja de fluir por gravedad. Cuando esto ocurre deja de existir el agua gravitacional. En suelos con buen drenaje interno la máxima capacidad de retención de agua está representada por la capacidad de campo. A ella se la denomina también capacidad normal de campo, capacidad normal de humedad, o capacidad capilar.

Según Lyon y Buckman (50), los suelos pesados poseen una elevada capacidad de retención de humedad, lo mismo que aquellos suelos ricos en materia orgánica, esta característica está influida en alto grado por la estructura, la cual está determinada principalmente por el manejo que se le da al suelo.

2.9.7.3 Humedad equivalente.

Representa el contenido de agua que puede almacenar un suelo contra una fuerza igual a mil veces la de la gravedad (González, 32).

Delgado y González (18), afirman que generalmente se ha considerado la humedad equivalente como una medida de la capacidad de campo, sin embargo, se debe tener en

cuenta que mientras la primera es una constante, la segunda se ve afectada por el perfil, la compactación y la porosidad del suelo.

Para Thorne y Peterson (72), las relaciones entre capacidad de campo y humedad equivalente son fortuitas ya que las condiciones del recipiente, la estructura, la distribución de los espacios porosos y otros factores son bastante diferentes en una centrifuga y en el campo.

El concepto de humedad equivalente presenta un caracter mas restringido que el de capacidad de campo, ya que el agua retenida queda a igual tensión en todas las partículas, lo que no ocurre en la capacidad de campo, en la cual la capa mas superficial se halla a un pF de 2.7, que desciende hasta 0 en la porción mas profunda del espesor considerado. Claro es que si este espesor es muy reducido pueden confundirse ambos conceptos (Mela, 54).

2.9.7.4 Punto de Marchitamiento.

Para Adames y Levy (1), punto de marchitamiento es el porcentaje de humedad retenido por el suelo cuando las plantas se marchitan permanentemente, o sea, cuando las hojas no se recobran en una atmósfera saturada, sin adicionar agua al suelo.

Agua aprovechable por las plantas es toda aquella comprendida entre el punto de marchitamiento y la capacidad de campo. A niveles inferiores al punto de marchitamiento la plantas no pueden absorber agua, pues sus fuerzas de succión son menores a la absorción que ejerce el suelo. Bajo condiciones de máxima capacidad de

retención o punto de saturación, las plantas sufren por deficiencia en la respiración debido a que los espacios porosos están ocupados por el agua (Rico, 62).

Sin embargo, según Gordon (34), para la mayoría de plantas de cultivo anual, la zona óptima de humedad aprovechable aparece entre la capacidad de campo del terreno y un nivel mucho más alto que el punto de marchitamiento.

2.9.7.5 Coefficiente higroscópico.

Mela (54), dice que el coeficiente higroscópico puede considerarse como un índice de la superficie activa del suelo, pues expresa el porcentaje retenido superficialmente por las partículas que se hallan colocadas en una atmósfera de determinada humedad relativa.

Robinson (63), señala que los más altos valores de humedad higroscópica se encuentran en suelos con alto contenido de materia orgánica y ricos en sesquióxidos.

2.9.8 Materia orgánica.

Materia orgánica es la cantidad de residuos orgánicos, animales o vegetales, en distinto estado de descomposición, que le transmiten a los horizontes ciertas propiedades de color, estructura, etc, (Ramírez, 61).

Russell y Russell (66), conceptúan que la materia orgánica consiste en una serie completa de productos, pasando por productos efímeros de descomposición, hasta material estable amorfo, de color castaño a negro, sin vestigios de la estructura anatómica del material del

del que se deriva, denominado normalmente como un humus del suelo.

Blasco (8), dice que la materia orgánica del suelo sufre por una parte, mineralización mas o menos rápida originando productos minerales y gaseosos, tales como amoniaco sulfatos, anhídrido carbónico, etc. y, por otra parte a través de la humificación origina una serie de sustancias coloides complejas, de composición no claramente conocida.

Contreras (15), señala que estos elementos coloidales no son perceptibles a simple vista y parece que se hallan disueltos en un líquido sin estarlo realmente, estos flotan dispersos en el líquido que los contiene pudiendo ser floculados, es decir, precipitados con sales de calcio para formar los granos del suelo que no se generan por casualidad sino por la fuerza de la tensión superficial de los coloides de arcilla y humus.

La importancia de la materia orgánica en la fertilidad del suelo es enorme, Generalmente se acepta que no se puede hablar de fertilidad en un suelo, sin materia orgánica o con muy bajo contenido de ella.

La presencia de materia orgánica es indicio de la intervención de factores bióticos en el proceso de meteorización del suelo, los cuales vienen a completar los procesos físicos y químicos (Guerrero, 36).

Kramer (46), asemeja la materia orgánica a las arcillas en algunos aspectos como el coloidal y la gran superficie de exposición, y anota que la mayor actividad física y química de la materia orgánica se ve reflejada en el aumento de la capacidad de retención de humedad

de los suelos arenosos y de la aireación de los arcillosos.

3.1. Toma y preparación de muestras.

El contenido de materia orgánica de un suelo depende de los mismos factores que afectan la cantidad de nitrógeno: clima, tipo de vegetación, topografía, material parental y la actividad humana (Gómez y Zorrilla, 31).

Rojas (64), refiriéndose a la actividad funcional de la materia orgánica dice que ella cumple las siguientes funciones: aumenta el poder de retención de humedad; disminuye las pérdidas de humedad por escorrentía; mejora la aireación de los suelos pesados; mejora la granulación y agregación de los suelos; aumenta la capacidad de intercambio de iones; aumenta la capacidad de recepción de energía solar; regula el suministro de nitrógeno a las plantas y aumenta el contenido de elementos menores.

Completando lo anterior, Mela (54), afirma que la materia orgánica puede intervenir en la nutrición de la planta facilitándole azufre, nitrógeno y también los gases que ordinariamente toma del aire y del agua como carbono, oxígeno e hidrógeno que serían absorbidos en forma molecular compleja.

Blasco (8), opina que cuanto mas alto sea el contenido de materia orgánica de un suelo mayor será el poder de amortiguación del mismo, es decir, mayor será su resistencia a cambiar de pH, requiriéndose mayor cantidad de cal para variar los valores de acidez del suelo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Toma y preparación de muestras.

La selección de los diferentes sitios donde se tomaron las muestras de suelo para llevar a cabo el presente trabajo, fue producto del estudio realizado sobre la totalidad de la zona, en relación con su importancia agrícola y su valor representativo (Véase figura No.2). En cada sitio, excepción de la localidad Bucheli, se tomaron suelo y subsuelo.

Se relacionan los siguientes sitios:

NOMBRE DEL SITIO

Bucheli	(Subsuelo)
Cajapí	(Suelo)
Cajapí	(Subsuelo)
Caunapí	(Suelo)
Caunapí	(Subsuelo)
Chilví	(Suelo)
Chilví	(Subsuelo)
Diamante	(Suelo)
Diamante	(Subsuelo)
Espriella	(Suelo)
Espriella	(Subsuelo)
- Guayacana	(Suelo)
Guayacana	(Subsuelo)
- Llorente	(Suelo)
Llorente	(Subsuelo)
- Tangareal	(Suelo)
Tangareal	(Subsuelo)

Para cada una de las muestras se tomaron aproxima

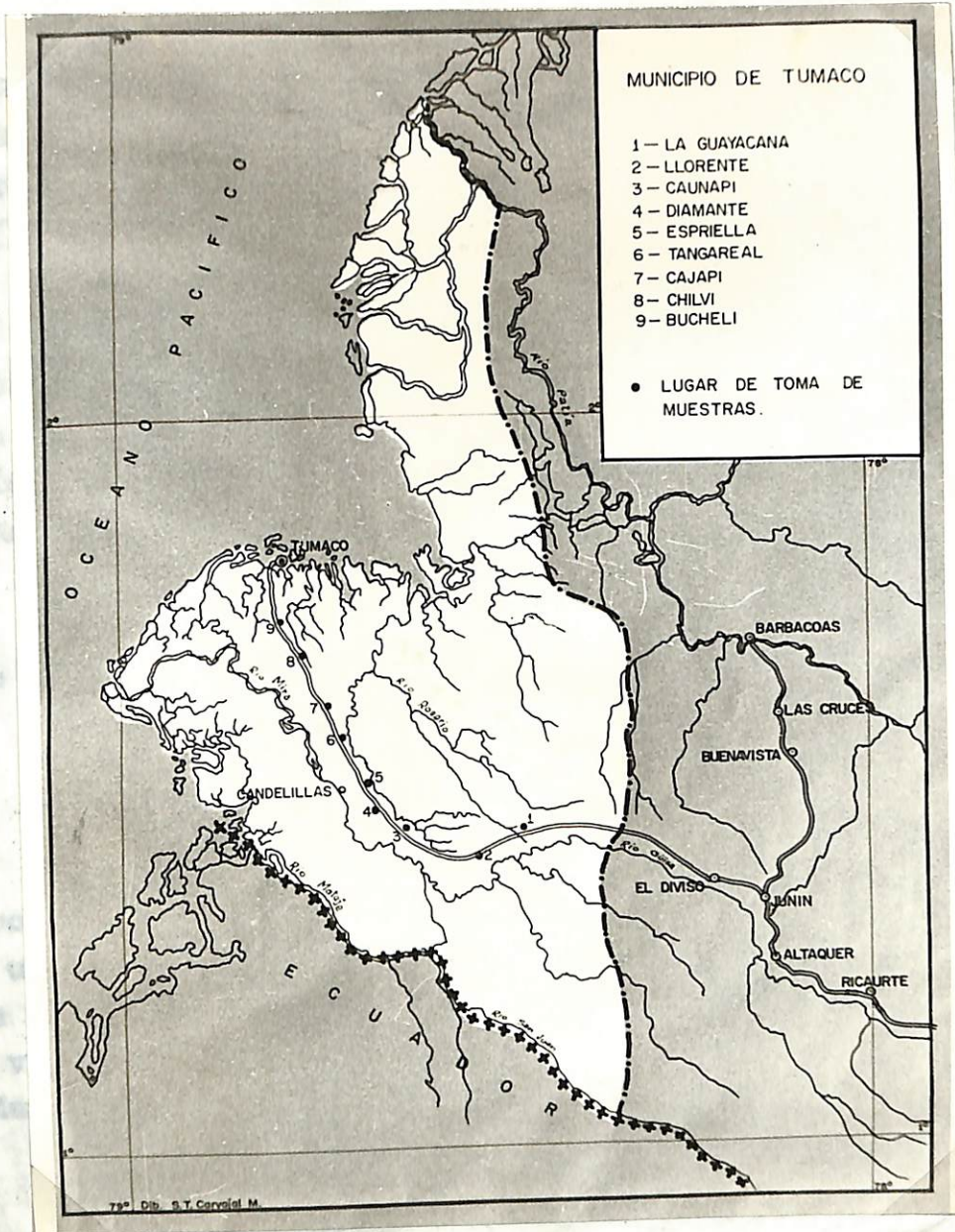


Figura 2.- Localización de la zona estudiada en el Municipio de Tumaco.

Fotocopia: I. Santaacruz.

damente 2 Kg. de suelo. Estas se secaron al aire y se tamizaron, conservando agregados inalterados para las determinaciones de densidad aparente y agregación, que así lo requieren.

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

La metodología que se siguió para las determinaciones fue la siguiente:

3.2 Textura.

Se siguió el método de Bouyoucos o del hidrómetro, descrito por González (32), como soluciones dispersantes se utilizaron silicato de sodio y oxalato de sodio a razón de 5 ml. de cada una de ellas por 50 grs. de suelo, en virtud a la recomendación de Owen citado por Guerrero y Mantilla (37).

3.3 Estabilidad de los agregados al agua.

Se procedió de acuerdo a la técnica descrita originalmente por Tyulin y modificada posteriormente por Yoder (75).

3.4 Porosidad.

La porosidad del suelo se la calcula en base a las determinaciones de las densidades real y aparente.

La densidad real se determinó por la técnica del

kerosene, descrita por Forsythe (26), para la densidad aparente se siguió el método de la parafina (González, 32).

En base a estos datos se calculó la porosidad mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de porosidad} = 100 - \frac{\text{densidad aparente}}{\text{densidad real}} \times 100$$

3.5 Plasticidad.

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

Para determinar el límite plástico superior se siguió el método de Bodman y Tanache citados por Adames y Levy (1), mediante el empleo del aparato de Casagrande.

En la determinación del límite plástico inferior se procedió con método descrito por Bayer (5).

El índice de plasticidad se estimó por diferencia entre el límite plástico superior y el límite plástico inferior.

3.6 Humedad del suelo.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

3.6.1 Punto de saturación.

Se siguió el procedimiento descrito por González (32).

3.6.2 Capacidad de campo. DISCUSION

Se determinó mediante el método de las ollas de presión descrito por González (32).

En la gran mayoría de los suelos estudiados se obtuvo una 3.6.3 Humedad equivalente. a las variables, resultado que concuerda con los obtenidos por Mora y Legarda (57). Mediante el método descrito por Guerrero (36), ha influido de manera decisiva sobre la determinación de

3.6.4 Punto de marchitamiento. número de muestras no fue posible determinar el límite plástico inferior, debido a que el método denominado de los platos de presión descrito por Guerrero (36) no es un procedimiento.

3.6.5 Coeficiente higroscópico.

Los resultados texturales muestran lo siguiente: Para su determinación se siguió el método descrito por González (32).

3.7 Materia orgánica.

El método empleado para determinarla fue el de la combustión húmeda, descrito por González (32).

3.8 Reacción del suelo.

El pH se determinó mediante un potenciómetro tipo Beckman H-2, utilizando una mezcla suelo:agua 1:1 (Silva et al, 67).

Las descripciones de los perfiles de los suelos de la región aparecen en el apéndice del presente trabajo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Textura.

En la gran mayoría de los suelos estudiados predomina la fracción arena en porcentajes variables, resultado que concuerda con los obtenidos por Mora y Legarda (57), quienes trabajaron en los mismos suelos. Esto ha influido de manera decisiva sobre la determinación de la plasticidad, ya que en un elevado número de muestras no fue posible determinar el límite plástico inferior, debido a que el porcentaje de este separado y la elevada cantidad de materia orgánica impedía el mecanismo y procedimiento.

Los resultados texturales muestran lo siguiente: 5 suelos que poseen textura franco arenosa; 4 arenoso franco; 3 franco arcilloso; 2 franco limoso; 2 franco; 1 arcilloso.

La influencia de los factores ambientales de la localidad: poca altura, precipitación alta, condiciones de evapotranspiración altas, y contenido relativamente alto de materia orgánica, explican las pobres condiciones de drenaje de los distintos suelos de esta zona, eliminando así el posible efecto positivo, que el predominio de la fracción arena puede tener en este sentido.

Los bajos contenidos de arcilla en la mayoría de los suelos y subsuelos de la región, hacen que dicha fracción no influya de manera significativa en las diferentes propiedades físicas determinadas, hecho que se comprobó al hacer los correspondientes análisis de regresión.

4.2 Estabilidad de los agregados al agua.

En términos generales, el promedio de agregados estables al agua mayores de 2 mm. de diámetro no es alto, si se tiene en cuenta el porcentaje de materia orgánica, el cual es alto especialmente en los horizontes superiores.

Al relacionar la materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores de 2 mm. de diámetro (Figura 3), se obtuvo una relación estadísticamente significativa, en el suelo. El coeficiente de regresión indica que por cada aumento del 1% en la materia orgánica, el porcentaje de agregados estables al agua mayores de 2 mm. de diámetro, se incrementa en 1,28%.

Lo anterior, reafirma lo expresado por Guerrero y Mantilla (37), Escovar y Jurado (24), quienes opinan que uno de los factores que mas inciden en una buena agregación, es la materia orgánica. Sin embargo, y pese a lo anterior, la relación entre estas dos variables en el subsuelo, fue inversa, ya que al incrementar la materia orgánica el porcentaje de estos agregados disminuía, como lo indica el signo negativo del coeficiente de regresión. La explicación a ello, puede estar dada en consideración a que en los horizontes subyacentes, la cantidad de materia orgánica disminuye considerablemente, hecho que coincide con el reportado por Navas et al. (58), para suelos de la misma región; además, el porcentaje de arenas, factor de disgregación, sigue siendo alto en la mayoría de estos suelos. Para el subsuelo, la relación inversa no es estadísticamente significativa (Figura 4).

El bajo contenido de arcilla que caracteriza a la casi totalidad de los suelos y subsuelos de esta región

TABLA I

ANALISIS TEXTURAL

SUELO	ZONA	PROFUN DIDAD cm.	ARENAS %	ARCILLAS %	LIMOS %	TEXTURA
1	Guayacana	0-25	83.12 ✓	2.88	14	A-F
2	"	25-60	49.68	5.60	44.72	F-A
3	Llorente	0-20	67.12	11.24	21.64	F-A
4	"	20-65	42.40	34.88	22.72	F-Ar
5	Caunapí	0-15	70.40	5.60	24.00	F-A
6	"	15-80	73.12	2.88	24.00	A-F
7	Diamante	0-20	53.12	16.88	30.00	F-A
8	"	20-1.40	32.40	58.88	8.72	Ar
9	Espriella	0-26	72.12	0.88	22.00	A-F
10	"	26-1.25	72.40	2.88	24.72	A-F
11	Tangareal	0-20	35.88	19.60	44.72	F
12	"	20-36	38.40	35.60	26.00	F-Ar
13	Cajapí	0-5	48.04	3.60	48.36	F-A
14	"	5-40	39.68	15.80	44.52	F
15	Chilví	0-5	31.48	17.60	50.92	F-L
16	"	5-35	26.04	37.60	36.36	F-Ar
17	Bucheli	5-15	34.40	17.60	52.00	F-L

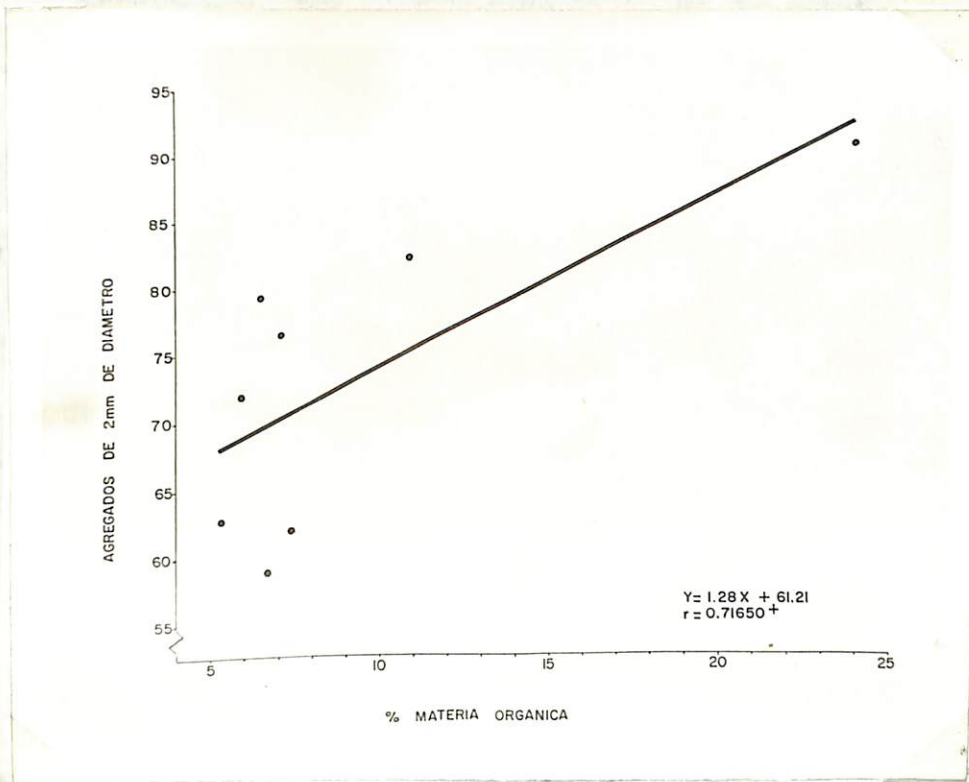


Figura 3.- Relación entre el porcentaje de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores de 2 mm. de diámetro. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

TABLA II

AGREGADOS DEL SUELO ESTABLES EN EL AGUA

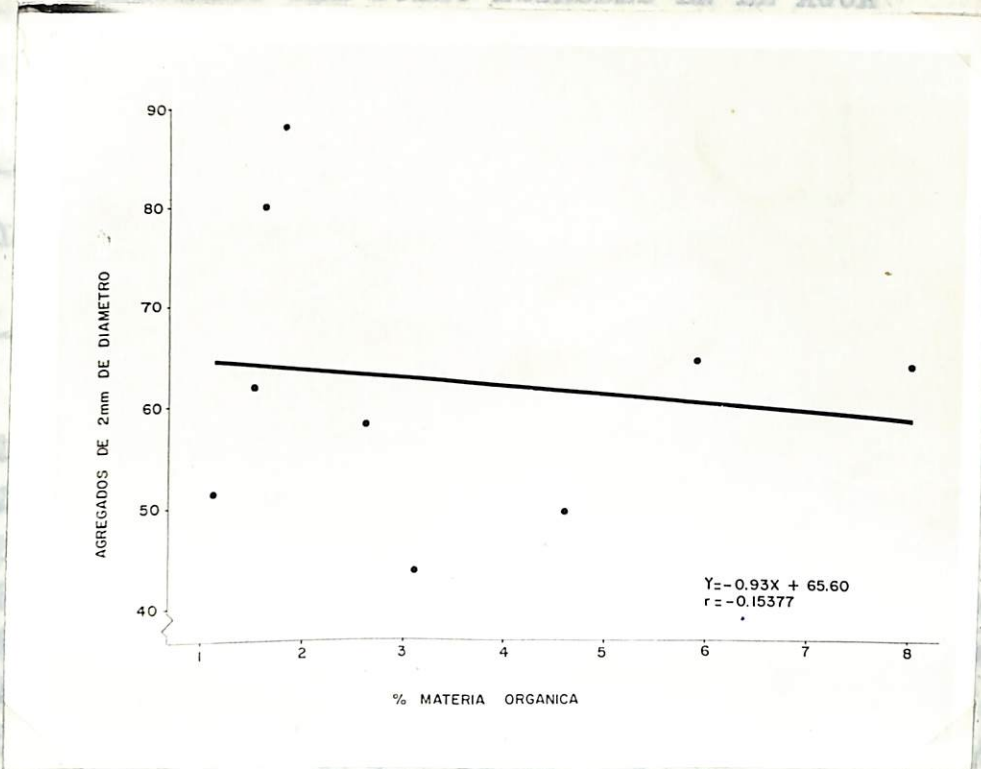


Figura 4.- Relación entre el porcentaje de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores de 2 mm. de diámetro.

13	Cajapi	Subsuelo.	52.80	13.08	8.76	3.94	11.40
14	"		5-40 49.82	13.34	6.46	4.32	24.04
15	Chilvi		0-5 79.40	6.76	4.34	2.20	7.30
16	"		5-35 62				15.32
17	Buchali		5-15 33.72	16.32	11.26	5.40	22.90

Fotocopia: I. Santacruz.

... que no se encontrara correlación significativa, al realizar el análisis de regresión entre las arcillas y el porcentaje de agregados estables al agua, mayores de 2.00 mm. de diámetro.

TABLA II

AGREGADOS DEL SUELO ESTABLES EN EL AGUA
EXPRESADOS EN PORCENTAJE

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	TAMAÑO DE LOS AGREGADOS mm.				
			2.0.	1.0	0.5	0.25	0.25
1	Guayacana	0-25	90.38%	5.26%	2.04%	0.90%	1.42%
2	"	25-60	63.94	8.22	7.34	6.02	14.48
3	Llorente	0-20	36.70	5.20	3.44	1.54	13.12
4	"	20-65	88.12	1.96	0.92	0.32	8.68
5	Caunapí	0-15	82.36	2.02	0.78	0.44	14.40
6	"	15-80	64.50	14.94	5.20	1.30	14.06
7	Diamante	0-20	72.00	4.40	3.00	1.30	19.30
8	"	20-140	80.00	14.00	3.46	1.28	1.26
9	Espriella	0-26	59.00	16.20	12.60	7.20	5.00
10	"	26-125	58.38	16.10	12.20	7.60	5.72
11	Tangareal	0-20	62.00	7.80	5.90	4.10	20.20
12	"	20-36	51.44	24.64	15.45	7.52	0.94
13	Cajapí	0-5	62.80	13.08	8.76	3.94	11.40
14	"	5-40	49.82	13.34	8.48	4.32	24.04
15	Chilví	0-5	79.40	6.76	4.34	2.20	7.30
16	"	5-35	62.04	14.98	5.64	2.02	15.32
17	Bucheli	5-15	33.72	16.32	11.26	5.40	22.90

hizo que no se encontrara correlación significativa, al realizar el análisis de regresión entre las arcillas y el porcentaje de agregados estables al agua, mayores de 2 mm. de diámetro.

Méndez y Moreno (55), advierten que el grado de agregación no se debe tomar como norma para apreciar el tipo estructural de un suelo; por tal motivo, al relacionar la agregación con otras propiedades como drenaje interno y externo, se debe prestar mayor atención a la clase de estructura que origina esa agregación.

4.3 Porosidad.

En forma general, y según los resultados, se puede apreciar que la densidad real es mayor en la segunda capa que en la primera. El promedio de la densidad real para el suelo es de 2,14 gr/cc., mientras que dicho promedio en el subsuelo alcanza a 2,31 gr/cc. La explicación de lo anterior se debe a la menor acumulación de la materia orgánica en los horizontes subyacentes, ya que según Bastidas y Jácome (4), a menor cantidad de aquella, existirá mayor peso del suelo y por tanto mayor densidad real.

A la razón anteriormente expuesta, se deben también los valores más altos de la densidad aparente encontrados en el subsuelo. El promedio de la densidad aparente en el suelo es de 1,17 gr/cc; para el subsuelo dicho promedio subió a 1,26 gr/cc.

Las muestras números 1 y 2 correspondientes a los suelos de la zona La Guayacana, presentaron los valores más bajos en sus densidades, tanto real como aparente, coincidiendo este hecho con su elevado porcentaje de ma

teria orgánica tal como puede apreciarse en la tabla 3; otro tanto sucede con la muestra 5, correspondiente a Caunapí.

En relación a la porosidad se obtuvieron los siguientes promedios, para el suelo 45,98% y para el sub suelo 45,49%, la mayor acumulación de materia orgánica, en el suelo incide en el mayor porcentaje de porosidad.

No se encontró correlación significativa entre el contenido de materia orgánica y el porcentaje de porosidad, sin embargo, el signo positivo del coeficiente de regresión está indicando la relación directa que existe entre estas dos variables, así; al incrementar en 1% el contenido de materia orgánica, se aumentará 0,62 veces el porcentaje de porosidad del suelo y 1,86 veces el del subsuelo. (Véase figura 5 y 6).

4.4 Plasticidad.

Al igual que lo reportado por Guerrero y Mantilla (37), Escovar y Jurado (24), en la totalidad de los suelos estudiados, los límites plásticos fueron mayores en el suelo que en el subsuelo, por efecto de la mayor cantidad de materia orgánica presente en los estratos superiores.

Se encontró una correlación positiva significativa entre el contenido de materia orgánica y el límite plástico superior del suelo. No se encontró correlación significativa entre estas dos variables en el subsuelo ya que el contenido de materia orgánica en éste es apreciablemente menor que en los estratos superiores. Sin embargo, la relación sigue siendo directa.

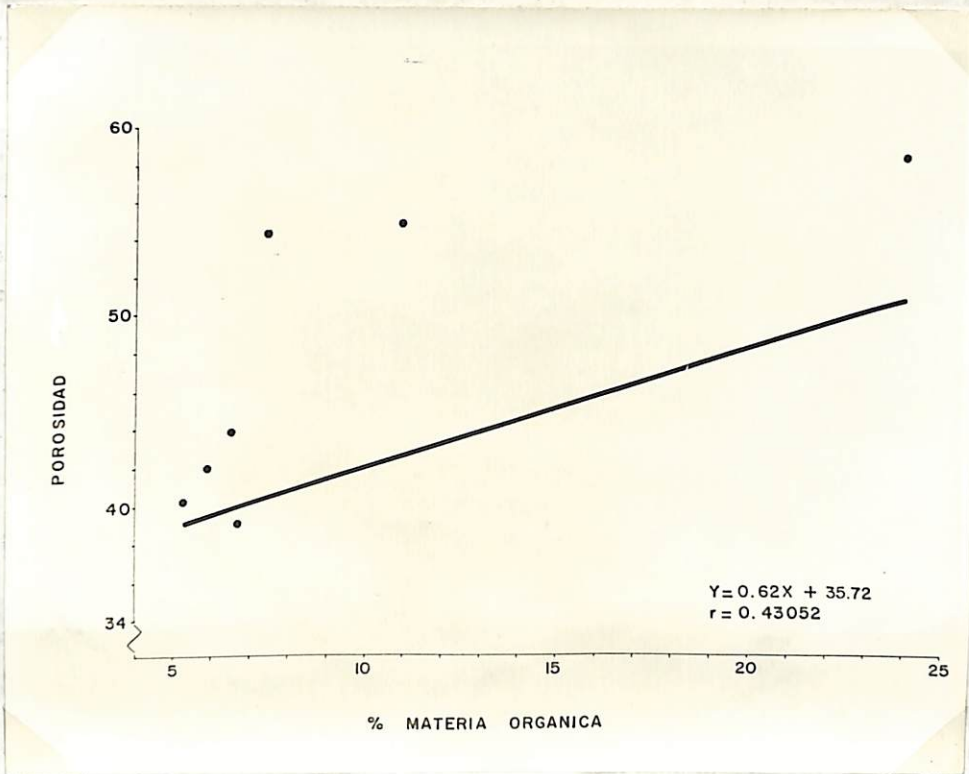


Figura 5.- Relación entre materia orgánica y porosidad. Suelo.

Fotocopia: I. Sántacruz.

El efecto de la materia orgánica es mayor cuando se trata del límite plástico inferior, por la propiedad que tiene la materia orgánica de absorber altas cantidades de agua, ya que este límite ocurre con un alto contenido de materia orgánica.

TABLA III

DENSIDAD REAL, DENSIDAD APARENTE

Y PORCENTAJE DE POROSIDAD

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cm.	DENSIDAD REAL gr/cc.	DENSIDAD APARENTE gr./cc.	PORO SIDAD %
1	Guayacana	0-25	1.76	0.73	58.53
2	"	25-60	2.07	0.88	57.49
3	Ilorente	0-20	2.69	1.77	34.28
4	"	20-65	2.51	1.46	41.84
5	Caunapí	0-15	2.02	0.91	54.96
6	"	15-80	2.19	1.26	42.47
7	Diamante	0-20	2.28	1.32	42.11
8	"	20-140	2.31	1.51	34.64
9	Espriella	0-26	2.12	1.29	39.16
10	"	26-125	2.31	1.10	51.99
11	Tangareal	0-20	2.09	0.95	54.55
12	"	20-36	2.39	1.37	42.68
13	Cajapí	0-5	2.08	1.24	40.39
14	"	5-35	2.30	1.35	41.31
15	Chilví	0-5	2.10	1.18	43.97
16	"	5-40	2.35	1.25	46.81
17	Bucheli	5-15	2.39	1.19	50.21

El efecto de la materia orgánica es mayor cuando se trata del límite plástico inferior, por la propiedad que tiene la materia orgánica de absorber altas cantidades de agua, ya que este límite ocurre con un alto contenido de humedad, según el concepto de Lutz (48).

El coeficiente de regresión, indica que al aumentar en 1% la materia orgánica, el límite plástico superior del suelo se aumenta en 2.15% (Figura 7), se encontró correlación negativa no significativa entre el contenido de materia orgánica y el límite plástico inferior del subsuelo, suelos caracterizados por su reducida cantidad de materia orgánica y elevada cantidad de arenas (Figura 9).

Cabe anotar, que en muchos suelos de los estudiados no se pudo determinar el límite plástico inferior como consecuencia de su condición textural. La elevada cantidad de arenas que estos suelos poseen dificultó al extremo la determinación. Esto lleva a pensar en la eficacia o ineficacia de estos métodos para determinar la plasticidad en suelos que reúnan condiciones similares a los estudiados. Las constantes de plasticidad tienen su importancia desde el punto de vista de laboreo del suelo ya que ellas dan una pauta con relación al correcto manejo del mismo, señalando el peligro que existe de amasar el suelo al trabajar a determinado porcentaje de humedad: así por ejemplo un índice de plasticidad reducido, indica que el suelo se puede trabajar cerca al límite plástico inferior sin peligro de amasamiento, (Adams y Levy, 1).

4.5 Humedad del suelo.

En base a los análisis de regresión realizados, y

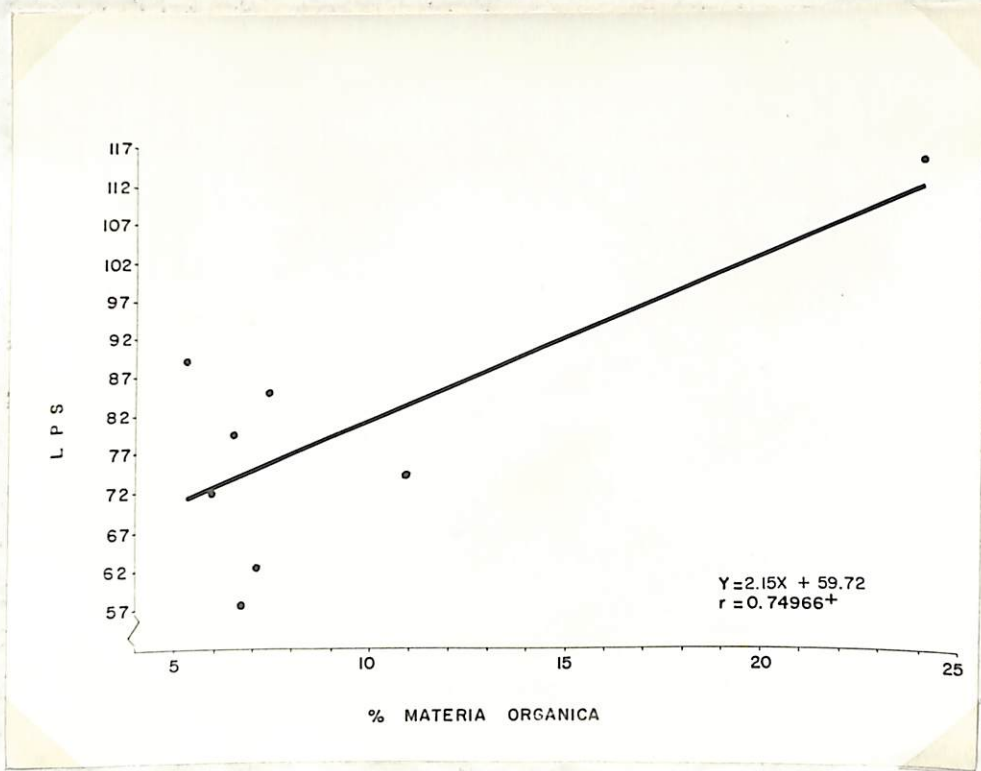


Figura 7.- Relación entre materia orgánica y límite plástico superior. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

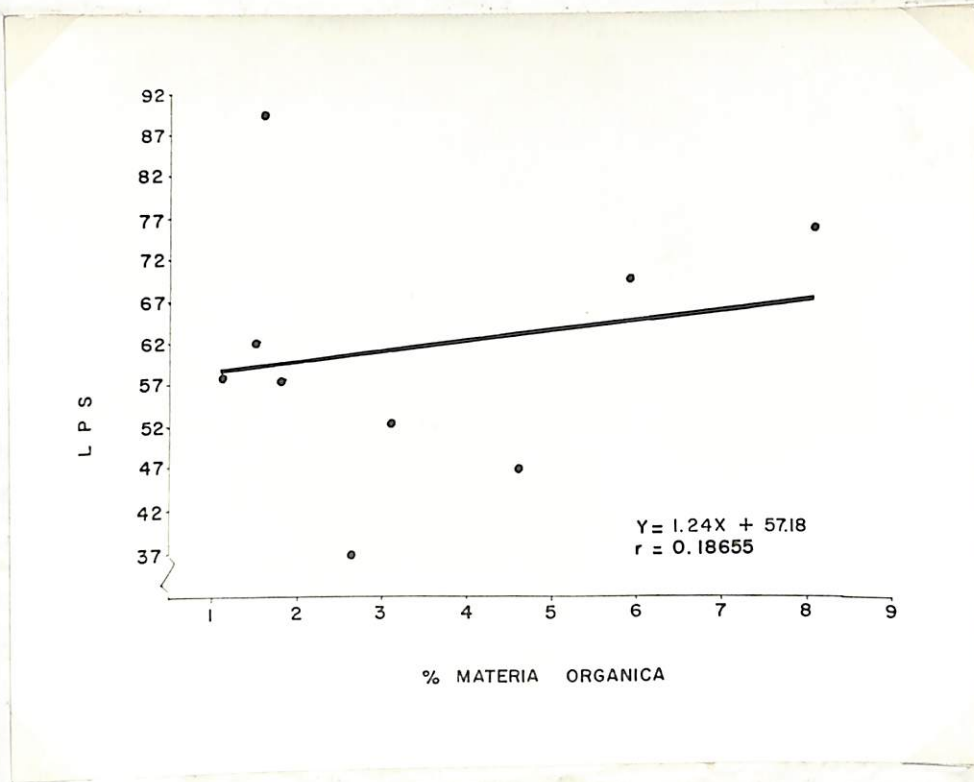


Figura 8.- Relación entre materia orgánica y límite plástico superior. Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

TABLA IV

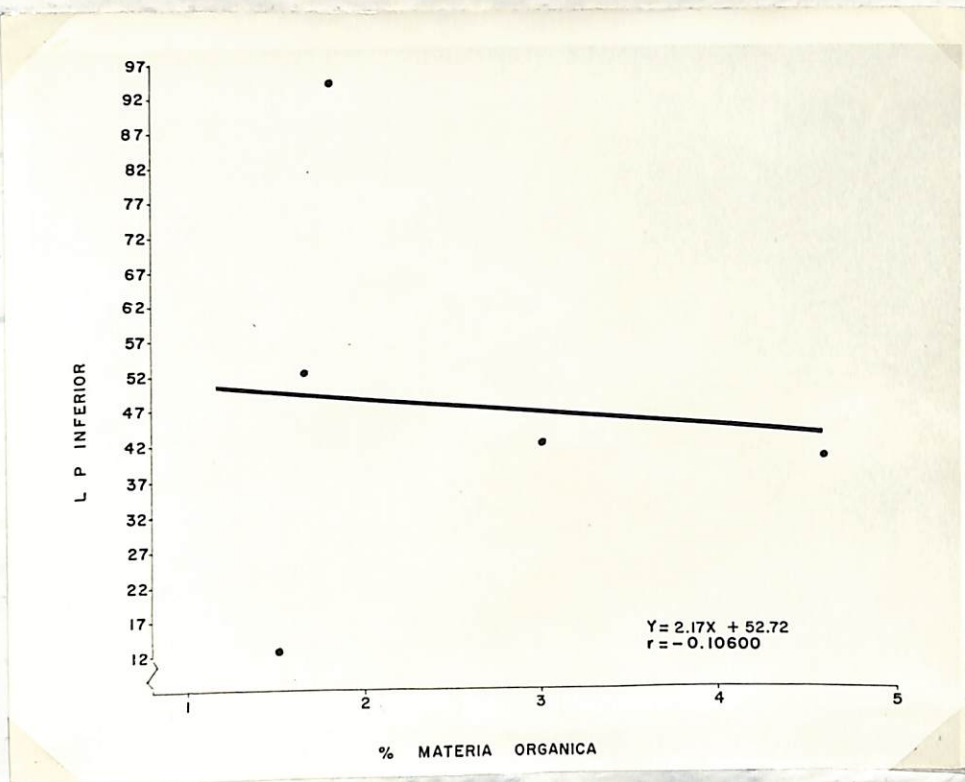


Figura 9.- Relación entre materia orgánica y límite plástico inferior. Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

de acuerdo con Bear (6) e Israelsen y Hansen (40), se determinó que uno de los factores que más influye en el contenido de humedad del suelo es la materia orgánica.

LIMITES DE PLASTICIDAD Y SUS CORRESPONDIENTES INDICES, EXPRESADOS

EN PORCENTAJE DE HUMEDAD

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD Cms.	LIMITE PLASTICO SUPERIOR	LIMITE PLASTICO INFERIOR	INDICE DE PLAS TICIDAD
1	Guayacana	0-25	115.18	-----	-----x
2	"	25-60	76.38	-----	-----x
3	Llorente	0-20	62.75	-----	-----
4	"	20-65	57.98	44.42	13.56
5	Caunapí	0-15	74.64	-----	-----x
6	"	15-80	70.33	-----	-----x
7	Diamante	0-20	72.17	61.20	10.97
8	"	20-140	89.75	52.75	37.00
9	Espriella	0-26	57.77	-----	-----x
10	"	26-125	37.06	-----	-----x
11	Tangareal	0-20	85.42	70.86	14.56
12	"	20-36	58.42	44.18	14.24
13	Cajapí	0-5	89.36	-----	-----x
14	"	5-40	47.08	39.87	7.21
15	Chilví	0-5	79.93	-----	-----x
16	"	5-35	62.40	12.84	49.56
17	Bucheli	5-15	52.59	42.07	10.52

x No se pudo determinar el límite plástico inferior y en consecuencia tampoco el índice de plasticidad debido a que son suelos muy orgánicos y/o arenosos.



de acuerdo con Bear (6) e Israelsen y Hansen (40), se determinó que uno de los factores que mas influye en el contenido de humedad del suelo es la materia orgánica.

En los estratos superiores en donde ella se encuentra en mayor escala, formando en algunos sitios una especie de manto vegetal, sus relaciones con la mayoría de los constantes de humedad dieron resultados significativos.

En el subsuelo, la notoria reducción en el contenido de materia orgánica influyó decisivamente para que no se estableciera relación significativa con las variables respectivas. Por otra parte, ello está acorde con la secuencia del presente trabajo, puesto que los resultados anteriores se han visto afectados por la disminución de la materia orgánica en las capas subyacentes.

4.511 Punto de saturación.

Al relacionar la materia orgánica con el punto de saturación en el suelo, se obtuvo correlación positiva significativa. En el subsuelo aunque la correlación no fue significativa sigue siendo positiva, circunstancia que indica la relación directa existente entre estas dos variables.

La disminución de la materia orgánica en el subsuelo influye para que la correlación no sea significativa. El coeficiente de regresión indica que por un aumento del 1% en la materia orgánica, la máxima capacidad de retención se incrementa en 3.84% en el suelo (Figura 10) y en 3.47 en el subsuelo (Figura 11).

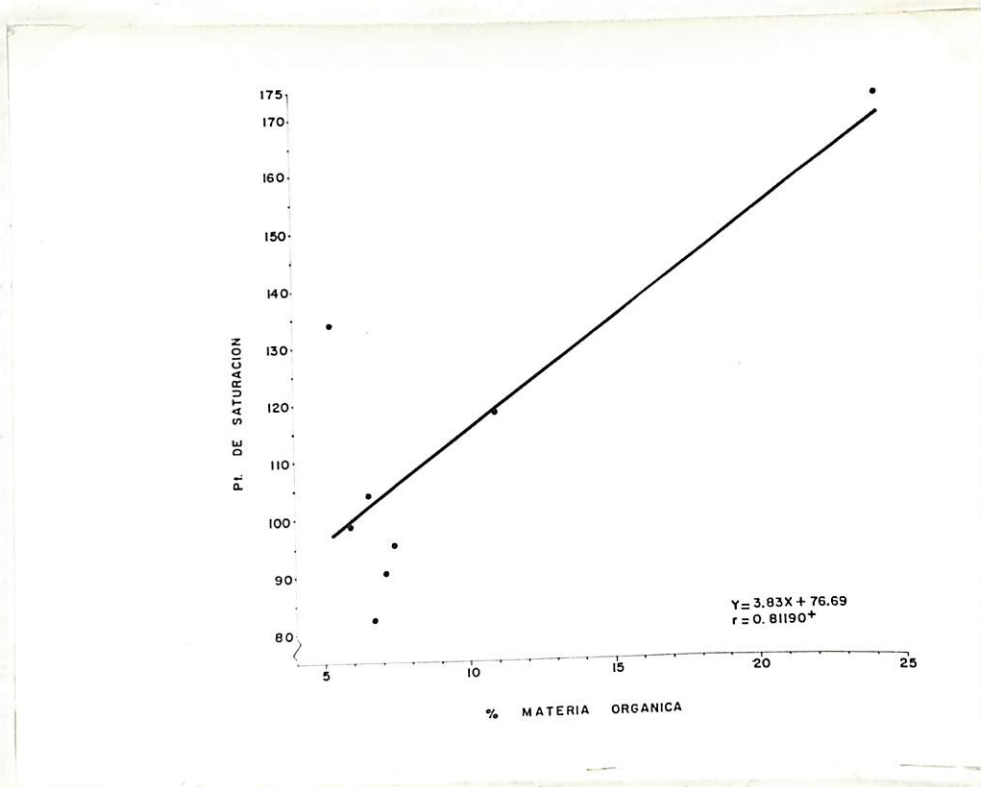


Figura 10.- Relación entre materia orgánica y punto de saturación. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

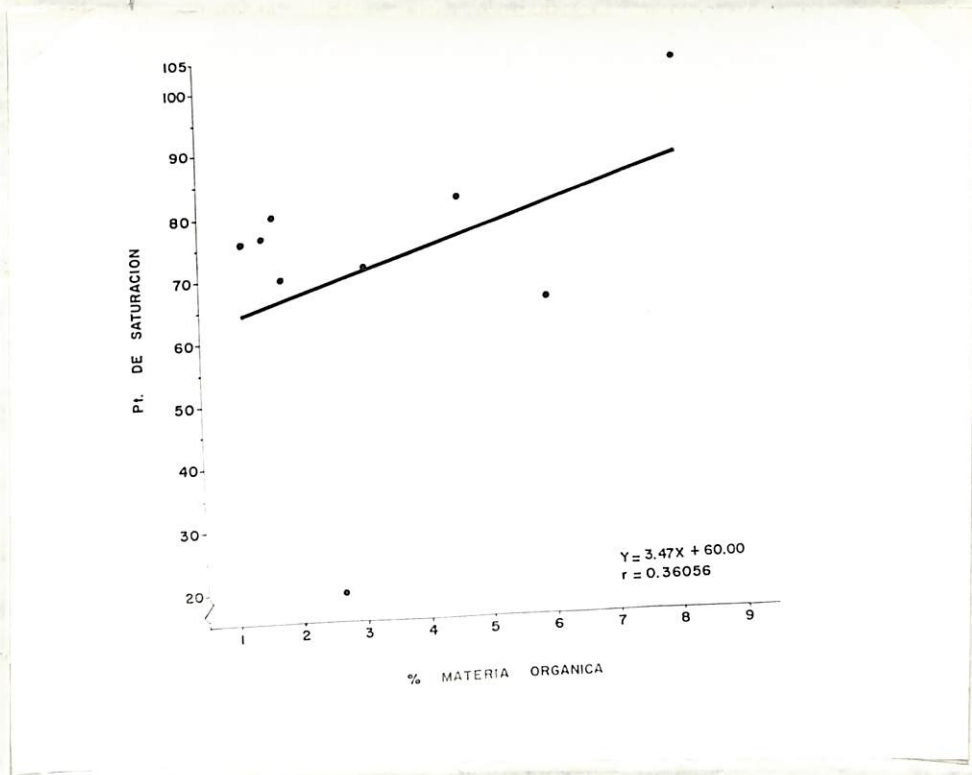


Figura 11.- Relación entre materia orgánica y punto de saturación. Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

4.5.2 Capacidad de campo.

De acuerdo al análisis de regresión efectuados entre la materia orgánica y la capacidad de campo, se puede observar que la materia orgánica retiene 0,62 veces su peso en agua a la capacidad de campo en el suelo (Figura 12). El coeficiente de regresión de la relación entre estas dos variables fue significativa en el suelo. De lo anterior se puede deducir la importancia del material orgánico en la retención de humedad a la capacidad de campo, como lo sugiere Coral (16).

En contradicción a muchas investigaciones, se encontró mediante el análisis de regresión, que al incrementar la materia orgánica del subsuelo, decrece la capacidad de campo; este resultado, sin embargo y de acuerdo al valor del coeficiente de regresión no es estadísticamente significativo (Figura 13). En relación a los valores obtenidos para la capacidad de campo en los distintos suelos estudiados, se observa que ellos alcanzaron una de sus más altas cifras: 58,89% en la muestra 1 correspondiente a la Guayacana, en donde el porcentaje de materia orgánica es muy alto: 24.1%. El menor valor, 21,90% se obtuvo en la muestra 10 (Subsuelo), pertenece al sector de Espriella, en el cual el contenido de materia orgánica es de los más bajos, 2,67% (Tabla 5).

4.5.3 Humedad Equivalente.

No se encontró correlación estadísticamente significativa al relacionar la materia orgánica con la humedad equivalente. Sin embargo, y de acuerdo al signo del coeficiente de regresión, dicha correlación es directa en ambas capas y sus valores indican que, al incrementar la materia orgánica en 1% se incrementará la humedad e

equivalente en 0,62% en el suelo (Figura 14) y en 0,43 en el subsuelo (Figura 15).

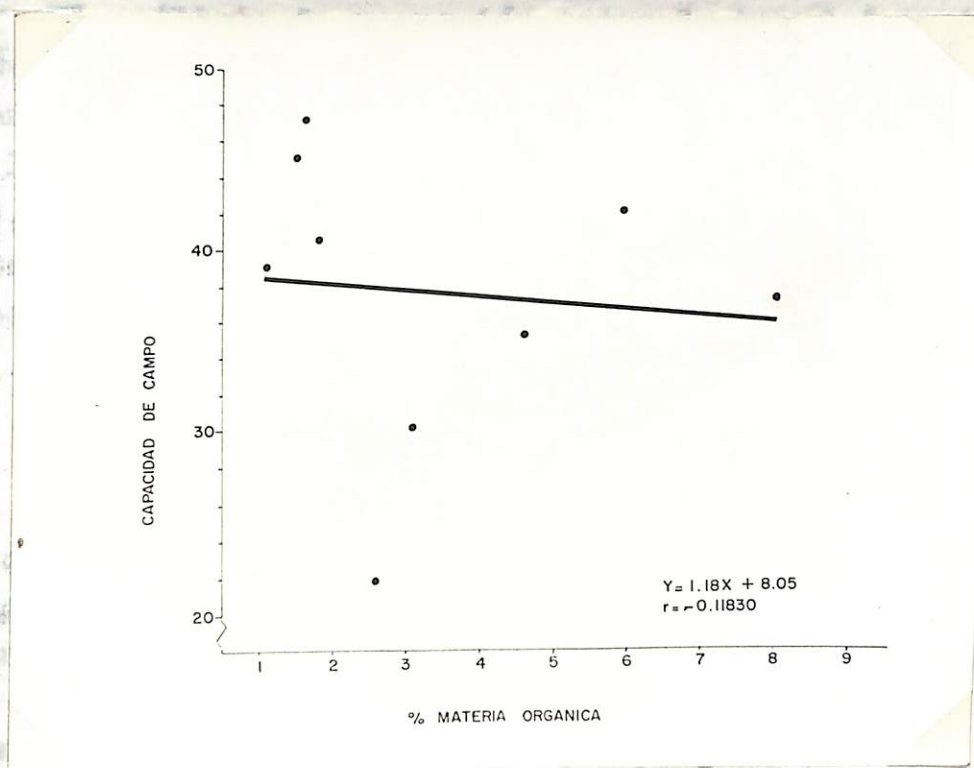


Figura 13.- Relación entre materia orgánica y capacidad de campo. Subsuelo.

La materia orgánica y la humedad higroscópica mantienen correlación altamente significativa, en sus valores del suelo (Figura 20), **Fotocopia: I. Santacruz.** menciones de Cervera y Mantilla (37) y Escobar y Jureta (25), quienes opinan que uno de los factores que influye en la capacidad de campo es el porcentaje de la humedad higroscópica. En la mayoría de las investigaciones de capacidad de campo se determina, que por el incremento de la materia orgánica, la humedad higroscópica aumenta en porcentaje en 0,35.

equivalente en 0,62% en el suelo (Figura 14) y en 0,43 en el subsuelo (Figura 15).

El análisis de regresión entre la humedad equivalente y la capacidad de campo, dió resultados positivos altamente significativos en el suelo y subsuelo (Figuras 16 y 17); esto concuerda en lo expresado por Coral (16), quien encontró que la humedad equivalente se puede tomar como una medida indirecta de la capacidad de campo.

4.5.4 Punto de marchitamiento.

Como se puede observar en la Figura 18, se encontró que el punto de marchitamiento y la materia orgánica, guardan correlación positiva altamente significativa en sus valores del suelo. Mediante el análisis de regresión se encontró que al incrementar en 1% la materia orgánica, la cantidad de agua retenida por el suelo en el punto de marchitamiento aumenta en 1,21%. Se encontró correlación negativa no significativa, al relacionar estas mismas variables en el subsuelo (Figura 19).

4.5.5 Humedad Higroscópica.

La materia orgánica y la humedad higroscópica mantienen correlación altamente significativa, en sus valores del suelo (Figura 20), lo cual coincide con las afirmaciones de Guerrero y Mantilla (37) y Escovar y Jurado (25), quienes opinan que uno de los factores que influye más decididamente en el coeficiente de la humedad higroscópica, es la materia orgánica. Según el análisis de regresión se determina, que por cada incremento del 1% en la materia orgánica, la humedad higroscópica aumenta su porcentaje en 0,35.

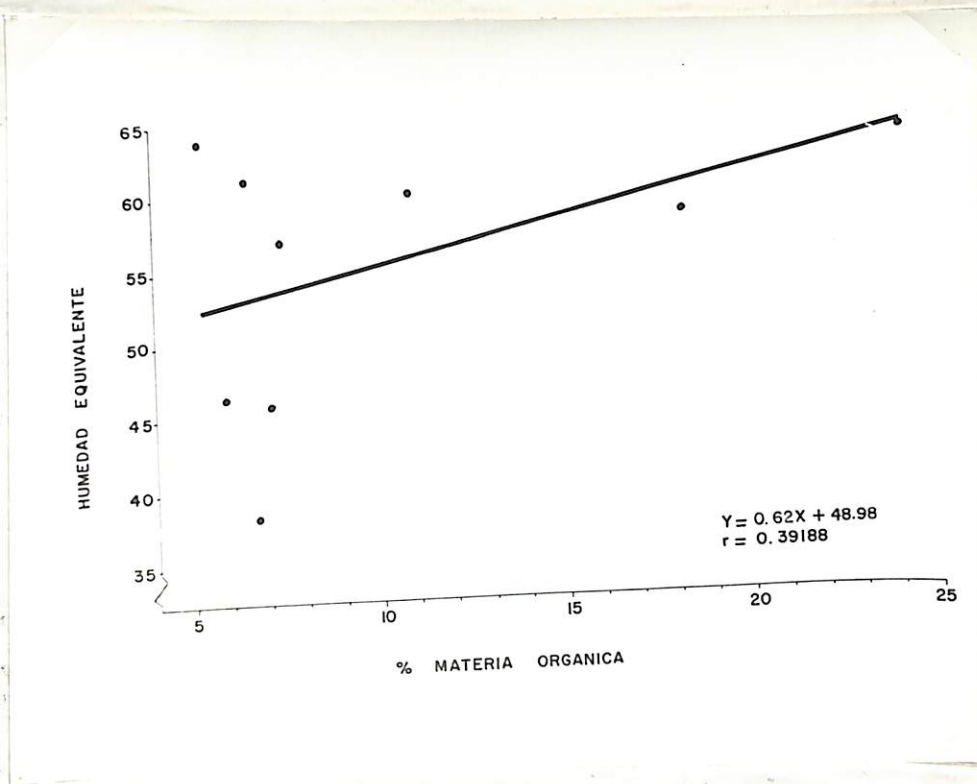


Figura 14.- Relación entre materia orgánica y humedad equivalente. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

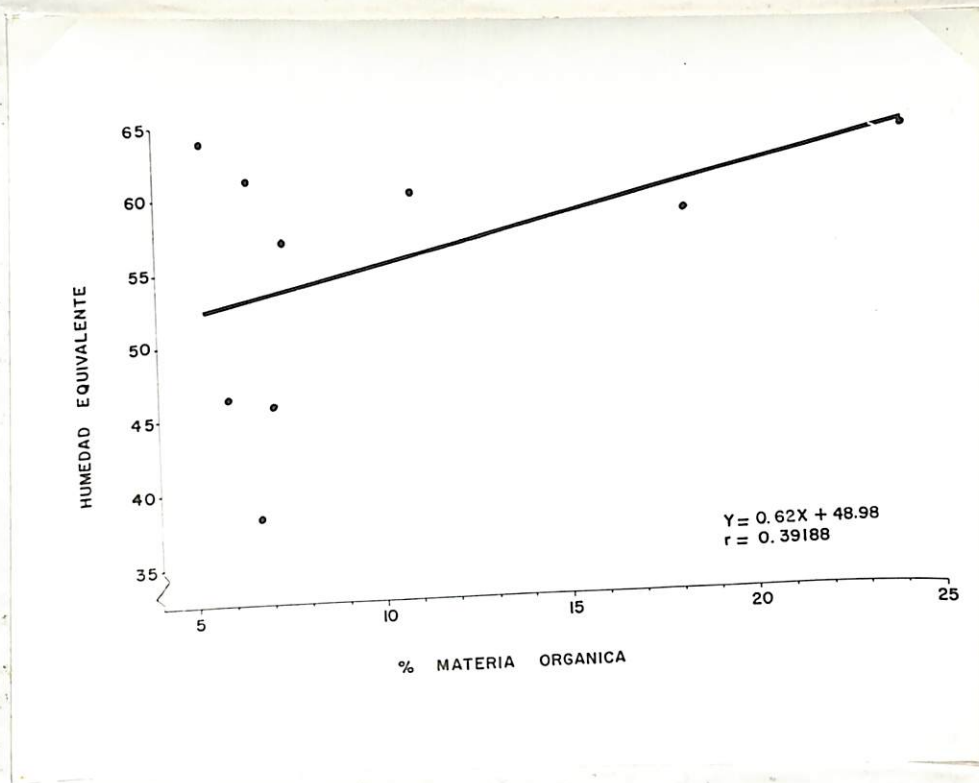


Figura 14.- Relación entre materia orgánica y humedad equivalente. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

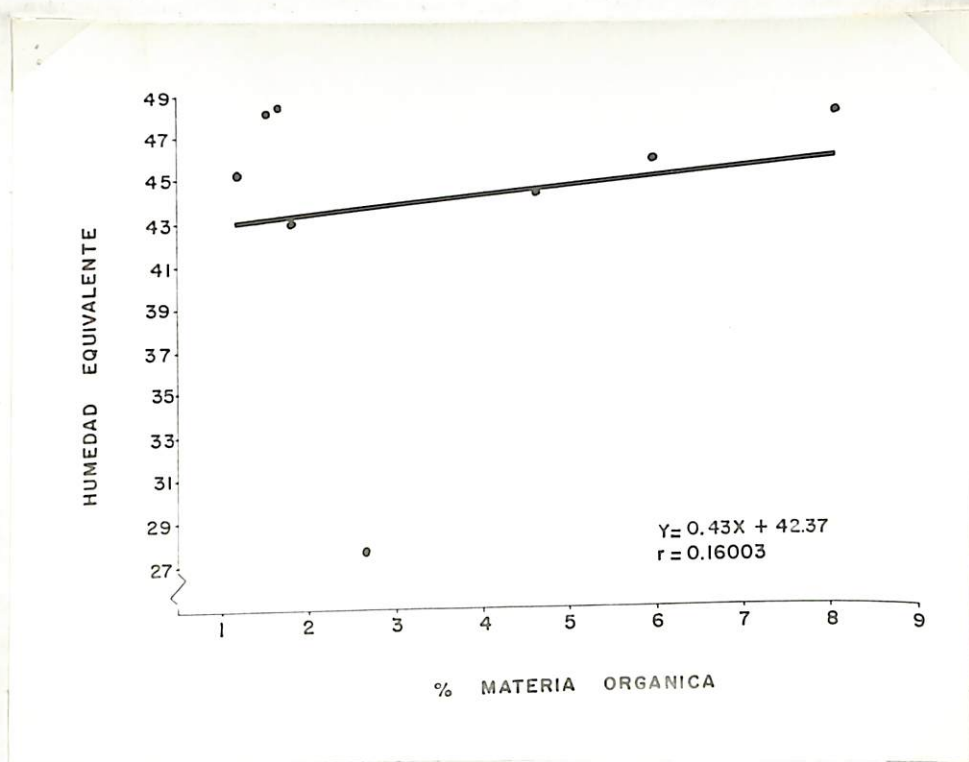


Figura 15.- Relación entre materia orgánica y humedad equivalente. Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

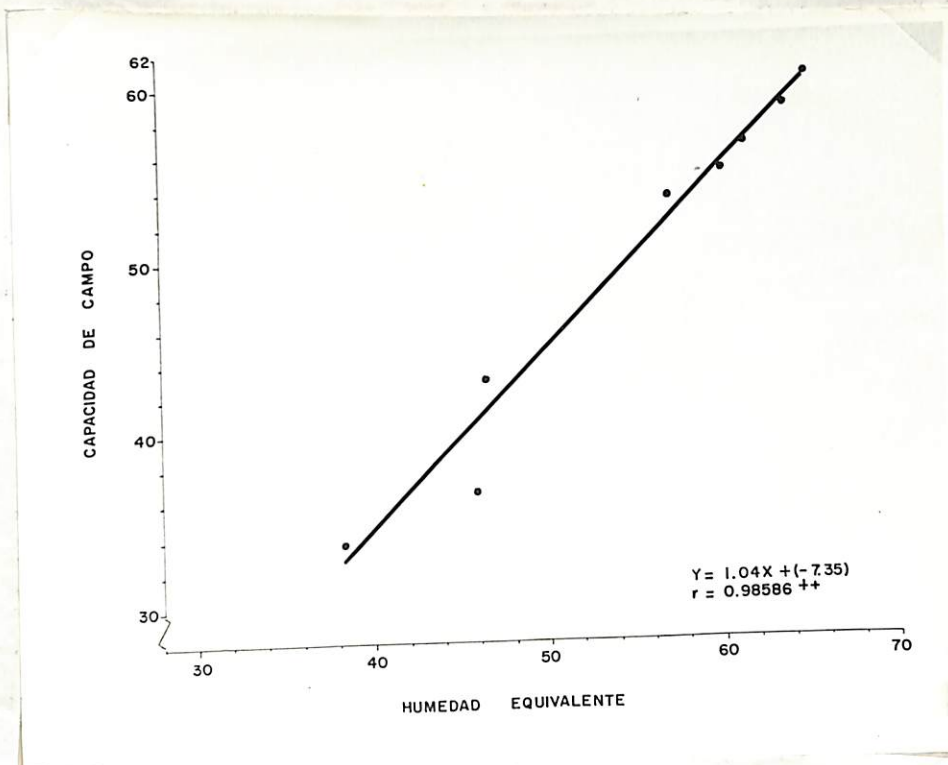


Figura 16.- Relación entre humedad equivalente y capacidad de campo. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

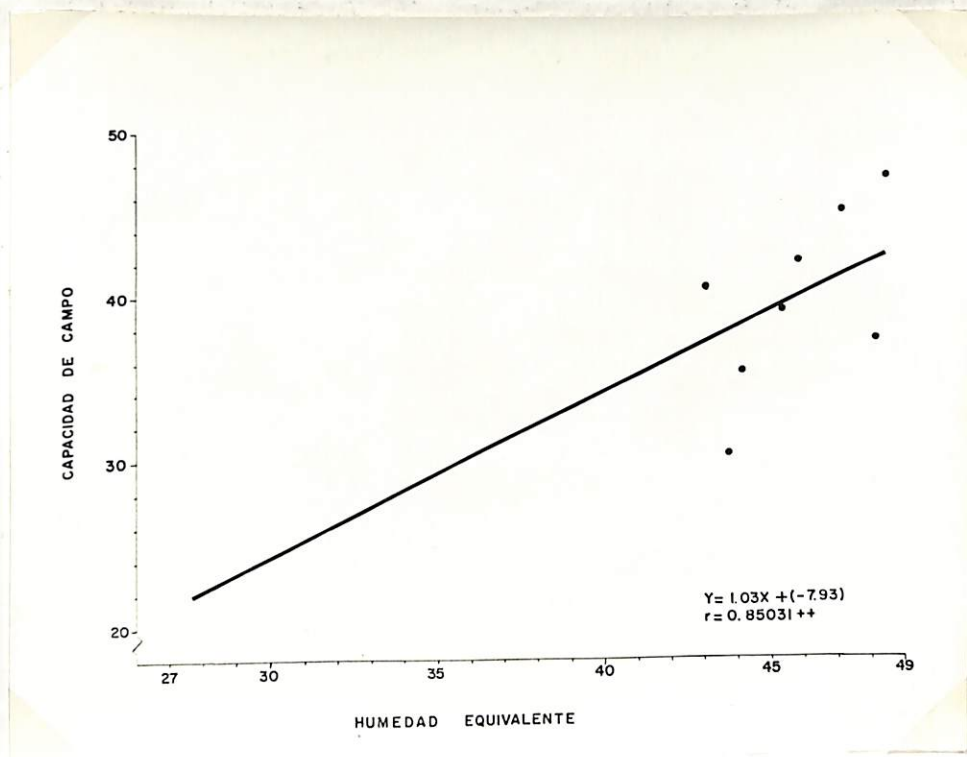


Figura 17.- Relación entre humedad equivalente y capacidad de campo. Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

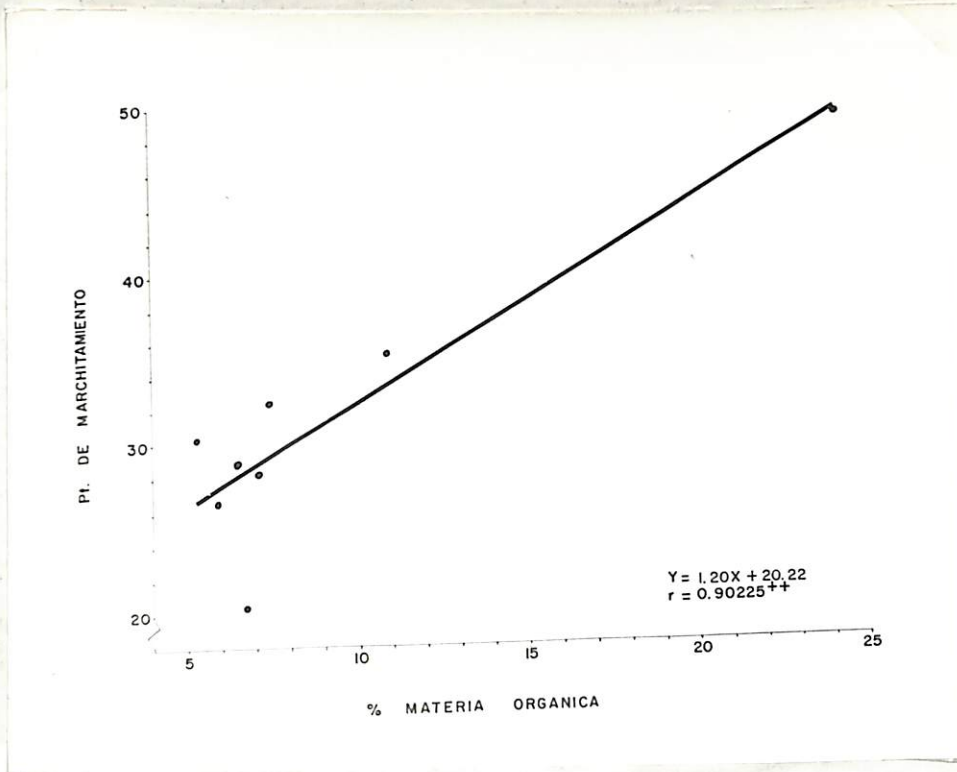


Figura 18.- Relación entre materia orgánica y punto de marchitamiento. Suelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

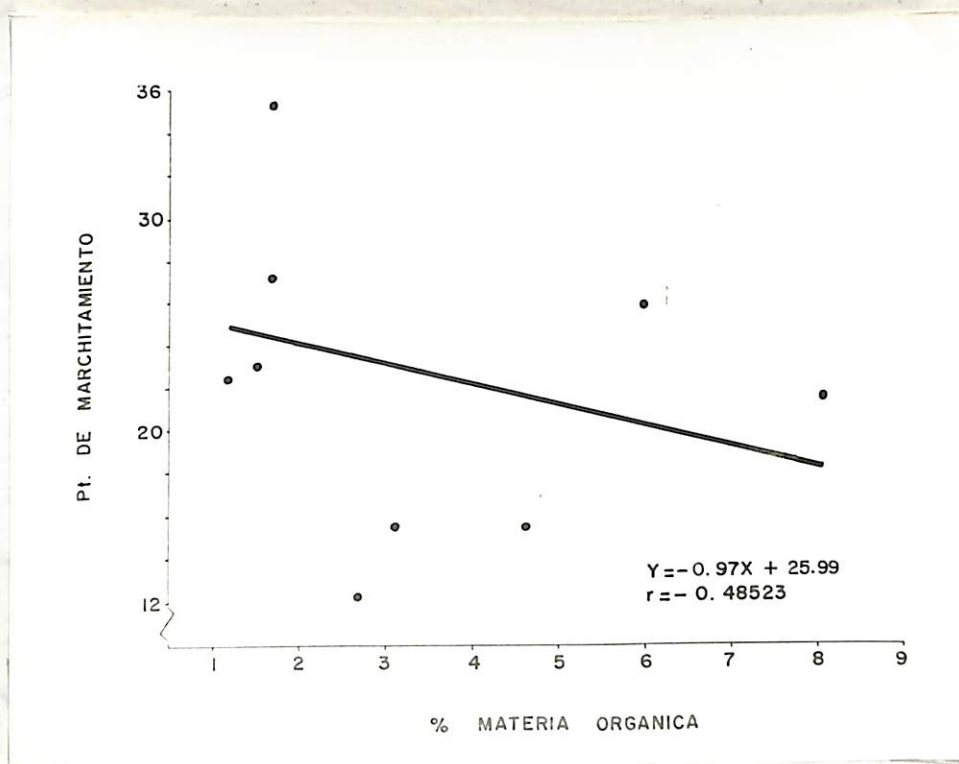


Figura 19.- Relación entre materia orgánica y punto de marchitamiento. Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

En la curva correspondiente (Figura 21), no se encontró
significación, siendo el signo del coeficiente de regresión
siempre positivo, lo cual está indicando una
relación

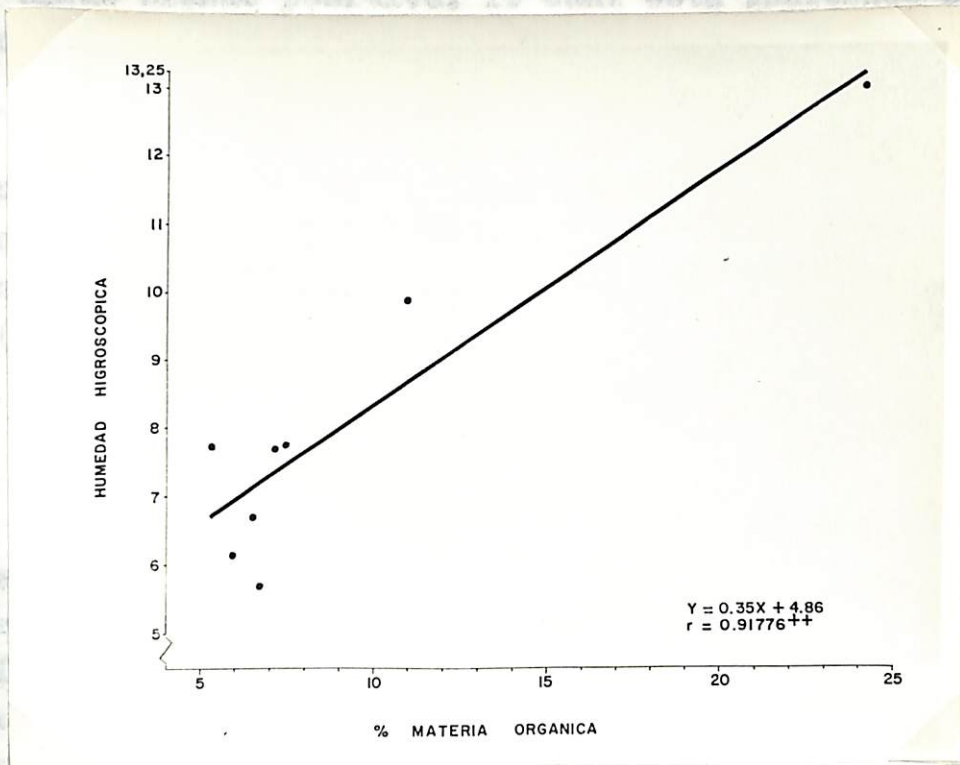


Figura 20.- Relación entre materia orgánica y hu-
medad higroscópica. Suelo.

Los límites plásticos de la arcilla
son directamente por el contenido de materia orgánica
en los suelos, según se puede apreciar en las figuras
7 y 8.

Quiénes se refiere al índice de la materia orgánica
de la arcilla que depende de la humedad del suelo; la al-
ta capacidad de la materia orgánica para retener el
agua, incrementa el contenido de humedad en los

Fotocopia: I. Santacruz.

En la capa subyacente (Figura 21), no se encontró significación, aunque el signo del coeficiente de regresión sigue siendo positivo, lo cual está indicando que la correlación es directa entre las dos variables.

Otro factor que posiblemente esté influyendo en la humedad higroscópica, es la presencia de sesquióxidos que caracterizan a los suelos de estas regiones boscosas y húmedas, de acuerdo a lo expresado por Jaramillo (41).

4.6 Materia Orgánica.

La materia orgánica fue el factor que influyó más directamente en las diferentes propiedades físicas de los suelos estudiados, respecto a la agregación de las partículas su función es muy marcada, especialmente en los suelos que contienen cantidades relativamente altas de arena.

En las Figuras 3 y 4, se observa la influencia de la materia orgánica sobre la estabilidad en el agua de los agregados mayores de 2 mm. de diámetro. En las Figuras 5 y 6, se puede observar la influencia de la materia orgánica en el porcentaje de porosidad de los suelos.

Los límites plásticos también se ven influenciados directamente por el contenido de materia orgánica en los suelos, según se puede apreciar en las Figuras 7 a 9.

Quizás en donde el influjo de la materia orgánica se hace más evidente es en la humedad del suelo; la alta capacidad de la materia orgánica para absorber y retener agua, incrementa el contenido de humedad en las

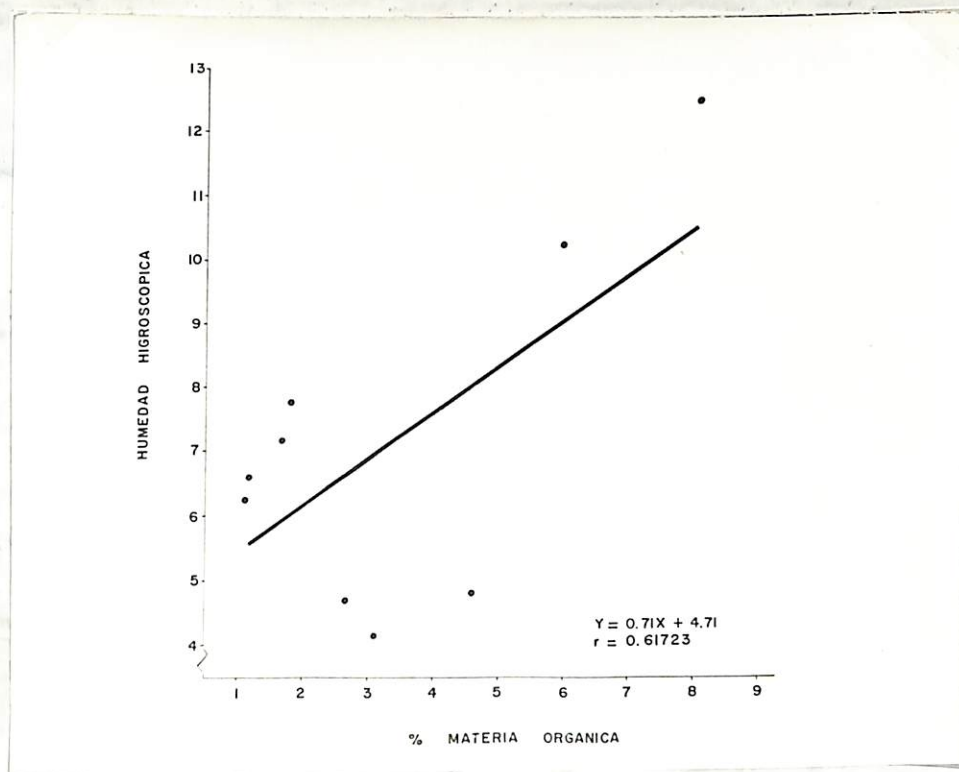


Figura 21.- Relación entre materia orgánica y humedad higroscópica, Subsuelo.

Fotocopia: I. Santacruz.

TABLA V

PUNTOS CRITICOS DE HUMEDAD

SUELO	ZONA	PROFUN DIDAD	H.H %	P.M %	H.E %	C.C %	P.S %
1	Guayacana	0-25	13	48.97	63.68	58.89	173.05
2	"	25-60	12.48	21.56	48.11	37.32	103.91
3	Llorente	0-20	7.70	28.25	45.94	36.58	90.94
4	"	20-65	7.87	27.25	43.02	40.46	70.33
5	Caunaf	0-15	9.89	35.23	60.05	54.91	118.23
6	"	15-80	10.25	25.96	45.84	42.11	65.97
7	Diamante	0-20	6.15	26.60	46.47	43.06	98.91
8	"	20-140	7.18	35.36	48.40	47.14	80.27
9	Espriella	0-26	5.70	20.50	38.34	33.75	82.65
10	"	26-125	4.71	12.34	27.77	21.90	19.51
11	Tangareal	0-20	7.75	32.55	57.06	53.38	95.76
12	"	20-36	6.60	22.58	45.36	39.01	76.03
13	Cajapí	0-5	7.75	30.03	64.77	60.20	134.27
14	"	5-40	4.82	15.44	44.28	35.32	82.25
15	Chilví	0-5	6.72	28.95	61.21	56.42	104.17
16	"	5-35	6.26	23.15	48.17	45.12	76.50
17	Bucheli	5-15	4.16	15.55	43.72	30.33	71.70

CONVENCIONES

H.H : Humedad higroscópica

H.E : Humedad equivalente

P.S : Punto de saturación

P.M : Punto de marchitamiento

C.C : Capacidad de campo

diferentes constantes determinadas. Así por ejemplo el punto de máxima capacidad de retención en el suelo 1 correspondiente al sector de la Guayacana, en el cual el contenido de materia orgánica fue comparativamente el mas alto (Tabla 6), la humedad se elevó a 173,05% (Tabla 5), que indica claramente la correlación positiva entre estas dos variables.

En otros sitios, la influencia de la materia orgánica se ve mermada por diversos factores, la explicación se puede dar así: siguiendo con el mismo caso del contenido de humedad al punto de saturación, el suelo que menor contenido de materia orgánica tiene es el 8, correspondiente a la zona de Diamante (Subsuelo), sin embargo, su contenido de humedad en el punto de saturación es de 80,27%, que es mayor que el de otros suelos que contienen más cantidad de materia orgánica, por ejemplo, el 10, de la zona de Espriella (Subsuelo), que apenas si alcanza a retener 19,51% de agua en su máxima capacidad de retención, sin embargo el suelo 8, posee una textura arcillosa, (Tabla 1), en tanto que el 10 es un suelo arenoso franco.

La influencia de la materia orgánica en las distintas constantes de humedad está representada gráficamente en las figuras 12 a 21.

TABLA VI

MATERIA ORGANICA Y PH

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD Cm.	MATERIA ORGANICA (%)	PH
1	Guayacana	0-25	24.100	4.70
2	"	25-60	8.050	5.75
3	Llorente	0-20	7.184	4.45
4	"	20-65	1.84	5.05
5	Caunapí	0-15	10.911	5.40
6	"	15-80	5.984	5.65
7	Diamante	0-20	5.901	5.50
8	"	20-140	1.666	5.45
9	Espriella	0-26	6.751	5.55
10	"	26-125	2.679	6.00
11	Tangareal	0-20	7.412	5.50
12	"	20-36	1.185	5.85
13	Cajapí	0-5	5.312	6.55
14	"	5-40	4.613	6.35
15	Chilví	40-5	6.540	5.95
16	"	5-35	1.538	5.45
17	Bucheli	5-15	3.123	5.70

V. CONCLUSIONES

1.- Los suelos estudiados presentan condiciones de drenaje: de lento a demasiado lento, lo cual influye directa y negativamente en la adecuada explotación de los mismos, necesitándose establecer sistemas de drenaje artificial. La presencia de capas subyacentes impermeables y el nivel freático alto son entre otras, dos de las causales que determinan tal estado.

2.- La gran mayoría de los suelos de la región son de textura liviana, los hay de textura media, y en un solo caso se encontró textura pesada.

3.- Los bajos porcentajes de arcilla en el suelo y subsuelo, al efectuarse los análisis de regresión, hicieron que no se obtuviesen resultados estadísticamente significativos entre las cantidades de ésta y las diferentes determinaciones realizadas.

4.- La materia orgánica es el principal factor de influencia en relación a las diferentes propiedades físicas determinadas.

5.- El porcentaje de porosidad disminuye con el perfil, por la menor acumulación de materia orgánica en los horizontes inferiores. El total de espacios porosos se ven impedidos a evacuar la gran cantidad de agua que cae sobre el suelo.

6.- En la totalidad de los suelos los límites plásticos fueron mas altos en los horizontes superiores que en los inferiores, debido posiblemente a la mayor acumulación de materia orgánica presente en aquellos.

7.- En la mayoría de los suelos no se pudo determinar el límite plástico inferior debido a la cantidad de arena que posee. Los métodos utilizados para este fin son poco útiles en este tipo de suelos.

8.- Se obtuvo relación positiva y estadísticamente significativa entre el contenido de materia orgánica y el porcentaje de agregados estables al agua mayores de 2 mm. de diámetro en el suelo, lo cual está acorde con la teoría general, que señala a la materia orgánica como un factor importante de agregación.

9.- Los análisis de regresión mostraron correlación positiva significativa o altamente significativa, entre la materia orgánica y los puntos críticos de humedad en el suelo. En el subsuelo y en dos de ellos: capacidad de campo y punto de marchitamiento se obtuvo correlación negativa no significativa debido a los efectos de las arenas.

10.- Existe correlación positiva altamente significativa entre la humedad equivalente y la capacidad de campo en ambas capas. De acuerdo a la ecuación de regresión, siendo la primera ligeramente mayor que la segunda.

VI. RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron algunas propiedades físicas de suelos de la llanura del Pacífico, en el Departamento de Nariño.

Las propiedades que se determinaron fueron: textura, porosidad, plasticidad, estabilidad de los agregados al agua y puntos críticos de humedad. Además, se determinó el contenido de materia orgánica y el pH de estos suelos.

Se establecieron algunas relaciones entre las diferentes propiedades físicas, y entre estas con la materia orgánica, llegándose a la conclusión de que este factor es el que más incidencia tiene sobre los valores de aquellas.

Los bajos porcentajes de arcilla que caracterizan a los suelos de esta región, no permitieron encontrar resultados estadísticamente significativos en las relaciones entre aquella y las propiedades físicas determinadas.

claw

VII. SUMMARY

1. Some physical properties of Pacific Plain soils, in the Department of Nariño, were studied in this work.

2. Texture, porosity, plasticity, aggregates stability to water and critical points of moisture were determined. Moreover, organic matter content and pH of these soils were determined.

Relations between different physical properties and relations with organic matter were realized. From last it concludes this is the factor of more incident over those.

Typical low percentages of clay in this region did not permit to find out significant statistically results in the relation between that and physical properties determined.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMES, J. y L. LEVY. Propiedades físicas de algunos suelos del Valle del Cauca. Acta Agronómica. 10 (3-4):203-255. 1960.
2. ALBAREDA, J. M. El suelo. Madrid, Insp. Biozca. 485p. 1949.
3. ATTERBERG, A. Die plastizität der Tone. Berlin. Int. Mitt. Ffir Bodenk. 1: 10-43. 1911.
4. BASTIDAS, A. y JACOME, M. Propiedades físicas de los suelos del Valle de Sibundoy, Putumayo. Tesis de grado. (No publicada). ITA, Universidad de Nariño. Pasto. 154p. 1969.
5. BAVER, L. D. Soil physics. 3a. ed. John Wiley, New York. 370p. 1961.
6. BEAR, F. E. Suelos y fertilizantes. Trad. J. Bazal. Omega. Barcelona. 458p. 1963.
7. BLAIR, E. Manual de riegos y avenamientos. IICA. Zona Andina, Lima. 320p. 1957.
8. BLASCO, L. M. Conferencias de suelos. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. 457p. 1963. (en mimeógrafo).
9. BORNEMISZA, S. E. y J. F. SAIZ DEL RIO. Análisis químico de suelo. INRA. Departamento de Enseñanza y divulgación. U. Costa Rica. (paginación irregular) 1969.
10. BUCKMAN, H. O. y N. C. BRADY. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por R. Salord Barceló. UTEHA. México. 590p. 1965.
11. CLAUDE, A. La erosión del suelo y su control. Omega. Barcelona. 380p. 1960.

12. COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos. pp. 1-94. 1963.
13. COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Atlas de Colombia. Litografía. Arco. Bogotá. 203p. 1967.
14. COLORADO, I. et al. Nariño. División técnica de la seguridad social campesina. Bogotá, 1959. (Sin paginación).
15. CONTRERAS, M. Es buena técnica incorporar materia orgánica al suelo. Agricultura (República Dominicana) 429: 31-32. 1966.
16. CORAL, E. Evaluación de cuatro métodos para determinar la capacidad de campo en suelos del municipio de Pasto. Tesis de grado. (No publicada). ITA, U. de Nariño. 37p. 1970.
17. CHANG, C. W. Effect of long time cropping in soil properties in wortheastern New, Mexico. Soil Sci. 69: 366-367. 1950.
18. DELGADO, A. y A. GONZALEZ. Curvas de pF de 27 tipos y un complejo de suelos del Tolima y Valle. Acta Agronómica. 4 (2): 69-88. 1954.
19. DELGADO, T. A. Pastos y forrajes. Departamento de Zootecnia. ITA, U. de Nariño. Pasto. (en mimeógrafo). 80p. 1966.
20. DUNCAN, H. G. Growing field crops. Mc Graw-Hill, New York. 365p. 1957.
21. ELSON, J. 4 years of the effects of crop, lime manures, and fertilizer on macro-aggregation of Dunmore silt Loam. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8: 87-90. 1943.
22. EMMONS, J. Geology. Mc Graw-Hill. New York. 98p.

23. ERAZO, L. et al. Atlas agrológico del Departamento de Nariño. Tesis de grado (No publicada) ITA, U. de Nariño. 115p. 1969.
24. ESCOVAR, J. y R. JURADO. Propiedades físicas de algunos suelos del Municipio de Pasto. Tesis de grado. (No publicada). ITA, U. de Nariño. 81p 1969.
25. ESPINAL, T. L. y E. MONTENEGRO. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrológico. Bogotá, Canal Ramírez. 201p. 1963.
26. FORSYTHE, W. Densidad de las partículas del suelo. Método con agua y kerosene. Curso física de suelos, experimento No. 1. IICA. Turrialba. Costa Rica. Sin paginación. (en mimeógrafo). 1967.
27. FOTH, H. D. y C. E. MILLAR. Fundamentos de la ciencia del suelo. Edit. Continental. México. 320p. 1961.
28. FRANCO, H. F. Comparación de algunos métodos para determinar la estabilidad de los agregados al agua. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. 89p. 1965.
29. GARAY, C. L. Properties of soil aggregates. In relation to size, water stability and mechanical composition. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 18 (1): 16-64. 1964.
30. GOMEZ, F. Geografía económica de Nariño. Geografía económica. Tomo II. Edit. Sur colombiana. Pasto 451p. 1961.
31. GOMEZ, J. y D. F. ZORRILLA. Algunas consideraciones sobre materia orgánica en los suelos cultivados con maíz en el Valle. ICA. 4 (1):3-11. 1969.

32. GONZALEZ, A. Manual de Laboratorio de suelos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira. 75p. 1969.
33. GOOSEN, D. et al. Levantamiento general de los suelos de la región del río Mira. Departamento de Nariño. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrológico. Bogotá. 80p. 1960.
34. GORDON, W. Agricultura Tropical. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 363p. 1964.
35. GROSSE, E. Acerca de la geología del sur de Colombia. Comp. Est. Icol. of Colombia. Bogotá. 3: 138-241. 1935.
36. GUERRERO, R. Conferencias de Laboratorio de suelos. ITA. U. de Nariño. Pasto. (en mimeógrafo). 1965
37. GUERRERO, R. y A. P. MANTILLA. Propiedades físicas de algunos suelos del Municipio de Palmira, en su parte plana. Tesis de grado (No publicada). Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. 79p. 1964.
38. GUTIERREZ, H. Informe geológico sobre la isla del Morro, bahía de Tumaco. (Departamento de Nariño) Bogotá, Ministerio de Minas y Petroleos. Servicio Geológico Nacional. Informe No. 624. p.9-10. 1948.
39. HALL, D.D. Estudio científico del suelo: Trad. por José García V. Edit. Aguilar. Madrid. 312p. 1961
40. ISRAELSEN, O. W. y V. E. HANSEN. Principios y aplicaciones del riego. Edit. Reverte. Barcelona. 405p. 1965.
41. JARAMILLO, L. R. Caracterización de algunos "latosoles" de Mesoamérica. Tesis de grado de Magis

32. *ter Scientiae*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Centro de enseñanza e investigación. Turrialba, Costa Rica. 233p. 1969.
42. JIMENEZ, J. Mecánica de suelo y sus aplicaciones a la ingeniería. Edit. Dossat. Madrid. 515p. 1954.
43. JOFFE, J. S. Pedology. 2nd. ed. New Jersey. Pedology publications. 622p. 1949.
44. KLOCKMANN, P. y P. RAMDOHR. Tratado de mineralogía. Versión por Franco Pardillo. 2a. ed. Gustavo Gili, Barcelona, 736p. 1961.
45. KLUTE, A. y N. C. JACOBS. Physicals properties of Sassatras Silt Loam as affected by long time organic matter additions. Soil Sci. Soc. Amere. Proc. 14: 24-28. 1949.
46. KRAMER, P. J. Plant and soil water relationship. Mc Graw-Hill. New York. 347p. 1949.
47. LUNA, C. Mineralogía sedimentaria de suelos de Tumaco. Departamento de Nariño. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" Departamento Agrológico. Bogotá. 20p. 1961.
48. LUTZ, H. Forest soils. John Wiley, New York. 514p. 1946.
49. LUTZ, J. et al. La adsorción del vapor de agua por los suelos. *Agronomía* 28 (1-2): 35-41. 1961.
50. LYON, T. L. y H. O. BUCKMAN. Edafología. Naturaleza y propiedades del suelo. Trad. por Victor Nicollier. Edit. Continental. México. 478p. 1946
51. MADRID, C. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos de las regiones tropicales. Rev. Ped. Nal. de Agronomía. 8: 42-47. 1948.

52. MAZURAK, et al. Water stability of aggregates from potato plots as affected by different rotative systems under irrigation in western Nebraska. Soil Sci. 18: 243-247. 1962.
53. MELA, M. P. Tratado de Edafología y sus distintas aplicaciones. 2a. ed. Ediciones Agrociencia. Zaragoza. 615p. 1963.
54. ————. El suelo y los cultivos de secano. 2a. ed. Ediciones Agrociencia. Zaragoza. 692p. 1966.
55. MENDEZ, A. B. y A. G. MORENO. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del Municipio de Palmira, Colombia. 59p. 1964.
56. MISONO, S. and A. KISHITA. Studies on the soil structure. Studies on the formation of soil aggregates. Bull. of the Nat. Inst. of Agric. Sci. Nishigahara, Tokio. Japan. Series B-7: 121-122. 1957.
57. MORA, T. E. y L. B. LEGARDA. Estudios de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionados con las formaciones ecológicas. Tesis de grado. (No publicada). ITA, U. de Nariño. Pasto. 164p. 1969.
58. NAVAS, L. et al. Fraccionamiento de nitrógeno, fósforo y potasio en el piso tropical del Departamento de Nariño. Llanura del Pacífico. Tesis de grado (No publicada). ITA, U. de Nariño. Pasto. 115p. 1970.
59. PERUGIA, J. Del estudio agronómico del Departamento de Nariño y planificación de la región de Tumaco. Trad. del francés por H. Pedro Ernesto, Marista. Imprenta Departamental. Pasto. 51p. 1955.

60. RAMIREZ, P. Manual de reconocimiento de suelos. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrológico. Bogotá. 24p. 1963.
61. ————. Estudio preliminar de suelos y otros aspectos de la colonia penal de Araracuara. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrológico. Bogotá. 43p. 1958.
62. RICO, G. Relación entre el contenido de agua del suelo y la apertura de los estomas. Acta Agronómica. 6 (1-2): 63-87. 1961.
63. ROBINSON, G. W. Los suelos, su origen, constitución y clasificación. Omega. Barcelona. 260p. 1960.
64. ROJAS, L. A. Funciones del compost como restaurador de la productividad del suelo. Rev. Nal. de Agricultura. 51 (621): 32-34. 1957.
65. ROSASCO, M. et al. Plan cuatrienal de inversiones públicas básicas para el desarrollo urbano y portuario de Tumaco. Oficina Técnica de Planeación Departamental. Pasto. 1968. (sin paginación).
66. RUSSELL, J. E. y W. E. RUSSELL. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Edit. Aguilar. Madrid. 771p. 1959.
67. SILVA, F. et al. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá, Colombia. 138p. 1963.
68. STALLINGS, J. H. El suelo, su uso y mejoramiento. Edit. Continental S. A. México. 436p. 1962.
69. SUARES DE CASTRO, F. Conservación de suelos. 2a. ed. Salvat Editores. Barcelona. 319p. 1965.
70. ————. y A. RODRIGUEZ. Estudio del movimiento de agua en el suelo. Bol. Tec. Fed. Nal. de Cafeteros. 2 (19): 3-42. 1958.

71. THOMPSON, L. M. Soils and soil fertility. Mc Graw-Hill, New York. 339p. 1962.
72. THORNE, D. W. y H. B. PETERSON. Irrigated soils. 2a. ed. The Blakiston. Co. New-York. 392p. 1954.
73. TORRES, H. y L. A. ORTIZ. Plan de desarrollo económico y social del Departamento de Narino. Documento No. 22. Zona del Río Mira. Organó de la contraloría General del Departamento. Nos. 5-6: 1-21. 1961.
74. WOODRUFF, C. M. Variation in the State and stability of aggregations as a result of different methods of cropping. Soil Sci. Amer. Proc. 4: 13-18. 1939.
75. YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. Jour. Amer. Soc. Agron. 28: 337-351. 1936.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS

El presente informe tiene por objeto dar a conocer los resultados obtenidos al aplicar los métodos de toma de muestras en las estructuras de tipo...

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en las estructuras de tipo...

En consecuencia, se puede concluir que los resultados obtenidos...

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en las estructuras de tipo...

En consecuencia, se puede concluir que los resultados obtenidos...

A P E N D I C E

1. Muestra franco-arenosa

2. Muestra granular

3. Muestra muy fríasida

4. Muestra 3 y 1/2 (coco) 3 y 2/3 (número)

5. Muestra...

6. Muestra...

7. Muestra...

8. Muestra...

9. Muestra...

10. Muestra...

11. Muestra...

12. Muestra...

13. Muestra...

14. Muestra...

15. Muestra...

16. Muestra...

17. Muestra...

18. Muestra...

19. Muestra...

20. Muestra...

21. Muestra...

22. Muestra...

23. Muestra...

DESCRIPCION DEL PERFIL, EN LOS SITIOS DE TOMA DE MUESTRAS

Muestra 1

Localización: Zona La Guayacana a 50 metros sobre el margen izquierdo de la carretera Pasto-Tumaco.

Profundidad:
0-25 cm.

Textura: Arenoso-franco

Estructura: masiva

Consistencia: muy friable

Color: 10 Y R 5/2 (en seco) 10 Y R 3/2
(húmedo)

pH: 4.70

Reacción HCl: no tiene

25-60 cm.

Textura: franco-arenoso

Estructura: granular

Consistencia: muy friable

Color: 5 Y 3/1 (seco) 5 Y 5/3 (húmedo)

pH: 5.75

Reacción: HCl: no tiene

Datos generales:

a.s.n.m.: 300 metros

Drenaje externo: pobre

Drenaje interno: pobre

Uso actual: pastos

Topografía: relieve plano

Pendiente: 0-3%

Los límites de los horizontes subyacentes son difusos.

Muestra 2

Localización: Zona Llorente, 150 mts. sobre el margen izquierdo de la carretera Pasto-Tumaco.

Profundidad:
0-20 cm.

Textura: franco-arenoso
Estructura: masiva
Consistencia: muy friable
Color: 10 Y R 5/4 (seco) 10 Y R 5/3 (húmedo)
pH: 4.45
Reacción HCl: no tiene

- - - - -

Profundidad:
20-65 cm.

Textura: franco-arcilloso
Estructura: prismática
Consistencia: firme
Color: 10 Y R 8/4 (seco) 10 Y R 6/4 (húmedo)
pH: 5.05
Reacción HCl: no tiene

- - - - -

Datos generales:

a.s.n.m.: 220 metros
Drenaje externo: pobre
Drenaje interno: pobre
Uso actual: plantaciones de coco
Topografía: relieve: plano
pendiente: 0-3%

Muestra 3

Localización: Zona Caunapí, a 5 kms de Tumaco; 300 metros sobre el margen derecho de la carretera a Tumaco.

Profundidad:
0-15 cm.

Textura: franco-arenoso
Estructura: prismática
Consistencia: muy friable
Color: 10 Y R 5/2 (seco) 10 Y R 3/2 (húmedo)
pH: 5.40
Reacción HCl: no tiene

15-80 cm.

Textura: arenoso-franco
Estructura: migajosa
Consistencia: muy friable
Color: 10 Y R 7/4 (seca) 2.5 Y 4/4 (húmedo)
pH: 5.65
Reacción HCl: no tiene

Datos generales:

a.s.n.m.: 130 metros
Drenaje externo: muy pobre
Drenaje interno: pobre
Uso actual: plátano, se encontró la presencia de gran cantidad de raíces sobre el terreno.
Topografía: relieve: ligeramente quebrado pendiente: 3-7%

Muestra 4

Localización: Zona Diamante, 100 metros sobre el margen derecho de la carretera a Tumaco.

Profundidad:

0-20 cm.

Textura: franco-arenoso

Estructura: masiva

Consistencia: muy friable

Color: 10 Y R 6/3 (seco) 10 Y R 4/2 (húmedo)

pH: 5.50

Reacción HCl: no tiene

20-140 cm.

Textura: arcilloso

Estructura: prismática

Consistencia: muy firme

Color: 5 Y R 5/8 (seco) 10 Y R 5/6 (húmedo)

pH: 5.45

Reacción HCl: no tiene

Datos generales:

a.s.n.m.: 100 metros

Drenaje externo: muy pobre

Drenaje interno: pobre

Uso actual: pastos

Topografía: relieve: plano

pendiente: 0-3%

Suelos de color rojizo que demuestran la presencia de sesquióxidos de hierro y/o de aluminio.

Muestra 5

Localización: Zona Espriella, 200 metros sobre el margen izquierdo de la carretera Pasto-Tumaco.

Profundidad:

0-26 cm.

Textura: arenoso-franco
Estructura: granular
Consistencia: muy friable
Color: 10 Y R 5/3 (seco) 10 Y R 4/2 (húmedo)
pH: 5.55
Reacción HCl: no tiene
- - - - -

26-125 cm.

Textura: arenoso-franco
Estructura: masiva
Consistencia: muy friable
Color: 10 Y R 6/4 (seco) 10 Y R 5/6 (húmedo)
pH: 6.00
Reacción HCl: no tiene
- - - - -

Datos generales:

a.s.n.m.: 90 metros
Drenaje externo: muy pobre
Drenaje interno: muy pobre
Uso actual: pastos
Topografía: relieve: ligeramente quebrado
pendiente: 3-7%
El nivel freático se halla muy superficialmente.

Muestra 6

Localización: Zona Tangareal, a 300 metros sobre el margen derecho de la carretera Pasto-Tumaco.

Profundidad:

0-26 cm.

Textura: franco
Estructura: masiva
Consistencia: firme
Color: 10 Y R 7/3 (seco) 10 Y R 4/2 (húmedo)
pH: 5.50
Reacción HCl: no tiene

26-125 cm.

Textura: franco-arcillosa
Estructura: masiva
Consistencia: firme
Color: 10 Y R 8/1 (seco) 10 Y R 5/6 (húmedo)
pH: 5.85
Reacción HCl: no tiene

Datos generales:

a.s.n.m.: 80 metros
Drenaje externo: muy pobre
Drenaje interno: muy pobre
Uso actual: palma africana
Topografía: relieve: ligeramente quebrado
pendiente: 3-7%
Horizonte: superior difuso

Muestra 7

Localización: Zona Cajapí, a 200 metros sobre el margen izquierdo de la carretera Pasto-Tumaco.

Profundidad:

0-5 cm.

Textura: franco-arenoso
Estructura: migajosa
Consistencia: friable
Color: 10 Y R 6/2 (seco) 10 Y R 3/1 (húmedo)
pH: 6.55
Reacción HCl: no tiene

5-40 cm.

Textura: franco
Estructura: masiva
Consistencia: firme
Color: 7.5 Y R 8/0 (seco) 10 Y R 3/3 (húmedo)
pH: 6.35
Reacción HCl: no tiene

Datos generales:

a.s.n.m.: 70 metros
Drenaje externo: muy pobre
Drenaje interno: muy pobre
Uso actual: batatilla
Topografía: relieve: plano
pendiente: 0-3%
El nivel freático de estos suelos se encuentra muy superficialmente.
de humedad del suelo; horizonte superior superficial y difuso.

Muestra 8

Localización: Zona Chilví, 250 metros sobre el margen de recho de la carretera que conduce a dicho puerto.

Profundidad:
0-5 cm.

Textura: franco-limoso

Estructura: granular

Consistencia: firme

Color: 10 Y R 7/2 (seco) 10 Y R 5/2 (húmedo)

pH: 5.95

Reacción HCl: no tiene

5-35 cm. generales:

Textura: franco-arcilloso

Estructura: prismática

Consistencia: firme

Color: 2,5 Y 8/2

pH: 5.45

Reacción HCl: no tiene 0-3%

Datos generales:

a.s.n.m.: 50 metros

Drenaje externo: muy pobre

Drenaje interno: muy pobre

Uso actual: palma africana

Topografía: relieve: plano

pendiente: 0-3%

Zona caracterizada por la excesiva cantidad de humedad del suelo; horizonte superior superficial y difuso.

Muestra 9

Localización: Zona Bucheli, 50 metros sobre el margen izquierdo de la carretera Pasto-Tumaco.

Profundidad:
5-15 cm.

Textura: franco-limoso

Estructura: masiva

Consistencia: firme

Color: 10 Y R 8/2 (seco) 10 Y R 5/2 (húmedo)

pH: 5.70

Reacción HCl: no tiene

Datos generales:

a.s.n.m.: 30 metros

Drenaje externo: muy pobre

Drenaje interno: muy pobre

Uso actual: plátano.

Topografía: relieve: plano

pendiente: 0-3%

En esta zona no se puede tomar la muestra de suelo debido a lo superficial que se encuentra y a la gran cantidad de residuos orgánicos presentes, los que forman una especie de manto vegetal sobre la superficie del terreno.

- 2 OCT. 1972 ✓

T 631.4 A594	Inventario	7832
Autor:	Angulo Vela, Germán	
Título:	Propiedades físicas de algunos suelos en el piso tropical.....	
Fecha Devol.	NOMBRE	Carnet
	Sandra Eraso	4302.

T
631.4
A594

↓
07832

X

e