

**PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS DE LA SABANA
DE TUQUERRES, NARIÑO, COLOMBIA.**

POR

SERVIO GONZALEZ OROZCO

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

Presidente de Tesis

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

ANTONIO ARIAS HERNANDEZ I.A.

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

1.972

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

Artículo 1o. del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Maricao.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

AL SEÑOR DON JUAN DE LA CRUZ

Servio González Orozco

RECONOCIMIENTOS A:

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

ANTONIO ARIAS HERNANDEZ I.A.

BENJAMIN SAUADO SOTELO I.A.

HUMBERTO ESCOBAR

FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA

IGNACIO ESCANDON BRAVO

RITHA DELGADO DE MURTADO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, UNI-
VERSIDAD DE NARIÑO.

FACULTAD DE AGRONOMIA DE PALMIRA,
UNIVERSIDAD NACIONAL

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 GENERALIDADES	3
2.1.1 situación geográfica	3
2.1.2 Geología	3
2.1.3 Climatología	4
2.1.4 Suelos	4
2.2 PROPIEDADES FISICAS	5
2.2.1 Textura.	5
2.2.2 Estabilidad de los agregados al agua	8
2.2.3 Porosidad.	11
2.2.4 Plasticidad.	14
2.2.5 Constantes de humedad.	16
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 Muestreo.	21
3.2 análisis textural	21
3.3 Estabilidad de los agregados al agua.	23
3.4 Porosidad	23
3.4.1 Densidad real.	23
3.4.2 Densidad aparente.	24
3.5 Plasticidad	24

	Pag.
3.5.1 Límite plástico superior.	24
3.5.2 Límite plástico inferior.	24
3.5.3 Índice de plasticidad	24
3.6 Constantes de humedad.	24
3.6.1 Coeficiente higroscópico.	24
3.6.2 Punto de marchitamiento	25
3.6.3 Equivalente de humedad.	25
3.6.4 Capacidad de campo.	25
3.6.5 Punto de saturación	25
3.7 Materia orgánica	25
3.8 Reacción del suelo (pH).	25
3.9 Color.	26
3.10 Análisis estadístico	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	27
4.1 Textura.	27
4.2 Estabilidad de agregados	29
4.3 Densidades y porosidad	31
4.3.1 Densidad real	31
4.3.2 Densidad aparente	32
4.3.3 Porosidad	33
4.4 Plasticidad.	34
4.5 Retención de humedad	36
V. CONCLUSIONES.	61
VI. RESUMEN	63

	Pág.
SUMMARY	65
VII. BIBLIOGRAFIA.	66
APENDICE.	77

Figura 1.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática. Datos.	78
Figura 2.	Relación entre el pH y la actividad enzimática en el jugo de la corteza.	79
Figura 3.	Relación entre el pH y la actividad enzimática en el jugo de la pulpa.	80
Figura 4.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la corteza.	81
Figura 5.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la pulpa.	82
Figura 6.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la corteza.	83
Figura 7.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la pulpa.	84
Figura 8.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la corteza.	85
Figura 9.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la pulpa.	86
Figura 10.	Relación entre el contenido de azúcar y la actividad enzimática en el jugo de la corteza.	87

	Pág.
Figura 1. Localización de los sitios donde se tomaron las muestras.	22
Figura 2. Relación entre el contenido de arcillas y materia orgánica. Suelo.	40
Figura 3. Relación entre el pH y los agregados menores de 0,25 mm. Suelo.	43
Figura 4. Relación entre el pH y los agregados comprendidos entre 1 y 2mm. Suelo.	44
Figura 5. Relación entre el contenido de arcillas y la densidad aparente. Suelo.	47
Figura 6. Relación entre el contenido de arcillas y la porosidad. Suelo	48
Figura 7. Relación entre las arenas y el límite plástico inferior. Suelo.	51
Figura 8. Relación entre el contenido de arcillas y el límite plástico inferior. Suelo.	52
Figura 9. Relación entre la porosidad y el límite plástico inferior. Suelo.	53
Figura 10. Relación entre porosidad y capacidad de campo. Suelo.	56

TABLAS.

	Pág.
Tabla I. Análisis textural (suelo)	38
Tabla II. Análisis textural (sub-suelo) . .	39
Tabla III. Estabilidad de los agregados al <u>a</u> gua (suelo)	41
Tabla IV. Estabilidad de los agregados al <u>a</u> gua (sub-suelo)	42
Tabla V. Densidad real, densidad aparente y porcentaje de porosidad (suelo)	45
Tabla VI. Densidad real, densidad aparente y porcentaje de porosidad (sub- suelo).	46
Tabla VII. Límites de plasticidad y sus co- rrespondientes índices, expresa- dos en porcentaje de humedad (sue- lo)	49
Tabla VIII. Límites de plasticidad y sus co- rrespondientes índices, expresa- dos en porcentaje de humedad (sub- suelo).	50
Tabla IX. Puntos críticos de humedad (suelo)	54
Tabla X. Puntos críticos de humedad (sub- suelo).	55

	pág.
Tabla XI. Materia orgánica y pH (suelo) . .	57
Tabla XII. Materia orgánica y pH (sub-suelo)	58
Tabla XIII. Resultados máximos, promedios y - mínimos de las propiedades físicas estudiadas (suelo).	59
Tabla XIV. Resultados máximos, promedios y - mínimos de las propiedades físicas estudiadas (sub-suelo).	60

PROPIEDADES FÍSICAS DE ALGUNOS SUELOS DE LA SABANA DE TUQUERRES, NARIÑO, COLOMBIA (").

Por

SERVIO GONZALEZ GONZALEZ

I. INTRODUCCION

Las propiedades físicas de los suelos merecen buena atención en los estudios preliminares de cualquier proyecto de explotación agrícola y pecuaria, ya que de ellas depende el adecuado manejo y por lo tanto, el rendimiento que se va a obtener de los mismos.

Con el conocimiento de las propiedades físicas del suelo, se pueden efectuar labores de gran importancia en forma correcta, entre las cuales están: su conservación, riegos y drenajes, aplicaciones de fertilizantes y, en general, todas aquellas labores que tienden a mantener el suelo productivo.

(") Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Ricardo Guerrero Riascos I.A., M.Sc. y Antonio Arias Hernández I.A.

Con frecuencia, cuando se habla de la producti
vidad de un suelo, sus propiedades físicas son relegadas
a un plano secundario, cuando en realidad, estas interac-
túan con las condiciones químicas, constituyéndose con fre-
cuencia, en factores limitantes de producción.

Teniendo en cuenta que la Sabana de Túquerres
es una zona de gran potencial agrícola y pecuario, se ha
considerado de vital importancia estudiar las propiedades
físicas de sus suelos y, de esta manera, contribuir a com-
pletar su caracterización.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES.

2.1.1 Situación geográfica.

La Sabana de Túquerres se encuentra integrada al Altiplano de Túquerres-Ipiales y está localizada al Sur-Occidente de la República de Colombia, al Sur del Departamento de Nariño (46).

Geográficamente la Sabana de Túquerres se encuentra situada entre los $0^{\circ}53'5''$ (Cumbal) y $1^{\circ}05'25''$ (Túquerres) de latitud Norte y una longitud de $77^{\circ}32'24''$ (Puente de Cualanquisán) al Occidente del Meridiano de Greenwich (53) y, tiene una extensión aproximada de 34.750 Has., en su mayoría planas (11).

2.1.2 Geología.

En la cordillera Occidental abundan las rocas ígneas (porfiríticas y afaníticas), pero no se descartan las rocas sedimentarias, principalmente las liditas y las rocas silíceas compactas. Las liditas abundan en la vertiente septentrional del Maciso del Volcán Azufra donde pueden verse en largos trayectos sobre la

carretera que va hacia samaniego, partiendo de Tiquerres (23).

Las rocas del cuaternario consisten en sedimentos aluviales formados por detritos ocurridos por la erosión presentada en las partes altas de las cordilleras y que fueron transportados y depositados por las corrientes de agua. Se encuentran principalmente en hacia la Costa del Pacífico y en el Altiplano Tiquerres-Ipiales (54).

2.1.3 Climatología.

La Sabana de Tiquerres pertenece a la zona de transición entre el piso térmico frío y el páramo bajo (12).

La región se encuentra ubicada a 3.000 metros de altitud, con temperatura que oscila entre 6°C. y 11°C., durante el día y más baja durante la noche; la precipitación es de 500 a 1.000 mm./año (39).

2.1.4 Suelos.

En general, los suelos de la Sabana de Tiquerres son de origen volcánico, con textura liviana y mediana, alto contenido de materia orgánica, pH ácido,

permeabilidad favorable, pero en la parte más plana, situada hacia la región de Huachucal, presenta un nivel freático alto (12).

El suelo se ha formado sobre una capa de ceniza volcánica de aproximadamente 130 cms. de espesor, de color oscuro; las capas subyacentes son depósitos de arena y arcilla, de colores más claros (39).

De acuerdo a Luna (39), estos suelos se ubican dentro del gran grupo de los andosoles. En la 7a. aproximación quedarían clasificados como Inceptisoles, sub-orden Andepts.

2.2 PROPIEDADES FISICAS.

2.2.1 Textura.

La textura del suelo tiene referencia al tamaño de las partículas, es indicadora de la finura o aspereza del mismo y, más específicamente, indica la proporción relativa de los diferentes separados o fracciones (28, 59).

La textura del suelo es de gran importancia, ya que es una característica fundamental para su clasificación correcta y es una fuente de información va

llosa, en orden a estimar sus posibilidades agrícolas y su correcto manejo (41). Así Estrada, citado por Dulce y Santacruz (21), hace referencia a la importancia que tiene la textura para determinar la permeabilidad del suelo, retención de agua, plasticidad, aireación, capacidad de campo y fertilidad.

La descomposición de la roca original da lugar a una acumulación en el suelo de fragmentos de distinto tamaño, desde los fragmentos gruesos o trozos de roca poco erosionados, hasta el de las porciones ultra microscópicas en estado coloidal, producidas por edafización química, pasando por las partículas de tamaño intermedio. Es evidente que las propiedades físicas de los suelos dependen, en gran parte, del tamaño y proporción de las partículas que los forman y, basándose en ello, se han ideado muchas clasificaciones, en las cuales figuran denominaciones muy dispares (43).

Según Jiménez, citado por Dulce y Santacruz (21), el criterio de las diferentes clasificaciones que se emplean simultáneamente, hace suponer que todas ellas tienen algo de arbitrario. En efecto, las divisiones entre las fracciones de arena, no corresponden a una realidad concreta, ya que no hay una distinción definida entre las propiedades de las arenas gruesas y finas.

Russell y Russell (55), afirman que el límite para las partículas de arcilla, 0,002 mm. de diámetro, constituye una separación perfectamente clara entre los limos y las arcillas, ya que las partículas mayores tienen muy poco desarrolladas las propiedades típicas de las arcillas y, en cambio, las propiedades coloidales se intensifican a medida que el diámetro de las partículas disminuye.

De acuerdo a Mela (43), las arenas se componen generalmente de cuarzo, tienen baja cohesión y plasticidad casi nula, escaso poder de retención de humedad. Los limos están compuestos de cuarzo y feldespatos, pero en menor proporción que en las arenas, poseyendo mayor plasticidad y capacidad de retención de humedad que estas, pero menor que las arcillas. Las arcillas, debido a su estado coloidal, adsorben gran cantidad de agua, con notable aumento de volumen, tienen propiedades adhesivas muy notables, elevada cohesión y una acentuada plasticidad.

Refiriéndose a la fertilidad, Thompson (59) observa que los suelos con alto contenido de arenas y bajo contenido de arcillas son, frecuentemente, de baja fertilidad y poca capacidad de retención.

2.2.2 Estabilidad de los agregados al agua.

Franco (31) afirma que la agregación es una propiedad muy importante de los suelos, ya que su influencia en la adsorción de agua, la aireación, la penetración de las raíces, etc., define el comportamiento de los suelos bajo determinadas condiciones de manejo.

El mismo autor define la gregación como la propiedad que tienen los suelos de agrupar sus partículas según procesos de aglutinación específicos y de naturaleza bien definida; indicando, además, que por estabilidad al agua se entiende la capacidad que tiene un suelo para mantener unidas sus partículas, ofreciendo así una buena característica para el sostenimiento de los cultivos.

Según Russell y Russell (55), la simple inspección de los suelos, muestra que están compuestos de partículas de diferente tamaño, que poseen una mayor o menor tendencia a unirse y a formar agregados.

Un agregado se forma por la agrupación de partículas primarias y secundarias dentro de unidades de estabilidad variable. Estos agregados pueden ser de fácil disgregación o pueden ser resistentes a la dispersión, debido a la presencia de agentes cementantes, entre los

cuales están: la materia orgánica, las arcillas coloidales y los óxidos de hierro y aluminio (6).

Thompson (59), considera dos mecanismos de agregación: biológicos y químicos. En los primeros influye la actividad de los micro-organismos y las diferentes uniones entre partículas de arcilla con compuestos orgánicos; en los segundos considera las uniones de las arcillas entre sí. Además de los mecanismos anteriores, anota que existen otros productos que se pueden considerar como agentes de agregación, tales como los compuestos de hierro, carbonato de calcio y los acondicionadores químicos.

Madrid, citado por Dulce y Santacruz (21), conceptúa, que en suelos tropicales, la agregación se debe a los coloides irreversibles o lentamente irreversibles, tales como los sesquióxidos de hierro y aluminio.

Algunos autores (6) sostienen que la materia orgánica coloidal es más efectiva que las arcillas en la formación de agregados estables con arenas, en tanto que otros (57) señalan a ciertos polisacáridos y polinúcleos, producidos por los micro-organismos, como los responsables de la agregación.

Las diferencias en estabilidad de los agregados se relacionan con la presencia o ausencia de clor

tos agentes cohesionantes del suelo. El tipo de arcilla influye en la estabilidad, puesto que los agregados que tienen mucho caolín, son más estables que aquellos en que predomina la montmorillonita (9).

A medida que aumenta el porcentaje de humus aumenta la estabilidad, pero a partir de cierto límite actúa como factor negativo a causa del elevado pH a que da origen (43). Al respecto, Palotta (49) ha encontrado en Italia, que la relación entre la estabilidad es tructural y el pH es inversa y que el pH óptimo está al rededor de 6,5.

Woodruff, citado por Bastidas y Jácome (4) indica que el tamaño de los agregados está determinado por el gradiente de humedad del suelo, de tal modo que si el agua es removida rápidamente por el crecimiento de la vegetación y el gradiente de humedad es alto, el suelo se rompe en pequeñas unidades; en cambio donde el agua es removida lentamente, el suelo se rompe en bloques grandes.

Las labores de cultivo destruyen los agregados por acción mecánica, y además, la continua producción agrícola reduce considerablemente el porcentaje de materia orgánica. La acción destructiva llega a superar en muchos casos, a la constructiva, siendo frecuente que los agregados disminuyan lentamente con el cultivo, lo cual

se puede evitar restituyendo al suelo la materia orgánica perdida (43).

Thompson (59) afirma que los agregados que son estables al agua, permiten una gran capacidad de adsorción de ella y gran resistencia a la erosión.

2.2.3 Porosidad.

La porosidad, según Guerrero (35), es una de las propiedades físicas del suelo que más directamente conlleva la relación constitución física productividad, puesto que de ella depende la disponibilidad de aire en el sistema radicular de la planta, factor vital en el desarrollo de la misma. Baver (6), la define como el porcentaje de volumen del suelo que no está ocupado por partículas sólidas.

Bernández, citado por Cavande (32), asegura que la máxima concentración de raíces, especialmente raicillas, está directamente relacionada con el contenido de materia orgánica y con la porosidad total. El mismo autor afirma que el contenido de agua y la succión del suelo influyen en el espacio poroso lleno de aire, afectando así el estado de aireación de los suelos. La influencia de la succión del suelo en el espacio poroso, puede ser afectada por la compactación y el tamaño de los agregados.

Los suelos arcillosos presentan considerable porosidad, debido al gran número de gránulos que se forman, los cuales no solo dejan espacios vacíos entre ellos, sino también entre las partículas que los integran. Ocurre lo contrario con las arenas, cuyo escaso contenido de materia orgánica, obliga a un íntimo contacto entre las partículas (43).

Denolón, citado por Bastidas y Jácome (4), afirma que la porosidad es la medida más directa y segura para apreciar las propiedades estructurales del suelo. Sin embargo, varios autores han concluido que para apreciar la estructura, no es tan importante la porosidad en sí, como lo es la distribución de los poros.

La densidad real es la relación entre el peso de la parte sólida del suelo y el de un volumen igual de agua (43). Para Robinson (52), la densidad real es una función aditiva de las densidades de los constituyentes del mismo. González (33) considera la densidad real, como la relación entre el peso de las partículas sólidas y la estufa y el volumen de agua desalojado por ellas.

Millar, Turk y Pott (45) opinan que la densidad real de las partículas de un suelo es una constante que no sufre variación alguna con la cantidad de agua

pacio que existe entre las partículas.

La densidad real, según González (33), varía generalmente entre 2,60 y 2,75 g/cc, con un promedio de densidad aproximada a la de los minerales más comunes del suelo. Este valor puede ser mayor o menor, de acuerdo con el tipo y cantidad de material predominante o de la cantidad de humus presente. Los suelos humíferos, anota el mismo autor, presentan una densidad real baja, debido a que el humus es un material relativamente liviano (aproximadamente 1,37 g/cc).

La densidad aparente se define como el peso de una unidad de volumen de suelo seco. Este volumen puede incluir, desde luego, tanto los sólidos como los poros (9). González (33) la define, como la relación existente entre el peso de un volumen dado de suelo seco a la estufa (105-110°C), incluyendo su espacio estructural y el volumen desalojado por él.

La densidad aparente es menos constante que la densidad real y es determinada por el estado estructural del suelo; además este estado está gobernado, en gran parte, por la influencia mutua de la textura y del grado de agregación debido a la materia orgánica. Aumenta más o menos regularmente con la profundidad, lo cual es

debido a la compresión producida por los horizontes superiores y también al menor contenido de materia orgánica. El laboreo aumenta también la densidad aparente a causa del descenso que produce en el porcentaje de materia orgánica (45, 43).

En andosoles, la densidad aparente es mucho más baja. Así, Foraythe et al (27) indican que en estos suelos la densidad aparente oscila entre 0,45 y 0,75 g/cc. y su porosidad entre 70 y 80 %. Arias y Guerrero (3) en un andosol del Altiplano de Pasto, encontraron una densidad aparente promedio de 0,73 g/cc., y una porosidad de 51,14 %.

La porosidad en suelos arcillosos bien manejados se aproxima al 50 %, descendiendo hasta 35 % en suelos arenosos y llegando al 60 % o más en suelos pesados con buen contenido de materia orgánica y alto grado de granulación (40).

2.2.4 Plasticidad.

Según Joffe, citado por Adames y Levy (1), la plasticidad es reconocida como la resistencia a la ruptura o a la susceptibilidad de deformación sin ruptura, cuando el suelo se humedece y se amasa. Hall, citado por Dulce y Santacruz (21) define la plasticidad como

la propiedad que poseen ciertas sustancias de cambiar continuamente de forma, por acción de una fuerza aplicada y de conservar la forma alcanzada, cuando cesa la acción de la fuerza.

Bodman, citado por Méndez y Moreno (44), reporta que en la plasticidad tienen gran influencia, el tamaño, la forma y constitución de las partículas; las partículas gruesas no presentan plasticidad, propiedad que se incrementa con las partículas pequeñas. Sin embargo, el mismo autor afirma que aún los suelos arenosos muestran un pequeño índice de plasticidad.

Atterberg, citado por Adamson y Levy (1), sugiere los siguientes límites dentro de la plasticidad, que se expresan en porcentaje de humedad:

- a) Límite plástico superior, en el cual el contenido de humedad hace que el suelo se escurra bajo una fuerza aplicada.
- b) Límite plástico inferior, el contenido de humedad hace que el suelo pueda amasarse en tiras.
- c) Índice de plasticidad, es la diferencia entre los límites anteriores.

Baver (6) afirma que el contenido de arcilla afecta a ambos límites de plasticidad, y así, un aumento de arcilla incrementa el índice de plasticidad. Sin embargo, la materia orgánica por su amplia capacidad de adsorber agua y, por presentar una amplia superficie de exposición, influye acentuadamente en la plasticidad. Según Atterberg, citado por Bastidas y Jácome (4), la plasticidad está afectada también por la naturaleza del suelo, por la composición química de los coloides y por los iones intercambiables.

Wher, citado por Adams y Levy (1) indica que el conocimiento de la plasticidad provee un índice aproximado del contenido de humedad a la cual el suelo puede ser cultivado sin perjuicio por el uso de maquinaria.

2.2.5 Constantes de humedad.

El estudio del agua en el suelo es de gran importancia, ya que influye en diversos procesos fisiológicos de la planta, considerando que su efecto es directo sobre el crecimiento de la misma e indirecto en la absorción de los nutrimentos (10).

Robinson (52) afirma que del agua que penetra al suelo, parte es retenida en los espacios poro-

ses y parte se percola, a profundidades mayores. Es evidente, opina el mismo autor, que los suelos difieren mucho en cuanto a su capacidad de retención de agua, variando de acuerdo a su textura; de este modo, un suelo de arcilla pesada con 10 % de humedad puede, aparentemente, estar seco, mientras que un suelo arenoso ligero, con el mismo contenido de humedad, estará aparentemente húmedo.

Dos fuerzas influyen en la retención de humedad por los suelos sólidos, la adherencia, que es la atracción de las superficies sólidas por las moléculas de agua y la atracción de las moléculas de agua entre sí, llamada cohesión (9).

Guerrero y Mantilla (34) dicen que para expresar las relaciones de agua en el suelo en términos de energía libre, se usa la escala de pF. El suelo adsorbe 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 está retenida por el suelo.

La generalidad de los autores han considerado, que existen los siguientes puntos de equilibrio o puntos críticos:

a) Coeficiente higroscópico. Es la propiedad del suelo de adsorber cantidades variables de la

humedad atmosférica, mediante retención cationica (43).

Robinson (52) señala que los valores más altos de humedad higroscópica, se encuentran en suelos con alto contenido de materia orgánica y ricos en sesquióxidos (lateritas).

b) Punto de marchitamiento. Es el porcentaje de humedad retenida en el suelo, cuando las plantas se marchitan permanentemente, es decir, cuando las hojas no se recobran en una atmósfera saturada, sin adición de agua al suelo (1).

A niveles inferiores al punto de marchitamiento, las plantas no pueden absorber agua, ya que sus fuerzas de succión son menores a la fuerza de absorción que ejerce el suelo (51).

c) Humedad equivalente. Es el porcentaje de agua que se extrae de un suelo suficientemente húmedo, sometido a una fuerza centrífuga, mil veces mayor que la de la gravedad. Se encuentra a un p_f de 2,7 (43).

Weihmeyer y Hendrickson, citados por Bayer (6) encontraron que la humedad equivalente estaba estrechamente relacionada con la capacidad de campo en suelos de textura fina, no así en los arenosos. El mismo con-

cepto lo tienen Chong y Vidalón (13), al afirmar que el equivalente de humedad, es una indicación más o menos aproximada de la capacidad de campo, determinada en el laboratorio. Relaciones similares han encontrado Coral (20), Dulce y Santacruz (21), Arias y Guerrero (3) en suelos volcánicos de Maricao.

d) Capacidad de campo. Según Kramer (38), es el más alto contenido de humedad del suelo, encontrado bajo condiciones de campo en un suelo con buen drenaje interno y representa la cantidad de agua retenida por el suelo, una vez drenado el exceso por acción de la gravedad. La capacidad de campo se ha designado también como la capacidad normal de campo, capacidad normal de humedad o capacidad capilar.

Según Lyon y Buckman, citados por Angulo y Martínez (40), 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.

e) Punto de saturación. Es el punto de equilibrio en que todos los espacios porosos están ocupados por el agua y ésta se encuentra retenida a un p_f de 0 a 1 (33).

Juncker y Madison (36) consideran que en este punto, la cantidad de agua y el peso del suelo son máximos.

f) Agua aprovechable, según González (33), es aquella comprendida entre el punto de marchitamiento y la capacidad de campo y es el agua utilizada por las plantas, para todas sus funciones metabólicas. Russell y Russell (55) opinan que el agua aprovechable en un suelo, depende de la cantidad retenida por unidad de volumen del mismo y la profundidad a que las plantas pueden extraerla.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Muestreo.

Para llevar a cabo el presente trabajo, se tomaron muestras en 15 sitios (Fig. 1), que se consideraron como los más representativos de las diferentes zonas que conforman la Sabana de Túquerres. En cada sitio se tomaron muestras del suelo y subsuelo, realizando la correspondiente descripción de cada perfil (Apéndice). Los nombres de los sitios se detallan a continuación.

- 1 Túquerres
- 2 Vía Túquerres-Ospina
- 3 Cualedquizán
- 4 San Roque
- 5 San Juan
- 6 Chaitán
- 7 Alsacia
- 8 El Espino
- 9 Vía Guachucal
- 10 Guachucal
- 11 Vía Cumbal
- 12 Cumbal
- 13 Tasmá
- 14 Vía Providencia
- 15 Providencia

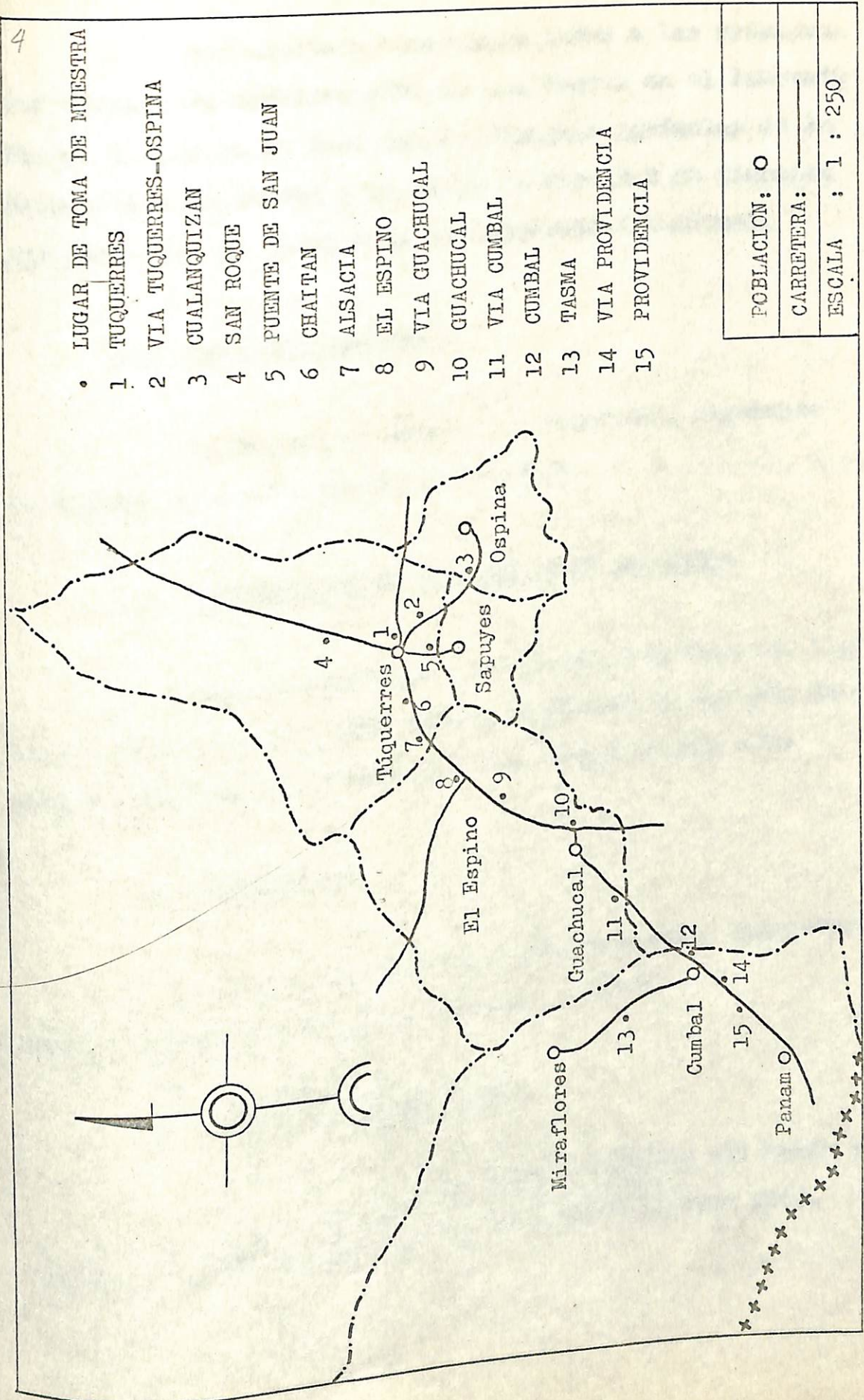


Figura 1. Localización de los sitios donde se tomaron las muestras.

Los análisis correspondientes a las propiedades físicas en consideración se realizaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Maricao y en el de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Palmira de la Universidad Nacional.

3.2 Análisis textural.

Se siguió el método de Bouyoucos, siguiendo la técnica descrita por Forsythe (25).

3.3 Estabilidad de los agregados al agua.

Se determinó según la técnica descrita por Tiu lin y modificada por Yoder (65), empleando el aparato diseñado por Woodruff y adaptado por Adames y Levy (1).

3.4 Porosidad.

Se calculó en base a los resultados obtenidos para la densidad real y la densidad aparente.

3.4.1 Densidad real.

Se determinó por el método del balón y kerosene, según la técnica descrita por Forsythe (26).

3.4.2 Densidad aparente.

Se siguió el método de la parafina, de acuerdo a la metodología descrita por González (33).

3.5 Plasticidad.

3.5.1 Límite plástico superior.

Se siguió la técnica descrita por Bodman (8), utilizando el aparato de "Casagrande".

3.5.2 Límite plástico inferior.

Se siguió el método manual descrito por Baver (5) y seguido por Adamas y Levy (1).

3.5.3 Índice de plasticidad.

Se calculó mediante la diferencia de los límites superior e inferior.

3.6 Constantes de humedad.

3.6.1 Coefficiente higroscópico.

Se siguió el método descrito por González (33).

3.6.2 Punto de marchitamiento.

Se lo determinó por el método descrito por González (33), usando los platos de presión.

3.6.3 Equivalente de humedad.

Se siguió el método descrito por González (33).

3.6.4 Capacidad de campo.

Se siguió el método descrito en el Manual de Métodos analíticos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (19).

3.6.5 Punto de Saturación.

Se determinó mediante la técnica descrita por González (33).

3.7 Materia orgánica.

Se empleó el método descrito en el Manual de Métodos Analíticos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (19).

3.8 Reacción del suelo (pH).

Se obtuvo usando una mezcla suelo:agua en relación 1:1, empleando un potenciómetro tipo Beckman H-2 (56).

3.9 Color.

Se determinó mediante comparación, utilizando una tabla de colores Munsell.

3.10 Análisis estadístico.

Se utilizaron criterios de regresión y correlación, para lo cual se calculó una matriz de correlaciones mediante una computadora IBM 1642 (+).

(+) Se agradece la colaboración del centro de cálculo electrónico de la Universidad Nacional.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Al final de este capítulo se presentan los resultados obtenidos, para las diferentes propiedades estudiadas (Tablas I a XIV), así como las relaciones obtenidas entre las diferentes variables (Figuras 2 a 10).

4.1 Textura.

Los resultados obtenidos, para los diferentes suelos y subsuelos de la Sabana de Túquerres, concuerdan con los obtenidos en otras áreas volcánicas de Maricao (3, 21, 22, 39).

Así, los valores para las arenas predominaron sobre los correspondientes a limos y arcillas con un promedio de 56,84% en suelos y de 57,44% en los subsuelos. La amplitud de variación en los suelos fue de 39,64 a 77,98% y en los subsuelos de 32,86% a 81,86%.

Los contenidos de arcilla fueron decididamente bajos, fluctuando entre 2,13% y 27,69% con un promedio de 10,26% en los suelos y de 2,02% a 38,36%, con un promedio de 15,20 en los subsuelos. Resulta evidente que el promedio para los suelos fue menor que en los subsuelos, insinuándose de esta manera un proceso incipiente de iluvio. Una situación similar reportan Escobar y Jurado (22).

en suelos del Altiplano de Pasto y Parra (50), en suelos volcánicos del Quindío. Si lo anterior es cierto, cabría afirmar que los suelos estudiados, tienden a mostrar la génesis incipiente de un horizonte B, constituyéndose, así, en suelos del tipo A (B) C.

En las anteriores circunstancias, se concuerda en la apreciación de que los suelos de la Sabana de Tüquerres, como los de otras áreas volcánicas de Mariño (3, 21, 22, 39) han adquirido un escaso desarrollo genético y podrían asimilarse a otros suelos volcánicos de América Latina (27, 42, 48).

De otra parte, cabe indicar que, conforme a los resultados obtenidos en suelos volcánicos de diferentes regiones del mundo, y a los resultados obtenidos por Arias y Guerrero (3), en suelos del Altiplano de Pasto, el método de análisis mecánico utilizado en este estudio no consigue una dispersión adecuada, dando, así, lugar a la obtención de resultados poco creíbles.

Al efectuar las correlaciones estadísticas, se encontró una relación altamente significativa e inversa ($r = -0,67^{**}$) (Fig. 2) entre el contenido de arcillas y el de materia orgánica en los suelos. Esta asociación (44,89%) resulta sorprendente y sobre ella no se encuentran antecedentes en la literatura disponible. Sin embargo, podría inten-

tarse una explicación, si tenemos en cuenta que en los suelos volcánicos se forman complejos organominerales de difícil dispersión, provocando, así, una disminución en la arcilla dispersada en el análisis mecánico. En otras palabras, la dificultad de dispersión antes planteada explicaría esta relación.

4.2 Estabilidad de agregados.

Los agregados estables al agua mayores de 2 mm. en los suelos, presentaron un promedio de 27,98%, con un máximo de 57,95% y un mínimo de 0,47%. Estos valores se consideran muy inferiores a los obtenidos por Escobar y Jurado en suelos del Altiplano de Pasto, en donde obtuvieron valores hasta del 92 %, con un promedio superior al 80 % y un mínimo no inferior al 51,00%. Esto es, el valor máximo de agregados mayores de 2 mm. en los suelos estudiados, apenas coincide con el mínimo obtenido en los suelos del Altiplano de Pasto.

En las anteriores circunstancias, los suelos estudiados presentan un acentuado predominio de los agregados pequeños, al punto que el promedio obtenido para los agregados menores de 0,25 mm. (29,67%) supera al correspondiente a los agregados mayores de 2 mm. y más del 60% de los agregados estables al agua fue menor de 1 mm. de diámetro, mientras que los suelos del Altiplano de Pasto solo un

4,0% de los agregados fué de diámetro menor a ese límite.

De acuerdo a lo anterior, cabe concluir que el grado de agregación en los suelos estudiados es acentuadamente inferior al encontrado en sus similares del Altiplano de Pasto (22), y aún del Altiplano de Ipiales (21). Lo cual conlleva una alta susceptibilidad al deterioro de su agregación y, por ende, de sus condiciones físicas, como también el requerimiento de un manejo cuidadoso, en cuanto a labores y prácticas de conservación, para evitarlo.

El menor grado de agregación en estos suelos, en comparación al determinado en los suelos de los Altiplanos de Pasto e Ipiales no puede explicarse sobre la base de diferencias entre sus condiciones texturales, de contenido de materia orgánica, ni de valores de pH. Posiblemente la explicación esté en diferencias inherentes a su constitución mineralógica.

No se encontraron correlaciones significativas entre agregados mayores de 2 mm. y contenido de materia orgánica, pero sí la hubo para los agregados entre 0,5 y 1 mm. ($r = 0,57^+$) y para los comprendidos entre 0,25 y 0,5 mm. ($r = 0,52^+$), en el sentido de que la materia orgánica incrementó significativamente el porcentaje de estos agregados.

Al estudiar el efecto del pH sobre la agregación, se encontró que los valores de pH incrementaron significativamente ($r = 0,50^+$) los agregados menores de 0,25 mm. (Fig. 3), pero disminuyó ($r = -0,64^{++}$) los comprendidos entre 1 y 2 mm. (Fig. 4). Del análisis de estas dos relaciones se concluye que la asociación entre reacción del suelo y agregación es inversa ya que conforme aumenta el pH disminuye el porcentaje de agregados entre 1 y 2 mm. (Fig. 4), aumentando el porcentaje de 0,25 mm. (Fig. 3). Estos resultados concuerdan con las conclusiones obtenidas por Palotta (49) en suelos de Italia.

4.3 Densidades y porosidad.

4.3.1 Densidad real.

La densidad real de los suelos estudiados varió entre 2,12 g/cc. y 2,77 g/cc. con un promedio de 2,55 g/cc. Para los subsuelos, el promedio fue 2,60 g/cc. con un máximo de 2,77 g/cc. y un mínimo de 2,46 g/cc.

Los valores anteriores se asimilan a los encontrados en otros suelos volcánicos del departamento (3, 21, 22) y están dentro de los límites establecidos por Forsythe et al (27), para suelos volcánicos de Latinoamérica.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA Y
PASTO - COLOMBIA

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

4.3.2 Densidad aparente.

La densidad aparente de estos suelos tuvo un promedio de 1,14 g/cc. con un máximo de 1,39g/cc. y un mínimo de 0,83 g/cc. En los subsuelos el promedio fue de 1,20 g/cc. con un máximo de 1,53 g/cc. y un mínimo de 0,88 g/cc.

De acuerdo a lo anterior, la densidad aparente de estos suelos coincide con la encontrada en suelos de los Altiplanos de Pasto (22) e Ipiiales (21), pero presenta valores muy superiores a los encontrados en andosoles de Costa Rica (27, 37, 48), Japón (64), Chile (61, 62), Hawaii (29), Ecuador (14, 15, 17). En tales estudios la densidad aparente ha oscilado entre 0,3 y 1,1 g/cc.

Del análisis estadístico de correlación y regresión, se concluye que el contenido de arcillas incrementó significativamente la densidad aparente de los suelos estudiados ($r = 0,67^{++}$) (Fig. 5), en razón de que esa misma variable disminuyó la porosidad ($r = -0,50^{+}$) (Fig. 6). Estos resultados nos indican que las arcillas no están jugando un papel significativo sobre la agregación y que, probablemente, un incremento en las arcillas tiende a favorecer el deterioro estructural, en razón de su baja estabilidad.

4.3.3 Porosidad.

Los suelos estudiados tuvieron un promedio de porosidad equivalente a 55,17% y los subsuelos a 53,78%, con valores máximos y mínimos de 64,49% - 44,63% y 67,14% - 43,75%, respectivamente. Estos valores son ligeramente superiores a los determinados en suelos del Altiplano de Pasto (22) y muy similares al Altiplano de Ipiá (21). Sin embargo, al ser comparados con los promedios de 60% a 80% de porosidad reportados por la literatura mundial para andosoles típicos (7, 14, 15, 16, 17, 27, 29, 37, 42, 48, 63, 64) son relativamente bajos.

En relación a lo anterior, cabe anotar que los suelos estudiados poseen características distintivas de suelos jóvenes, con desarrollo muy lento, en razón de la escasa pluviosidad reinante en la región, lo cual seguramente ha limitado la formación de coloides alofánicos, y por tanto, la manifestación de propiedades típicas de los suelos andosólicos. Al respecto, Colmet-Daage (18) afirma que en las regiones tropicales la evolución de los suelos sobre cenizas volcánicas está condicionada a la pluviosidad, ya que en aquellos que se mantienen húmedos a lo largo del año predomina la alófana y en aquellos donde la pluviosidad es moderada, con alternancia de periodos secos y húmedos, predomina la formación de halloysita.

No obstante, resulta interesante anotar que los suelos "Vía Cumbal" y "El Espino", presentan valores de densidad aparente (0,83 g/cc. y 0,86 g/cc.) y porosidad (64,49% y 63,31%) que indican un mayor desarrollo genético, acercándose, por tanto, a la definición modal de andosol.

4.4 Plasticidad.

Los valores del límite plástico superior, en los suelos, oscilaron entre el 41,48% y el 96,46%, con un promedio de 64,94%.

El límite plástico inferior tuvo un promedio, para los suelos, de 43,45%, fluctuando entre 25,43% y 69,64%.

El índice de plasticidad tuvo un valor máximo de 54,11%, mínimo de 1,42 y un promedio de 21,49%.

Los valores anteriores, se asemejan a los encontrados en suelos volcánicos del Altiplano de Pasto (22).

De acuerdo a los criterios adoptados por Adamson y Levy (1), la plasticidad de los suelos estudiados se pueden clasificar así:

Calificación	Índice de Plasticidad	Nº de Suelos	%
No plásticos	menos del 14%	4	20,66
Ligeramente plásticos	de 14 a 19%	3	20,00
Plásticos	de 19 a 24%	3	20,00
Muy plásticos	más del 24%	5	33,33

Por lo tanto, cerca del 50% de los suelos estudiados mostraron características decididamente plásticas, lo cual implica que, en estos suelos, se debe tener especial cuidado en lo referente a su laboreo, en el sentido de no trabajarlos a contenidos de humedad cercanos a su límite plástico inferior.

Como era de esperar, la textura del suelo estuvo relacionada con los valores de plasticidad.

En efecto, un incremento en el contenido de arena, aumentó en forma significativa ($r = 0,56^+$) (Fig. 7) el límite plástico inferior, en tanto que las arcillas lo disminuyeron significativamente ($r = -0,67^{++}$) (Fig. 8). Esto se puede interpretar en el sentido de que entre más liviana es la textura de los suelos (más arenas y menos arcillas) mayor es la cantidad de humedad necesaria para que el suelo se torne plástico.

De otra parte, la porosidad relacionó positiva y significativamente con el límite plástico inferior ($r = 0,69^{++}$) (Fig. 9), lo cual implica que entre mejor es estructurado esté el suelo, mayor es la necesidad de agua para volverlo plástico. Desde luego, que la importancia práctica de esta relación resulta obvia.

4.5 Retención de humedad.

Las constantes de humedad presentaron los siguientes valores promedios en los suelos: coeficiente higroscópico: 7,20%; punto de marchitamiento: 27,49%; equivalente de humedad: 41,72%; capacidad de campo: 42,70%; punto de saturación: 79,71%; agua aprovechable: 15,21%. En los subsuelos: 7,25%, 25,49%, 41,05%, 38,75%, 70,34%, 13,26%, respectivamente.

Los valores anteriores son muy similares a los promedios encontrados por Escobar y Jurado (22), en suelos del Altiplano de Pasto, pero en ningún caso son comparables a valores tan altos como 150% a 15 atmósferas y de 230% a $1/3$ de atmósfera, reportados por Flach (29) y por el Ministerio de Agricultura del Japón (47), ni aún con los valores inferiores a los anteriores reportados en suelos andosoles de diferentes regiones del mundo (2, 7, 14, 16, 24, 30, 37, 58, 60, 61).

Desde luego, que la situación anterior está ligada con los valores relativamente altos en su densidad aparente y bajos de porosidad anteriormente discutidos e interpretados.

Los valores de porosidad incrementaron significativamente ($r = 0,55^+$) la capacidad de campo de los suelos estudiados (Fig. 10). Este resultado se explica en razón de que una mejor porosidad está asociada con una mejor estructuración y, por ende con una mejor capacidad de almacenamiento de humedad. Por la misma razón, las correlaciones entre densidad aparente, capacidad de campo ($r = -0,56^+$) y punto de marchitamiento ($r = -0,67^{++}$) fueron significativas e inversas.

De otra parte, las correlaciones entre capacidad de campo y humedad equivalente fueron altamente significativas, tanto en suelos ($r = 0,93^{++}$) como en subsuelos ($r = 0,81^{++}$), lo cual indica que, para fines prácticos, cualquiera de los dos métodos puede utilizarse en la evaluación de la capacidad de campo. Otros autores han encontrado relaciones semejantes en suelos del Altiplano de Pasto (3, 22).

TABLA I.

ANÁLISIS TEXTURAL (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	ARENAS %	ARCILLAS %	LIMOS %	TEXTURA
						F
1	Tóqueres	0-90	48,86	16,02	35,12	F-Ar
2	Vía Ospina	0-150	39,64	27,69	32,67	F-A
3	Gualanquizán	0-110	50,30	17,39	32,61	A-F
4	San Roque	0-120	77,98	3,69	18,33	F-A
5	San Juan	0-70	56,31	15,69	28,00	F-A
6	Chaitán	0-130	60,31	5,12	34,57	F-A
7	Alsacia	0-90	64,31	5,39	30,30	F-A
8	El Espino	0-90	60,31	5,39	34,30	F-A
9	Vía Guachucal	0-60	61,98	7,69	30,33	F-A
10	Guachucal	0-70	53,64	11,69	34,67	F-A
11	Vía Cumbal	0-100	55,88	5,12	39,00	F-A
12	Cumbal	0-100	54,31	7,39	38,30	F
13	Tasmá	0-100	48,61	15,12	36,27	F-A
14	Vía Providencia	0-100	56,31	7,39	36,30	F-A
15	Providencia	0-180	63,88	3,12	33,00	F-A

TABLA II
ANÁLISIS TEXTURAL (SUB-SUELO)

SUBSUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	ARENAS %	ARCILLAS %	LIMOS %	TEXTURA
1	Táquerres	90-130	32,86	39,36	28,78	F-Ar
2	Vía Ospina	150-250	48,86	22,36	28,78	F
3	Cualanquizán	110-260	44,48	34,36	21,16	F-Ar
4	San Roque	120-145	64,48	6,36	29,16	F-A
5	San Juan	70-120	42,48	10,36	47,16	F
6	Chaitán	130-170	58,88	9,12	32,00	F-A
7	Alsacia	90-160	81,86	2,02	16,12	A-F
8	El Espino	90-130	78,48	2,36	19,16	A-F
9	Vía Guachucal	60-150	54,48	14,02	31,60	F-A
10	Guachucal	70-150	54,88	23,12	22,00	F-Ar-A
11	Vía Gumbal	100-170	80,88	5,12	14,00	A-F
12	Gumbal	100-200	44,61	9,12	46,27	F
13	Tasmá	100-250	50,88	15,12	34,00	F
14	Vía Providencia	100-220	44,61	31,12	24,27	F-Ar
15	Providencia	180-210	78,88	5,12	16,00	A-F

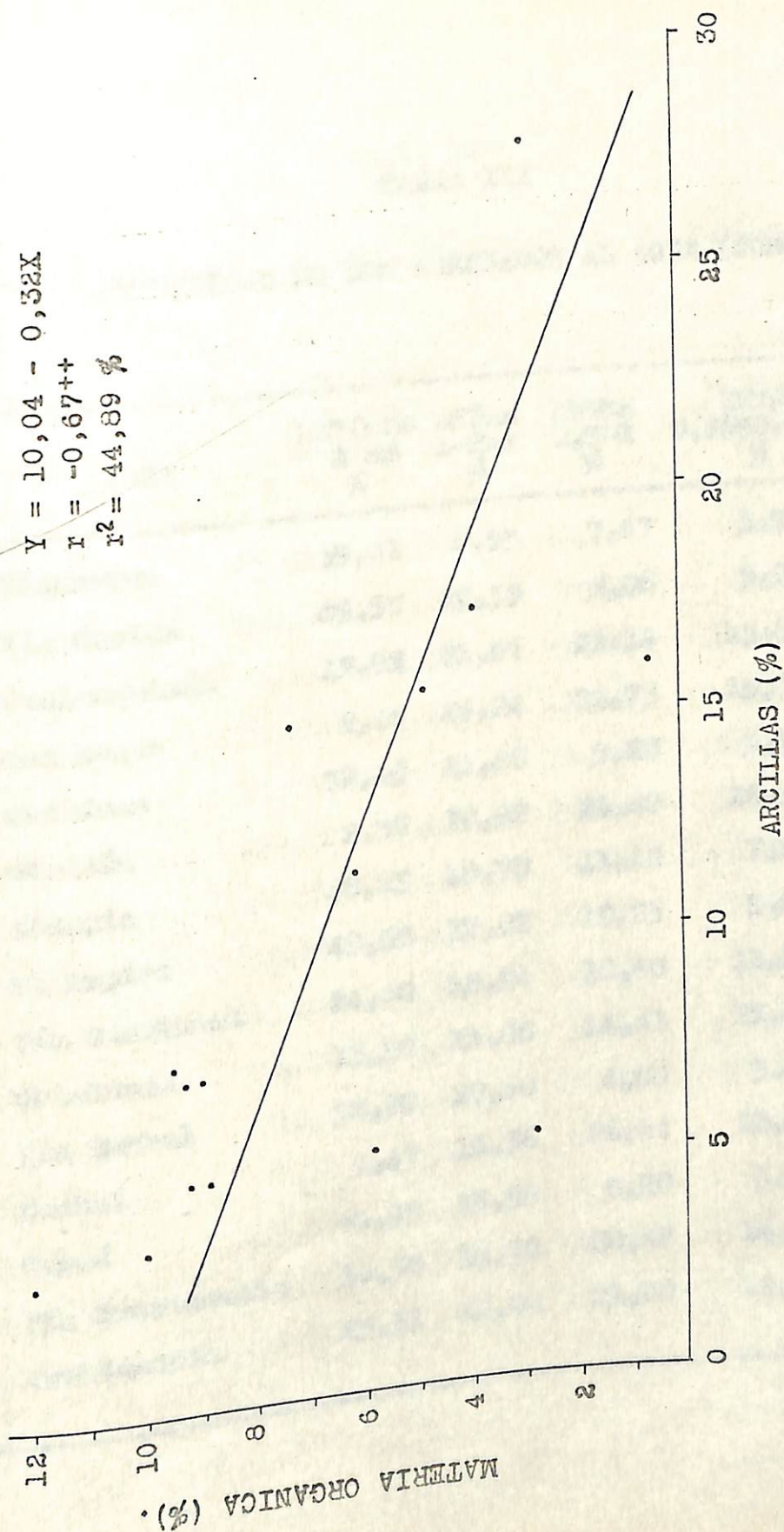


Figura 2. Relación entre el contenido de arcillas y materia orgánica. Suelo.

TABLA III

ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA (SUELO)

SUELO	ZONA	MAYORES 2 mm %	ENTRE 1-2mm %	ENTRE 0,5-1 %	ENTRE 0,25-0,5mm %	MEÑORES 0,25 mm. %
1	Túquerres	39,41	8,93	7,67	5,73	38,26
2	Vía Ospina	49,50	19,33	8,06	5,00	18,11
3	Cualenquizán	12,52	21,67	21,14	13,60	31,07
4	San Roque	2,46	23,24	22,73	15,79	35,78
5	San Juan	38,49	11,86	9,20	3,76	36,69
6	Chaitán	2,37	18,92	24,80	16,54	37,37
7	Alencía	48,13	10,70	11,12	7,90	22,15
8	El Rapino	49,58	17,02	10,25	5,63	17,52
9	Vía Guachucal	24,40	18,24	18,48	11,12	27,76
10	Guachucal	13,56	11,08	14,41	15,77	45,18
11	Vía Cumbal	58,95	20,60	4,80	3,46	12,49
12	Cumbal	0,47	16,36	26,14	18,38	38,65
13	Tasná	45,99	15,99	8,20	5,42	24,40
14	Vía Providencia	10,30	19,70	20,48	14,50	35,02
15	Providencia	23,51	18,02	21,00	12,53	24,94

TABLA IV

ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL AGUA (SUB-SUELO)

SUBIO	ZONA	MAYORES 2 mm %	ENTRE 1-2mm %	ENTRE 0,5-1 mm %	ENTRE 0,25-0,5mm %	MENORES 0,25 mm %
1	Táquerres	25,29	12,37	10,65	4,84	46,85
2	Vía Ospina	78,91	7,53	3,79	2,14	7,63
3	Cualanquizán	4,75	11,32	27,30	20,44	36,19
4	San Roque	39,50	15,24	13,90	9,15	22,21
5	San Juan	16,89	17,05	21,77	14,09	30,20
6	Chaitán	15,68	11,74	12,72	12,14	47,72
7	Alsacia	93,31	0,22	0,40	0,27	3,78
8	El Espino	48,42	28,00	8,72	4,39	9,46
9	Vía Guachucal	65,84	1,97	1,77	1,47	22,36
10	Guachucal	75,40	4,40	3,02	2,33	14,85
11	Vía Cumbal	0,80	3,85	18,21	26,89	50,23
12	Cumbal	37,74	9,59	6,03	4,82	41,82
13	Taaná	37,67	9,27	6,53	4,75	11,78
14	Vía Providencia	32,91	18,52	9,45	6,55	23,57
15	Providencia	1,49	4,60	19,45	25,47	49,97

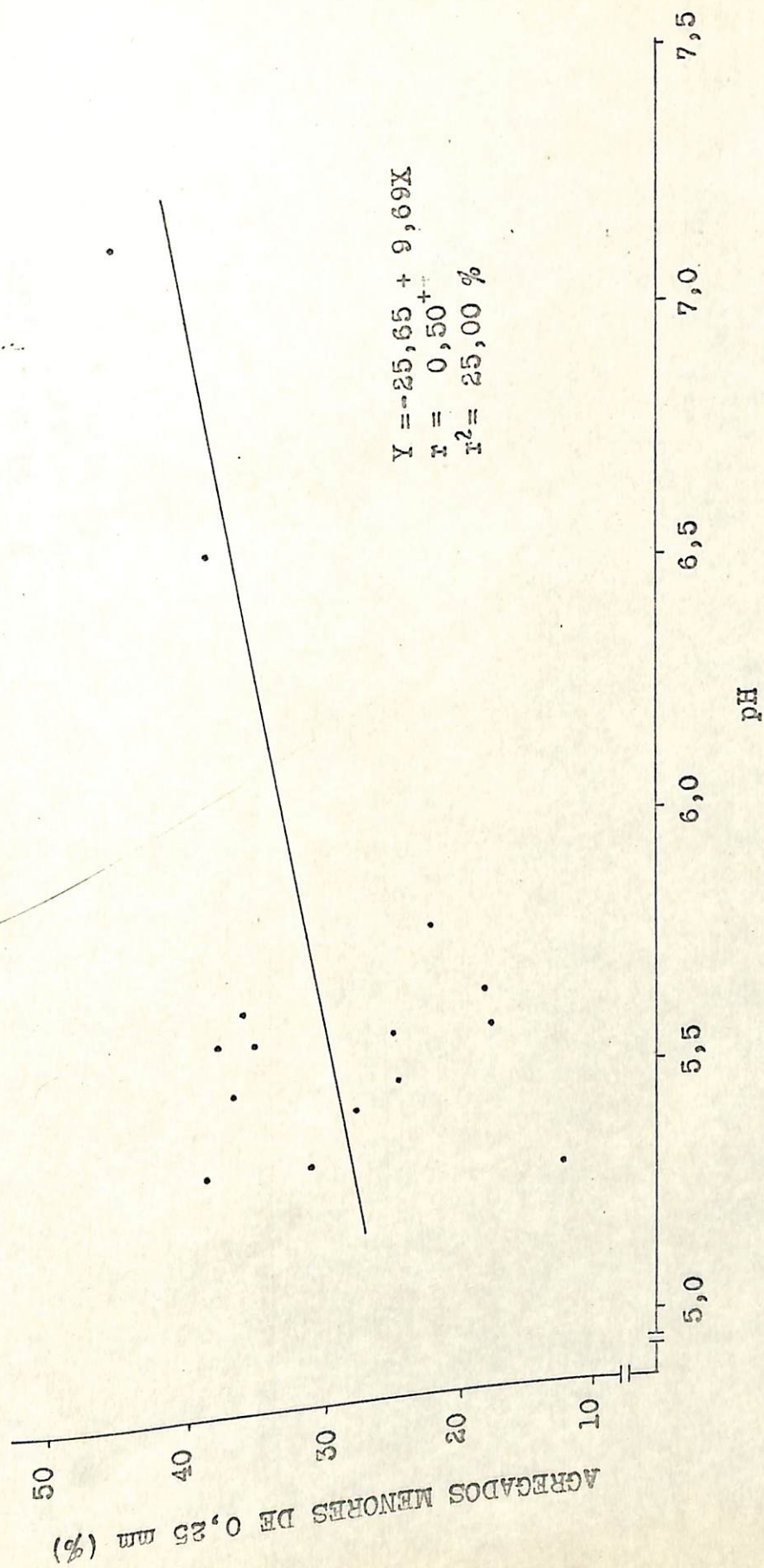


Figura 3. Relación entre el pH y los agregados menores de 0,25 mm. Suelo.

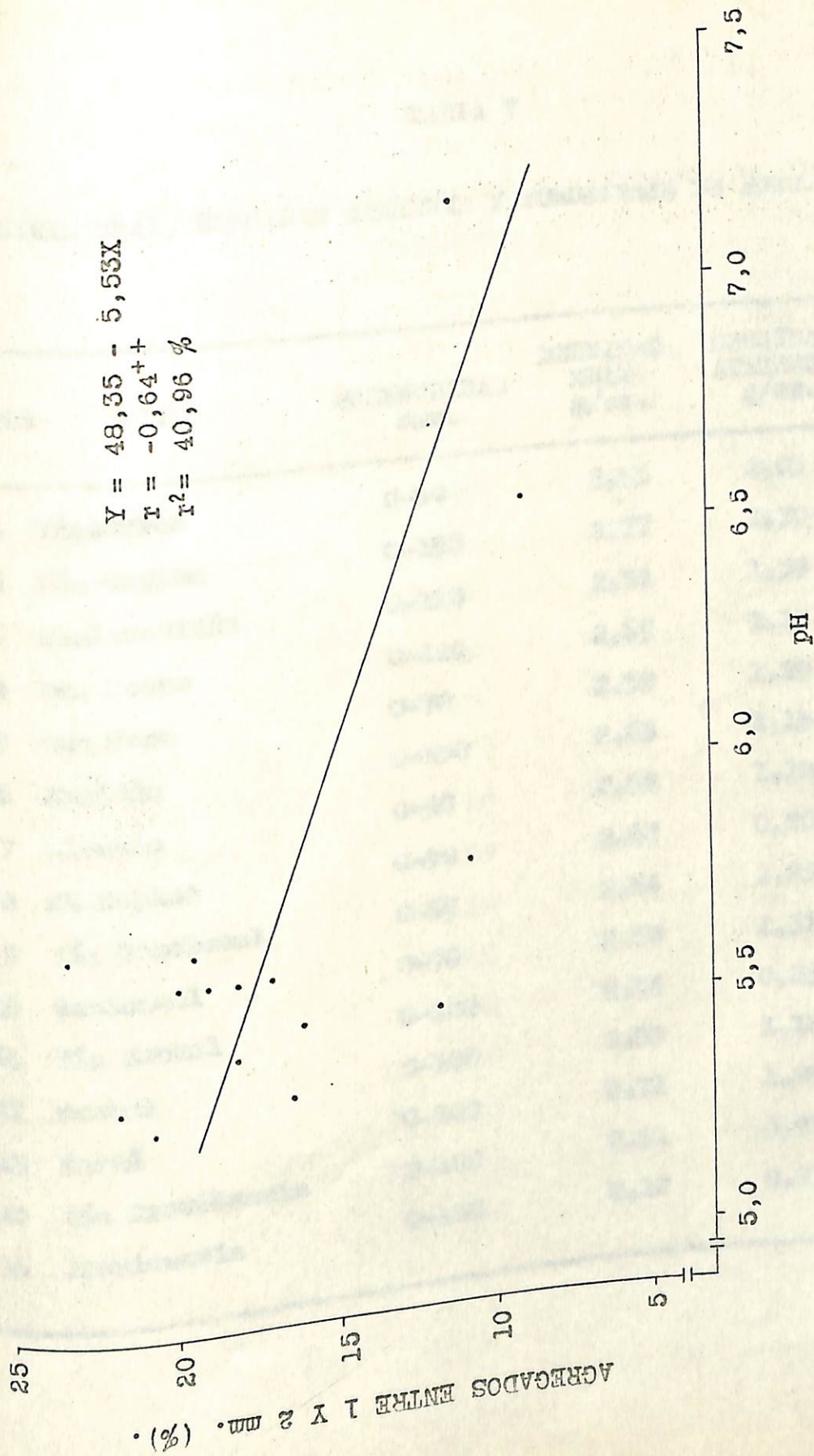


Figura 4. Relación entre el pH y los agregados comprendidos entre 1 y 2 mm. Suelo.

PLANILHA VI
TABLA V

DENSIDAD REAL, DENSIDAD APARENTE Y PORCENTAJE DE POROSIDAD (SUELO)
(SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	DENSIDAD REAL g/cc.	DENSIDAD APARENTE g/cc.	POROSIDAD %
		0-90	2,55	1,05	58,73
1	Táquerres	0-150	2,77	1,39	49,90
2	Vía Ospina	0-110	2,51	1,39	44,63
3	Cualanquizán	0-120	2,69	1,13	58,00
4	San Roque	0-70	2,59	1,29	48,72
5	San Juan	0-130	2,65	1,15	56,61
6	Chaitán	0-90	2,52	1,18	53,22
7	Alsacia	0-90	2,47	0,86	63,31
8	El Espino	0-60	2,64	1,23	53,54
9	Vía Guachucal	0-70	2,58	1,31	49,30
10	Guachucal	0-100	2,34	0,83	64,49
11	Vía Gumbal	0-100	2,59	1,16	55,22
12	Gumbal	0-100	2,71	1,29	52,36
13	Tasmá	0-100	2,51	0,92	63,43
14	Vía Providencia	0-180	2,12	0,93	56,09
15	Providencia				

TABLA VI

DENSIDAD REAL, DENSIDAD APARENTE Y PORCENTAJE DE POROSIDAD
(SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	DENSIDAD REAL g/cc.	DENSIDAD APARENTE g/cc.	POROSIDAD %
		90-130	2,59	1,07	58,38
1	Táquerres	150-250	2,71	0,99	63,48
2	Vía Ospina	110-260	2,62	1,38	47,28
3	Gualanquizán	120-145	2,63	1,38	44,27
4	San Roque	70-120	2,75	1,12	59,34
5	San Juan	130-170	2,53	1,27	49,81
6	Chaitán	90-160	2,67	1,36	48,87
7	Alsacia	90-130	2,72	1,53	43,75
8	El Espino	60-150	2,60	1,09	57,76
9	Vía Guachucal	70-150	2,51	1,31	47,81
10	Guachucal	100-170	2,67	0,88	67,14
11	Vía Cumbal	100-200	2,55	1,02	59,71
12	Cumbal	100-250	2,55	1,25	50,99
13	Tamá	100-220	2,46	1,22	50,45
14	Vía Providencia	180-210	2,45	1,11	54,70
15	Providencia				

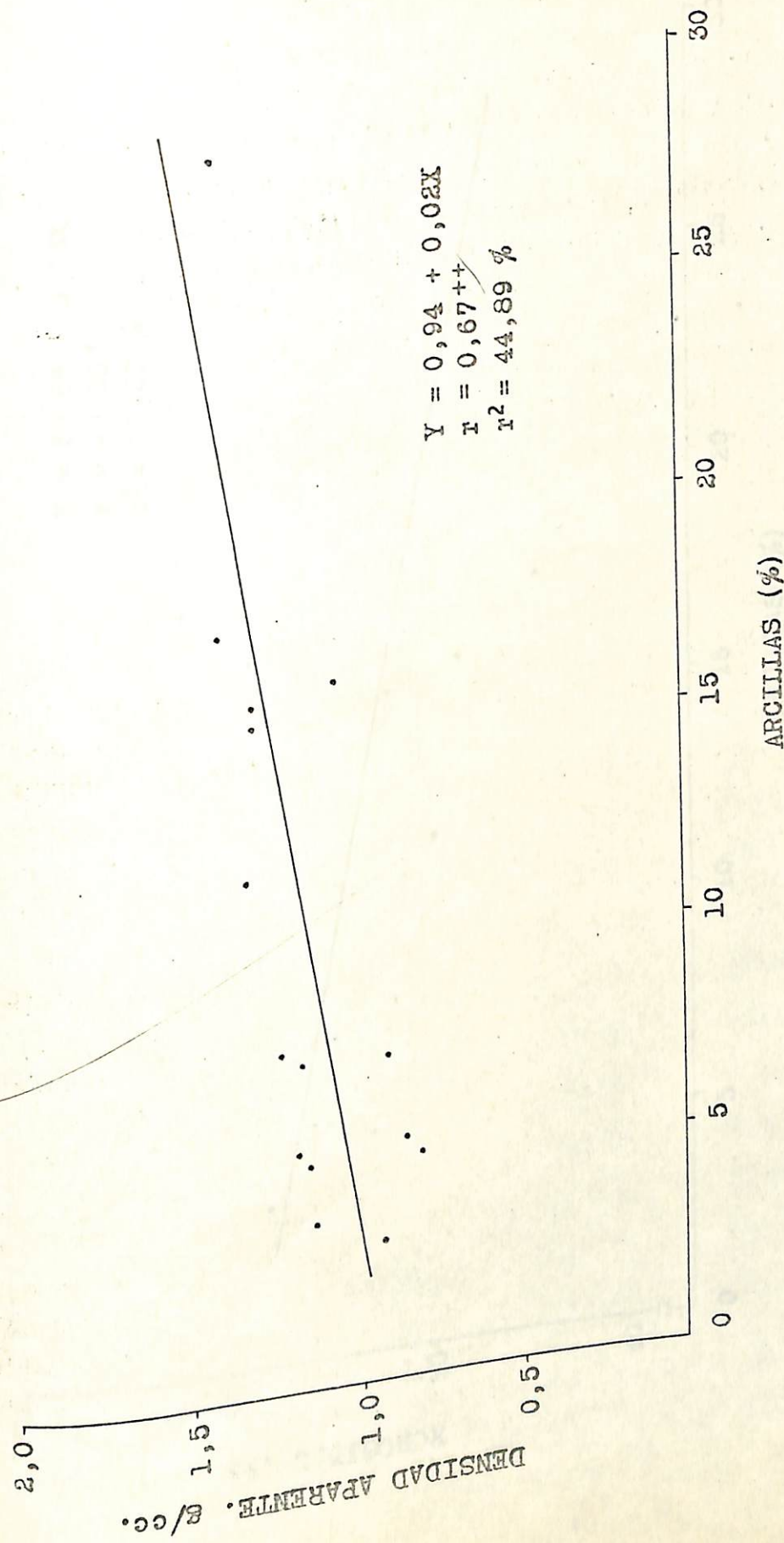


Figura 5. Relación entre el contenido de arcillas y la densidad aparente. Suelo.

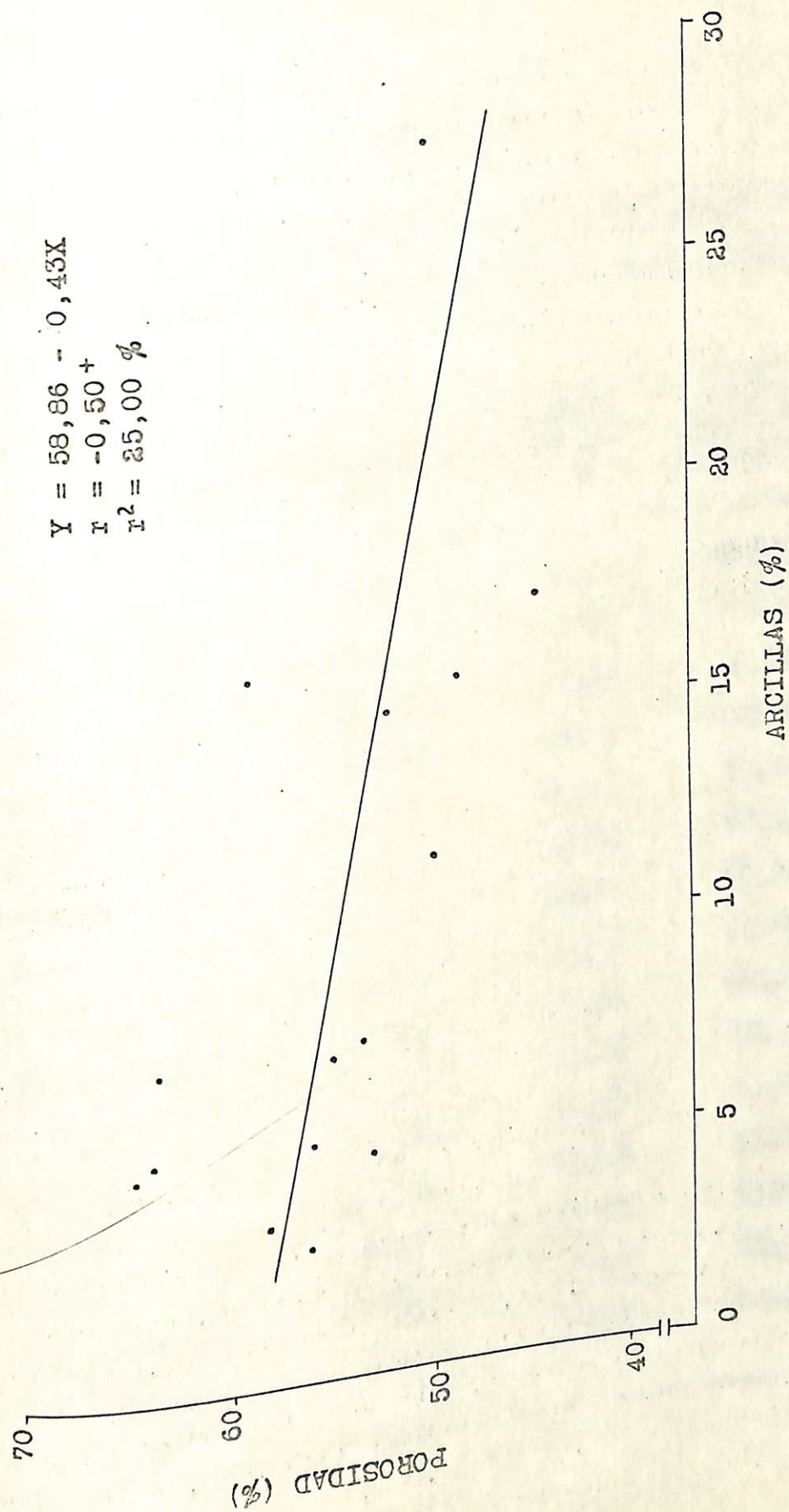


Figura 6. Relación entre el contenido de arcillas y la porosidad. Suelo.

TABLA VII

LIMITES DE PLASTICIDAD Y SUS CORRESPONDIENTES INDICES,
EXPRESADOS EN PORCENTAJE DE HUMEDAD (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	LIMITE PLASTICO SUPERIOR	LIMITE PLASTICO INFERIOR	INDICE DE PLAS TICIDAD
			72,38	40,05	32,33
1	Táguerres	0-90	42,34	25,43	16,90
2	Vía Ospina	0-150	45,42	26,74	18,68
3	Cualanguizán	0-110	96,46	61,36	35,10
4	San Roque	0-120	50,16	39,12	11,04
5	San Juan	0-70	59,93	38,54	21,39
6	Chaitán	0-130	88,27	34,16	54,11
7	Alsacia	0-90	93,24	69,65	23,59
8	El Espino	0-90	43,40	32,10	11,30
9	Vía Guachucal	0-60	41,48	36,96	4,52
10	Guachucal	0-70	78,30	63,99	14,31
11	Vía Cumbal	0-100	71,39	43,24	28,15
12	Cumbal	0-100	58,05	34,84	23,12
13	Tazná	0-100	68,30	42,00	26,30
14	Vía Providencia	0-100	64,96	63,54	1,42
15	Providencia	0-180			

TABLA VIII

LIMITES DE PLASTICIDAD Y SUS CORRESPONDIENTES INDICES,
EXPRESADOS EN PORCENTAJE DE HUMEDAD (SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	LIMITE PLASTICO SUPERIOR	LIMITE PLASTICO INFERIOR	INDICE DE PLAS TICIDAD
				32,70	14,81
1	Táquerres	90-130	47,51	51,19	29,53
2	Vía Ospina	150-250	80,73	29,68	31,62
3	Cualanquiza	110-260	61,30	42,44	11,09
4	San Roque	120-145	53,53	29,12	23,78
5	San Juan	70-120	52,90	28,17	15,88
6	Chaitán	130-170	44,05	28,19	11,86
7	Alsacia	90-160	40,05	26,51	12,64
8	El Espino	90-130	39,14	31,90	4,81
9	Vía Guachucal	60-150	36,71	41,68	43,97
10	Guachucal	70-150	86,66	38,90	0,53
11	Vía Cumbal	100-170	39,43	31,11	16,71
12	Cumbal	100-200	47,82	28,00	38,71
13	Tasmá	100-250	66,72	24,99	33,21
14	Vía Providencia	100-220	58,21	36,48	2,37
15	Providencia	180-210	38,85		

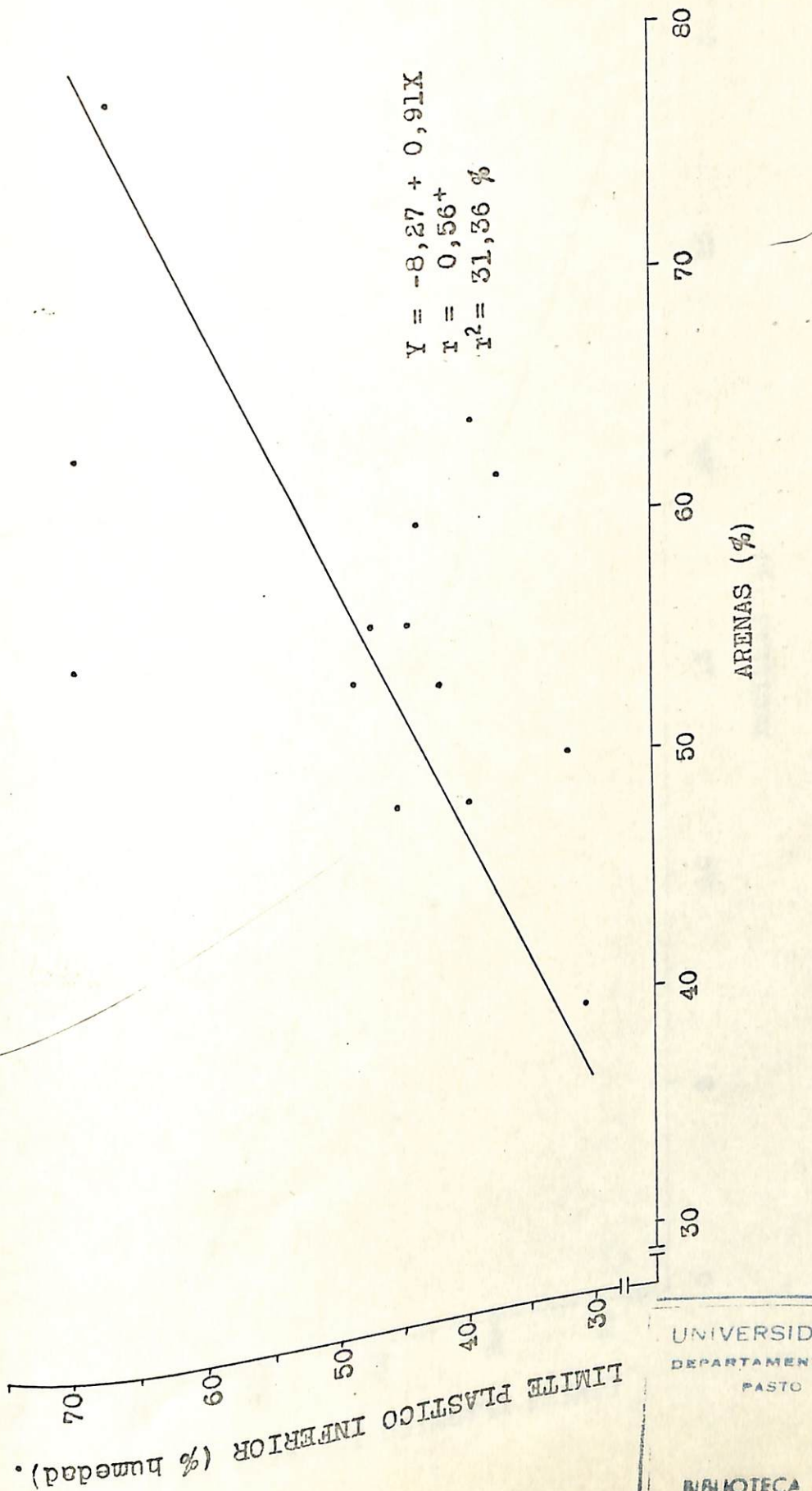


Figura 7. Relación entre las arenas y el límite plástico inferior. Suelo.

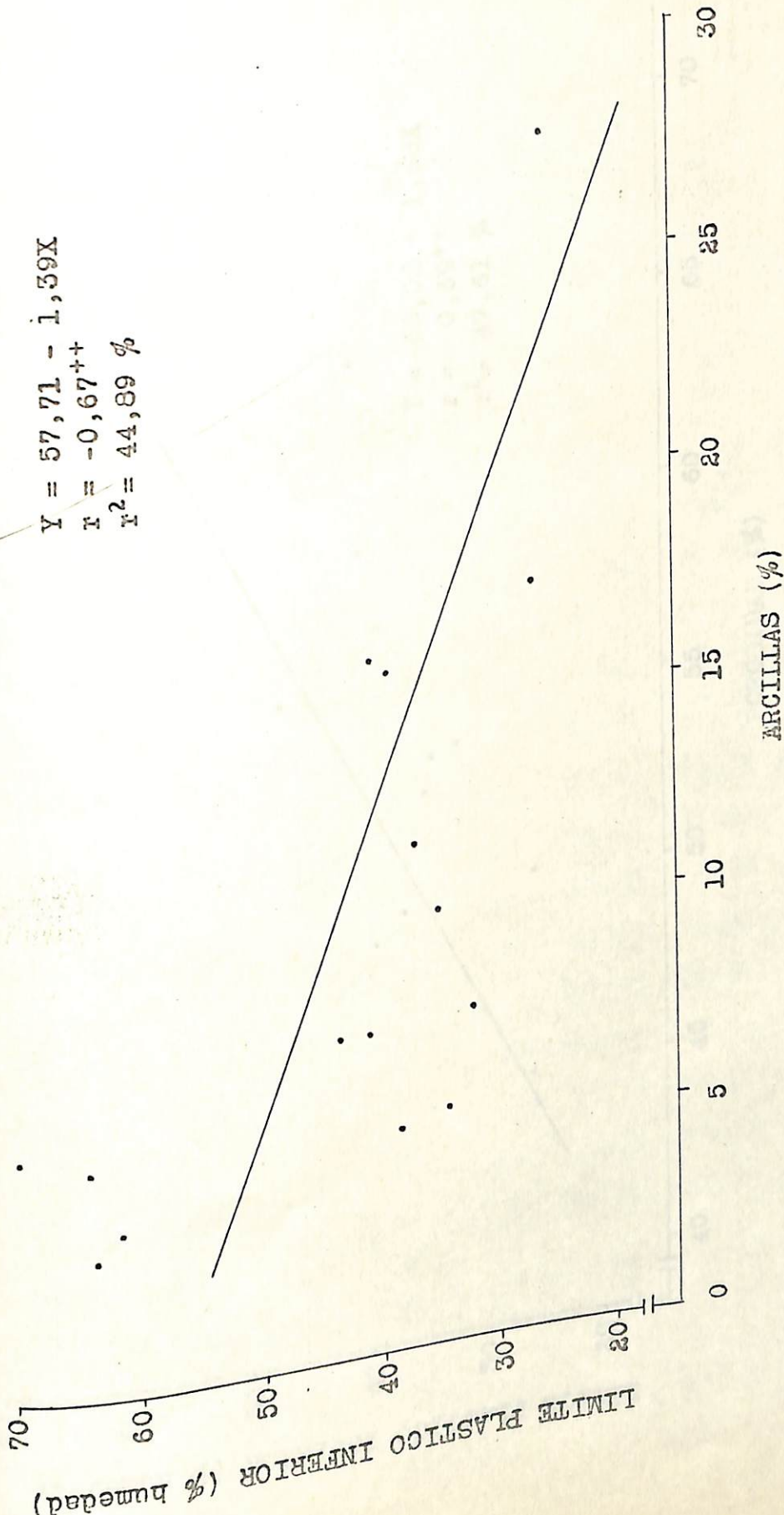


Figura 8. Relación entre el contenido de arcillas y el límite plástico inferior. Suelo.

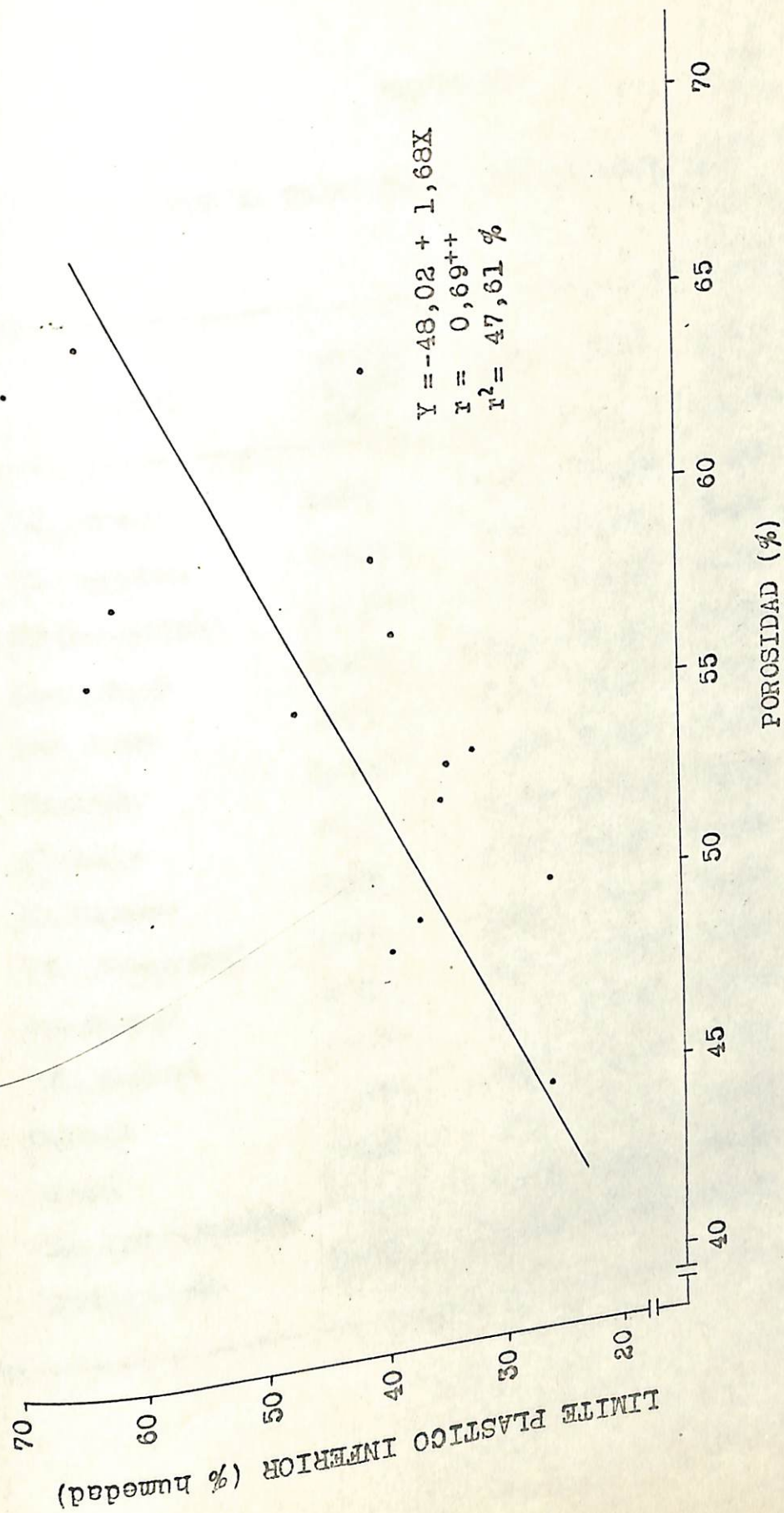


Figura 9. Relación entre la porosidad y el límite plástico inferior. Suelo.

TABLA IX

PUNTOS CRÍTICOS DE HUMEDAD (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	H.H. %	P.M. %	H.E. %	C.C. %	P.S. %
1	Táquerres	0-90	11,61	41,38	59,20	57,45	96,81
2	Vía Ospina	0-150	7,30	18,99	31,45	30,89	63,09
3	Gualenquizán	0-110	5,87	19,15	30,69	31,05	70,23
4	San Roque	0-120	10,64	46,32	75,15	76,49	79,35
5	San Juan	0-70	6,73	20,12	32,15	34,56	83,01
6	Chaitán	0-130	6,08	26,27	38,72	39,91	94,57
7	Alsacia	0-90	3,85	12,67	22,62	20,94	63,90
8	El Espino	0-90	8,67	38,23	61,39	62,84	69,33
9	Vía Guachucal	0-60	3,37	15,03	26,22	28,38	72,06
10	Guachucal	0-70	5,08	16,42	31,65	37,77	69,33
11	Vía Cumbal	0-100	8,10	37,27	47,63	48,71	97,50
12	Cumbal	0-100	6,66	32,29	42,65	42,38	84,03
13	Tasná	0-100	6,99	25,71	39,66	38,46	83,90
14	Vía Providencia	0-100	7,43	31,71	46,93	47,05	95,31
15	Providencia	0-180	9,58	30,85	39,69	43,69	73,27

TABLA X

PUNTOS CRITICOS DE HUMEDAD (SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDI DAD CMS	H.H. %	P.M. %	H.E. %	C.C. %	P.S. %
1	Táquerres	90-130	9,71	33,64	55,86	45,05	11,41
2	Vía Ospina	150-250	16,60	58,38	71,31	76,05	79,50
3	Gualanquizán	110-260	10,41	32,50	49,39	37,35	54,96
4	San Roque	120-145	7,90	23,92	35,34	35,53	81,78
5	San Juan	70-120	8,55	28,70	42,36	47,25	77,42
6	Chaitán	130-170	5,69	23,98	35,16	40,05	87,39
7	Alsacia	90-160	1,35	5,62	10,33	10,75	38,42
8	El Espino	90-130	1,84	3,48	36,21	14,45	69,71
9	Vía Guachucal	60-150	4,20	13,94	26,15	27,01	73,91
10	Guachucal	70-150	14,25	55,29	67,78	65,80	74,93
11	Vía Cumbal	100-170	0,73	2,80	10,36	16,20	52,82
12	Cumbal	100-200	7,36	28,42	87,36	44,44	87,71
13	Tasmá	100-220	10,70	28,79	56,00	58,92	74,72
14	Vía Providencia	100-250	6,96	34,42	42,81	46,30	90,16
15	Providencia	180-210	2,49	8,48	15,61	16,06	34,18

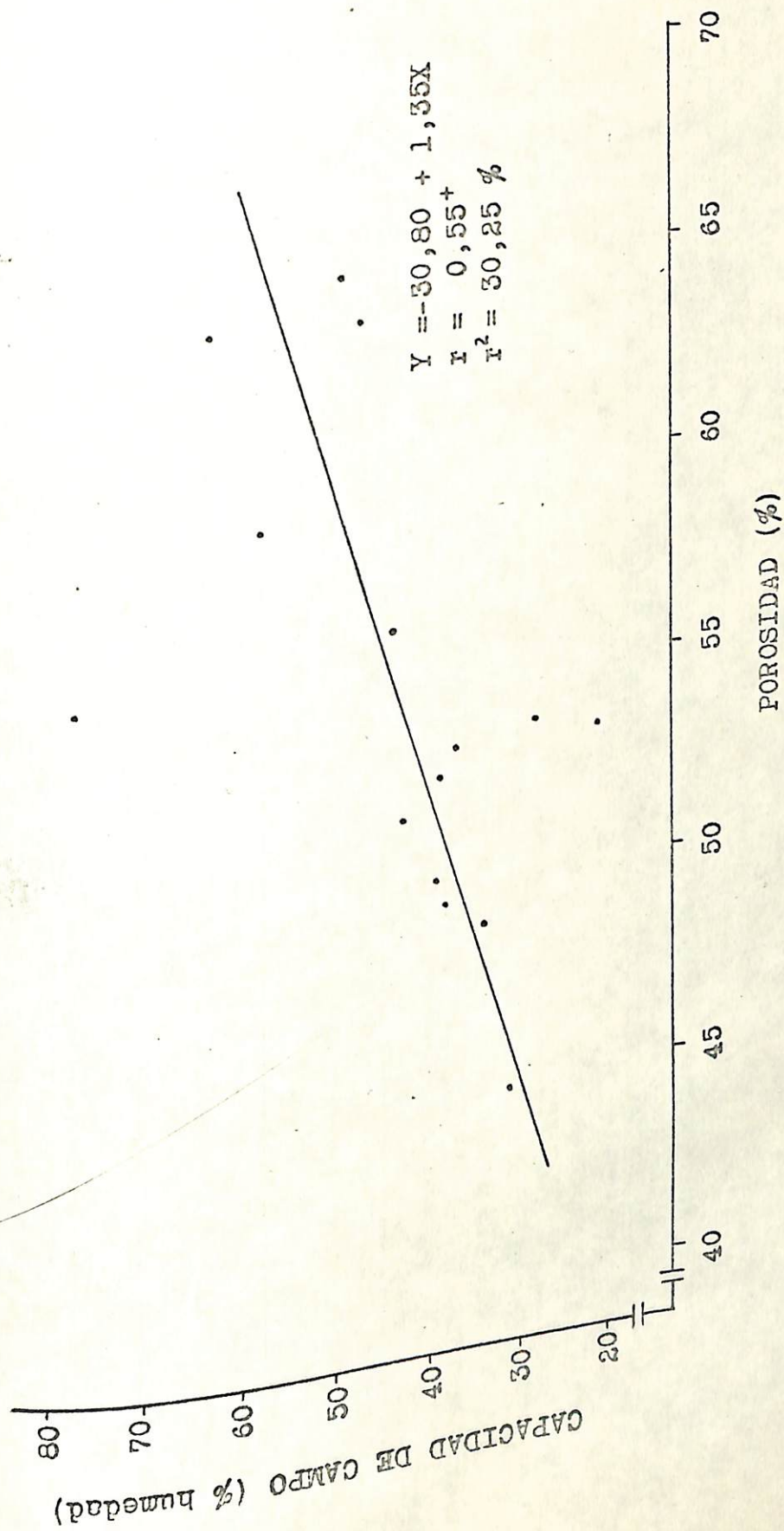


Figura 10. Relación entre porosidad y capacidad de campo. Suelo.

TABLA XI

MATERIA ORGANICA Y pH (SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	MATERIA ORGANICA %	pH
			0,56	6,55
1	Táquerres	0-90	2,77	5,65
2	Vía Ospina	0-150	3,87	5,35
3	Cualanquizán	0-110	9,94	5,65
4	San Roque	0-120	4,85	5,50
5	San Juan	0-70	8,77	5,60
6	Chaitán	0-130	5,77	5,80
7	Alsacia	0-90	2,77	5,60
8	El Espino	0-90	9,39	5,45
9	Vía Guachucal	0-60	6,20	7,15
10	Guachucal	0-70	9,13	5,30
11	Vía Cumbal	0-100	8,99	5,35
12	Cumbal	0-100	7,25	5,50
13	Tasmá	0-100	9,25	5,60
14	Vía Providencia	0-100	11,96	5,60
15	Providencia	0-180		

TABLA XII

MATERIA ORGANICA Y PH (SUB-SUELO)

SUELO	ZONA	PROFUNDIDAD cms.	MATERIA ORGANICA %	PH
1	Táquerres	90-130	2,00	6,50
2	Vía Ospina	150-250	0,81	6,20
3	Cualanquizán	110-260	1,29	5,60
4	San Roque	120-145	3,22	6,15
5	San Juan	70-120	0,51	5,80
6	Chaitán	130-170	1,82	6,00
7	Alsacia	90-160	0,51	6,50
8	El Espino	90-130	1,62	6,35
9	Vía Guachucal	60-150	2,84	5,75
10	Guachucal	70-150	3,13	6,35
11	Vía Gumbal	100-170	0,67	6,55
12	Gumbal	100-200	1,29	6,40
13	Tamná	100-250	1,32	6,30
14	Vía Providencia	100-220	1,10	6,30
15	Providencia	180-210	2,27	6,20

TABLA XIII

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

PROPIEDADES	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
Materia orgánica %	11,96	6,76	0,56
pH	7,15	5,71	5,30
Arenas %	77,98	56,84	39,64
Limos %	39,00	32,92	18,33
Arcillas %	27,69	10,26	3,12
Agregados mayores de 2 mm. %	58,95	27,98	0,47
Agregados entre 1 y 2 mm. %	23,24	16,78	8,93
Agregados entre 0,5 y 1 mm. %	26,14	15,23	4,80
Agregados entre 0,25 y 0,5 mm. %	18,38	10,34	3,46
Agregados menores de 0,25 mm. %	45,18	29,67	12,19
Densidad real g/cc.	2,77	2,55	2,12
Densidad aparente g/cc.	1,39	1,14	0,83
Porosidad %	64,49	55,17	44,63
Límite plástico superior %	96,46	64,94	41,48
Límite plástico inferior %	69,65	43,45	25,43
Índice de plasticidad %	54,11	21,49	1,42
Coefficiente higroscópico %	11,61	7,20	3,37
Punto de marchitamiento %	46,32	27,48	12,67
Equivalente de humedad %	75,15	41,72	22,62
Capacidad de campo %	76,48	42,70	20,93
Punto de saturación %	97,50	79,71	63,09
Agua aprovechable %	30,16	15,21	8,27

TABLA XIV

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

PROPIEDADES	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
Materia orgánica %	3,22	1,63	0,51
pH	6,55	6,20	5,60
Arenas %	81,86	57,44	32,86
Limos %	47,16	27,36	14,00
Arcillas %	38,36	15,20	2,02
Agregados mayores de 2 mm. %	93,31	38,31	0,80
Agregados entre 1 y 2 mm. %	20,00	10,31	0,22
Agregados entre 0,5 y 1 mm. %	27,30	10,98	0,40
Agregados entre 0,25 y 0,5 mm. %	26,89	9,32	0,27
Agregados menores de 0,25 mm. %	50,23	28,51	3,78
Densidad real g/cc.	2,75	2,60	2,46
Densidad aparente g/cc.	1,53	1,20	0,88
Porosidad %	67,14	53,78	43,75
Límite plástico superior %	85,66	52,84	36,71
Límite plástico inferior %	51,19	33,40	24,99
Índice de plasticidad %	43,97	19,43	0,53
Coefficiente higroscópico %	16,60	7,25	0,73
Punto de marchitamiento %	58,38	25,49	2,80
Equivalente de humedad %	87,36	41,05	10,33
Capacidad de campo %	76,05	38,75	10,75
Punto de saturación %	90,16	70,34	34,18
Agua aprovechable %	30,13	13,26	4,85

V. CONCLUSIONES

1. La textura, determinada por la metodología usual, resultó predominantemente mediana.

2. Los suelos estudiados tienden a presentar características morfológicas del tipo A (B) C.

3. El grado de agregación resultó acentuadamente inferior al encontrado en suelos similares de Narino. Su estabilidad se la califica como baja.

4. Los valores promedios de densidad aparente resultaron muy altos (1,14 g/cc) y su porosidad muy baja (55,17%), en comparación a los encontrados en andosoles típicos de otras regiones del mundo.

5. Un 50% de los suelos estudiados resultó con características decididamente plásticas, en tanto que un 26% no presentaron esta característica.

6. La capacidad de retención de humedad se asemeja a la determinada en otros suelos volcánicos de la región andina nariense, pero es acentuadamente inferior a la estipulada en la definición modal de andosol.

7. La materia orgánica tendió a aumentar la

estabilidad en la agregación, en tanto que con el pH se presentó una relación inversa.

8. La estructuración del suelo, reflejada en su porosidad, incrementó la capacidad de almacenamiento de agua y atenuó su plasticidad.

9. En general, los suelos presentaron buenas condiciones físicas, excepto la escasa estabilidad de sus agregados que exige extremar los cuidados para su conservación.

VI. RESUMEN

En el presente trabajo se determinaron las características físicas de los suelos de la Sabana de Táqueras, situada al Sur-Occidente de la República de Colombia, en el departamento de Nariño; se encuentra comprendida entre las coordenadas geográficas extremas de $0^{\circ}53'5''$ y $1^{\circ}05'25''$ de latitud Norte y una longitud de $77^{\circ}32'24''$ al Occidente del meridiano de Greenwich.

Las características físicas estudiadas fueron: textura, densidades, porosidad, agregación, plasticidad y retención de humedad.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los suelos estudiados presentan una textura mediana y estabilidad de agregados relativamente baja. Los valores de densidad aparente son muy altos y los de porosidad y retención de humedad relativamente bajos, en comparación a los reportados para andosoles típicos. Sin embargo, se asemejan a los encontrados en suelos de otras áreas volcánicas del departamento. Un 50% de los suelos estudiados mostraron características decididamente plásticas.

En general, los suelos de la Sabana de Táqueras presentan buenas condiciones físicas, exceptuando

su escasa estabilidad, lo cual hace sugerir un manejo cu-
dadoso para evitar su deterioro.

SUMMARY

The present study was carried out to determine the physical characteristics of soils from Tóquerres Plateau, located S.W. of the Republic of Colombia, Department of Nariño; the plateau is situated between the extreme geographic coordinates of $0^{\circ}53'5''$ and $1^{\circ}05'25''$ N. latitude and $77^{\circ}32'24''$ of longitude West of Greenwich meridian.

These were the physical characteristics studied: texture, density, porosity, aggregation, plasticity and moisture retention.

According to this study, these soils present a medium texture and a relatively low aggregate stability. The bulk density values are very high and those from porosity and moisture retention are relatively low, compared with those reported for typical andosols. These results, however, are similar to those encountered in soils from other volcanic areas of the department. About a 50% of the analysed soils showed definite plastic characteristics.

Soils from Tóquerres Plateau show, in general, good physical characteristics, excepting its limited stability, which may suggest a careful soil management for avoiding degradation.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMES, J. y L. LEVY. 1960. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del municipio de Palmira. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía. Tesis de grado. 59p.
2. ALCAYAGA, A. URBINA DE. 1965. Relaciones entre algunas características físicas y químicas de suelos derivados de cenizas volcánicas de la América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
3. ARIAS, A. y R. GUERRERO. 1971. Algunas propiedades físicas de dos suelos derivados de cenizas volcánicas. Turrialba, IICA. Costa Rica. 21: 393-403.
4. BASTIDAS, A. y M. JACOME. 1969. Propiedades físicas de los suelos del Valle de Sibundoy, Putumayo. Universidad de Narino, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. Tesis de grado. 164p.
5. BAYER, L.D. 1949. Practical values from physical analysis of soils. Soil Science. Soc. Amer. Proc. 68: 1-13.

6. BAVER, L.D. 1966. Soil physics. 3th. ed. New York. John Wiley. 489p.
7. HESOAIN, E. 1958. Mineralogía de las arcillas de algunos suelos volcánicos de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 18: 110-165.
8. BODMAN, C.B. 1949. Methods of measuring soil consistency. Soil Science. 68: 37-56.
9. DUCKMAN, H. O. y N. C. BRADY. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. UTEHA, México. 590p.
10. BRAVO, C.M. y C.B. FERNANDEZ. 1964. Respuesta de plantas jóvenes de café a la aplicación de tres niveles de humedad en el suelo y dos fertilizantes nitrogenados. Turrialba, IICA. Costa Rica. 14: 15-23.
11. CAJA DE CREDITO AGRARIO, INDUSTRIAL y MINERO. 1968. Los problemas del crédito agropecuario y el desarrollo económico en Colombia. Bogotá. 185p.
12. GERON, E. 1968. Plan de crédito supervisado para la zona de Tóquerras e Ipiales. INCORA, Pasto. 120p (mimeografiado).

13. CHONG, C. y C. VIDALON. 1956. Métodos de laboratorio para determinar la capacidad de campo. Agronomía, Lima. 21: 35-40.
14. COLMET-DAAGE, P. 1962. Etudes préliminaires des sols des régions bannanières d'Equateur. Fruits. 17: 3-21.
15. _____, y P. CUCALON. 1965. Caracteres hydriques de certains sols des régions bannanières d'Equateur. Fruits 20: 19-23.
16. _____, et al. 1968. Caracteristiques de quelques sols dérivés de cendres volcaniques de la cote pacifique du Nicaragua. ORSTON. (Minéogradiado). Sin paginación.
17. _____. 1969. Caracteristiques de quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques. Deuxième Partie. Essai de caractérisation de sols des régions tropicales humides. Cahier. ORSTON. Serie Pédologie, V.1. Sin paginación.
18. _____. 1969. Naturaleza de la fracción arcillosa de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de las antillas, El Ecuador y Nicaragua. In Panel sobre suelos derivados de cenizas

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

19. COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1963. Métodos analíticos del laboratorio de suelo.
20. CORAL, E. 1970. Evaluación de cuatro métodos para determinar la capacidad de campo del Municipio de Pasto. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. Tesis de grado. 37p.
21. DULCE, A.J. y M. SANTIAGUERO. 1971. Propiedades físicas de algunos suelos volcánicos del Altiplano de Ipiales, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. Tesis de grado. 57p.
22. ESCOBAR, J. y R. JURADO. 1969. Propiedades físicas de algunos suelos del municipio de Pasto. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. Tesis de grado. 81p.
23. FEUILLET, B.C. y A. FEUILLET. 1971. Fraccionamiento de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en suelos de la Sabana de Tóquerres bajo condiciones de pradera. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias

Agrícolas, Pasto. Tesis de grado. 122p.

24. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1964. Report No. 14 on meeting on classification and correlation of soils from volcanic ash. Tokyo. 169p.

25. FORSYTHE, W. 1967. Análisis de las partículas de los suelos. Método del hidrómetro. Curso de Física de suelos, experimento No. 6. IICA. Turrialba, Costa Rica. Sin paginación. (Mimeografiado).

26. _____. 1967. Densidad de las partículas de suelo. Método con agua y kerosene. Curso de Física de suelos, experimento No. 1. IICA. Turrialba, Costa Rica. Sin paginación. (Mimeografiado).

27. _____. et al. 1969. Propiedades físicas de suelos derivados de cenizas volcánicas considerando algunos suelos de América Latina. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.

28. FOTH, H.D. y C. MILLAR. 1961. Fundamentos de la Ciencia del suelo. Edit. Continental, México. 320p.

29. FRANCH, K. 1964. Genesis and morphology of ash deri

ved soils in the United States of America. In
FAO Report No. 14 on meeting on classification
and correlation of soils from volcanic ash. Tokyo.
pp.61-70.

30. FRACH, K. 1964. The clasification of ash derived
soils in the United States of America. In FAO
Report No. 14 on meeting on classification and
correlation of soils from volcanic ash. Tokyo.
pp.11-114.

31. FRANCO, H.F. 1965. Comparación de algunos métodos
para determinar la estabilidad de los agregados
al agua. Universidad Nacional, Facultad de Agro-
nomía, Palmira. Tesis de grado. 51p.

32. GAVANDE, S.A. 1969. Influencia de la succión del
suelo en la porosidad de aireación y en la difu-
sión del oxígeno en el café cultivado en suelos
de Costa Rica. Turrialba, IICA. 19: 39-49.

33. GONZALEZ, A. 1969. Manual de Laboratorio de suelos.
Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, Pal-
mira. 75p.

34. GUERRERO, R. y A. P. MANTILLA. 1964. Propiedades
físicas de algunos suelos de la zona plana del nu

nicipio de Palmar. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. Tesis de grado. 79p.

35. GUERRERO, R. 1965. Conferencias de laboratorio de suelos. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. (Mimeografiado).
36. JUNKER, P. and J. MADISON. 1967. Soil moisture characteristics of sand-peat mixes. Soil Science. 31: 5-8.
37. KNOX, E.G. y F. MALDONADO. 1969. Suelos de cenizas volcánicas; excursión al volcán Irazú. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
38. KRAMER, P.J. 1949. Plant and soil water relationship. Mc Graw-Hill, New York. 347p.
39. LUNA, C. 1969. Aspectos genéticos de "Andosoles" en Colombia. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA, Turrialba, Costa Rica. p. irr.
40. LYON, T.L. y H. BUCKMAN. 1956. Edafología. Trad. Víctor Nicollier. Edit. Continental, México. 479p.

41. MAHMER, I.V. 1962. Soil fertility. 3th. ed. Oxford University Press, Londres. 280p.
42. MARTINI, J. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
43. MELA, P. 1963. Tratado de edafología y sus distintas aplicaciones. 2a. ed. Ediciones Agrociencias, Zaragoza. 615p.
44. MENDEZ, A.B. y A.G. MORENO. 1964. Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del municipio de Palmira. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía, Palmira. Tesis de Grado. 59p.
45. MILLAR, C.E., L.M. TURK, y H.D. FOEH. 1961. Edafología. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Edit. Continental, México. 612p.
46. MINISTERIO DE TRABAJO. 1962. Atlas de Nariño. Arco. Bogotá. 34p.
47. MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY, JAPANESE GOVERNMENT. 1964. Volcanic ash soils in Japan. Min. of

Agr. Fores., Japan. 211p.

48. PALENCIA, O.J. 1969. Caracterización de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de Centro-América. Turrialba, Costa Rica. IICA. Tesis de grado de "Magister Scientiae". 168p.
49. PALOTTA, U. 1957. La atasilita distructura neite-rrenide lla Sardinia in raporte con alcune car-racteristiche fisco-cheiche (the stability of estruc-ture in soils of Sardinia in relation to some phy-sical chemical characteristic) Agrochimical, 1. 268-287. (Univ. Sasavi, Italy) (Rev. in soil and Fer-tiliz). 28 (8): 265p.
50. PARRA, H.J. 1960. Los suelos del quindío: propieda-des físicas, químicas y de fertilidad. Chinchiná, Federación Nacional de Cafeteros. Boletín informa-tivo. 30p.
51. RICO, G. 1961. Relación entre el contenido de agua del suelo y la apertura de los estomas. Acta agro-nómica, Palmira. 6(1-2): 63-87.
52. ROBINSON, G.W. 1950. Los suelos, su origen, cons-titución y clasificación. Edit. Omega, Barcelo-na. 260p.

53. RODRIGUEZ, G.I. 1961. Geografía económica de Nariño. Edit. Sur-Colombiana, Pasto. (Vol. I y II).
54. ROYO Y GOMEZ, J. 1942. Datos para la geografía económica de Nariño y del Alto Patumayo. Compilación de estudios geológicos de Colombia, Bogotá. 5: 53-160.
55. RUSSELL, J.E. y W.E. RUSSELL. 1959. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Edit. Aguilar, Madrid. 771p.
56. SILVA, M.F. et al. 1963. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. Publicación IT-6. 138p.
57. STALLINGS, J.H. 1969. Soil conservation. 2nd. ed. Prentice Hall, New Jersey. 150p.
58. SWINDALE, L.D. 1969. Propiedades de los suelos de cenizas volcánicas. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
59. THOMPSON, L.M. 1957. El suelo y su fertilidad. Edit. Reverté, Barcelona. 407p.

60. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1967. Supplement to soil classification system (7th. approximation). Washington D.C., Soil Conservation Service. 207p.
61. VALDES, A. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Chile. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. IICA. p. irr.
62. WRIGHT, A. C. 1964. The andosoles or humic allophanic soils of South America. In FAO Report No. 14 on meeting on classification and correlation of soils from volcanic ash. Tokyo. 9-22p.
63. _____. 1964. The volcanic ash soils of Chile with particular reference to trumao soils and andisols. Report to the Government of Chile. Santiago, Chile. Dirección de Agricultura y Pesca, Departamento de conservación de Suelos. 60p.
64. YAMANAKA, K. 1964. Physical properties. In Japan. Ministry of Agriculture and Forestry. Volcanic ash soil in Japan. Tokyo. 69-91p.
65. YODER, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and study of the physical nature of erosion losses. Trans. Amer. Soc. Agron. 28:337-351.

A P P E N D I C E

DESCRIPCION DEL PERFIL N°.1

Localización:

Entrada a Túquerres por la carretera que llega de Pasto; sobre la margen derecha.

Horizonte (cms):

0-90

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco

Prismática

Firme

10YR 7/2 (seco)

10YR 4/3 (húmedo)

6,55

90-130

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco-arcillosa

De bloque

Firme

10YR 8/1 (seco)

2.5YR 6/2 (húmedo)

6,50

Datos generales:

Altura:

Drenaje externo:

Drenaje interno:

Erosión:

Uso actual:

Topografía:

Pendiente:

3.030 m.s.n.m.

Regular

Regular

Moderada

Trigo, papa, hortalizas.

Relieve plano

10%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 2

Localización: K 2 + 100 de la carretera que de Tiqueros conduce a Ospina; sobre la margen derecha.

Horizonte (cms)

0-150

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco-arcillosa

Granular

Friable

10YR 4/1 (seco)

10YR 2/2 (húmedo)

5,65

150-250

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco

Prismática

Friable

10YR 6/4 (seco)

7,5YR 4/4 (húmedo)

6,20

Datos generales:

Altura:

Drenaje externo:

Drenaje interno:

Erosión:

Uso actual:

Topografía:

Pendiente:

2.750 m.s.n.m.

Buena

Regular

Moderada

Cultivos de trigo y papa

Relieve montañoso

25%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 3

Localización:

K 10 + 200 de la carretera que de Tiqueres conduce a Cepina; sobre la margen de recha, antes del puente de Cuaquiza.

Horizontes (cms):

0-110

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco-arenosa
Prismática
Friable
10YR 4/1 (seco)
10YR 2/1 (húmedo)
5.35

pH:

110-260

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco-arcillosa
Granular
Friable
10YR 7/2 (seco)
2.5YR 5/2 (húmedo)
5.6

pH:

Datos generales:

Altura:
Drenaje externo:
Drenaje interno:
Erosión:
Uso actual:
Topografía:
Pendiente:

2.860 m.s.n.m.
Pobre
Regular
Moderada
Trigo, papa.
Relieve montañoso
22%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 4

Localización:

K 4 + 100 de la carretera que de Túquerres conduce a Samaniego; sobre la margen izquierda. Sitio denominado San Roque.

Horizonte (cms.)

0-120

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Arenoso-franco
Migajosa
Friable
10YR 3/1 (seco)
7.5YR 2/0 (húmedo)
5,65

pH:

120-145

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco-arenosa
Migajosa
Friable
10YR 7/3 (seco)
10YR 5/4 (húmedo)
6,15

pH:

Datos generales:

Altura:
Drenaje externo:
Drenaje interno:
Erosión:
Uso actual:
Topografía:
Pendiente:

3.250 m.s.n.m.
Bueno
Bueno
Muy poca
Cebada, papa y hortalizas
Relieve ondulado
7%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 5

Localización:

K 1 + 100 de la carretera que de Taque-
rres conduce a Sapuyes; sobre la margen
izquierda. Antes del puente de San Juan.

Horizonte (cms)

0-70

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco-arenosa
Granular
Friable
10YR 3/1 (seco)
7.5 YR 2/0 (húmedo)
5,80

pH:

70-120

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco
De bloque
Firme
10YR 6/8 (seco)
7.5YR 5/6 (húmedo)
5,80

pH:

Datos generales:

Altura:
Drenaje externo:
Drenaje interno:
Erosión:
Uso actual:
Topografía:
Pendiente:

2.960 m.s.n.m.
Pobre
Regular
Muy poca
maíz, trigo, hortalizas
Relieve ondulado
7%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 6

Localización:

K 6 + 800 de la carretera Túquerres-El Espino; sobre la margen derecha. Sitio denominado Chaitán.

Horizonte (cms)

0-130

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco-arenosa

Granular

Friable

10YR 3/1 (seco)

7.5YR 2/0 (húmedo)

5.60

130-170

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco-arenosa

Prismática

Friable

10YR 5/2 (seco)

10YR 3/2 (húmedo)

6.00

Datos generales:

Altura:

Drenaje externo:

Drenaje interno:

Erosión:

Uso actual:

Topografía:

Pendiente:

3.040 m.s.n.m.

Regular

Regular

Muy poca

Trigo

Relieve ondulado

15%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 7

Localización:

K 11 + 400 de la carretera Tóquerres-Ospina; sobre la margen derecha. Sitio denominado Alsacia.

Horizonte (cms)

0-90

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Granular
Consistencia: Friable
Color: 10YR 4/2 (seco)
10YR 3/1 (húmedo)
5,80
pH:

90-160

Textura: arenoso-franco
Estructura: Migajosa
Consistencia: Friable
Color: 10YR 7/3 (seco)
10YR 4/4 (húmedo)
6,50
pH:

Datos generales:

Altura: 3.100 m.s.n.m.
Drenaje externo: Regular
Drenaje interno: Regular
Erosión: Muy poca
Uso actual: Papa
Topografía: Relieve ondulado
Pendiente: 7%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 8

Localización: X 13 + 700 de la carretera Téquerras-Guachucal; sobre la margen derecha. Población de El Espino.

Horizonte (cms)

0-90

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Granular
Consistencia: Friable
Color: 10YR 3/2 (seco)
10YR 2/1 (húmedo)
5,60

pH:

Textura: Arenoso-franca
Estructura: Migajosa
Consistencia: Friable
Color: 10YR 6/4 (seco)
7.5YR 4/4 (húmedo)
6,35

pH:

Datos generales:

Altura: 3.160 m.s.n.m.
Drenaje externo: Regular
Drenaje interno: Regular
Uso actual: Moderada
Topografía: Relieve plano
Pendiente: 8%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 9

Localización:

K 17 + 100 de la carretera Tiquerres-Guachucal; sobre la margen izquierda de la recta a Guachucal.

Horizonte (cms)

0-60

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco-arenosa

Granular

Firme

10YR 4/1 (seco)

10YR 3/1 (húmedo)

5.45

60-150

Textura:

Estructura:

Consistencia:

Color:

pH:

Franco-arenosa

Migajosa

Firme

10YR 6/2 (seco)

10YR 3/3 (húmedo)

5.75

Datos generales:

Altura:

Drenaje externo:

Drenaje interno:

Erosión:

Uso actual:

Topografía:

Pendiente:

3.000 m.s.n.m.

Pobre

pobre

Muy poca

Pastos naturales

Relieve plano

3%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 10

Localización:

K 24 + 200 de la carretera que llega a Guachacal desde Túquerres; sobre la margen derecha.

Horizonte (cms)

0-70

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco-arenosa
Granular
Friable
10YR 4/1 (seco)
10YR 3/1 (húmedo)
7,15

pH:

70-150

Textura:
Estructura:
Consistencia:
Color:

Franco-arcillo-arenosa
Prismática
Friable
10YR 5/3 (seco)
10YR 3/3 (húmedo)
6,35

pH:

Datos generales:

Altura:
Drenaje externo:
Drenaje interno:
Erosión:
Uso actual:
Topografía:
Pendiente:

3.010 n.s.n.m.
Regular
Regular
Muy poca
papa
Relieve ondulado
15%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 11

Localización: K 29 + 500 de la carretera Tiquarres-Cumbal; sobre la margen derecha.

Horizonte (cms)

0-100

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Granular
Consistencia: Friable
Color: 10YR 3/1 (seco)
7.5YR 2/0 (húmedo)
pH: 5.30

100-170

Textura: Arenoso-franco
Estructura: Migajosa
Consistencia: Muy friable
Color: 2.5Y 8/2 (seco)
10YR 6/3 (húmedo)
pH: 6.55

Datos generales:

Altura: 2.990 m.s.n.m.
Drenaje externo: Regular
Drenaje interno: Bueno
Erosión: Muy poca
Uso actual: Pastos naturales
Topografía: Relieve ondulado
Pendiente: 3%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 12

Localización: K 30 + 900 de la carretera Táquerres-Cumbal; sobre la margen izquierda.

Horizonte (cms)

0-100

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Granular
Consistencia: Friable
Color: 10YR 2/1 (seco)
7.5YR 2/0 (húmedo)
pH: 5,35

100-200

Textura: Franco
Estructura: Prismática
Consistencia: Friable
Color: 10YR 6/3 (seco)
10YR 3/3 (húmedo)
pH: 6,40

Datos generales:

Altura: 3.070 m.s.n.m.
Drenaje externo: Bueno
Drenaje interno: Bueno
Erosión: Muy poca
Uso actual: Pastos naturales
Topografía: Relieve ondulado
Pendiente: 3%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 13

Localización: K 57 + 700 de la carretera Téqueres-Miraflores; sobre el margen izquierdo. Sitio denominado Tasmá.

Horizonte (cms)

0-100

Textura: Franca
Estructura: Prismática
Consistencia: Friable
Color: 10YR 4/1 (seco)
10YR 3/1 (húmedo)
pH: 5,50

100-250

Textura: Franca
Estructura: Migajosa
Consistencia: Friable
Color: 10YR 5/2 (seco)
10YR 3/2 (húmedo)
pH: 6,30

Datos generales:

Altura: 3.220 m.s.n.m.
Drenaje externo: Bueno
Drenaje interno: Bueno
Erosión: muy poca
Uso actual: Pastos naturales
Topografía: Relieve montañoso
Pendiente: 22%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 14

Localización: K 38 + 700 de la carretera Téquerres-
Providencia; margen izquierda.

Horizonte (cms)

0-110

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Granular
Consistencia: Friable
Color: 10YR 3/1 (seco)
7.5YR 2/0 (húmedo)
pH: 5,60

110-220

Textura: Franco-arcillosa
Estructura: Migajosa
Consistencia: Friable
Color: 10YR 5/4 (seco)
10YR 4/3 (húmedo)
pH: 6,30

Datos generales:

Altura: 3.080 m.s.n.m.
Drenaje externo: Bueno
Drenaje interno: Bueno
Erosión: Muy poca
Uso actual: Pastos naturales
Topografía: Relieve ondulado
Pendiente: 25%

DESCRIPCION DEL PERFIL N° 15

Localización: K 40 + 500 de la carretera Tiquerres-Providencia; sobre la margen derecha.

Horizonte (cms)

0-180

Textura: Franco-arenosa
Estructura: Migañosa
Consistencia: Friable
Color: 10YR 3/1 (seco)
7.5YR 2/0 (húmedo)
pH: 5.60

180-210

Textura: Arenoso-franco
Estructura: Migañosa
Consistencia: Friable
Color: 10YR 4/1 (seco)
10YR 3/1 (húmedo)
pH: 6.20

Datos generales:

Altura: 3.140 m.s.n.m.
Drenaje externo: Regular
Drenaje interno: Regular
Erosión: Muy poca
Uso actual: Pastos naturales
Topografía: Relieve ondulado
Pendiente: 15%

ANT

631.43

G643p.

Inventario 10554

EJ.1

Autor González Orozco, Servio

Título Propiedades Físicas de algunos. su

Fecha Devol.	N O M B R E	Carné
	DESCARTADO	
	Daisy Ceballos	206
	Jorge Vélez	97108150.
	Luis Carlos Mora	21031228
	Diego Lozano	2226
	Oscar Vallegos	250
	Jorge Vélez	150.
	Dejra Lopez	22071247
	Diego Aguirre	25108170
	Paul. Triana	222222

AN

T

631.43

G643p.

EJ.1

10554.

10554