

CARACTERISTICAS DEL SUELO VILLARRICA (CAUCA) COLOMBIA

Por: Adel González M., I.A., M.Sc.*

INTRODUCCION

Al Norte del Departamento del Cauca (Colombia S.A.) se extiende una planicie que ocupa aproximadamente 30 a 40.000 hectáreas. Esta planicie se encuentra dominada por un suelo con características ultisólicas, con vegetación de pasto trenza (*Paspalum notatum* Fuech.) y reacción fuertemente ácida. Ha sido descrita como un antiguo delta-abanico; tiene una pendiente aproximada de 2-3o/o y a ella han llegado materiales de cenizas volcánicas de los volcanes del sur del departamento, ya por medios édicos o por la influencia de los procesos fluvioigénicos.

Características similares a las de este suelo pueden ser de común ocurrencia en otras regiones tropicales y aún de la América Latina. En consecuencia el conocimiento de sus características tanto químicas, como físicas y mineralógicas es de notoria importancia para sentar las bases del manejo más adecuado.

REVISION DE LITERATURA

Varios ensayos o estudios se han realizado con suelos de esta terraza cuyos resultados se sintetizan a continuación:

Santaella y González (1964) estudiando aplicaciones de cal bajo condiciones controladas de incubación, muestran que el suelo a pesar de requerir 19 ton/Ha. de CaCO_3 para elevar el pH a 6.25, no tiene una capacidad amortiguadora (capacidad buffer). Ramírez (1958) reportó para suelos de la misma terraza una rata de mineralización promedio de Nitrógeno de 0.87o/o estimada baja en comparación con resultados de 1.80o/o para suelos de mayor fertilidad en las cercanías de Palmira (zona central del Valle del Cauca).

Bendeck y Ovalle (1961) estudiando la población microbiológica del suelo de esta terraza reportaron una población para hongos más bacterias de 2.9 millones/gramo de suelo en comparación con 8.6 millones/gramo

* Profesor Titular. Universidad Nacional de Colombia - Palmira.

de suelo para suelos de la región central del Valle. Asimismo reportaron una población de bacterias nitrificantes de 0.3 millones/gramo de suelo contra 2.4 millones/gramo de suelo, al comparar las regiones en el orden antes citado.

Whitting (1965) analizó la técnica para acometer un fraccionamiento de arcillas y preparación de arcillas orientadas con el fin de someterlas a la acción de rayos X para el estudio de la estructura mineralógica. Kittrick y Hope (1963) anotaron que rara vez un análisis de rayos X reflejaba la presencia de partículas minerales en fracciones de arcillas menores de 0.08 micras que no se encontrarán en fracciones menores de 0.2 micras de diámetro equivalente.

Grim (1968) reportó que el alofano es un material siempre presente en suelos desarrollados de cenizas volcánicas con contenidos muy bajos de alcalis y especialmente de magnesio. Birrell y Gradwell (1958) encontraron para el alofano una capacidad catiónica de cambio de 25 a 50 me/100 gramos, dependiendo del procedimiento empleado para hacer la determinación.

Revelo (1971) para suelos similares de la región sur del Valle del Cauca y Norte del Departamento del Cauca, reportó los correspondientes a la terraza de Villarrica como los de más baja fertilidad. Asimismo, para el caso del sorgo en ensayos de campo encontró como dosis apropiadas de fertilizantes las mezclas de 100-200 Kg. N/ha; 150-399 kg. P_2O_5 /ha. 100 kg K_2O_5 /ha. y 1000 kg. $CaCO_3$ /ha. No se encontró respuesta de elementos menores.

Blasco et. al. (1969) reportaron para suelos de Villarrica dominancia de cuarzo entre los minerales primarios y de caolinita y/o halloysita constituyendo un 50o/o dentro de la fracción arcillosa. Igualmente en pequeñas cantidades reportaron la presencia de montmorillonita, clorita, y cuarzo, además de la presencia de material alofónico.

Daza (1958) trabajando en invernadero con un suelo de esta terraza concluyó de manera general que la aplicación de fósforo, cal, boro y molibdeno fué benéfica para el establecimiento y crecimiento normal de alfalfa. También que los mejores resultados se obtuvieron con aplicación de 200 kilogramos de P_2O_5 , 10 toneladas de $CaCO_3$ y 180 gramos de molibdato de sodio por hectárea.

PROCEDIMIENTO

La planicie estudiada se encuentra localizada a los 3°0' latitud norte y

76° longitud oeste. La descripción se realizó cerca del corregimiento denominado Villarrica (Cruceiro Puerto Tejada -Santander, Cali).

Los análisis químicos y físicos se realizaron con la metodología estandarizada para estos efectos así: materia oxidable por el método de Walkley y Black; nitrógeno total por Kjeldahl; textura por el método del hidrómetro, Ca y Mg por medio del veseno. Na y K por extracción con acetato de Amonio normal, neutro y lectura en espectrofotómetro de llama, fósforo por el método de Bray II, pH con potenciómetro eléctrico, capacidad de cambio con acetato de amonio, el boro por medio de la extracción en agua caliente; densidades real y aparente por medio del pienómetro y pérdida de peso de un terrón parafinado en agua, respectivamente; las constantes de humedad por medio de ollas y platos de presión (Silva, 1960 y González, 1969).

Las arcillas se fraccionaron de 2 a 0.2 y menores de 0.2 micras, después de eliminar la materia orgánica con H_2O_2 y los óxidos férricos con ditionito de sodio. Para la preparación de las placas se siguió el método de Whitting (1965). La liberación de cationes de la fracción de arenas se realizó siguiendo el método de González (1975) y las medidas de cationes en solución con aparato de absorción atómica. La relación de arenas a ácido acético 0.1 M fué de 1:10.

A continuación se presenta una descripción del perfil dominante:

Descripción del perfil

El perfil se describió en el cruceiro Villarrica -Santander -Cali. La vegetación dominante era el pasto común (*Paspalum notatum* Fuech.). El área aproximada de este suelo es de 30 a 40.000 Has. y corresponde a una terraza débilmente disectada del pleistoceno reciente. Se encuentra ecológicamente dentro del Bosque seco tropical con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1.200 mm. Las mayores precipitaciones ocurren durante los meses de abril-mayo-octubre y noviembre. El período seco entre julio y septiembre.

Los suelos están influenciados en su naturaleza por las cenizas volcánicas propias del Volcán de Puracé, al sur de la zona estudiada. Son suelos con características de buen drenaje tanto externo como interno.

0 - 35 cms. Arcilloso; 10 YR₂/2, marrón muy oscuro cuando húmedo, de bloques sub-angulares débiles, firme cuando húmeda, con presencia de abundantes raíces y reacción extremadamente ácida. Borde inferior de la capa u horizonte es difuso.

35 - 70 cms. Arcilloso; 10 YR₅/6 marrón amarillento cuando húmedo. Con manchas 5YR₄/6 amarillento rojizo. Estructura de bloque angular con películas arcillosas sobre las superficies de los bloques; firme cuando húmeda y reacción ácida. Borde inferior de la capa u horizonte es difuso e irregular.

70-120 cms. Franco-arcilloso; 2.5 YR₃/4 marrón rojizo oscuro a 2.5 YR₅/8 rojizo cuando húmedo, masiva, plástica cuando húmeda. Reacción ácida.

RESULTADOS Y DISCUSION

El suelo posee unas características especiales debido a la influencia del material de cenizas volcánicas, mezclado con materiales aluviales. Se estima que el suelo pertenece a un antiguo delta abanico.

A pesar de que los suelos rojizos fueron denominados lateríticos en forma general, posteriormente (1950) fueron designados con el nombre de latosoles siendo el criterio más importante para su identificación el que la relación Sílice-Sesquióxidos fuera menor de 2. Asímiándose a los suelos latosólicos han sido descritos los ferralíticos como aquellos suelos tropicales con condiciones químicas pobres y condiciones físicas buenas; relación Sílice-Sesquióxidos menores de 2; con caolinita como el tipo de arcilla dominante y baja capacidad catiónica de cambio. Hoy estos suelos se clasifican dentro de las ordenes oxisoles y ultisoles, dependiendo particularmente en el contenido de hierro libre (FeO_3).

Por otra parte, también se incluyen para los trópicos los suelos tropicales ferruginosos, similares a los anteriores pero con mayores contenidos de minerales meteorizables y presencia de arcillas del tipo 2:1 junto con las de tipo 1:1 (Buringh, 1968).

Hasta donde se ha podido analizar el suelo materia de estudio en este trabajo, se puede destacar que no tiene arcillas tipo 2:1 en ninguna de las fracciones de arcillas estudiadas ($2-0.2 < 0.2$ micras), la arcilla se identificó como caolinita en las dos fracciones estudiadas del separado arcilloso, siendo mayores las intensidades en la fracción > 0.2 micras. Además, su contenido de materia orgánica es del orden del 80/o. Su capacidad de cambio es alta y su relación limos-arcilla de 0.66 cuando para estos suelos ferralíticos debe ser < 0.25 . En la tabla 5 se pueden apreciar algunas características del suelo estudiado en relación con otros suelos tropicales.

Tabla 1.- Condiciones químicas del suelo de la terraza de Villarrica, Cauca.

	Profundidad	
	0. - 35 cms.	35 - 70
pH	4.60	4.40
C,o/o	4.8	
N,o/o	0.4	0.1
R C/N	12.0	
M.O.o/o	8.2	0.9
Al, me/100 gr.	3.2	1.8
Ca, me/100 gr.	3.1	0.5
Mg, me/100 gr.	2.5	0.4
K, me/100 gr.	0.24	0.22
Na, me/100 gr.	0.41	0.14
CCC. me/100 gr.	40.7	23
P, ppm	8.2	4.1
B, ppm	0.1	
o/o Sat. Bases	17.4	5.4
SiO ₂ /R ₂ O ₃	1.70	
Fe, ppm	13.1	3.2
Zn, ppm	0.8	0.6
Cu, ppm	1.9	1.2
Mn, ppm	60.0	6.0

Tabla 2.- Algunas propiedades relacionadas con las características físicas del suelo de Villarrica, Cauca

	Profundidad	
	0- 35 cms.	35 - 70 cms.
Arenas, o/o	33.4	21.7
Limos, o/o	26.6	12.4
Arcillas, o/o	40.0	85.9
Textura	Arcilloso	Arcilloso
Clases de arcilla	Caolinita	
Densidad real, g/cc	2.20	
Densidad aparente, g/cc	1.42	
Porosidad total, o/o	36.00	
Límite plástico inferior, o/o	38.03	
Límite plástico superior, o/o	59.05	
Índice plástico, o/o	21.02	
Clasificación plasticidad	Suelo plástico	
Retención de humedad (Base seca)		
a 1/20 atm., o/o	44.14	
a 1/10 atm., o/o	41,29	
a 1/5 atm, o/o	36,89	
a 1/3 atm, o/o	31.54	
a 7 atm, o/o	25.36	
a 15 atm, o/o	21,34	
a 31 atm, o/o	8.22	
Agua aprovechable 1/3 a 15 atm.o/o	10.20	

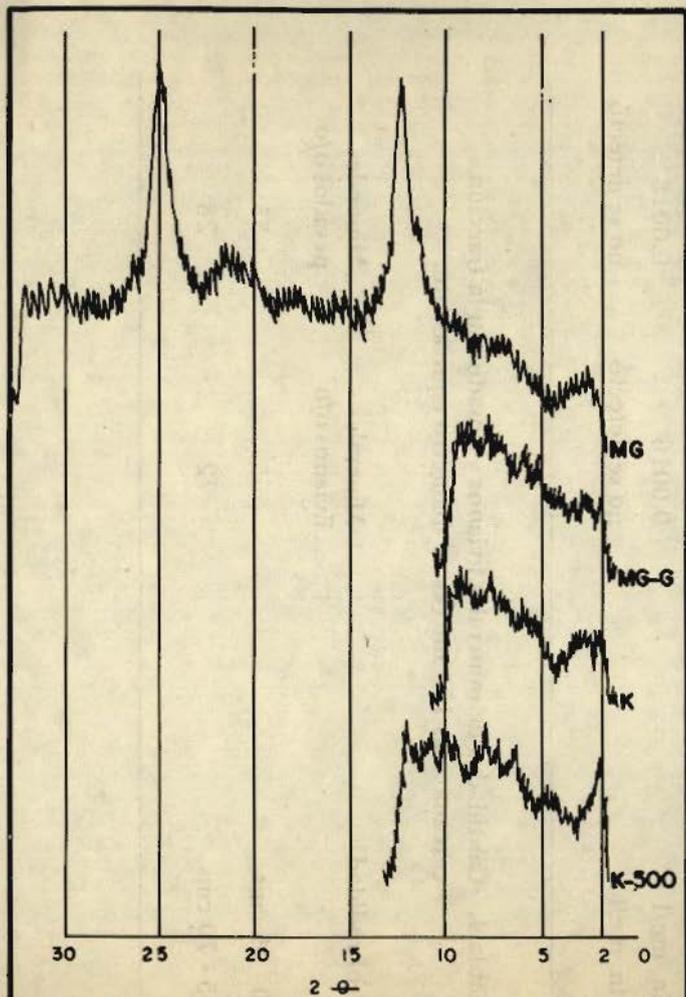


FIG.1.— GRAFICAS DE DIFRACCION DE RAYOS X.
SUELO VILLARICA. FRACCION $>0.2 \mu$

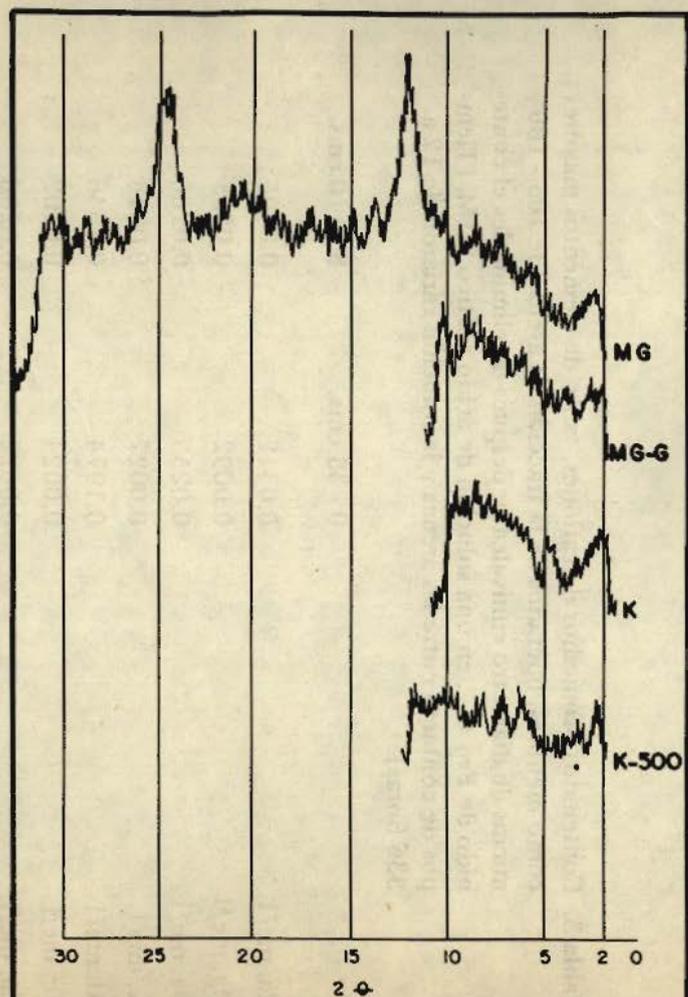


FIG.1A.— GRAFICAS DE DIFRACCION DE RAYOS X.
SUELO VILLARICA. FRACCION $<0.2 \mu$

Tabla 3.- Contenidos promedios de cationes, tanto de elementos mayores como menores, liberados de la fracción de arenas de 105 - 180 micras de diámetro equivalente, después de eliminarles el contenido de Fe_2O_3 , en una solución de ácido acético 0.1M. (Tiempos de contacto entre las arenas y la solución variaron de 12 a 336 horas).

	0 - 35 cms.	35 - 70 cms.
Ca, me/l	0.0312	0.0405
Mg, me/l	0.0092	0.0095
Na, me/l	0.0255	0.0266
K, me/l	0.0027	0.0018
Al, me/l	0.1974	0.2646
Fe, me/l	0.0024	0.0102
Cu, me/l	0.0022	0.0286
Zn, me/l	0.0016	0.0018
Mn, me/l	no se detectó	no se detectó

Tabla 4.- Cantidades de minerales livianos y pesados en la fracción cercana a las 105 micras de diámetro equivalente.

Profundidad	Minerales livianos o/o	Minerales pesados o/o
0 - 35 cms.	65	35
35 - 70 cms.	72	28

Tabla 5.- Comparación general de características físicas y químicas con otros suelos tropicales

	Villarrica (Cauca)	Latosoles y Ferralíticos	Tropicales Ferruginosos
M.O.o/o	8.2	Bajos	Bajos
$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	1.7	2	2
CCC me/100 g.	40.7 (alta)	Baja	Baja
TIPO DE ARCILLA	CAOLINITA	CAOLINITA	CAOLINITA + Tipos 2:1
LIMOS ARCILLAS	0.66	0.25	0.25
CARACTERISTICAS FISICAS	Buenas	Buenas	Buenas
CARACTERISTICAS FISICAS	Regulares	Pobres	Pobres
Clasificación	Ultisol Udul Posiblemente Paleoudult Plinthitic Paleoudult	Oxisoles Ultisoles	Oxisoles Ultisoles

El estudio de su perfil en el campo y el conocimiento de alguna de sus propiedades permitió clasificarlo de acuerdo con la 7a. aproximación de los Estados Unidos como un suelo con epipedon úmbrico del orden ultisoles, suborden udul; Gran Grupo paleoudult y posiblemente del subgrupo "plinthic paleoudult". Otros le han clasificado en el gran grupo tropudult y subgrupo típico tropudult.

Las características físicas y de retención de humedad se pueden clasificar como buenas. En el aspecto químico destaca la fuerte acidéz, su relativamente alto contenido de aluminio intercambiable y su alta capacidad catiónica de cambio, tanto en la profundidad 0-35 cms. como la de 35 - 70 cms.

La capacidad de cambio fué determinada con acetato de amonio normal y neutro. A pesar de que el subsuelo se encuentra con un bajo contenido de materia orgánica y un alto contenido de arcilla que también debe ser caolinítica, la capacidad catiónica de cambio es proporcionalmente alta. Sin embargo, aunque es evidente la presencia de material alofánico en estos suelos por su influencia volcánica extrusiva y el alofano puede alcanzar una capacidad de cambio de 25 a 50 me/100 granos, no se le podría atribuir a este, para la proporción en que pudiera encontrarse asociado con la fracción arcillosa, la mayor parte de la capacidad de cambio.

Esto indica que la fracción responsable en primera instancia de la alta capacidad de cambio podría ser la fracción orgánica. Además, si se tiene en cuenta estudios realizados en la región templada del mundo en que las pérdidas cuantificadas de materia orgánica alcanzan hasta 0.60/o anual (Thompson, 1952; Jenny, 1933), bajo condiciones experimentales, ¿qué se podría decir de la región tropical en donde las condiciones climáticas son más estables y la rata de descomposición de la materia orgánica es más alta?

El orden de liberación de las arenas en el ácido acético 0.1M, para los elementos mayores fué $Ca > Na > Mg > K$. Sus concentraciones se encontraron bajas lo que se refleja en las condiciones químicas del suelo. El potasio siempre apareció con las menores concentraciones en solución y fué también el que se encontró en menor cantidad en el suelo. En cuanto a los elementos menores el orden de liberación fué $Al > Fe > Cu > Zn$. El aluminio se encontró en la mayor proporción cuando se estimó en el suelo, mientras los otros elementos que se encontraron en bajas concentraciones también se reportaron en concentraciones similarmente bajas, guardando el mismo orden en el suelo.

Se exceptua el manganeso que aparece alto en el suelo y no se detectó en la solución, lo que se interpreta en el sentido de que las arenas no contribuyen a su concentración en el suelo sino que su origen es de carácter exógeno, es decir, los materiales que lo llevaron al suelo tales como nódulos u otros llegaron por procesos de arrastre.

Si se asume que los limos son como las arenas, en cuanto a su composición mineralógica, y que los dos separados constituyen el 45o/o del volumen propio de los suelos minerales es de esperar que sus capacidades de liberación de elementos nutritivos no contribuirán al enriquecimiento de las arcillas y los coloides orgánicos en el proceso geológico. Lo anterior, parece estar corroborado por el hecho de que la mineralogía de la fracción fina de las arenas reportó para la capa superior un 35o/o de minerales pesados y un 65o/o de minerales livianos. El subsuelo reportó 72o/o de livianos y 28o/o de pesados.

De lo anterior, no sería aventurado fijar la atención en la materia orgánica como el más importante componente del suelo. Estudiar su naturaleza, formación, conservación y pérdida en los suelos tropicales ultisólicos.

CONCLUSIONES

1. El suelo estudiado se clasificó dentro del orden de los ultisoles, suborden Udult, gran grupo paleoudult.
2. La arcilla dominante fué la coalinita tanto en la fracción mayor como menor de 0.2 micras de diámetro equivalente.
3. La capacidad catiónica de cambio del suelo se clasificó como alta, determinada con acetato de amonio normal y neutro.
4. Un apreciable porcentaje de la capacidad de cambio se atribuyó a la materia orgánica, dada la naturaleza de la arcilla dominante.
5. Se recomienda la conservación de la materia orgánica como práctica muy importante de manejo en los suelos de la región tropical de suelos ultisólicos y la intensificación del estudio de su naturaleza, formación y pérdidas.

RESUMEN

El suelo denominado Villarrica ocupa una extensión aproximada a las 30-40.000 hectáreas, al norte del Departamento del Cauca.

Es un suelo reconocido como del pleistoceno reciente constituyendo una terraza ligeramente disectada con pendientes no mayores del 30/o. Fuertemente lavado, es un suelo con tenores bajos de fertilidad, normal contenido de materia orgánica y alto tenor de capacidad catiónica de cambio.

El suelo se caracteriza por tener un epipedon úmbrico que yace sobre un horizonte argílico bien estructurado con películas arcillosas bien definidas sobre las superficies de los terrones, con colores marrón-rojizo y rojizos que presentan parches o nódulos no endurecidos de plintita.

De acuerdo con la 7a. aproximación se clasificó como del orden de los Ultisoles, suborden Udults. Gran grupo paleodult y subgrupo plinthitic-Paleodult.

La arcilla dominante es del tipo caolinítico tanto en su fracción 2 a 0.2 micras de diámetro equivalente como en la fracción menor de 0.2 micras, aunque es evidente la presencia de material alofánico.

Dada la naturaleza de su arcilla y las características químicas estudiadas, se hace énfasis en la conservación de la materia orgánica como su más importante fuente de fertilidad.

BIBLIOGRAFIA

1. ACEVEDO, M. M. C. Liberación de elementos nutritivos de la fracción de arenas (105-180 micras) y determinación de su fracción en los suelos de Jamundí y Santander de Quilichao: Tesis de Grado. Palmira: Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1978.
2. ARAMENDIS, H. y C. J. ZULUAGA. Determinación del Boro en suelos de la región sur del Dpto. del Atlántico y suelos volcánicos de la región del Puracé. Tesis de Grado. Palmira: Facultad de Ciencias la región del Puracé. Tesis de Grado. Palmira: Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1977.

3. BENDECK, O. I. y J. OVALLE. Población microbiológica (Bacterias y Hongos) en tres suelos del Valle del Cauca. Tesis de Grado. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía del Valle, 1961.
4. BIRREL, KS and M. GRADWELL. 1956. Ion exchange phenomena in some soils containing amorphous mineral constituents. *J. Soil sci*: 7: 130-147.
5. BLASCO, M. L.A. H. Weie; J. A. Catt; E. C. Omerod. 1969. Mineralogy of the soils of the Rio Cauca Valley, Colombia. *Turrialba*: 19 (3): 332-339.
6. BURINGH, P. 1968. Introduction to the study of soils in tropical , and Régions. Wageningen. Landbouwhogeschool.
7. DAZA, B. J. 1959. Respuesta de la alfalfa (*Medicago saliva*, L.) a las aplicaciones de cal, fósforo y molibdeno en suelos ácidos *Acta Agronómica* 9(1-2): 25.
8. GONZALEZ, A. Influencia de dos materiales parentales en la fertilidad de los suelos del Valle del Cauca (parte plana), Colombia. Palmira: Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1975.
9. GONZALEZ, A. Manual de Laboratorio de Suelos. Palmira. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1969.
10. GRIM, R. E. Clay mineralogy 2nd. ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1968.
11. JENNY, H. Soil Fertility Losses under Missouri conditions. *Mo Agr. Exp. Sta. Bull.* 324, 1933.
12. KITTRIC, J. A. and E. W. HOPE. 1963. A procedure for the particle size deparation of soils for X - ray difraction analysis. *Soil Science* 96: 319-325.
13. RAMIREZ, A. La producción de nitratos bajo incubación controlada como un método para medir la asimilación del nitrógeno de los suelos. Tesis de Grado. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía del Valle, 1958.

14. REVELO, C. Aspectos de fertilidad y acidéz en los suelos del sector Villarrica-Santander (Cauca), Cali: Informe CVC 15. 1971.
15. SANTAELLA, G. G. y A. GONZALEZ M. Influencia del carbonato de calcio en las propiedades químicas de un suelo de la terraza de Villarrica (Cauca). Acta Agronómica 15 (1-4): 33-68. 1965.
16. SILVA, F. Métodos de análisis de suelos del Departamento agrológico del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá: Publicación II - 6, 1960.
17. THOMPSON, L. M. Soils and Soil Fertility. New York: McGraw-Hill Book, 1952. 133 p.
18. WHITTING, L. D. X - Ray diffraction Techniques for mineral identification and mineralogical composition. In method on soil analysis. Part I. Agronomy No. 9. American Society of Agronomy. Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, 1965.