

-II-

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES QUIMICAS Y DE FERTILIDAD  
DE DIEZ SUELOS DE CLIMA MEDIO  
EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Por

LUIS HORACIO ARTEAGA MUÑOZ

"Los CARLOS ULISES PORTILLA ORDÓÑEZ, en la tesis  
de grado, son de responsabilidad exclusiva de  
sus obras".

Tesis de Grado presentada como requisito

Artículo 10 del Decreto 11 de Oc-  
tubre de 1958 del Honorable Consejo  
Directivo de la Universidad de Nariño

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

Presidente de tesis

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
Instituto Tecnológico Agrícola  
Pasto, Colombia

1.970

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

Artículo 10. del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1.966. Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

LUIS HORACIO ARTEAGA MUÑOZ



A MIS PADRES  
A LA MEMORIA DE MI MADRE Y A SOCORRO  
A MI PADRE JUAN  
A MIS FAMILIARES  
A MIS AMIGOS

DEDICO ULISES PORTILLA GONZALEZ  
LUIS HORACIO ARTEAGA MUÑOZ



I. INTRODUCCION

II. REVISION DE LITERATURA

2.1

2.2

2.3

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
 BIBLIOTECA  
 ALBERTO QUIMANO GUERRERO

No. **7825** 2 3 1 8

Ep. \_\_\_\_\_ Vol. \_\_\_\_\_

Valor \$ Propiedades físicas Com. \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

2.3.2.a Reacción del suelo  
**AGRADECIMIENTO A:**

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

**ETREN CORAL QUINTERO I.A.**

**Al personal del Laboratorio Químico**

**Regional de la C.V.C. Palmira.**

Todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

2.3.2.1 Aluminio

2.3.2.2 Elementos menores

2.4 Fertilidad

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Suelos

3.1.1 Descripción de perfiles

3.1.2 Toma de muestras

3.1.3 Análisis químico y físico mecánico

nico

3.2 La planta indicadora

1  
3  
5  
3  
4  
4  
5  
5  
6  
7  
8  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
17  
17  
17  
17  
17

CONTENIDO

	Pag.
3.3 Procedimiento experimental	29
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Ecología	3
2.2 Geología	3
2.3 Suelos	4
2.3.1 Propiedades físicas	4
2.3.2 Propiedades químicas	5
2.3.2.a Reacción del suelo	5
2.3.2.b Materia orgánica	6
2.3.2.c Nitrógeno total	7
2.3.2.d Relación C/N	8
2.3.2.e Fósforo	8
2.3.2.f Capacidad de intercambio catiónico	9
2.3.2.g Cationes cambiabiles	10
2.3.2.h Azufre	11
2.3.2.i Aluminio	12
2.3.2.j Elementos menores	13
2.4 Fertilidad	14
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Suelos	17
3.1.1 Descripción de perfiles	17
3.1.2 Toma de muestras	17
3.1.3 Análisis químico y físico mecánico	17
3.2 La planta indicadora	20

	Pag.
V. 3.3 Procedimiento experimental	20
VI. 3.3.1 Ensayo de campo	20
SUMMA 3.3.2 Condiciones del ensayo	20
VII. BIBLI 3.3.3 Niveles y fuentes de nutrimentos	21
VIII. APEND 3.3.4 Aplicación de los nutrimentos y la siembra	24
3.3.5 Cosecha y determinación del peso en seco	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Características químicas	26
4.1.1 Reacción del suelo	26
4.1.2 Materia orgánica	29
4.1.3 Nitrógeno total	29
4.1.4 Relación C/N	29
4.1.5 Fósforo aprovechable	30
4.1.6 Capacidad catiónica de cambio	30
4.1.7 Cationes cambiables	31
4.2 Aprovechabilidad de los nutrimentos	32
4.2.1 Nitrógeno	32
4.2.2 Fósforo	37
4.2.3 Potasio, calcio y magnesio	38
4.2.4 Azufre y elementos menores	39
4.3 Fertilidad de los suelos	41



ILUSTRACIONES

Pag.

Figura 10.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo	
Figura 1.	Localización de las zonas de estudio en el departamento de Narino	18
Figura 2.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Yaguilla	31
Figura 11.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo San Francisco	43
Figura 3.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Minas de Arena	52
Figura 12.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Minas de Arena	44
Figura 4.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Chagües	53
Figura 13.	Deficiencia de nitrógeno y fósforo presentada en el suelo Santa Lucía	45
Figura 14.	Deficiencia de fósforo presentada en el suelo Minas de Arena	55
Figura 5.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Pedregal	46
Figura 6.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Bonete	47
Figura 7.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Santa Lucía	48
Figura 8.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Estadio	49
Figura 9.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Saraceneho	50

TABLAS

Pag.

Figura 10.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Yunguilla	22
Figura 11.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Tanamá	51
Figura 12.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, en los suelos estudiados	23
Figura 13.	Deficiencias de nitrógeno y fósforo presentada en el suelo Santa Lucía	52
Figura 14.	Deficiencia de fósforo presentada en el suelo Minas de Arena	27
Tabla VII.	Cuadrados medios y significación estadística para la variable materia seca en los suelos estudiados	538
Tabla VIII.	Condiciones generales de los suelos	35
Tabla IX.	Algunas características físicas correspondientes a los suelos estudiados	71
Tabla X.	Algunas características físicas correspondientes a los subsuelos estudiados	73

TABLAS

Pag.

Tabla I.	Tratamientos para la técnica del elemento faltante niveles de fer-	22
Tabla II.	Niveles y fuentes de nutrimentos para el ensayo	23
Tabla III.	Resultados de la caracterización química de los suelos	27
Tabla IV.	Resultados de la caracterización química de los subsuelos	28
Tabla V.	Producción promedia de materia seca en los diferentes tratamientos	33
Tabla VI.	Producción relativa de materia seca en los diferentes tratamientos	34
Tabla VII.	Cuadrados medios y significación estadística para la variable materia seca en los suelos estudiados	35
Tabla VIII.	Condiciones generales de los suelos	71
Tabla IX.	Algunas características físicas correspondientes a los suelos estudiados	72
Tabla X.	Algunas características físicas correspondientes a los subsuelos estudiados	73

Tabla XI.	Respuesta del tomate a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en base peso seco del material vegetal (gr.), en los suelos estudiados	83
Tabla XII.	Resultados según la prueba de Duncan	
Tabla XIII.	Resultados según la prueba de Duncan	
Tabla XIV.	Resultados según la prueba de Duncan	
Tabla XV.	Resultados según la prueba de Duncan	
Tabla XVI.	Resultados según la prueba de Duncan. Suelo San Francisco	74
Tabla XVII.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Minas de Arena	79
Tabla XVIII.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Chagüez	80
Tabla XIX.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Pedregal	81
Tabla XX.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Bonete	82
Tabla XXI.	Resultados según la prueba de Duncan Suelos Santa Lucía	83
Tabla XXII.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Estadio	84
Tabla XXIII.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Saraconcho	85
Tabla XXIV.	Resultados según la prueba de Duncan Suelo Yunguilla	86
		87

Tabla XXV. Resultados según la prueba de Duncan  
Tratamientos

88

Tabla XXVI. Resultados según la prueba de Duncan  
Comparación entre los suelos estadia  
dos

89

LUIS HORACIO ARTEAGA MUÑOZ  
MARIO VILHENS TORTILLA ORDOÑEZ

## I. INTRODUCCION

La fertilidad de los suelos <sup>100</sup>considera  
de acostumbrado como uno de los principales factores de  
terminantes de la productividad de los mismos, se refiere  
a la capacidad inherente del suelo para proporcionarle a  
la planta los principios nutritivos en porcentajes adecua  
dos y en proporciones convenientes. Por lo tanto, será de  
gran importancia para cualquier zona agrícola, el estudio  
de la fertilidad de sus suelos, para lograr así el conoci  
miento de los factores limitantes, sus modificaciones más  
convenientas y obtener el mejor desarrollo de las plantas.

---

(\*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para  
optar el título de Ingeniero Agrónomo, bajo la Presi  
dencia de Ricardo Guerrero R., B.A., M.Sc., a quien los  
autores agradecen.

En el presente trabajo se trató de  
lograr un conocimiento de la fertilidad de algunos suelos  
**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES QUIMICAS Y DE FERTILIDAD** en  
los municipios DE DIEZ SUELOS DE CLIMA MEDIO Sazonal, median  
te análisis EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO (\*), a través ( 1958  
Estación Sallentia Hill), en enteros, para evaluar los  
resultados de acuerdo a la respuesta de los elementos nu-  
tritivos aplicados.

Por  
LUIS HORACIO ARTEAGA MUÑOZ  
CARLOS ULISES FORTILLA ORDOÑEZ

## I. INTRODUCCION

La fertilidad de los suelos <sup>120</sup> considera  
da económicamente como uno de los principales factores de  
terminantes de la productividad de los mismos, se refiere  
a la capacidad inherente del suelo para proporcionarle a  
la planta los principios nutritivos en porcentajes adecua  
dos y en proporciones convenientes. Por lo tanto, será de  
gran importancia para cualquier zona agrícola, el estudio  
de la fertilidad de sus suelos, para lograr así el conoci  
miento de los factores limitantes, sus modificaciones más  
convenientemente y obtener el mejor desarrollo de las plantas.

---

(\*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la Presi  
dencia de Ricardo Guerrero R., I.A., M.Sc., a quien los  
autores agradecen.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En el presente trabajo se trató de lograr un conocimiento de la fertilidad de algunos suelos de clima medio del Departamento de Narino, localizados en los municipios de Tiquerres, Santa Cruz y Samaniego, mediante análisis químicos y ensayos de campo con tomate (Lycopersicon Esculentum Mill.), en materos, para evaluar los resultados de acuerdo a la respuesta de los elementos nutritivos aplicados. El bosque húmedo subtropical ocupa la zona cafetera, con temperaturas promedio de 18 a 24°C, precipitación promedio anual de 1,000 a 2,000 mm, posición altitudinal entre los 900 y los 2,000 msnm; el bosque primario ha desaparecido y el principal tipo de vegetación lo constituye la caña brava (Arundo sp.), guano (Yucca sp.), caña de azúcar (Saccharum officinarum), café (Coffea arabica L.), etc. El bosque húmedo montano bajo viene caracterizado por temperaturas de 12 a 18°C, con precipitaciones de 1,000 a 2,000 mm, posición altitudinal entre 1,000 y 2,000 msnm; la vegetación está compuesta por aliso (Alnus sp.), maíz (Zea mays L.), y caña (Panicum sp.).

2.2 GEOLOGIA

De acuerdo a los estudios de Varela (65), Lozada y Mora (37), y Buono (18), la mayor parte del Departamento de Narino, está dominado por rocas eruptivas volcánicas que provienen de la actividad de 23 volcanes, desde fines del terciario hasta nuestros días.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA es de bre

chas compactas, con centros de andesitas, bombas andesíti-

### 2.1 ECOLOGIA

cas, tobas de lapilis, conchas en diferentes grados de compactación y derrames de andesitas.

Según Espinal y Montenegro (23), la zona en estudio, pertenece a las formaciones de bosque húmedo subtropical (Bh-St), y bosque húmedo montano bajo (Bh-MB). Los de Nariño están formados por rocas porfíricas

del cretácico, rocas ígneas intrusivas del tipo de la granodiorita y rocas básicas con raras andesitas, basaltos y tobas de la edad cenozoica.

El bosque húmedo subtropical ocupa la zona cafetera, con temperaturas promedio de 18 a 24°C, precipitación promedio anual de 1.000 a 2.000 mm, posición altitudinal entre los 900 y los 2.000msnm; el bosque primario ha desaparecido y el principal tipo de vegetación lo constituye la caña brava (Arundo sp.), guamos (Inga sp.), caña de azúcar (Saccharum officinarum), café (Coffea arabica L.). Época terciaria por los volcanes galeran, A

sufreal, Botomayor y otros.

El bosque húmedo montano bajo tiene temperaturas de 12 a 18°C, con precipitaciones de 1.000 a 2.000 mm, posición altitudinal entre 1.000 y 2.000 msnm; la vegetación está compuesta por alisos (Alnus sp.), maíz (Zea mays L.), y cabuya (Furcraea sp.).

### 2.2 GEOLOGIA

De acuerdo a Legarda y Mera (37), los volcanes predominantes en el departamento de Nariño, están dominado por rocas eruptivas modernas que provienen de la actividad de 23 volcanes, desde fines del terciario hasta nuestros días.

Los mismos autores consideran que la composición predominante es de brechas compactas, con cantos de andesitas, bombas andesíticas, franco arenosas, Klaseo y otros (10), dicen que el alto contenido de limas que existe en algunos suelos, se debe a la compactación y derrames de andesitas.

Grosse (33), encontró que los suelos volcánicos de Nariño están formados por rocas porfíricas del cretácico, rocas ígneas intrusivas ácidas del tipo de la granodiorita y rocas básicas como: sienitas, andesitas, basaltos y tobas de la edad cenozoica.

Las condiciones geológicas de la zona del río Pacual son semejantes a la de los demás valles profundos que se encuentran al suroeste de Colombia; están cubiertos por depósitos volcánicos considerables, arrojados en la época postterciaria por los volcanes galeras, Azufra, Sotomayor y otros, cuyos detritus fueron conducidos hacia las partes bajas por el hielo al derretirse en cantidades inmensas (Legarda y Mora, 37).

## 2.3 SUELOS

### 2.3.1 Propiedades físicas

De acuerdo a Legarda y Mora (37), los colores predominantes en los suelos de Nariño, son los negros a grises según la presencia de materia orgánica y cenizas volcánicas. Los colores amarillos se deben a la presencia de sesquióxidos de hierro y aluminio.

2.3.2.b Materia Los mismos autores consideran que las texturas predominantes son la franco arenosa y la franco arcillosa. Según López (42), los valores de materia orgánica en suelos de clima medio de origen volcánico oscilan entre 6 y 13%. El promedio de materia orgánica encontrado por Blasco (9), para suelos de clima medio de Nariño está alrededor del 3%; pero de acuerdo a García (32), la presencia de materia orgánica para zonas subtropicales de Nariño, es Díaz y otros, citados por Alcayaga (1), y Valdés (74), afirman que los suelos derivados de cenizas volcánicas se caracterizan por tener una densidad bastante baja, lo cual se debe a la porosidad de sus materiales y al alto contenido de materia orgánica, característica, a pesar de esto, las deficiencias de nitrógeno son comunes en estos suelos, posiblemente debido a las formaciones de complejos arcilla-materia orgánica.

Los suelos de cenizas volcánicas, generalmente contienen grandes cantidades de materia orgánica, a pesar de esto, las deficiencias de nitrógeno son comunes en estos suelos, posiblemente debido a las formaciones de complejos arcilla-materia orgánica.

Los suelos de cenizas volcánicas, generalmente contienen grandes cantidades de materia orgánica, a pesar de esto, las deficiencias de nitrógeno son comunes en estos suelos, posiblemente debido a las formaciones de complejos arcilla-materia orgánica.

### 2.3.2 Propiedades químicas

#### 2.3.2.a Reacción del suelo

De acuerdo a Alexander (2), la materia orgánica aumenta el pH. De acuerdo a Blasco (9), los suelos de clima medio de Nariño, presentan un pH de 4,25 a 7,25 con un promedio de 5,66. En general los valores de pH, en suelos derivados de cenizas volcánicas, son mayores de 5,0 y es raro encontrar valores menores, debido a la capacidad amortiguadora de la alúmina (Swindale, 62; Fassbender, 27). Las mayores acumulaciones de materia orgánica, lo cual se explica por las diferencias climatológicas térmicas existentes entre los dos volcanes.

### 2.3.2.b Materia orgánica

Según López (42), los valores de materia orgánica en suelos de clima medio de origen volcánico oscilan entre 6 y 15%. El promedio de materia orgánica encontrado por Blasco (9), para suelos de clima medio de Nariño está alrededor del 3%; pero de acuerdo a García (32), la presencia de materia orgánica para zonas subtropicales de Nariño, es mayor a la prevista, posiblemente debido a que la alóftana impide una mineralización activa.

Los suelos de cenizas volcánicas, generalmente contienen grandes cantidades de materia orgánica, a pesar de esto, las deficiencias de nitrógeno son comunes en estos suelos, posiblemente debido a las formaciones estables de complejos arcilla-materia orgánica (Fox, 31).

De acuerdo a Alexander (2), la materia orgánica aumenta con la altitud, debido a una menor actividad biológica. Sin embargo, González y otros, citados por Legarda y Mora (37), encontraron que en el nevado del Ruiz, al pasar del moantano al subalpino, se observó fuerte disminución de materia orgánica, sin embargo, los últimos autores encontraron en el piso subalpino del Galeras, las mayores acumulaciones de materia orgánica, lo cual se explica por las diferencias climatológicas térmicas existentes entre los dos volcanes.

Según Blasco (8), la altitud impide una mineralización activa, por la escasa actividad microbial, que se ve afectada por el pH ácido y la baja temperatura.

### 2.3.2.c Nitrógeno total

Blasco citado por Rosero (56), afirma que el contenido de nitrógeno total en Colombia, está comprendido entre 0,2 y 0,7%, con tendencia al mayor cuando disminuye la temperatura y aumenta la precipitación. El mismo autor considera, que el contenido de nitrógeno total en suelos de clima medio de Nariño, es de 0,3%

Rosero (56), quien ha realizado estudios del nitrógeno en suelos de clima medio de Nariño, dice que la pérdida de nitrógeno total en esta zona, se debe a la disminución de la fracción orgánica nitrogenada, ocurrida por el mayor desarrollo genético de estos suelos y el aumento de temperatura.

Valdés (64), dice que en su mayoría los suelos derivados de cenizas volcánicas, se caracterizan por la baja disponibilidad del nitrógeno, no obstante su alto contenido de materia orgánica, problema que según Fox (31), se debe a las formaciones estables de complejos arcilla - materia orgánica.

Estudios realizados por Córdoba y

otros (21), demuestran que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación y volatilización pueden tener proporciones serias en el Altiplano de Pasto, por lo tanto indican la necesidad de aplicar fraccionadamente este elemento, ori-

ginal, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Esteban, citado por Arango (4) y Pantoja (27).

### 2.3.2.d Relación Carbono-Nitrógeno.

La fijación del fósforo en suelos López (42), al estudiar los suelos de clima medio de origen volcánico, en Colombia, encontró que la relación carbono-nitrógeno fluctúa alrededor de 10:1, sin embargo, se puede considerar un estrecho rango de 9-12, común para todos los suelos con temperatura media anual de 15 a 25°C. En zonas de páramo, según el mismo autor, la relación es un poco mayor y puede llegar hasta 20:1.

### 2.3.2.e Fósforo

La disponibilidad del fósforo, en suelos derivados de cenizas volcánicas, está influenciada biológicamente por la actividad de las plantas y la mineralización (Blasco, 11). Pantoja (53), y Blasco (8), determinan que el contenido de fósforo total, en los suelos de clima medio de Nariño, es bajo, de éste el 45,48% es inerte, el fósforo orgánico representa el 14,90% del total en los suelos bajo condiciones de pradera y el 9,55% en condiciones de cultivo; el fósforo unido al hierro y al aluminio duplican al fósforo retenido por las formaciones calcáreas. El fósforo directamente asequible es muy deficiente.

Según Araos y otros, citados por  
es, en los tetraedros y la presencia de hidroxidos de  
Espinosa (24,25), en la mayoría de los suelos Chilenos  
derivados de cenizas volcánicas, a parte del nitrógeno,  
el fósforo es el elemento cuya disponibilidad es más cri-  
tica, lo cual coincide con los resultados obtenidos por  
Letelier, citado por Araos (4) y Fassbender (27).

La fijación del fósforo en suelos  
de cenizas volcánicas es alta, y depende de la cantidad  
de alúfana, oxidos hidratados de hierro y aluminio (Fox,  
31; Espinosa, 24,25; Fassbender, 30; Alcayaga, 1); del con-  
tenido de materia orgánica, del aluminio extraíble y del  
pH del medio (Swindale, 62; Bornemisza e Igue, 14; Valdés,  
64; Fassbender, 26,28; Blasco, 8); de la precipitación y en  
del grado de evolución de los suelos (López, 40,42).

La asequibilidad del fósforo, en  
suelos derivados de cenizas volcánicas, está influencia-  
da biológicamente por la inmovilización, la cual es supe-  
rior a la mineralización (Blasco, 11).

2.3.2.f Capacidad de intercambio catiónico

En suelos volcánicos se considera  
que la alúfana y otros materiales inorgánicos amorfos,  
tienen una capacidad que fluctúa entre 50 y 60 me/100 g  
(Blasco, 8; Alcayaga, 1; Luna, 43; Fassbender, 29), y se debe  
a las sustituciones isomórficas entre el aluminio y sili-  
suelos formados sobre cenizas volcánicas.

Los intentos de aumentar la producción, en los tetraedros y la presencia de hidroxidos de hierro y aluminio. Según Amézquita y Figueroa (3), la capacidad catiónica de cambio es alta cuando se mide con acetato de amonio, y se reduce cuando se emplea cloruro de calcio. Con el acetato de amonio se puede presentar una adsorción física del acetato en los materiales inorgánicos amorfos, general en suelos muy ácidos y los síntomas se

### 2.3.2.8 Cationes cambiables

Según estudios realizados por García, (32), el potasio en suelos de clima medio de Nariffo, es alto en sus diferentes fracciones. Sin embargo estos valores son menores a los encontrados por Ordoñez (52), en suelos del Altiplano de Pasto. Estos mismos autores, señalaban que el potasio disminuye a medida que la reacción avanza de alófana a caolinita. En el Altiplano probablemente apenas a llegado a alófana hidratada, de allí el mayor contenido de potasio en estos suelos.

Legarda y Mora (37), dicen que el contenido de potasio en suelos de Nariffo, es alto y su cantidad aumenta, a medida que es mayor la altura, sobre todo en la forma intercambiable.

Zambrano y otros (67), afirman que los contenidos de calcio y magnesio en el Departamento de Nariffo son altos y se presentan cantidades mayores en suelos formados sobre cenizas volcánicas.

Los intentos de aumentar la productividad a través de elevaciones del pH, por adición de cal agrícola en suelos volcánicos de Caldas y Tolima, han sido nulos, lo cual se debe al efecto responsable del aluminio en forma de aluminatos (López, 40).

La deficiencia de calcio se presenta por lo general en suelos muy ácidos y los síntomas se complican por la falta de magnesio y toxicidades provocadas por el manganeso y aluminio (Tincknell y López, 63).

Blasco (8), afirma que la relación calcio - magnesio para Nariño está alrededor de 4:1. En suelos del Cauca, León (38), encontró relaciones de calcio-magnesio cercanas a 2:1, y es posible encontrar deficiencias de magnesio con relaciones menores a este valor.

Walsh y Chark, citados por Malavolta (44), observaron en plantas de tomate, que la relación K:Mg controla la relación de absorción de magnesio. Al elevar la relación a un nivel mayor, es posible la inducción de síntomas de carencia de magnesio, aun cuando el nivel de este elemento fuera adecuado.

### 2.3.2.h Azufre

Los suelos derivados de cenizas volcánicas muy meteorizadas pueden contener grandes cantida

des de sulfatos adsorbidos, cuya solubilidad en este caso es baja, y de no serlo se perdería por lixiviación; los suelos menos meteorizados contienen el sulfato de la solución del suelo en bajas cantidades y aún en los suelos muy meteorizados, con grandes cantidades de sulfatos adsorbidos pueden responder a la aplicación de azufre, si éste no es capaz de mantener la concentración de sulfato en la solución del suelo a niveles óptimos (Fox, 31).

no afecta el desarrollo normal de la planta (Martini, 46).

Anderson y Spencer, citados por Malavolta(44), afirman que la falta de azufre impide la fijación de nitrógeno por parte de las bacterias, reflejan de una anomalía en la parte de la simbiosis en leguminosas. Experimentos realizados por Fox (31), y Schalcha y otros (58), han determinado que la concentración de azufre en los suelos, debería ser aproximada a las 5 ppm, para aquellos suelos de alta capacidad de adsorción de sulfatos; para los suelos con baja capacidad las concentraciones deben ser mas altas.

#### 2.3.2.1 Aluminio según Heisenaver y otros, citados

por Janson (36). Los suelos ácidos con alúmina, deben muchas de sus propiedades al aluminio, que puede solubilizarse bajo determinadas condiciones. Especialmente, se deben destacar las bajas concentraciones de calcio y fósforo disponible para las plantas, la elevada toxicidad del aluminio y la fuerte fijación del fósforo que se

origina (Schenkel, 59; Bornemisza, e Igue, 14). Según Alcayaga (1), cifras del orden de las 120 ppm de aluminio en los suelos, son generalmente indicadoras de una elevada fijación de fósforo. El aluminio soluble es de una gran importancia en los suelos por su efecto tóxico para las plantas, por su capacidad para fijar e insolubilizar el fósforo y desde el punto de vista económico, por la cantidad requerida para reducir su actividad a un nivel que no afecte el desarrollo normal de la planta (Martini, 46).

### 2.3.2.j Elementos menores

En estudios realizados por Junca (36), en suelos de clima medio en el Departamento de Narino, se encontraron niveles adecuados de cobalto y molibdeno y deficiencias de cobre. Barros (6), en suelos del Altiplano de Pasto, encontró niveles superiores de cobre a los de clima medio. El molibdeno se presenta en menor cantidad pero más asequible en suelos de clima medio.

### 2.4 FERTILIDAD

Según Reisenaver y otros, citados por Junca (36), el molibdeno puede ser absorbido o precipitado por los óxidos de hierro y aluminio, en suelos ácidos y por mecanismos similares a la fijación que presenta el fósforo, aunque su fijación puede llegar a ser más fuerte con el hierro que con el aluminio.

otros (48), se evidencian. El manganeso en suelos de clima me-  
dio derivados de cenizas volcánicas, existe en altas can-  
tidades, y en comparación con los encontrados por otros  
investigadores en suelos de América Latina. De aquí se  
pueden presentar deficiencias de este elemento cuando el  
contenido en el suelo es de 1 ppm (Castro, 20; López, 42).

En la producción causada por el fósforo, en suelos  
derivados de cenizas volcánicas, se llegó a la conclusión  
aprovechable de cobre, zinc, manganeso y hierro en sue-  
los derivados de cenizas volcánicas en Chile, no se en-  
contraron deficiencias, salvo para el manganeso (Schal-  
scha, 58).

De acuerdo a Boratto, citado por A-  
raoz (4), en un ensayo, de alfalfa en invernadero, no se  
encontró respuesta significativa a la aplicación de boro  
y molibdeno, en suelos derivados de cenizas volcánicas  
de Chile. El cobre por formar complejos con la materia  
orgánica y el molibdeno por reaccionar con los óxidos de  
hierro y aluminio para formar molibdatos (Blasco, 8).

Los ensayos por Silva (61), indican altas deficien-  
cias de fósforo y niveles adecuados de potasio, Aristini  
y Baidó (5), en su Martini (47), en estudios de inver-  
nadero en latosoles de Costa Rica, mediante el empleo de  
plantas de tomate, encontró respuestas a nitrógeno y fós-  
foro y las menores respuestas para potasio y azufre. En  
estudios de fertilidad realizados en las sabanas del Bra-  
sil, con la técnica del elemento faltante, por McClung y  
el nitrógeno son limitantes para la producción y no ca-

otros (48), se evidenció una fuerte deficiencia de fósforo en las gramíneas y leguminosas que se emplearon como plantas indicadoras. La aplicación de potasio no tuvo ningún efecto de importancia en la producción de materia seca. En experimentos de tomate, realizados en invernadero por Fassbender (27), para determinar el grado de limitación en la producción causada por el fósforo, en suelos derivados de cenizas volcánicas, se llegó a la conclusión de que el 85% de los suelos eran deficientes en fósforo y solo el 6% presentaban condiciones aceptables de disponibilidad.

De acuerdo a Beratto, citado por Araoz (4), en un ensayo de alfalfa en invernadero, no se encontró respuesta significativa a la aplicación de boro y molibdeno, en suelos derivados de cenizas volcánicas de Chile.

Experimentos de fertilidad realizados en el Cauca por Silva (61), indican altas deficiencias de fósforo y niveles adecuados de potasio. Aristizábal y Baird (5), en suelos del Valle del Cauca, encontraron deficiencias de fósforo, como también de algunos elementos menores, aunque en menor grado.

Chaves y Rosero (22), en estudios de suelos del Valle del Patía, demostraron que el fósforo y el nitrógeno son limitantes para la producción y no en-

contraron respuesta a la aplicación de potasio; las adiciones de magnesio y otros elementos menores resultaron depresivas en comparación al tratamiento N1 P1 K1.

En suelos del Altiplano de Pasto, Revelo y Revelo (55), en experimentos de invernadero con lechuga romana, encontraron fuertes deficiencias de fósforo. Burbano y López (19), en estos mismos suelos, no encontraron respuestas significativas a las aplicaciones de cal.

Para la descripción de los perfiles se aprovecharon, en su mayoría, los cortes de carreteras y zanjas, de los cuales se tomó la profundidad, la textura, el color mediante las tablas Munsell (51), y algunas otras observaciones que aparecen en las tablas XIII a 2.

#### 3.1.2 Toma de muestras

Las muestras se tomaron en los lugares más representativos de cada zona, tanto del suelo como del subsuelo; del suelo para el análisis químico y el ensayo de campo, del subsuelo únicamente para el análisis químico; se analizaron un total de 17 muestras, ya que 3 suelos no presentaron Horizonte B, y se consideraron del tipo A-C.

#### 3.1.3 Análisis químicos y físico-químicos

Los análisis se realizaron en el

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 SUELOS

Para realizar el estudio, se escogieron 10 suelos provenientes de la zona de clima medio en los Municipios de Túquerres, Santacruz y Samaniego, dentro del Departamento de Nariño, FIGURA 1.

##### 3.1.1 Descripción de los perfiles

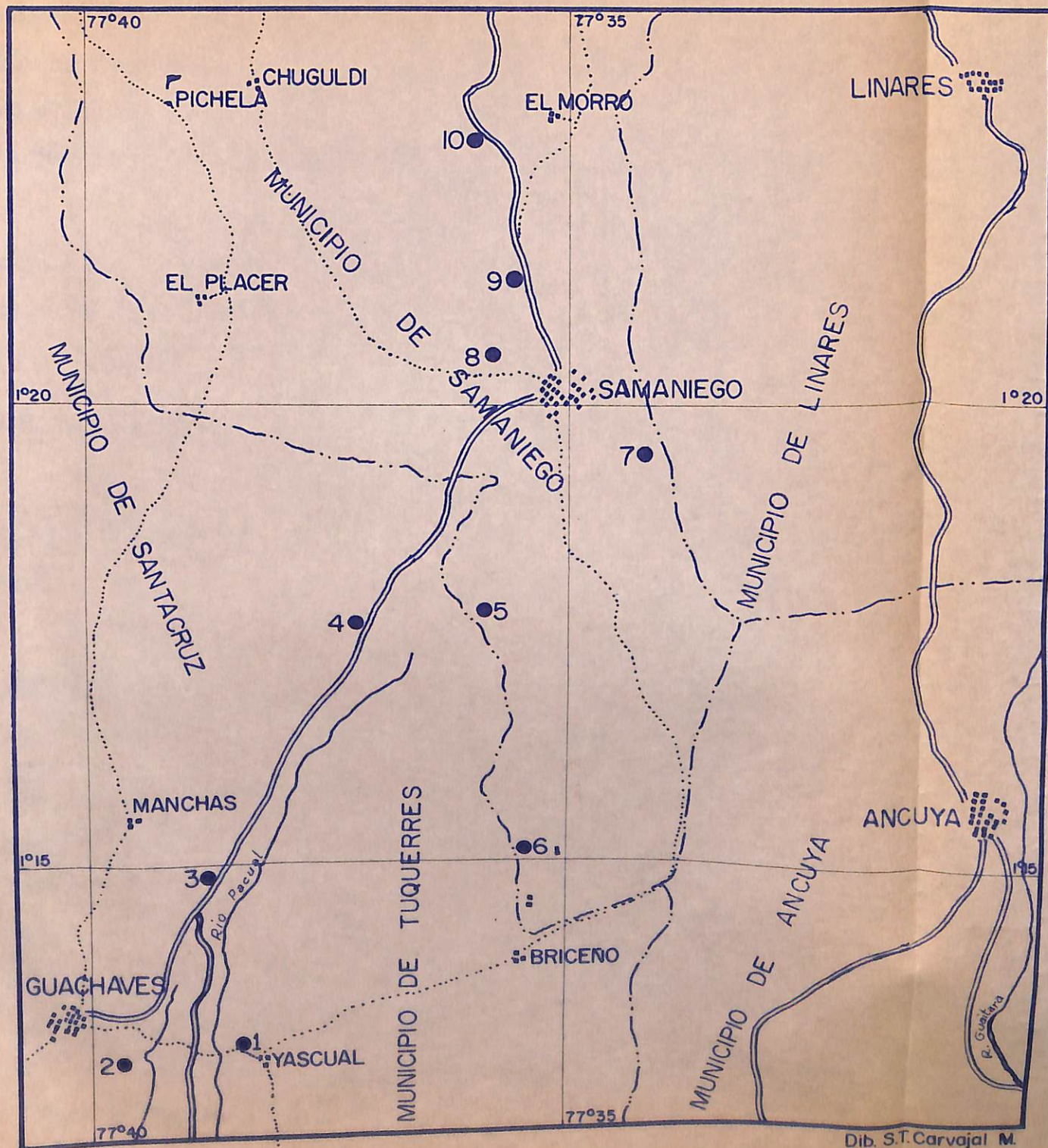
Para la descripción de los perfiles se aprovecharon, en su mayoría, los cortes de carreteras y zanjas, de los cuales se tomó la profundidad, la textura, el color mediante las tablas Munsell (51), y algunas otras observaciones que aparecen en las tablas XIII a X.

##### 3.1.2 Toma de muestras

Las muestras se tomaron en los lugares más representativos de cada zona, tanto del suelo como del subsuelo; del suelo para el análisis químico y el ensayo de campo, del subsuelo únicamente para el análisis químico. Se analizaron un total de 17 muestras, ya que 3 suelos no presentaron Horizonte B, y se consideran del tipo A-C.

##### 3.1.3 análisis químico y físico-mecánico

Los análisis se realizaron en el



Dib. S.T. Carvajal M.

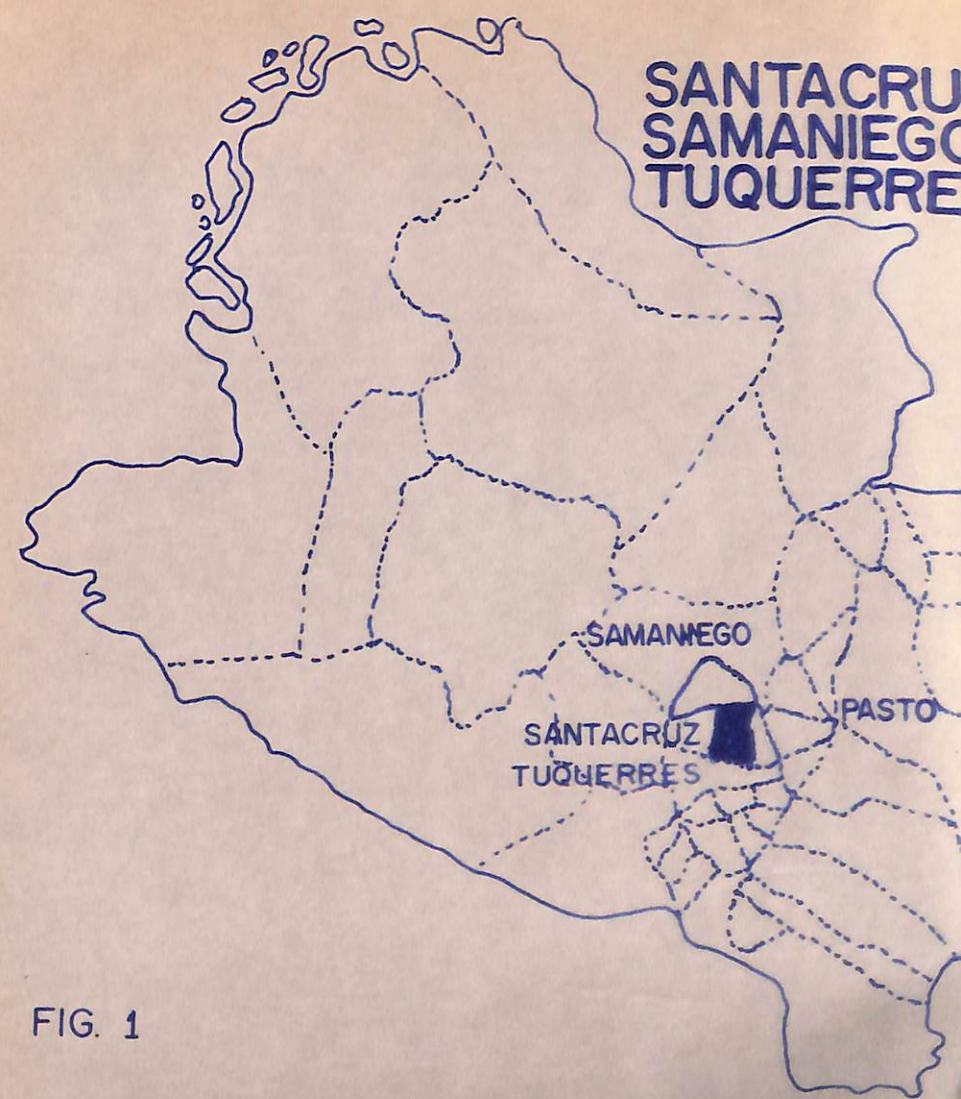


FIG. 1

● LOCALIZACION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1- SAN FRANCISCO  | 6- SANTA LUCIA |
| 2- MINAS DE ARENA | 7- ESTADIO     |
| 3- CHAGUEZ        | 8- SARACONCHO  |
| 4- PEDREGAL       | 9- YUNGUILLA   |
| 5- EL BONETE      | 10- TANAMA     |

Laboratorio Químico Regional Cooperativo de la CVG, Facultad de agronomía, Palmira. Para realizar el análisis las muestras se secaron al aire, se trituraron y se tamizaron en malla de 2 mm.

La humedad se determinó por diferencia de peso, después de someter las muestras durante 24 horas a una temperatura de 105°C, en estufa (Silva, 60).

pH, por medio del método potenciométrico, relación suelo-agua (1:1), (Jackson, 34).

Nitrógeno total, por el método de Kjeldahl modificado (Bremner, 17; Saiz del Rio y Bornemisza, 57).

Fósforo, por el método del fotocolorímetro, Bray I (Jackson, 34).

Cationes cambiabiles: Calcio, magnesio, potasio y sodio, por el método del fotómetro de llama, previa extracción de las sales con acetato de amonio normal y neutro (Jackson, 34).

Capacidad total de cambio, simultáneamente, con la extracción de los cationes cambiabiles con acetato de amonio (Jackson, 34).

Aluminio intercambiable, por el método de Yuan y Fiskell (Saiz del Rio y Bornemisza, 57).

Materia orgánica, por el método de Walkley y Black (66).

Textura por el método de Bouyoucos (16).

### 3.2 PLANTA INDICADORA

Como planta indicadora, se empleó el tomate (Lycopersicum Esculentum Mill), variedad Manalucie por conocerse bien sus síntomas y ser bastante exigente en requerimientos nutritivos (Martini, 47).

### 3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.3.1 Ensayo de campo

Para el ensayo de campo, las muestras fueron secadas al aire, trituradas y tamizadas con mallas de 2 mm. El método empleado fué el del elemento faltante descrito por Martini (47), tabla I. Se emplearon 9 tratamientos y 4 replicaciones distribuidas en un diseño de bloques, completamente al azar.

#### 3.3.2 condiciones del ensayo

El experimento fué realizado en la finca "Chagúez", situada en el Municipio de Santa Cruz (Km 30, carretera Túquerres-Samaniego). El terreno se niveló a manera de terrazas de 2m de ancho por 9 m de lar-

go; se cercó con una malla de alambre un área de 10 por 8 m en donde quedó situado el experimento. En los sitios nivelados, se colocaron los materos, según el diseño experimental seguido y a una distancia que permitiera realizar las labores posteriores.

Como se emplearon materos en tarros plásticos de 1/4 de galón. Se limpiaron con aserrín y gasolina, luego con ácido clorhídrico diluido y finalmente con agua destilada. Estos tarros tienen una capacidad aproximada de 1 kg de suelo. Se les abrieron 5 huecos en el fondo, con el objeto de permitir un buen drenaje. Como fondo de retención, en el interior del matero, se utilizó una capa de grava bien lavada, de 2 cm de espesor. Los materos fueron colocados sobre platos hondos, de barro cocido, revestidos interiormente con pintura asfáltica, para evitar la pérdida de la solución del suelo.

### 3.3.3 Niveles y fuentes de nutrimentos

En la tabla II, se presentan los niveles y fuentes de nutrimentos, las fuentes se tomaron de acuerdo a trabajos de Martini (47), y los niveles según recomendaciones de Blasco (°), para suelos de Nariño

---

9 (°) Comunicación personal Dr. Mario Blasco L.

TABLA I.  
 TRATAMIENTOS PARA LA TECNICA DEL ELEMENTO FALTANTE

Símbolo	Explicación
T	= Testigo, sin abonar
-N	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos el nitrógeno
-P	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos el fósforo
-K	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos el potasio
-Ca	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos el calcio
-Mg	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos el magnesio
-S	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos el azufre
-EM	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos menos los elementos menores
Completo	= Se aplicaron todos los 12 nutrimentos 6 macroelementos (N, P, K, Ca, Mg y S) y 6 microelementos (Cu, Zn, Mn, Fe, Mo, B)

TABLA II.  
 NIVELES Y FORMAS DE NUTRIENTES PARA EL ENSAYO

Compuesto por Fuente  
 36 macrotas  
 Por suelo en el  
 36 macrotas compuesto

Nutrientes (mg/ha) (g)

TABLA II.  
NIVELES Y FUENTES DE NUTRIENTOS PARA EL ENSAYO

Nutriente	NUTRIENTO		Compuesto por Fuente	Diluido en	ml Maceta			
	Nivel	Por Maceta				36 macetas compuesto	36 macetas	
	(g/Ha)	(g)	(g)	(ml)	(ml)			
N	70	0,035	1,26	46	2,793	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	360	10
P	400	0,200	7,10	22	32,700	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	360	10
K	20	0,010	0,36	52	0,690	KCl	360	10
Ca	500	0,250	9,00	40	22,500	CaCO <sub>3</sub>	360	10
Mg	300	0,150	5,40	29	18,62	MgCO <sub>3</sub>	360	10
S	100	0,050	1,80	23	7,830	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	360	10
Cu	10	0,005	0,18	36	0,500	CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	360	10
Zn	20	0,010	0,36	48	0,750	ZnCl <sub>2</sub>	360	10
Mn	15	0,0075	0,27	28	0,960	MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	360	10
Fe	50	0,025	0,90	19	4,74	FeC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> .3H <sub>2</sub> O	360	10
Mo	3	0,0015	0,054	40	0,135	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	360	10
B	10	0,005	0,18	12	1,500	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O	360	10

Los nutrimentos se aplicaron en forma de reactivos en lugar de abonos comerciales, a fin de aumentar la solubilidad y reducir las contaminaciones.

El nitrógeno se aplicó como urea, pero es posible utilizar nitrato de amonio, el fósforo se aplicó como fosfato monosódico en lugar de cálcico, para evitar la presencia de éste último en el tratamiento sin calcio; el potasio se aplicó como cloruro de potasio en lugar de sulfato, para evitar las interferencias de éste último en el tratamiento sin azufre; el calcio y magnesio como carbonatos y no como cloruros, para evitar una posible toxicidad del cloro; el azufre se aplicó como sulfato de sodio; el cobre, Zinc y manganeso se aplicaron en forma de cloruros y no de sulfatos, para evitar las interferencias de éstos últimos en el tratamiento sin azufre, en vista de que estos se aplicaron en dosis pequeñas, los peligros de toxicidad son mínimos; el hierro se adicionó como citrato, el molibdeno y boro como molibdatos de sodio y borato de sodio, respectivamente (Martini, 47).

#### 3.3.4 Aplicación de los nutrimentos y siembra

Los nutrimentos se aplicaron en solución con agua destilada. Cada elemento mayor se aplicó por separado, el calcio y magnesio en suspensión; los elementos menores en una solución en conjunto. En la preparación de ésta última es necesario disolver primero el ci-

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

trato de hierro en agua caliente antes de adicionar los demás micronutrientes. Los diferentes nutrimentos fueron aplicados sobre el suelo húmedo, el calcio y magnesio se adicionaron 5 días después de los demás nutrimentos, para reducir la formación de precipitados, especialmente con los fosfatos, la época de siembra fué en julio de 1.970

##### 4.1.1. Reacción del suelo

La siembra se efectuó 1 semana después de la aplicación de calcio y magnesio, para permitir un período de equilibrio entre el abono y el suelo. Se sembraron de 5 a 6 semillas por matera, se taparon con hojas de plátano para lograr una buena germinación. El raleo se practicó a los 9 días después de la germinación. Se dejaron tres plantas por matera, finalmente a los 20 días se hizo un raleo a una planta por matera.

Para evitar ataques de trozadores, se aplicó Aldrin al 2,5% a razón de 20 Kg/Ha, en el sitio donde se colocaron los materos, el riego se efectuó con agua destilada.

##### 3.3.5 Corte y determinación del peso en seco

El corte se efectuó a las 6 semanas; se cortaron por el cuelló, se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a la estufa a 65°C, durante 48 horas, se pesaron para luego con estos resultados efectuar los cálculos estadísticos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 CARACTERISTICAS QUIMICAS

En las tablas III y IV, se presenta los resultados de los análisis químicos de los suelos y subsuelos respectivamente.

###### 4.1.1 Reacción del suelo

Los suelos estudiados presentaron un pH que osciló entre 5,2 y 8,1, el pH menor corresponde al suelo Chagúez y el mayor al suelo Tanamá, el promedio general fué de 5,9.

Hay que anotar que el suelo Tanamá, ha sido considerablemente alterado en sus propiedades por la adición constante de cenizas provenientes de la combustión del bagazo de la caña de azúcar, lo cual le ha suministrado cantidades altas de bases, que han llevado su pH a un nivel superior de 8,0. Por tanto se considera que este suelo no es representativo.

Sin considerar el suelo Tanamá, el promedio de pH para los suelos estudiados sería de 5,6, valor que está de acuerdo con el promedio encontrado por (Blasco, 8,9), en suelos de Naríño y por Fassbender (27), en suelos volcánicos de Centra América.

TABLA III

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION QUIMICA DE LOS SUELOS

Lugar	pH	C %	N %	M.O %	C/N	C.C.C.C. me/100	K ppm	P Cationes cambiables me/100g						
								Ca	Mg	Na	Al	Al		
SAN FRANCISCO	5,5	3,90	0,32	6,73	12,18	38,58	1,1	0,38	30,0	14,16	1,58	2,00		
MINAS DE ARENAS	5,5	3,73	0,27	6,43	13,89	37,65	1,2	0,50	26,0	9,44	1,58	2,60		
CHAGUEZ	5,2	1,20	0,15	2,06	8,00	55,74	1,1	0,38	24,5	14,16	1,75	2,00		
PEDREGAL	5,5	4,13	0,39	7,12	10,58	60,87	2,4	0,44	35,0	16,52	1,80	2,60		
BONETE	5,5	2,93	0,23	5,05	12,73	60,80	0,6	0,19	28,5	13,68	1,75	1,30		
SANTA LUCIA	5,4	2,89	0,36	4,98	8,02	59,49	0,5	0,88	31,0	12,74	1,50	2,60		
ESTADIO	5,8	4,05	0,40	6,98	10,12	56,07	1,5	0,68	33,5	10,41	1,58	1,60		
SARACONCHO	6,9	2,19	0,20	3,77	10,97	39,22	4,3	0,45	40,0	12,37	1,80	0,83		
YUNGUILLA	5,8	2,85	0,22	4,91	12,95	40,24	1,2	0,31	30,5	14,16	1,75	1,30		
TANAMA	8,1	3,88	0,33	6,88	11,75	58,10	11,6	6,25	36,5	17,46	2,75	1,30		
MINIMO	5,2	1,20	0,15	2,06	8,00	37,65	0,5	0,19	24,5	9,44	1,50	0,83		
PROMEDIO	5,9	3,17	0,29	5,49	11,11	50,67	2,55	1,04	31,55	13,51	1,78	1,81		
Maximo	8,1	4,13	0,40	7,12	13,89	60,80	11,6	6,25	40,0	17,46	2,75	2,60		

TABLA IV  
 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION QUIMICA DE LOS SUBSUELOS

LUGAR	PH	C %	N %	M.O %	C/N	C.C.C.C me/100g ppm	Cationes cambiables me/100 g					
							K	Ca	Mg	Na	Al	
SAN FRANCISCO	5,8	0,64	0,10	1,10	6,40	21,85	1,0	0,44	43,5	16,52	0,75	6,30
MINAS DE ARENAS	5,9	0,28	0,10	0,48	2,80	18,16	1,8	0,25	31,5	16,99	1,50	1,83
CHAGUEZ	5,3	0,88	0,11	1,51	8,00	21,47	0,2	0,50	35,5	11,80	1,58	1,83
PEDREGAL	5,6	0,82	0,17	1,41	4,00	16,90	1,7	0,17	46,5	23,60	2,00	1,16
BONETE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SANTA LUCIA	5,0	0,37	0,08	0,63	4,60	18,70	0,1	0,19	32,5	18,88	1,58	14,60
ESTADIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YUNGUILLA	6,8	0,33	0,07	0,56	4,70	23,10	1,4	0,18	50,0	25,96	2,37	1,30
SARACONCHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANAMA	7,1	0,61	0,08	1,05	7,60	20,40	0,7	0,18	53,5	25,96	1,80	1,00
MINIMO	5,0	0,28	0,07	0,48	2,80	16,90	0,1	0,17	31,5	11,80	0,75	1,00
PROMEDIO	5,9	0,56	0,10	0,96	5,42	20,07	1,0	0,27	41,7	19,67	1,65	4,00
MAXIMO	7,1	0,88	0,17	1,51	7,60	23,10	1,8	0,50	52,5	25,96	2,37	14,60

4.1.2 Materia orgánica que esta relación se acerca a la ideal de 10:1 se concluye que por concepto de este factor, la mineralización del nitrógeno en estos suelos que están entre 2,06 y 7,12%, con un promedio de 5,49% que se considera alto, lo cual se ha observado en suelos volcánicos, de acuerdo con otros investigadores (Blasco, 9; Fox, 31; García, 32; López, 42; Swindale, 62).

4.1.3 Nitrógeno total. En los suelos estudiados, su promedio, eliminando el suelo Panamá, solamente alcanza a El nitrógeno total sigue la distribución de la materia orgánica; en los suelos estudiados, su nivel oscila alrededor del 0,29%.

En relación a los suelos Colombianos cuyo promedio según Blasco, citado por Rosero (56), está comprendido entre 0,2 y 0,7%, los suelos estudiados tienen un nivel de nitrógeno que tiende a ser bajo. No obstante, este promedio está de acuerdo al obtenido por Blasco (9), en suelos de clima medio de Nariño (0,3%) y con los resultados obtenidos por Rosero (56).

#### 4.1.4 Relación Carbono-Nitrógeno

La relación C/N osciló alrededor de 11:1, con un máximo de 13:1 y un mínimo de 8:1; estos valores coinciden con los encontrados por López (42), en suelos volcánicos de clima medio del Quindío.

son los reales ya que Puesto que esta relación se acerca a la ideal de 10:1 se concluye que por concepto de este factor, la mineralización del nitrógeno en estos suelos sería adecuada.

que sufren una adsorción física por parte de la alúmina, dando así una alta capacidad de intercambio catiónico que no es la real.

#### 4.1.5 Fósforo Aprovechable

Los niveles de fósforo aprovechable son extremadamente bajos en los suelos estudiados, su promedio, eliminado el suelo Panamá, solamente alcanza a 1,54 ppm.

La pobreza de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas, ha sido observada por investigadores de estos suelos, quienes afirman que esta situación se debe a la fijación de fósforo, motivada por los niveles de alúmina y de hidroxidos de hierro y aluminio (Passbender, 27; Espinosa, 24, 25; Bornemisza, 12); de la precipitación hacia formas insolubles (López, 23), del contenido de materia orgánica, del aluminio extraíble y de los bajos niveles de pH (Bornemisza, y otros, 14; Passbender, 26, 28; Swindale, 62; y Valdés, 64).

#### 4.1.6 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico de estos suelos fluctúa entre 37,65 y 60,80 me/100gr. son valores relativamente altos, pero probablemente no

son los reales ya que la determinación se efectuó con acetato de amonio. Según Bornemisza y Fuentes (13), al utilizar este producto en suelos volcánicos, parte de las iones de amonio, no ocupan posiciones de cambio, sino que sufren una adsorción física por parte de la alófana, dando así una alta capacidad de intercambio catiónico que no es la real.

Los contenidos de sodio son bajos y no presentan cambio. Amézquita y Figueroa (3), al igual que los anteriores, encontraron que la capacidad de intercambio catiónica determinada con cloruro de calcio, es mucho menor que la determinada con acetato de amonio.

#### 4.1.7 Cationes cambiables

Los niveles de potasio de cambio son muy altos. Esta situación coincide con los valores encontrados por Garcia (32), en suelos de clima medio de Nariño y por Ordoñez (52), en suelos del Altiplano de Pasto.

Estos mismos autores afirman que el potasio aumenta a medida que la influencia volcánica es mayor. Los valores obtenidos en el presente estudio son comparables a los encontrados en otras áreas volcánicas de América Latina (Martini, 45).

Los valores de calcio y magnesio de cambio son igualmente altos y están de acuerdo con los valores encontrados por Legarda y Mera (37), Zambrano y

otros (67), en suelos volcánicos de Nariño. La relación Ca/Mg en los suelos estudiados está entre 2:1 y 2,5:1; solamente el suelo Chagúez presenta una relación Ca/Mg menor de 2:1. Los valores anteriores coinciden con los encontrados por León (38), en suelos volcánicos del Cauca.

Los contenidos de sodio son bajos y no presentan condiciones que impliquen posibilidades de niveles tóxicos de este elemento, una situación similar se presenta en el aluminio de cambio, cuyos valores son bajos.

#### 4.2 APROVECHABILIDAD DE LOS NUTRIENTES

En la tabla V, se presentan los resultados promedios de materia seca para los diferentes tratamientos, en la tabla VI se incluyen los resultados en términos de producción relativa.

Los cuadrados medios y la significación estadística de los tratamientos, se presentan en la tabla VII. En las figuras 2 a 12, se muestra la producción obtenida en los diferentes tratamientos; y en las tablas XI a XV, se presentan los pesos en cada replicación.

##### 4.2.1 Nitrógeno

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y en la prueba de Duncan, Ta-

TABLA VI

PRODUCCION PROMEDIA DE MATERIA SECA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (gm)

DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (5)

TRATAMIENTOS

lugar	T	C	-N	-P	-K	-Mg	-Ca	-S	-EM
Sn. FRANCISCO	0,5950	1,0440	0,9910	1,4105	1,3453	1,2825	1,0225	1,5325	1,1575
MINAS DE ARENA	0,0345	0,7600	0,8760	0,0310	0,9732	0,9702	0,9402	0,9815	1,1572
CHAGUES	0,0522	1,6807	0,4980	0,0270,	0,9502	0,3417	0,6282	0,9105	0,8227
PEDREGAL	0,1210	1,1370	0,5362	0,1345	1,1585	0,8523	0,666 7	0,7335	0,7148
BONETE	0,0553	0,7710	0,7128	0,0678	1,2248	1,0778	0,9745	1,0395	1,0385
SANTA LUCIA	0,0393	1,0643	0,0298	0,0235	0,7790	1,0333	1,2113	0,9343	0,8798
ESTADIO	0,0283	0,5493	0,5879	0,0205	0,7853	0,7355	0,7670	0,9245	0,7493
SARACONCHO	0,3448	0,2945	0,2475	0,7188	0,6983	0,6520	0,4955	0,5233	0,7390
YUNGUILLA	0,0456	0,3525	0,3328	0,0545	0,5730	0,6723	0,4453	0,4590	0,4153
TANANA	0,6163	0,8753	0,8625	0,8700	1,2513	0,9765	1,0550	0,8850	1,1463
Promedio	0,1932	0,8529	0,5675	0,3358	0,9739	0,8206	0,8594	0,8934	0,8820

TABLA VII

PRODUCCION RELATIVA DE MATERIA SECA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (%)

Lugar	TRATAMIENTOS									
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-EM	-C	0
San. FRANCISCO	57,00	94,92	136,11	128,86	97,94	122,84	146,79	110,87	100	100
MINAS DE ARENA	4,54	115,26	4,08	128,05	123,71	127,66	129,14	152,26	100	100
CHAGUEZ	3,11	29,63	1,61	56,54	37,38	20,33	54,17	46,94	100	100
PEDREGAL	10,64	47,16	11,82	101,89	58,64	74,96	64,51	62,87	100	100
BONETE	7,17	92,45	8,79	158,86	126,39	139,19	134,85	134,70	100	100
SANTA LUCIA	3,69	2,80	2,21	73,19	113,81	97,09	87,79	82,86	100	100
ESTADIO	5,15	107,03	3,73	142,96	139,63	133,90	168,31	136,41	100	100
SARACONCHO	118,44	84,04	244,07	237,11	168,25	221,39	177,69	250,93	100	100
YONGUILLA	12,91	94,41	15,46	162,55	126,33	190,72	130,21	117,82	100	100
TANANA	70,41	98,54	99,39	142,96	126,39	111,56	101,11	130,96	100	100
Promedio total	22,65	65,54	38,98	114,19	96,21	100,76	104,63	103,41	100	100



blas XVI a XXVI, solo hubo respuesta significativa al tratamiento sin nitrógeno con relación al completo en los suelos Chagúez, Santa Lucía y Pedregal.

En el suelo Chagúez, la producción sin nitrógeno fué 71,3% menor que el completo, en el suelo Santa Lucía 97,2% y en el suelo Pedregal 52,8%; es decir, solamente el 30% de los suelos estudiados presentó déficit de nitrógeno, el resto parece estar bien abastecido de este nutrimento.

Habría que concluir en términos generales, que la mineralización del nitrógeno es bastante adecuada, en razón de las temperaturas reinantes y a que los niveles de alófana no parecen ser lo suficientemente altos, como para interferir en el proceso, tal como lo plantea n Bornemiza y Pineda (15).

Los resultados obtenidos en esta investigación están de acuerdo con los obtenidos por Rosero, (56), quien en otros suelos de clima medio de Naríño, en contró altas concentraciones de nitrógeno intercambiable. Por otra parte, los resultados confirman que la relación C/N de estos suelos, es adecuada para el proceso de mineralización del nitrógeno.

Así, dos de los suelos presentaban deficiencias de nitrógeno coinciden con una relación C/N inferior a la que se considera adecuada.

En los suelos Chaguez y Santa Lucía, Figuras 4 y 7, el nitrógeno es muy limitante para la producción y sería necesario adicionar fertilizantes nitrogenados a niveles no inferiores a 70 Kg/Ha.

#### 4.2.2 Fósforo

Todos los suelos presentaron respuestas significativas a tratamientos sin fósforo, en comparación al completo, a excepción de los suelos San Francisco Saraconcho y Tanamá, Figuras 2, 9 y 11, respectivamente. Vale decir que el 70% de los suelos estudiados presentaron un déficit de fósforo aprovechable.

La diferencia en producción entre los suelos deficientes en fósforo y el tratamiento completo osciló entre 98,4% en el suelo Chaguez y 84,6% en el suelo Yungilla, esto nos indica que el déficit de fósforo es el factor limitante en la producción agrícola de estos suelos.

Los suelos San Francisco, Saraconcho y Tanamá no responden significativamente a la aplicación de fósforo; seguramente han recibido anteriormente una fertilización sostenida, no sólo en fósforo sino en todos los elementos mayores. En el suelo Saraconcho, incluso, se presentó un efecto depresivo en la producción, al adicionarle este elemento.

En la Tabla V, se observa que la pro

ducción relativa del testigo, fué practicamente igual a la del tratamiento sin fósforo, en aquellos que mostraron déficit de este elemento. Esto indica una producción muy deficiente en estos suelos, cuando no se adicionan niveles adecuados de fósforo.

La asentuada deficiencia de fósforo observada en los suelos estudiados, coincide con los resultados de investigaciones realizadas en suelos de áreas volcánicas por Fassbender (27), Chaves y Rosero (22), Revelo y Revelo (55), Pantoja (53), Jenny y otros (35), Letellier (39), y está seguramente relacionada con la gran capacidad de fijación del fósforo, que presentan los suelos volcánicos y que ha sido estudiada en detalle por Müller y otros (50), Fassbender u Müller (29).

De acuerdo a los resultados es importante estudiar a través de investigaciones de invernadero y campo, todos los aspectos relacionados con la fertilización fosfatada, tales como niveles, fuentes, métodos de aplicación y fijación.

#### 4.2.3 Potasio, Calcio y Magnesio

Ninguno de los suelos estudiados, a excepción del suelo Chaguez, mostró deficiencias de potasio. Por el contrario, 8 de los suelos mostraron efectos depresivos en la aplicación de potasio, aunque este efecto solo fue detectado estadísticamente, en el suelo Sara

concho. La literatura existente de los suelos volcánicos coincide en indicar que estos suelos están muy bien abastecidos de potasio y no responden a su aplicación (Martini, 45; Chaves y Rosero, 22; Silva, 61; García, 32).

El hecho de no haber encontrado respuesta significativa a la adición de elementos menores, no implica que antes se encuentren a niveles de aprovechabilidad. La situación para el calcio y el magnesio es similar a la encontrada para el potasio. Solo el suelo Chaguez, Figura 4, presentó respuesta significativa a la aplicación de calcio y magnesio, los demás no respondieron a la aplicación de cal, pese a mostrar condiciones de acidez que se reflejan en su bajo pH. Una situación semejante encontraron Burbano y López (19), cuando estudiaron el efecto del encalamiento en suelos del Altiplano de Pasto.

El efecto nulo del calcio y magnesio sobre la producción, parece estar relacionado con los bajos niveles de aluminio cambiante de estos suelos; confirmaría el criterio de hoy en día se utiliza para decidir sobre el encalado que es precisamente el nivel de aluminio de cambio y no el pH. y Peralta y Rosero (54), en suelos de

#### 4.2.4 Azufre y Elementos menores.

Solamente el suelo Chaguez presentó un déficit significativo de azufre y elementos menores, con relación al tratamiento completo, Figura 4. Los suelos Minas de arena y Saracóncho mostraron un efecto depresivo significativo a la aplicación de elementos menores, Figu

ras 3 y 9. Otros suelos presentaron efecto depresivo a la aplicación de azufre y elementos menores, pero este efecto no fué estadísticamente detectable ( $p > 0,05$ ) de acuerdo al análisis estadístico general y a la prueba de Duncan para tratamientos, la tabla XXV, figura 12. El hecho de no haber encontrado respuesta significativa a la adición de elementos menores, no implica que estos se encuentren a niveles de aprovechabilidad adecuados, ya que su adición al suelo fué en conjunto y no en forma individual. De esta manera el efecto tóxico de uno de ellos puede impedir que se manifieste la deficiencia del otro.

Así por ejemplo, la adición de todos los elementos menores no provocó incrementos significativos en la producción de lechuga romana, en suelos del Altiplano de Pasto (Revelo y Revelo, 55); en suelos del Altiplano de Pasto, Montañó y Aragón (49), encontraron respuesta a la aplicación de molibdeno.

Chaves y Rosero(22), en suelos del Valle del Patía, y Peñuela y Rosero (54), en suelos de Bermeo, encontraron efecto detrimental al aplicar los elementos en conjunto y coinciden en indicar que la dificultad estriba en la aplicación en un solo tratamiento de todos los elementos menores.

Es importante estudiar la aprovechabilidad de los elementos menores en los suelos volcánicos de Nariflo, pero en forma individual.

### 4.3 FERTILIDAD DE LOS SUELOS

estudiados. Es probable que este suelo haya sido explotado De acuerdo al análisis estadístico general y a la prueba de Duncan para tratamientos, la tabla XXV, figura 12, la secuencia de los tratamientos de menor a mayor en cuanto a producción de materia seca es:

T < -P < -N < -Ca < C < -Mg < -EM < -S < -K

De lo anterior se puede concluir que los suelos estudiados, en promedio, presentan deficiencias de nitrógeno y fósforo, que se traducen en respuestas significativas a la adición de estos elementos. A los demás elementos no hubo respuesta significativa, lo que indica que los suelos en promedio se encuentran bien abastecidos de potasio, calcio, magnesio y azufre. De los elementos menores, no se puede concluir en forma concreta, porque como se explicó antes, la aplicación en conjunto hace que el efecto tóxico de uno de ellos, puede haber enmascarado la deficiencia de otros.

Un ejemplo típico de la deficiencia de nitrógeno y fósforo, se presentó en el suelo Santa Lucía y en el suelo Minas de Arena en fósforo. en ellos la producción del tratamiento sin fósforo y/o sin nitrógeno fué igual a la obtenida en el testigo, esta situación se presenta en las figuras 13 y 14.

En el suelo Chagüez, excepcionalmente pobre en nutrimentos aprovechables, respondió sig-

nificativamente a la aplicación de todos los elementos estudiados. Es probable que este suelo haya sido explotado en forma intensa durante años sin la adición de fertilizantes.

La fertilidad de los suelos estudiados, es comparable a la de los suelos del Altiplano de Pasto, excepto que aquellos son más hábiles para suministrar nitrógeno, en virtud de su mejor potencial de nitrificación.

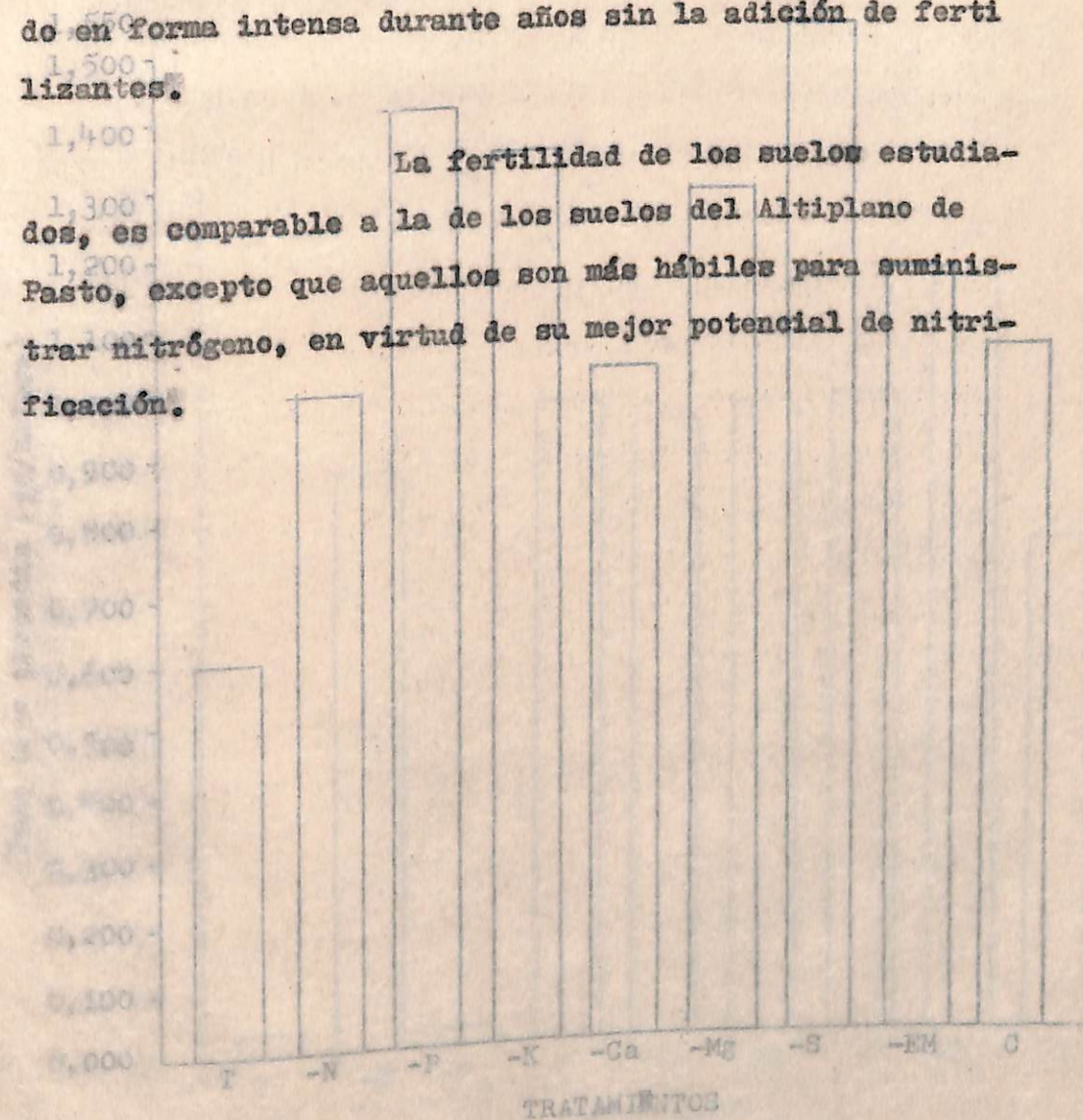


Figura 2 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo San Francisco

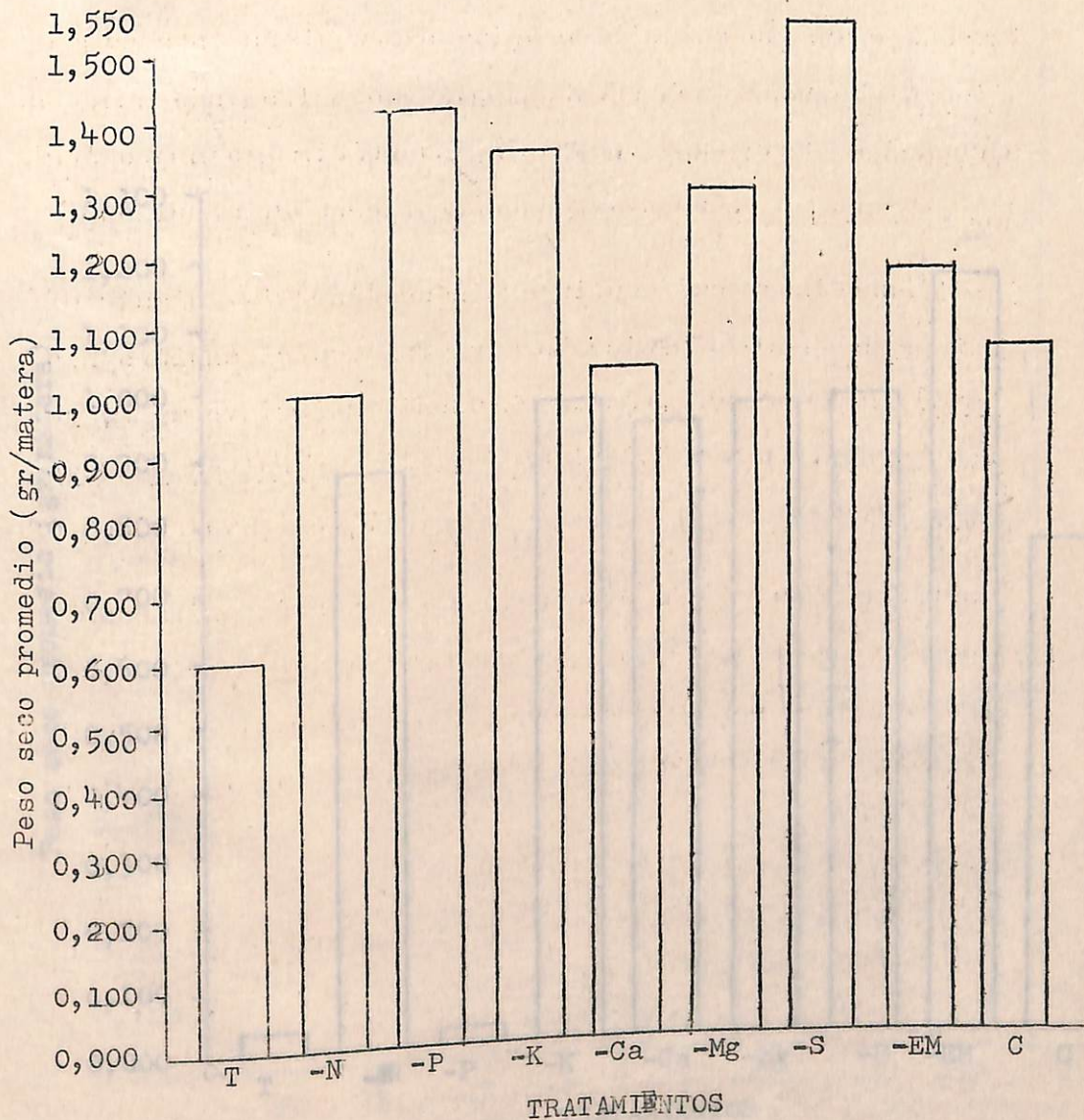


Figura 2 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo San Francisco

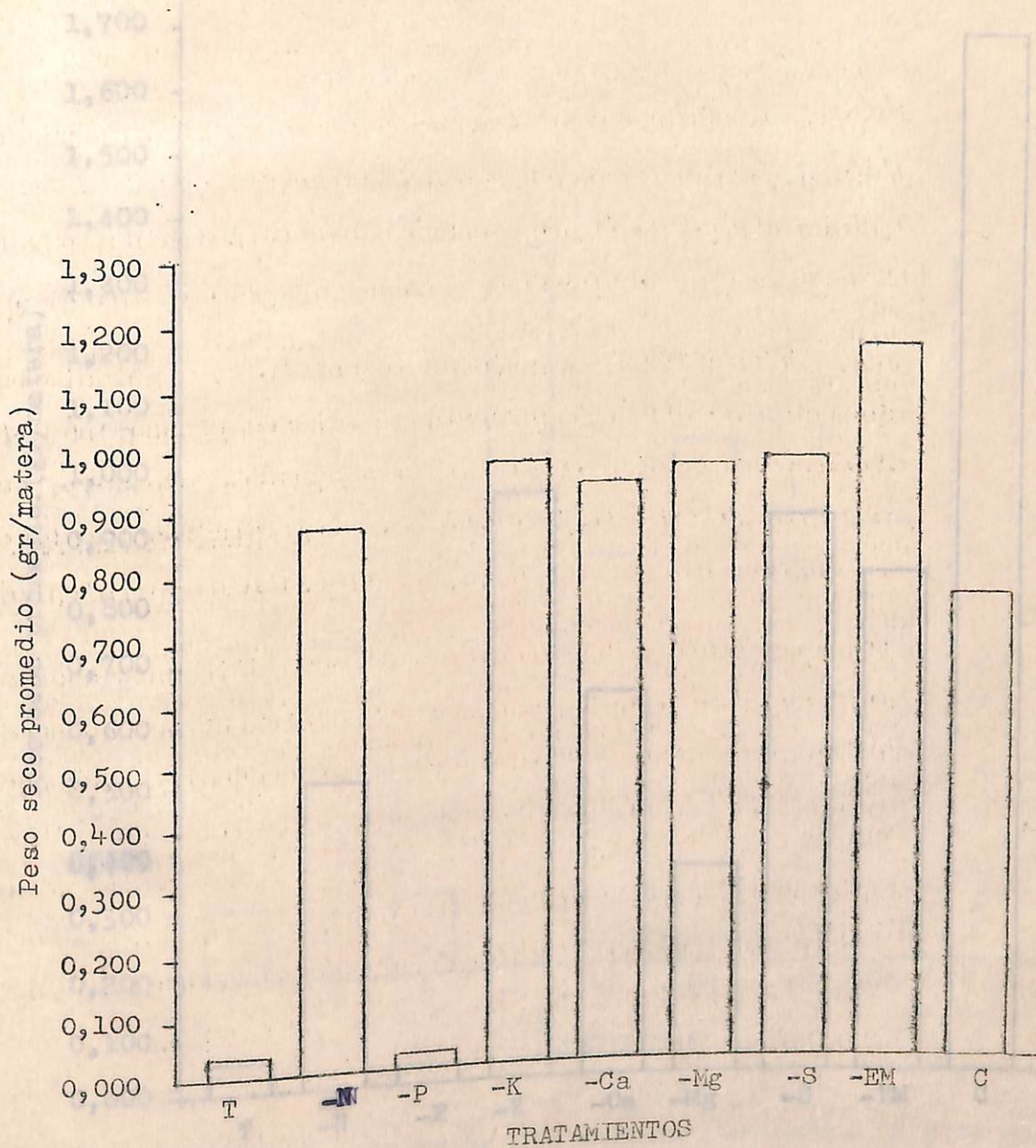


Figura 3 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Minas de Arena

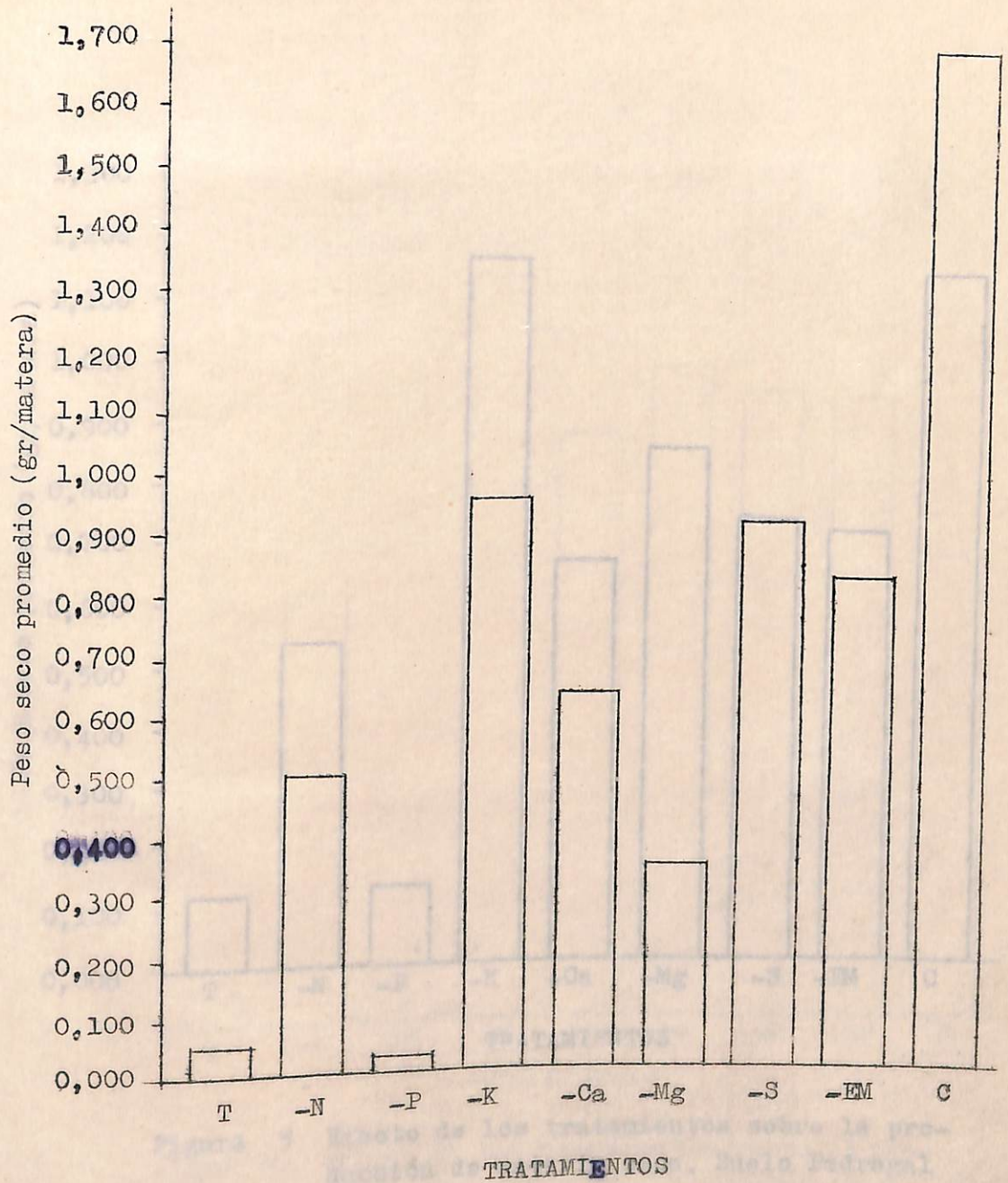


Figura 4 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, Suelo Chaguez

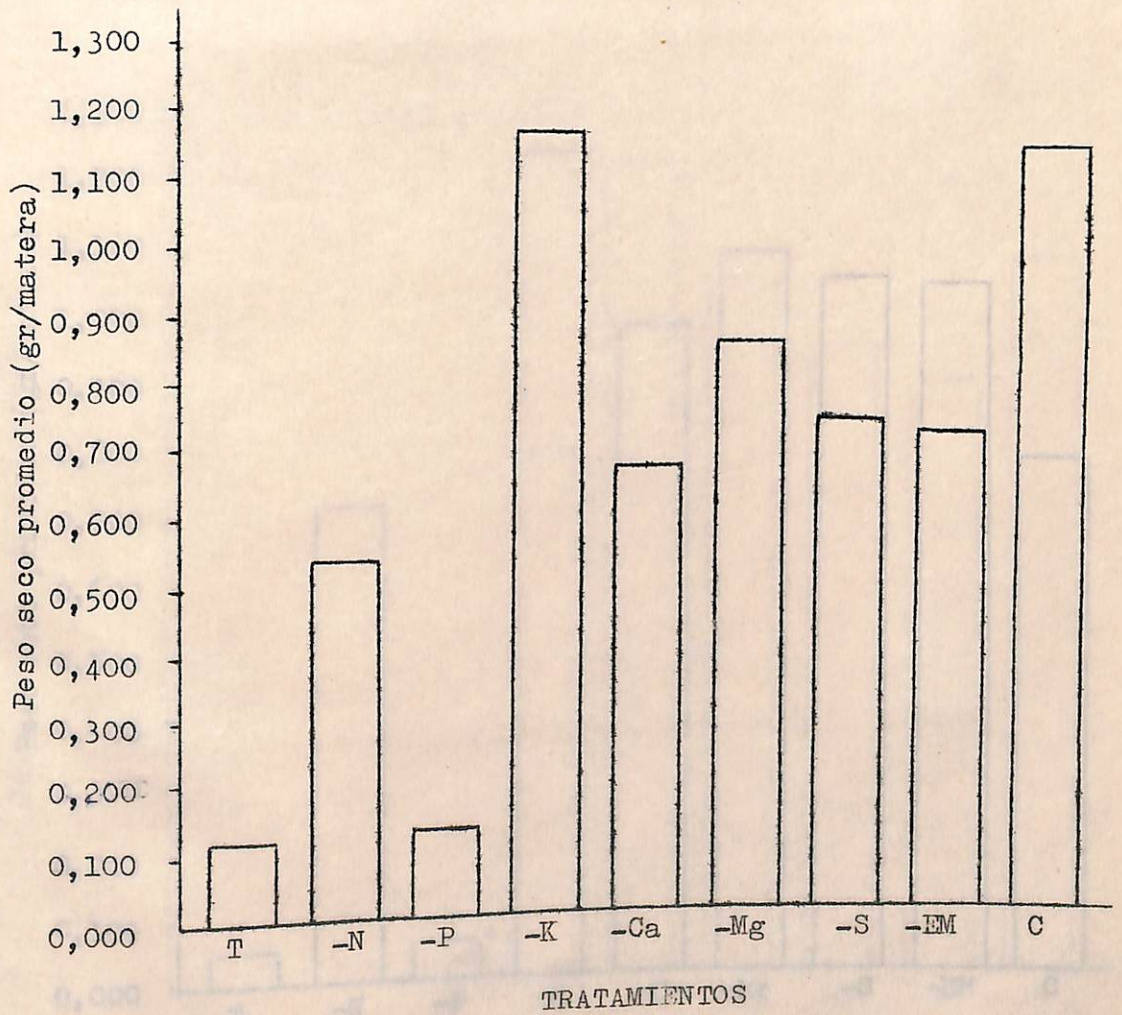


Figura 5 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Pedregal

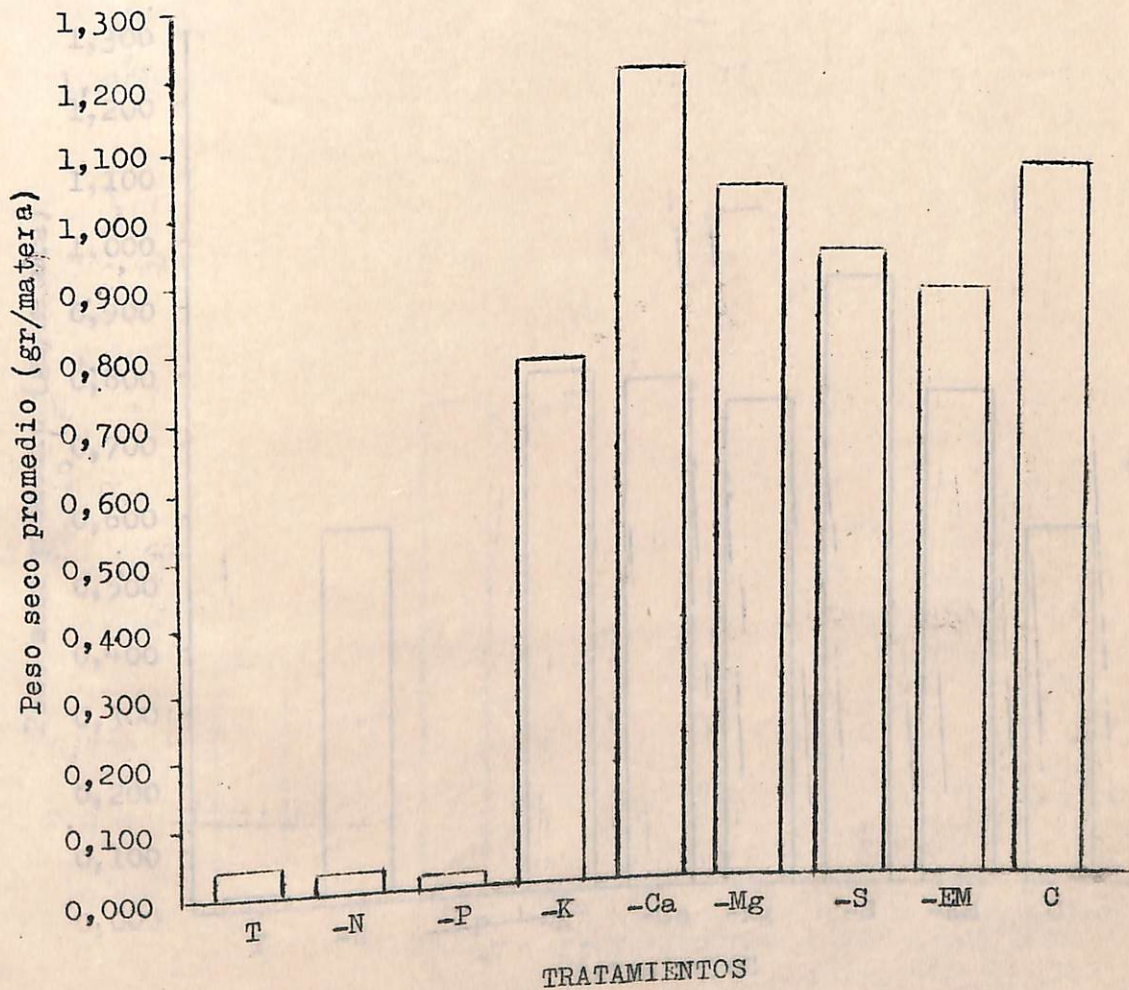


Figura 7 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Santa Lucía

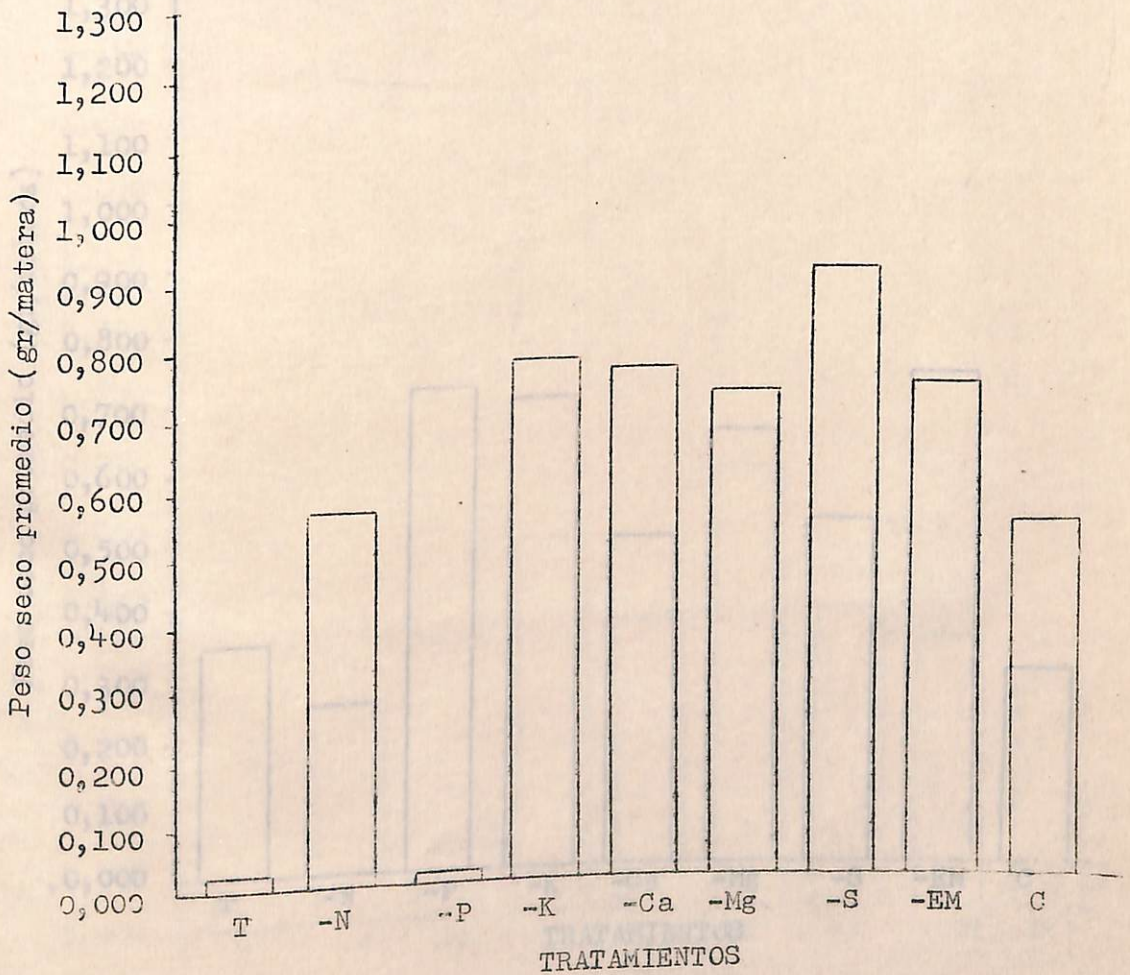


Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Estadio

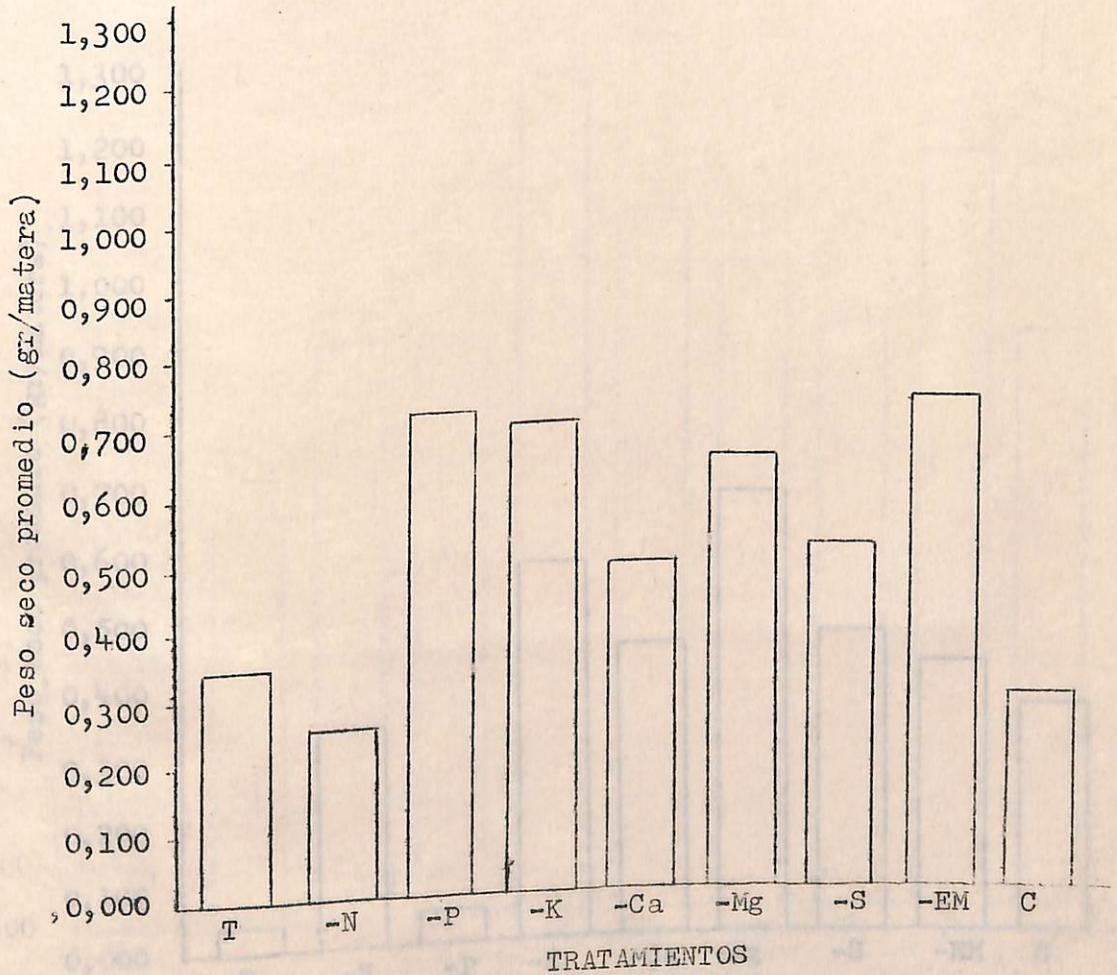


Figura 9. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Saraconcho

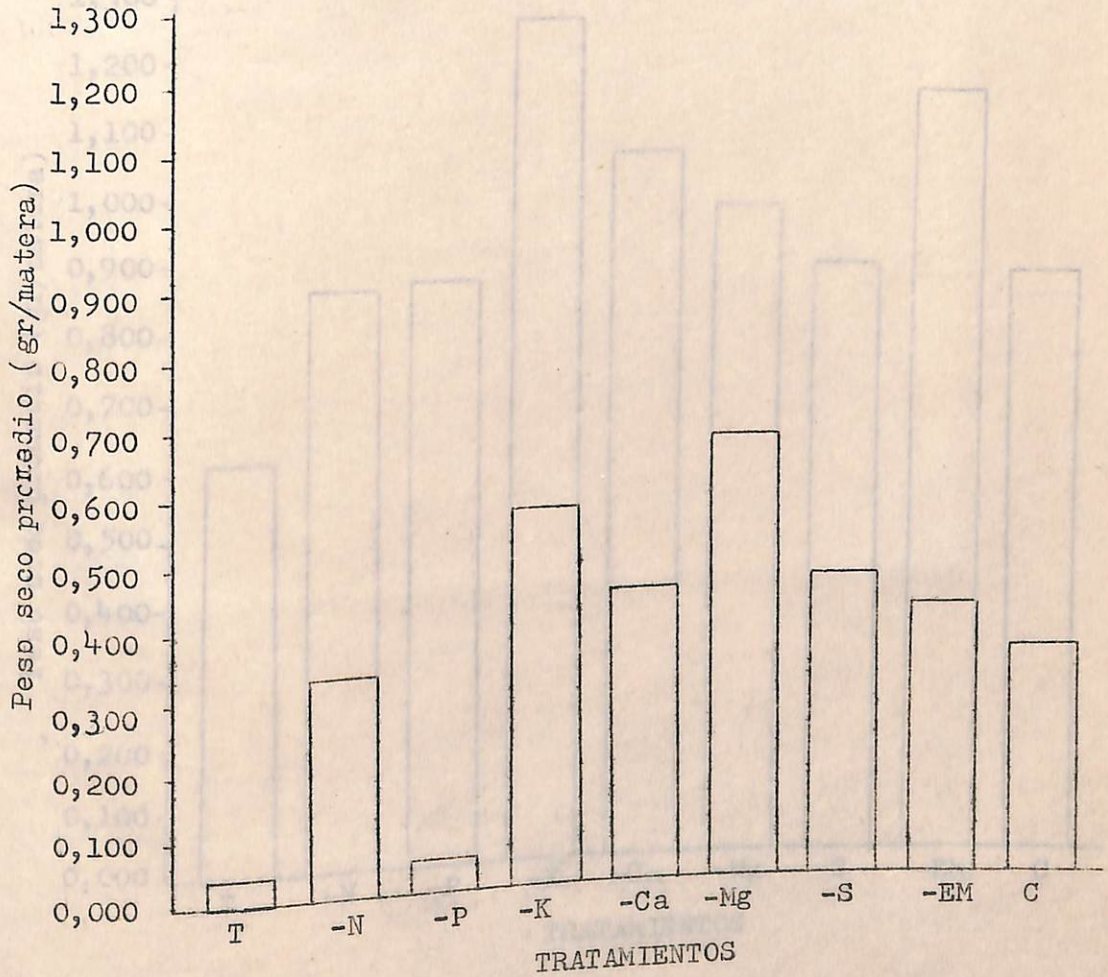


Figura 10. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Yunguilla

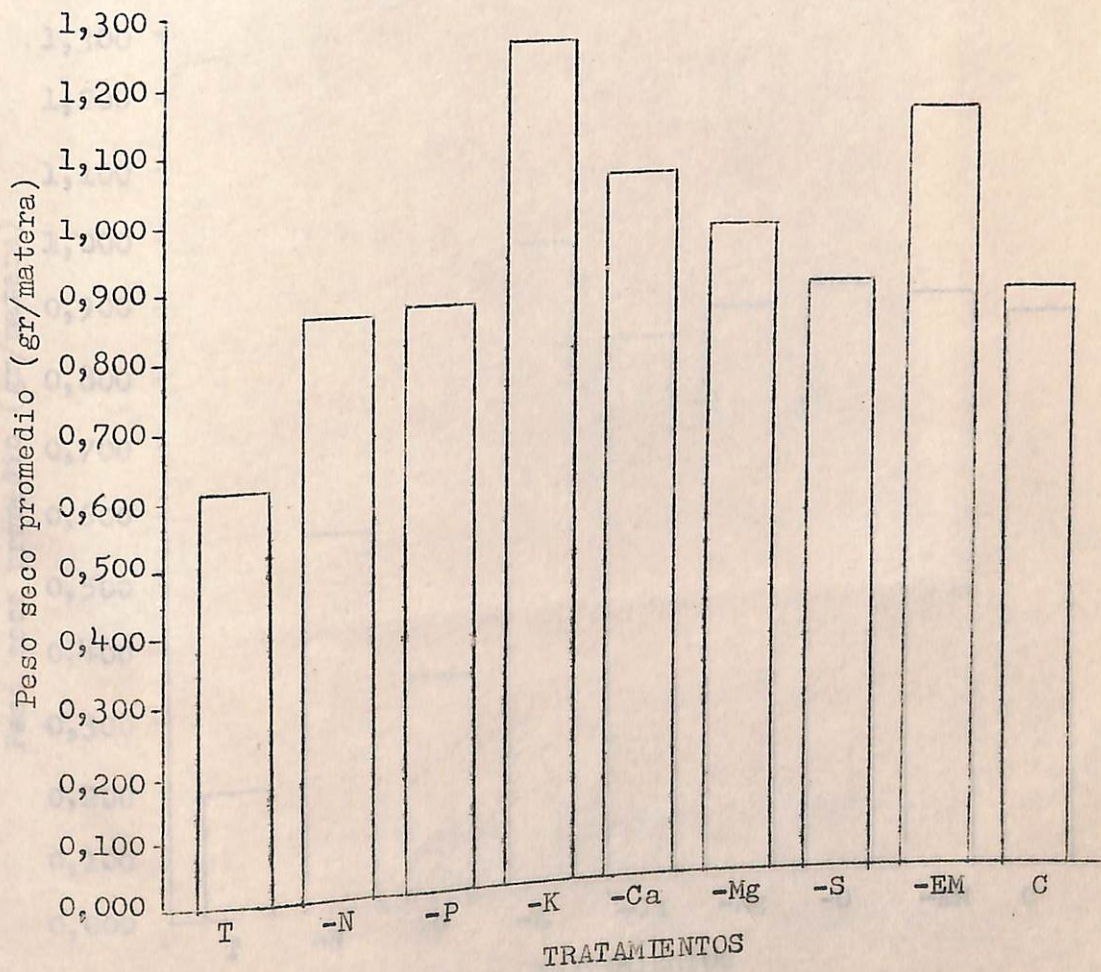


Figura 11. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca. Suelo Tanamá

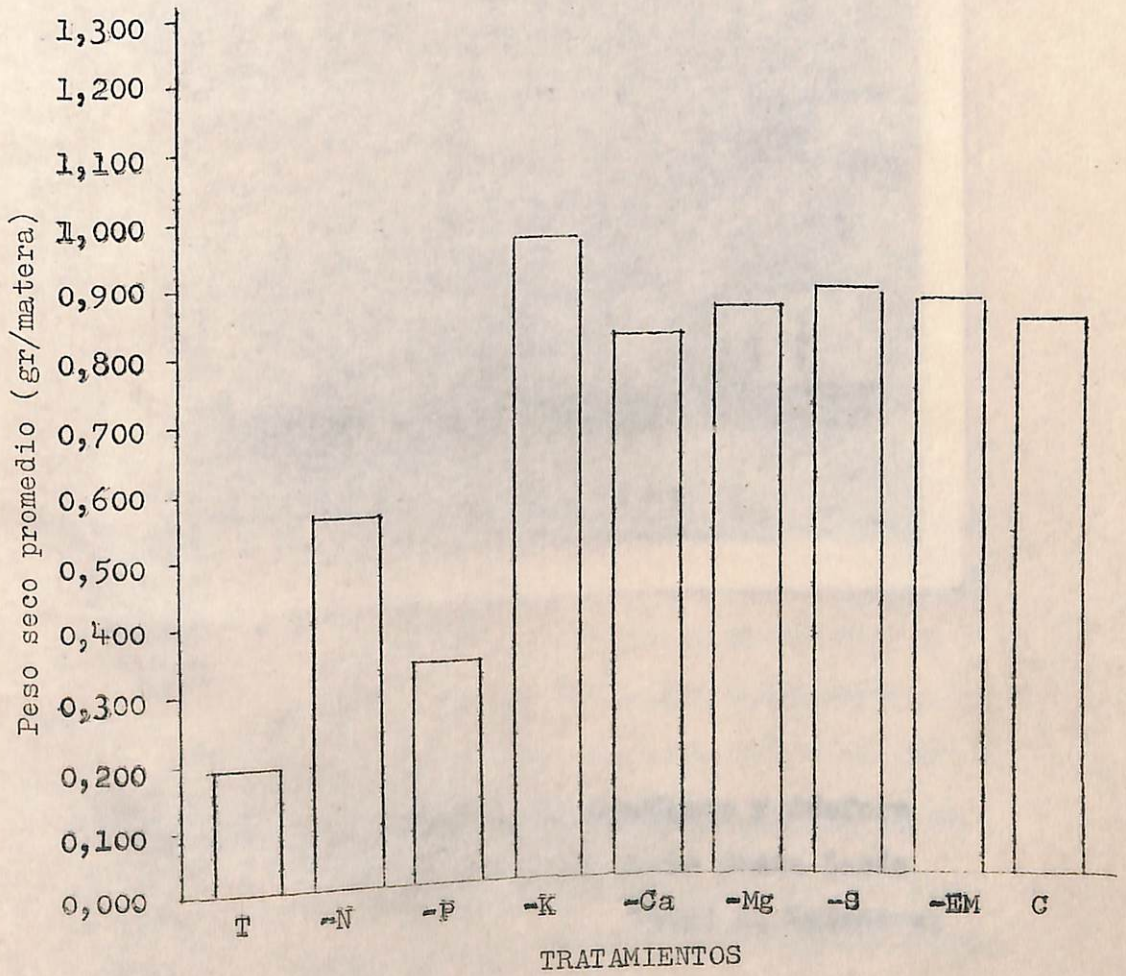


Figura 12 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca, en los suelos estudiados



Figura 13. Deficiencias de nitrógeno y fósforo presentadas en el suelo Santa Lucía

Foto; R. Mosquera.

V. CONCLUSIONES

1. Los análisis efectuados resultaron ricos (28,5%) con alto contenido de materia orgánica (5,4%), al nivel

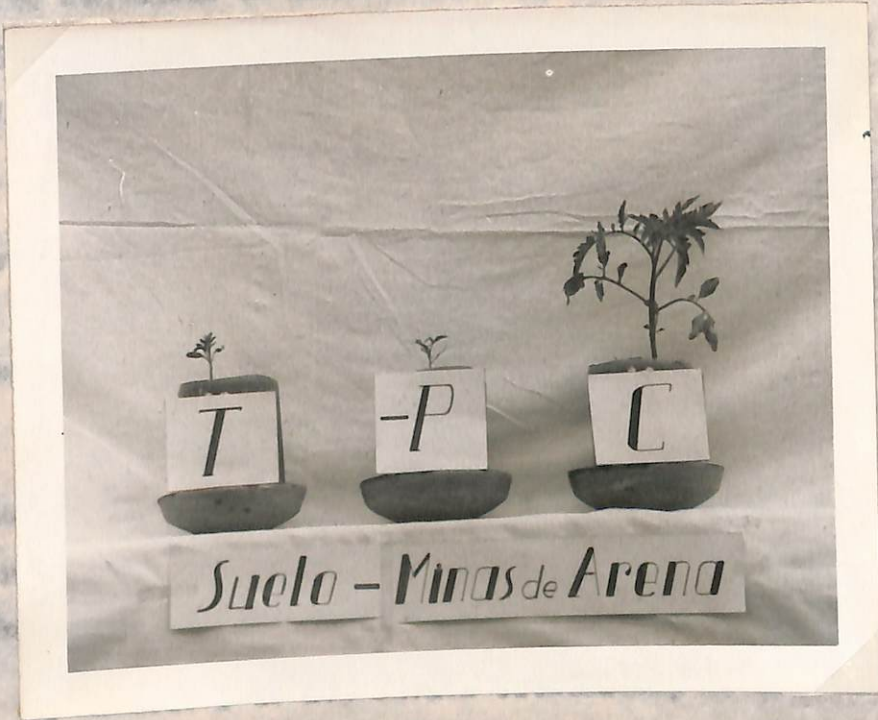


Figura 14. Deficiencia de fósforo presentada en el suelo Minas de Arena.

Foto : R. Mesquera.

an fuerte déficit de fósforo a...  
el tratamiento sin fósforo provocó un...  
a la del testigo

Si se huba indicado de deficiencias en...

## V. CONCLUSIONES

1. Los suelos estudiados resultaron ácidos (pH, 5,9) con alto contenido de materia orgánica (5,49%), el nitrógeno total tiende a ser bajo (0,29%) y con una relación C/N (11:1), cercana a la ideal de 10:1.

2. Los niveles de fósforo aprovechable, son extremadamente bajos; su capacidad de intercambio catiónico es alta, pero no es creíble en razón de que su determinación se realizó con acetato de amonio.

3. Los niveles de potasio, calcio y magnesio de cambio son altos y en general, sus condiciones químicas tienen valores que se acercan a los encontrados en suelos volcánicos de América Latina.

4. En solo 3 de los suelos estudiados, se presentó deficiencias de nitrógeno. El suministro de nitrógeno aprovechable, a través del proceso de mineralización, parece ser intenso, en razón de las temperaturas reinantes en la región y de la relación C/N adecuada.

5. En el 70% de los suelos del estudio, se presentó un fuerte déficit de fósforo aprovechable, a punto de que el tratamiento sin fósforo provocó una producción similar a la del testigo

6. No hubo indicios de deficiencias en potasio, cal

cio, magnesio y azufre, a excepción del suelo Chagüez que presentó déficit en todos los nutrimentos. En muchos casos la adición de potasio resultó en detrimento de la cosecha.

En el presente trabajo se estudiaron algunas propiedades químicas y de fertilidad de los suelos de clima medio del Departamento de Tarija, comprendidos 7. No hubo respuesta a la aplicación de elementos menores. Pero al aplicarlos en conjunto y no en forma individual ( un tratamiento por elemento ), el efecto tóxico de uno de ellos, pudo impedir que se manifieste la deficiencia de otro.

8. La fertilidad de los suelos estudiados, es comparable a la de los suelos del Altiplano de Pasto, excepto que aquellos son más hábiles para suministrar nitrógeno aprovechable en virtud de su mayor potencial de nitrificación. En cuanto a los nutrimentos químicos, estos suelos en general presentan bajos contenidos de nitrógeno total (0,29%), y cantidades de fósforo aprovechable extremadamente bajas (2,55 ppm.) Los niveles de potasio, calcio y magnesio se pueden considerar altos.

En cuanto a la fertilidad se encontró que el 30% de los suelos en estudio mostraron deficiencias de nitrógeno y el 70% de fósforo; para los demás elementos no se observaron deficiencias significativas

VI. RESUMEN  
SUMMARY

En el presente trabajo se estudia  
ron algunas propiedades químicas y de fertilidad de lo  
suelos de clima medio del Departamento de Nariño, compren  
didos en los Municipios de Túquerres, Santacruz y Samanie  
go.

Para evaluar la fertilidad se u-  
tilizó la técnica del elemento faltante con 9 tratamien-  
tos, 4 repeticiones, en diseño de bloques completamente  
al azar. Como planta indicadora se utilizó el tomate  
(Lycopersicum esculentum Mill.), variedad Manalué.

De acuerdo a los resultados de la  
caracterización química, estos suelos en general presentan  
bajos contenidos de nitrógeno total (0,29%), y cantidades  
de fósforo aprovechable extremadamente bajas (2,55 ppm.)  
Los niveles de potasio, calcio y magnesio se pueden consi-  
derar altos.

En cuanto a la fertilidad se en-  
contró que el 30% de los suelos en estudio mostró deficien-  
cias de nitrógeno y el 70% de fósforo; para los demás ele-  
mentos no se observaron deficiencias significativas  
( p 0,05

## SUMMARY

The present study was carried out in the order to determine some chemical properties and the fertility of 10 soils in the Municipalities of Tóquerres, Santacruz and Samaniego, medium climate of Narino Department.

The missing element technique with 9 treatments and 4 replications in completely randomized blocks design was used, for evaluating their fertility. Tomato plant (Lycoopersicon esculentum Mill), "Manalucie" variety, were used as indicator plants.

In according with results of chemical characterizations, these soils generally present a low total nitrogen content (0,29%), and a very low phosphoreous available amount (2,55 ppm). K, Ca and magnesium balances are considered high. Related to fertility it was found that 30% of soils showed N deficiencies, and 70% of P deficiencies; no significant deficiencies in the other element were observed, (p 0,05).

8. **DIASOS, L. N.** 1.968. VII. BIBLIOGRAFIA químicas de 1  
los suelos volcánicos de Nariño, Colombia. En:
1. **ALCAYAGA, A. URBINA** de 1.965. Relación entre algu-  
nas características químicas y físicas de suelos  
derivados de cenizas volcánicas. *Agríc. Tec. en*  
*Chile*. 25 : 9-18.
2. **ALEXANDER, M.** 1.964. Introduction to soil microbio-  
logy. John Wiley. New York. 472 p.
3. **AMEZQUITA, E. y C. FIGUEROA.** 1.970. Estudios de ses-  
quióxidos y sus relaciones moleculares en suelos  
de Nariño. Universidad de Nariño, Instituto Tecno-  
lógico Agrícola, Pasto. 96 p. (Tesis no publica-  
da).
4. **ARAOS, F.** 1.966. Estudio de las deficiencias nutriti-  
vas en muestras superficiales de suelos de fruble.  
*Agríc. Tec. en Chile*. 27 (1) : 15-20.
5. **ARISTIZABAL, A. y B. BAIRD.** 1.957. Fertilidad de al-  
gunos suelos del Valle del Cauca, Colombia. *DIA*.  
*Bol. Tec.* # 1. 36p.
6. **BARROS, P.** 1.969. Determinación de molibdeno, cobre  
y cobalto en algunos suelos del Altiplano de Pasto  
Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agríco-  
la, Pasto. 106 p. (Tesis no publicada).
7. **BEAR, F.** 1.963. Química del suelo. Trad. por José de  
la Rubia. Interciencia, Madrid. 435 p.

8. BLASCO, L. M. 1.969. Características químicas de los suelos volcánicos de Nariño, Colombia. En: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA, Turrialba, p. irr.

9. \_\_\_\_\_ 1.969. Fertilidad de suelos de Nariño. En: II Reunión de suelos. ITA-ICA, Pasto. 113. p.

10. \_\_\_\_\_ et al. 1.969. Mineralogy of the soils of the Cauca Rio Valley, Colombia. Turrialba. 19 (3): 332-339.

11. \_\_\_\_\_ et al. 1.968. Transformaciones microbiológicas del fósforo en suelos volcánicos de Puracé. Acta Agronómica, Palmira. 27 (1): 33-39.

12. BORNEMISZA, E. 1.965. El fósforo orgánico en suelos tropicales. Turrialba. 16 (1): 33-39.

13. \_\_\_\_\_ y R. Fuentes. 1.968. Cation exchange Capacity of Costa Rica soils and subsoils at different pH values in the presence of organic matter of after its destruction. Agron. Abst. Amer. Soc. Agron. New Orleans. 80.p.

14. \_\_\_\_\_ y K. Igue. 1.967. Oxidos libres de hierro y aluminio en suelos tropicales. Turrialba. 17: 23-30.

15.            y R. Pineda. 1.969. Minerales amorfos y mineralización del nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. En: Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. P. irr.
16. BOUYOUCUS, O. H. 1.934. A comparison between the pipette method and the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Soil Sci. 38 : 335-343.
17. BRENNER, J.M. 1.960. Determinations of nitrogen in soil by the Kjendahl method. Jour. Agric. Sci. 55 : 11-13.
18. BUENO, J. 1.943. Estudio geológico de Nariño. Min. de Minas y petróleos. Pasto. Sin paginación.
19. BURBANO, O.H. y H. López. 1.968. Algunos aspectos del encalamiento en suelos del Altiplano de Pasto Universidad de Nariño, Instituto tecnológico Agrícola, Pasto. 91 p.
20. CASTRO, P. J. 1.969. Formas de manganeso en suelos de clima medio del Departamento de Nariño. Universidad de Nariño, Instituto tecnológico Agrícola, Pasto. 96 p. (tesis no publicada).
21. CORDOBA, M. et al. 1.970. Lixiviación del nitrógeno en algunos suelos del Departamento de Nariño. Uni. P. irr.

27. \_\_\_\_\_ 1.967. Concepto físico químico de la interpretación del sistema suelo planta. I Congreso Nacional de Química. San José de Costa Rica. Universidad de Nariffo, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 106 p. (Tesis no publicada).
22. CHAVES, P.J. y L. ROSERO. 1.969. El Valle del Patia propiedades químicas de sus suelos y su fertilidad. Universidad de Nariffo, Instituto Tecnológica Agrícola. Pasto. 94 p. (Tesis no publicada).
23. ESPINAL, T.L. y E. MONTENEGRO. 1.969. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria Explicativa sobre el mapa ecológico. Inst. Geogr. Agustín Codazzi. Dpto. Agról. Canal Ramirez, Bogotá. 201 p.
24. ESPINOSA, W.G. 1.969. Caracterización química de dos suelos volcánicos de la Provincia de Nuble. (1) Un método de dispersión de suelos de origen volcánico de la Provincia de Nuble. Agric. Tec. de Chile. 29 (1) : 32-34.
25. \_\_\_\_\_ 1.969. Caracterización química de dos suelos volcánicos de la Provincia de Nuble. (II) determinación de alófana en los suelos volcánicos de Chile, mediante disolución diferencial. Agric. Tec. de Chile. 29 (1) : 34-40.
26. PASSEBINDER, N.W. 1.969. Deficiencia y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas en América Latina. En : Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas en América Latina, Turrialba p. irr.

27. \_\_\_\_\_ 1.968. Concepto físico químicos en la interpretación del sistema suelo planta. X Congreso Nacional de Química. San José de Costa Rica. (En Prensa).
26. \_\_\_\_\_ 1.968. Estudio del fósforo en América Central. Formas y su relación con las plantas. Turrialba. 19 : 333-347.
29. \_\_\_\_\_ y K. IGUE. 1.967. Comparación de métodos radiométricos y colorimétricos sobre retención y transformación de fosfatos en el suelo. Turrialba 17 : 284-287.
30. \_\_\_\_\_ y L. MULLER. 1.967. Uso de enmienda silicatadas en suelos altamente fijadores de fósforo. I efecto a la aplicación de 3 meta-silicatos de sodio. Turrialba. 17 : 371-375.
31. FOX, R. 1.969. La fertilidad de los suelos de cenizas volcánicas de Hawaii. En : Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina Turrialba. P. irr. ción Ca-Mg y K en suelos de
32. GARCIA, B. 1.969. Estudio sobre el potasio en algunos suelos de clima medio del Departamento de Nariño. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 129 p. según resultados de ensayo de campo. En : Panel de suelos deriva-

33. GROSSE, E. 1.931. Estudio acerca de la geología del Departamento de Narifio. Copilación de estudios geológicos oficiales en Colombia. Bogotá.
34. JACKSON, M.L. (1.964). Análisis químico de suelos. Trad. por José Beltran Martinez. Omega, Barcelona. 660 p.
35. JENNY, H. et al. 1.953. Estudio sobre la fertilidad de 8 suelos Colombianos. Cenicafé, Chinchiná. Bol. Tec. 1 (9): 1-16.
36. JUNCA, S.C. 1.970. Determinación de cobre, cobalto y molibdeno en suelos de clima medio del Departamento de Narifio. Universidad de Narifio, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 87 p.
37. LEGARDA, L. y E. NORA. 1.969. Estudio de ciertas características de algunos suelos de Narifio relacionados con las formaciones ecológicas. Universidad de Narifio, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 166 p. (Tesis no publicada).
38. LEON, L.A. 1.968. Relación Ca-Mg y K en suelos de la Florida, Popayan. Agric. Trop. Bogotá. 24: 235-345.
39. LETELIER, E. 1.969. Respuesta a la fertilización de los suelos volcánicos de Chile, según resultados de ensayo de Campo. En : Panel de suelos deri-

- va dos de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. p. irr.
40. LOPEZ, A.M. 1.958. Determinación del fósforo aprovechable en suelos tropicales. Cenicafé, Colombia. 9 (5-6):109-120. 3: 133-136.
41.            1.960. Valorización de las formas de fósforo orgánico e inorgánico de un suelo de la zona cafetera de Colombia. Cenicafé, Colombia. 11 (7): 189-203.
42.            1.969. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. En: Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. p. irr.
43. LUNA, C. 1.969. Aspectos genéticos de los andosoles de Colombia. En: Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. p. irr.
44. MALAVOLTA, E. et al . 1.964. La nutrición mineral de algunas cosechas tropicales. Instituto Internacional de la Potasa. Suiza. 163 p.
45. MARTINI, E.A. 1.969. Caracterización del estado nutricional de los principales latosoles de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. Turrialba. 19 : 394-408.

46. \_\_\_\_\_ 1.967. Algunas notas sobre el problema del encalamiento en suelos del trópico. Turrialba. *Revista Agrícola, Pasto*, 97 p. (tesis no publicada) 18 : 249-256.
47. \_\_\_\_\_ 1.969. Caracterización del potasio en suelos de Panamá. *Fit. Lat.* 3: 163-186.
48. McCLEUNG, C. et al. 1.958. Fertilidad de las sabanas del Brasil. *La Hacienda*, EE. UU. (5): 35-38.
49. MONTEAÑO, A. y V. ARAGON. 1.970. Respuesta de la coliflor a la aplicación de boro y molibdeno en 21 suelos volcánicos del Altiplano de Pasto. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 66 p.
50. MULLER, L. et al. 1.968. Estudio del fósforo en suelos de América Central. I. ubicación, características físicas y químicas de los suelos estudiados. Turrialba. 19 : 319- 332.
51. MUNSELL, H. 1.960. Soil color charts. *Mun. Col. Bal.* S.P.
52. ORDÓÑEZ, H. 1.969. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto 144. p. (Tesis no publicada).
53. PANTOJA, C. 1.969. Fraccionamiento del fósforo en algunos suelos de clima medio del Departamento de

53. NARIÑO, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 197 p. (tesis no publicada)
54. PÉREZ, J. y A. ROSERO. 1.969. Respuesta del Maíz a la aplicación de NPK y elementos menores en suelos de Berruecos, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto 98 p. (Tesis no publicada).
55. REVELO, C. y M. REVELO. 1.968. Estudio de fertilidad en invernadero de algunos suelos del Altiplano de Pasto. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 133 p.
56. ROSERO, L. 1.970. Fraccionamiento del nitrógeno en algunos suelos de clima medio del Departamento de Nariño. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 70 p. (Tesis no publicada).
57. SAIZ DEL RIO, J.F. y E. BORNEMISZA. 1.961. Análisis químico de suelos. 107 p. de suelos derivados de
58. SCHALSCHA, E. et al. 1.968. Elementos trazas en suelos derivados de cenizas volcánicas. Agric. Tec. Chile. 28 (4): 137-143.
59. SCHENKEL, G. 1.969. Problemas de acidez de suelos Chilenos derivados de cenizas volcánicas. En: Panel derivado de cenizas volcánicas en América Latina. Turrialba, p. irr.

60. SILVA, F. 1.960. Métodos de análisis de suelos. Laboratorio de suelos del departamento Agrológico, Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá. 63 p.
61. SILVA, P. J. 1.963. Fertilidad de dos tipos de suelos de la Granja El Placer, Popayan. DIA. Colombia, Separata de Agric. Trop. pp 260-261.
62. SWINDALE, L.D. 1.969. Propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas. En: Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas en América Latina. Turrialba. p. irr.
63. EINGKNELL, R. y J. LOPEZ. 1.961. Estudio de los suelos Venezolanos con fines de diagnóstico. Servicio Shell para el agricultor. Cronotipo. Venezuela. 118 p.
64. VALES, P. A. 1.969. Distribución geográfica y caracterización de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Chile. En: Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas en América Latina. Turrialba. p. irr.
65. VARELA, J. 1.963. Estudio general de los suelos del sector Pasto-Rio Mayo. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá. 104 p.
66. WALKLEY, A. y BLACK, I.A. 1.934. An examination of destjarteff method of determining soil organic

matter an proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37 : 29-38-

67. ZAMBRANO, D. et al. 1.969. Atlas agrológico de Nariffo. Universidad de Nariffo. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. 257. p.

VIII. APENDICE

TAMA VIII

CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LOS SIEMBRAS

SIEMBRA	CONDICIONES	Altitud metros	Temperatura °C	Fert. Vegetal
SIEMBRA DE PATATE	Patate	2,100	15,2	Translocada*
SIEMBRA DE MAÍZ	Maíz	2,100	15,0	Maíz-57**
SIEMBRA DE TRÉPANO	Trépano	2,100	16,3	Maíz-57
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	2,100	17,4	Maíz-57***
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	2,100	18,9	Maíz-57
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	2,100	16,3	Maíz-57
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	1,600	19,5	Maíz-57
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	1,600	20,3	Maíz-57
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	1,600	19,5	Maíz-57
SIEMBRA DE CABBAGE	Cabbage	1,600	19,4	Maíz-57

VIII. APENDICE

\*Translocada entre Maíz y Maíz-57  
 \*\*Maíz Maíz Maíz Maíz Maíz  
 \*\*\*Maíz Maíz Maíz Maíz Maíz

TABLA VIII

CONDICIONES GENERALES DE LOS SUELOS LOS CERROS ENRIQUETES

Lugar	CULTIVO	Pendiente %	Altitud msnm	Temperatura °C	Form. Vegetal
SAN FRANCISCO	Plátano	30,40	2.160	16,2	Transición <sup>+</sup>
MINAS DE ARENA	Maíz	4,6	2.210	16,0	Bh-MB <sup>++</sup>
CHAGUEZ	Fríjol Tomate	2-10	2.110	16,3	Bh-MB A
PEDREGAL	Café	7	1.990	17,4	Bh-St <sup>+++</sup>
BONETE	Caña, Maíz	40-70	1.760	18,9	Bh-St A
SANTA LUCIA	Maíz, Cabuya	70	2.110	16,3	Bh-MB A
ESTADIO	Caña	0-10	1.650	19,5	Bh-St A
SARACONCHO	Caña	70	1.560	20,3	Bh-St A
YUNGUILLA	Caña	0-10	1.680	19,5	Bh-St A
TAWAMA	Pastos	7,8	1.690	19,4	Bh-St A

<sup>+</sup> Transición entre Bh-MB y Bh-St

<sup>++</sup> Bosque húmedo Montano Bajo

<sup>+++</sup> Bosque húmedo Subtropical

TABLA IX

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Lugar	Prof. en cm.	Humedad %	Color en húmedo	Arenas %	Arcillas %	Limos %	Textura
SAN FRANCISCO	0 - 50	5,7	10YR-2/2	46,64	18,36	45,00	F*
MINAS DE ARENA	0 - 50	4,6	2.5 Y-2/0	71,64	5,54	22,82	A - P
CHAGUEZ	0 - 50	9,3	5YR-2/2	38,00	36,44	25,56	F - Ar
PEDEGAL	0 - 50	8,7	2.5 Y-2/0	63,64	11,04	25,32	F - A
BONETE	0 - 50	8,8	10YR-3/1	47,64	27,36	25,00	F - Ar-A
SANTA LUCIA	0 - 25	11,2	10YR-3/1	59,64	19,04	22,32	F - A
ESTADIO	0 - 50	6,8	7.5YR -2/0	61,64	10,72	27,64	F - A
SARACONCHO	0 - 70	4,6	10YR-3/2	60,64	14,72	24,64	F   A
YUNGUILLA	0 - 40	5,6	10YR-3/1	43,64	29,72	26,64	F - Ar
TAYAMA	0 - 40	7,8	7.5YR-2/6	49,00	25,04	25,96	F   Ar-A

\* F = Franco mayor de 50 cm.

A = Arenoso mayor de 50.

Ar = Arcilloso

RESPUESTA DEL SOMATE A LA APLICACION DE DISTINTOS NIVELES  
DE FERTILIDAD EN BASE PESO SECO DEL MATERIAL VEGETAL (SP%)

TABLA X  
ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUBSUELOS ESTUDIADOS

Lugar	Prof. en cm.	Humedad %	Color en húmedo	Arenas %	Arcillosas %	Limos %	Texture
SAN FRANCISCO	50 - 90	5,1	10YR-4/2	66,28	15,04	18,68	F - A
MINAS DE ARENA	50 - X <sup>+</sup>	1,3	2,5 Y-4/2	86,28	5,44	8,28	A
CHAGUEZ	50 - X	16,4	5YR-4/8	33,64	44,04	22,32	AF
PEDREGAL	25 - X	9,6	2,5 Y-4/4	40,64	27,72	31,64	F - AF
BONETE	++	-	-	-	-	-	-
SANTA LUCIA	25 - X	23,9	5YR-4/6	45,00	44,72	10,28	AF
ESTADIO	-	-	-	-	-	-	-
SARACONCH O	-	-	-	-	-	-	-
YUNGUILLA	40 - X	10,5	10YR-4/4	46,64	26,00	27,36	F - AF - A
TANAMA	40 - X	9,7	2,5YR-4/2	49,00	25,73	25,28	F - AF - A

+ Profundidad mayor de 90 cm.

++ Suelos del tipo A-C.

TABLA XI

RESPUESTA DEL TOMATE A LA APLICACION DE DISTINTOS NIVELES  
DE FERTILIDAD EN BASE PESO SECO DEL MATERIAL VEGETAL (gr.)

## 1. SUELO SAN FRANCISCO

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,454	0,778	0,595	0,563
C	0,935	1,480	1,051	0,710
-N	1,047	0,841	0,889	1,187
-P	1,537	1,738	1,262	1,105
-K	1,262	1,745	1,144	1,232
-Ca	1,158	0,752	0,845	1,335
-Mg	1,192	0,781	1,282	1,875
-S	1,903	1,817	1,429	0,981
-EM	0,922	0,857	1,247	1,604

## 2. SUELO MINAS DE ARENA

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,033	0,031	0,025	0,049
C	0,977	0,820	0,338	0,905
-N	0,965	1,045	1,012	0,482
-P	0,020	0,022	0,040	0,042
-K	1,025	1,210	0,953	0,705
-Ca	1,171	1,150	0,648	0,792
-Mg	1,057	0,822	1,019	0,983
-S	1,184	0,685	1,339	0,718
-EM	0,980	0,875	1,240	1,604

TABLA XII

3. SUELO CHAGUEZ

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,055	0,042	0,051	0,061
C	1,928	1,928	1,812	1,055
-N	0,481	0,457	0,492	0,562
-P	0,025	0,032	0,027	0,024
-K	1,482	0,907	0,872	0,542
-Ca	0,118	1,042	0,351	1,002
-Mg	0,481	0,351	0,304	0,231
-S	1,168	0,930	0,814	0,731
-En	0,927	0,901	0,890	0,903

4. SUELO PEDREGAL

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,107	0,124	0,135	0,108
C	0,564	0,871	1,701	1,412
-N	0,441	0,157	0,950	0,602
-P	0,049	0,238	0,127	0,124
-K	0,810	1,680	0,972	1,172
-Ca	0,920	0,301	0,480	1,038
-Mg	0,432	0,910	1,128	0,939
-S	0,508	0,848	0,849	0,729
-En	0,670	0,660	0,790	0,739

TABLA XIII

## SUELO BONETE

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,054	0,051	0,081	0,035
C	0,759	0,910	0,356	1,059
-N	0,557	0,584	1,163	0,547
-P	0,076	0,083	0,061	0,051
-K	1,231	0,875	1,412	1,281
-Ca	0,830	1,108	1,050	0,910
-Mg	1,439	1,009	0,812	1,051
-S	0,547	1,287	0,881	1,443
-EM	0,643	0,631	1,045	1,835

## SUELO SANTA LUCIA

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,043	0,023	0,073	0,018
C	0,726	1,469	1,485	0,577
-N	0,029	0,017	0,030	0,043
-P	0,020	0,019	0,021	0,035
-K	0,754	0,768	0,449	1,145
-Ca	0,995	0,839	1,749	1,262
-Mg	0,550	0,800	1,611	1,172
-S	0,985	0,972	0,820	0,960
-EM	0,789	1,033	0,950	0,747

TABLA XIV

## SUELO ESTADIO LA

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,0237	0,033	0,036	0,021
C	0,6622	0,984	0,192	0,359
-N	1,0414	0,651	0,270	0,385
-P	0,0271	0,021	0,014	0,020
-K	0,9745	0,905	0,712	0,550
-Ca	0,7793	0,766	0,816	0,709
-Mg	0,3513	1,220	0,568	0,803
-S	1,4573	1,054	0,730	0,477
-EM	0,977	0,782	0,425	0,813

## SUELO SARACONCHO

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,3117	0,601	0,2761	0,2076
C	0,1012	0,371	0,3796	0,3278
-N	0,2146	0,317	0,2111	0,2484
-P	1,3499	0,249	0,7499	0,5284
-K	0,7491	0,701	0,9228	0,4213
-Ca	0,2051	0,849	0,3720	0,5569
-Mg	0,5358	0,723	0,6346	0,7163
-S	0,4490	0,519	0,4059	0,7204
-EM	0,7691	0,562	0,8651	0,7601

TABLA XV

SUELO YUNGUILLA

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,037	0,055	0,045	0,045
C	0,042	0,415	0,595	0,358
-N	0,214	0,307	0,302	0,508
-P	0,051	0,031	0,103	0,033
-K	0,405	0,574	0,731	0,582
-Ca	0,289	0,602	0,568	0,322
-Mg	0,819	0,888	0,620	0,362
-S	0,358	0,538	0,528	0,412
-EM	0,401	0,518	0,401	0,341

SUELO TANAMA

TRATAMIENTOS	REPLICACIONES			
	I	II	III	IV
T	0,327	0,521	0,621	0,946
C	0,922	0,935	0,536	1,108
-N	0,786	0,649	1,021	0,994
-P	0,849	0,408	0,749	1,474
-K	0,681	1,248	1,848	1,228
-Ca	1,041	1,120	0,730	1,329
-Mg	1,248	0,649	1,046	0,963
-S	1,190	1,011	0,749	0,724
-EM	0,401	0,518	0,401	0,341

TABLA XVI

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO SAN FRANCISCO

	1	3	6	2	9	7	5	4
8	0,9375 <sup>++</sup>	0,5445 <sup>+</sup>	0,5100 <sup>ns</sup>	0,4885 <sup>ns</sup>	0,3750 <sup>ns</sup>	0,2500 <sup>ns</sup>	0,1872 <sup>ns</sup>	0,1220 <sup>ns</sup>
4	0,8155 <sup>++</sup>	0,4195 <sup>ns</sup>	0,3880 <sup>ns</sup>	0,3665 <sup>ns</sup>	0,2530 <sup>ns</sup>	0,1280 <sup>ns</sup>	0,0652 <sup>ns</sup>	
5	0,7503 <sup>++</sup>	0,3543 <sup>ns</sup>	0,3228 <sup>ns</sup>	0,3013 <sup>ns</sup>	0,1878 <sup>ns</sup>	0,0628 <sup>ns</sup>		
7	0,6875 <sup>++</sup>	0,2915 <sup>ns</sup>	0,2600 <sup>ns</sup>	0,2385 <sup>ns</sup>	0,1250 <sup>ns</sup>			
9	0,5625 <sup>+</sup>	0,1665 <sup>ns</sup>	0,1350 <sup>ns</sup>	0,1135 <sup>ns</sup>				
2	0,4490 <sup>ns</sup>	0,0530 <sup>ns</sup>	0,0215 <sup>ns</sup>					
6	0,4275 <sup>ns</sup>	0,0315 <sup>ns</sup>						
3	0,3960 <sup>ns</sup>							

<sup>++</sup>Altamente significativo

<sup>+</sup>Significativo

<sup>ns</sup>No significativo

- 1 = T
- 2 = C
- 3 = -N
- 4 = -P
- 5 = -K
- 6 = -Ca
- 7 = -Mg
- 8 = -S
- 9 = -EM

TABLA XVII

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELOS MINAS de ARENA

	4	1	2	3	6	7	5	8
9	1,1262 <sup>++</sup>	1,1227 <sup>++</sup>	0,3972 <sup>+</sup>	0,2812 <sup>ns</sup>	0,2170 <sup>ns</sup>	0,1870 <sup>ns</sup>	0,1840 <sup>ns</sup>	0,1757 <sup>ns</sup>
8	0,9505 <sup>++</sup>	0,9470 <sup>++</sup>	0,2215 <sup>ns</sup>	0,1055 <sup>ns</sup>	0,0413 <sup>ns</sup>	0,0113 <sup>ns</sup>	0,0083 <sup>ns</sup>	
5	0,9422 <sup>++</sup>	0,9387 <sup>++</sup>	0,2132 <sup>ns</sup>	0,0972 <sup>ns</sup>	0,0330 <sup>ns</sup>	0,0030 <sup>ns</sup>		
7	0,9392 <sup>++</sup>	0,9357 <sup>++</sup>	0,2102 <sup>ns</sup>	0,0942 <sup>ns</sup>	0,0300 <sup>ns</sup>			
6	0,9092 <sup>++</sup>	0,9057 <sup>++</sup>	0,1802 <sup>ns</sup>	0,0642 <sup>ns</sup>				
3	0,8450 <sup>++</sup>	0,8415 <sup>++</sup>	0,1160 <sup>ns</sup>					
2	0,7290 <sup>++</sup>	0,7255 <sup>++</sup>						
1	0,0035 <sup>ns</sup>							

1 = T  
 2 = C  
 3 = -N  
 4 = -P  
 5 = -K  
 6 = -Ca  
 7 = -Mg  
 8 = -S  
 9 = -EM

<sup>++</sup>Significativo al 1%  
<sup>+</sup>Significativo al 5%  
 ns No significativo

TABLA XVIII  
 RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN -- SUELO CHAGUEZ

	4	1	7	3	6	8	97	52
2	1,6537 <sup>++</sup>	1,6285 <sup>++</sup>	1,3390 <sup>++</sup>	1,1827 <sup>++</sup>	1,0525 <sup>++</sup>	0,7702 <sup>++</sup>	0,7580 <sup>++</sup>	0,7305 <sup>++</sup>
5	0,9232 <sup>++</sup>	0,8980 <sup>++</sup>	0,6085 <sup>++</sup>	0,4522 <sup>+</sup>	0,3220 <sup>ns</sup>	0,0397 <sup>ns</sup>	0,0275 <sup>ns</sup>	
9	0,8957 <sup>++</sup>	0,8705 <sup>++</sup>	0,5810 <sup>++</sup>	0,4247 <sup>+</sup>	0,2945 <sup>ns</sup>	0,0122 <sup>ns</sup>		
8	0,8835 <sup>++</sup>	0,8583 <sup>++</sup>	0,5688 <sup>++</sup>	0,4125 <sup>+</sup>	0,2823 <sup>ns</sup>			
6	0,6012 <sup>++</sup>	0,5760 <sup>++</sup>	0,2865 <sup>ns</sup>	0,1302 <sup>ns</sup>				
3	0,4710 <sup>+</sup>	0,4458 <sup>+</sup>	0,1563 <sup>ns</sup>					
7	0,3147 <sup>ns</sup>	0,2895 <sup>ns</sup>						
1	0,0252 <sup>ns</sup>							

<sup>++</sup>Significativo al 1%  
<sup>+</sup>Significativo al 5%  
 ns No significativo

1 = P  
 2 = C  
 3 = -N  
 4 = -P  
 5 = -K  
 6 = -Ca  
 7 = -Mg  
 8 = -EM

TABLA XIX

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO PEDREGAL

	1	4	3	5	9	8	7	2
5	1,0375 <sup>++</sup>	1,0240 <sup>++</sup>	0,6223 <sup>+</sup>	0,4918 <sup>+</sup>	0,4437 <sup>ns</sup>	0,4250 <sup>ns</sup>	0,3063 <sup>ns</sup>	0,0214 <sup>ns</sup>
2	1,0160 <sup>++</sup>	1,0025 <sup>++</sup>	0,6008 <sup>+</sup>	0,4703 <sup>ns</sup>	0,4222 <sup>ns</sup>	0,4035 <sup>ns</sup>	0,2847 <sup>ns</sup>	
7	0,7313 <sup>++</sup>	0,7178 <sup>++</sup>	0,3161 <sup>ns</sup>	0,1856 <sup>ns</sup>	0,1375 <sup>ns</sup>	0,1188 <sup>ns</sup>		
8	0,6125 <sup>++</sup>	0,5990 <sup>+</sup>	0,1973 <sup>ns</sup>	0,0668 <sup>ns</sup>	0,0187 <sup>ns</sup>			
9	0,5938 <sup>+</sup>	0,5803 <sup>+</sup>	0,1786 <sup>ns</sup>	0,0481 <sup>ns</sup>				
6	0,5457 <sup>+</sup>	0,5322 <sup>+</sup>	0,1305 <sup>ns</sup>					
3	0,4152 <sup>ns</sup>	0,4017 <sup>ns</sup>						
4	0,0135 <sup>ns</sup>							

<sup>++</sup> Significativo al 1%  
<sup>+</sup> Significativo al 5%  
<sup>ns</sup> No significativo

1 = T  
 2 = C  
 3 = -N  
 4 = -P  
 5 = -K  
 6 = -Ca  
 7 = -Mg  
 8 = -S  
 9 = -ME

TABLA XX

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO BONETE

	1	4	3	2	6	9	8	7
5	1,1695 <sup>++</sup>	1,1570 <sup>++</sup>	0,5120 <sup>+</sup>	0,4538 <sup>ns</sup>	0,2503 <sup>ns</sup>	0,1863 <sup>ns</sup>	0,1853 <sup>ns</sup>	0,1470 <sup>ns</sup>
7	1,0225 <sup>++</sup>	1,0100 <sup>++</sup>	0,3650 <sup>ns</sup>	0,3068 <sup>ns</sup>	0,1033 <sup>ns</sup>	0,0393 <sup>ns</sup>	0,0383 <sup>ns</sup>	
8	0,9842 <sup>++</sup>	0,9717 <sup>++</sup>	0,3267 <sup>ns</sup>	0,2685 <sup>ns</sup>	0,0650 <sup>ns</sup>	0,0010 <sup>ns</sup>		
9	0,9832 <sup>++</sup>	0,9707 <sup>++</sup>	0,3257 <sup>ns</sup>	0,2675 <sup>ns</sup>	0,0640 <sup>ns</sup>			
6	0,9192 <sup>++</sup>	0,9067 <sup>++</sup>	0,2617 <sup>ns</sup>	0,2035 <sup>ns</sup>				
2	0,7157 <sup>++</sup>	0,7032 <sup>++</sup>	0,0582 <sup>ns</sup>					
3	0,6575 <sup>++</sup>	0,6450 <sup>++</sup>						
4	0,0125 <sup>ns</sup>							

<sup>++</sup>Significativo al 1%

<sup>+</sup>Significativo al 5%

<sup>ns</sup>No significativo

- 1 = T P
- 2 = C C
- 3 = -N
- 4 = -P
- 5 = -K
- 6 = -Ca
- 7 = -Mg
- 8 = -S
- 9 = -EM

TABLA XXI

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO SANTA LUCIA

	4	3	1	5	9	8	7	2	
6	1,1878 <sup>++</sup>	1,1815 <sup>++</sup>	1,1720 <sup>++</sup>	0,4323 <sup>ns</sup>	0,3323 <sup>ns</sup>	0,2770 <sup>ns</sup>	0,1780 <sup>ns</sup>	0,1470 <sup>ns</sup>	1 = T
2	1,0408 <sup>++</sup>	1,0345 <sup>++</sup>	1,0250 <sup>++</sup>	0,2853 <sup>ns</sup>	0,1853 <sup>ns</sup>	0,1300 <sup>ns</sup>	0,0310 <sup>ns</sup>		2 = C
7	1,0098 <sup>++</sup>	1,0035 <sup>++</sup>	0,9940 <sup>++</sup>	0,2543 <sup>ns</sup>	0,1543 <sup>ns</sup>	0,0990 <sup>ns</sup>			3 = -N
8	0,9108 <sup>++</sup>	0,9045 <sup>++</sup>	0,8950 <sup>++</sup>	0,1553 <sup>ns</sup>	0,0553 <sup>ns</sup>				4 = -P
9	0,8563 <sup>++</sup>	0,8500 <sup>++</sup>	0,8405 <sup>++</sup>	0,1008 <sup>ns</sup>					5 = -K
5	0,7555 <sup>++</sup>	0,7492 <sup>++</sup>	0,7397 <sup>++</sup>						6 = -Ca
1	0,0158 <sup>ns</sup>	0,0095 <sup>ns</sup>							7 = -Mg
3	0,0063 <sup>ns</sup>								8 = -S
									9 = -EM

<sup>++</sup>Significativo al 1%

<sup>+</sup>Significativo al 5%

ns No significativo

TABLA XXII

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO ESTADIO

	4	1	2	3	7	9	6	5
8	0,9040 <sup>++</sup>	0,8962 <sup>++</sup>	0,3752 <sup>ns</sup>	0,3366 <sup>ns</sup>	0,1890 <sup>ns</sup>	0,1752 <sup>ns</sup>	0,1575 <sup>ns</sup>	0,1392 <sup>ns</sup>
5	0,7648 <sup>++</sup>	0,7570 <sup>++</sup>	0,2360 <sup>ns</sup>	0,1974 <sup>ns</sup>	0,0498 <sup>ns</sup>	0,0360 <sup>ns</sup>	0,0183 <sup>ns</sup>	
6	0,7465 <sup>++</sup>	0,7387 <sup>++</sup>	0,2177 <sup>ns</sup>	0,1791 <sup>ns</sup>	0,0315 <sup>ns</sup>	0,0177 <sup>ns</sup>		
9	0,7288 <sup>++</sup>	0,7210 <sup>++</sup>	0,2000 <sup>ns</sup>	0,1614 <sup>ns</sup>	0,0138 <sup>ns</sup>			
7	0,7150 <sup>++</sup>	0,7072 <sup>++</sup>	0,1862 <sup>ns</sup>	0,1476 <sup>ns</sup>				
3	0,5674 <sup>++</sup>	0,5596 <sup>++</sup>	0,0386 <sup>ns</sup>					
2	0,5288 <sup>+</sup>	0,5210 <sup>+</sup>						
1	0,0078 <sup>ns</sup>							

1051

- 1 = T
- 2 = C
- 3 = LN
- 4 = -P
- 5 = -K
- 6 = -Ca
- 7 = -Mg
- 8 = -S
- 9 = -EM

<sup>++</sup>Significativo al 1%  
<sup>+</sup>Significativo al 5%  
 ns No significativo

TABLA XXIII

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO SARACONCHO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4
7 9	0,4915 <sup>++</sup>	0,4445 <sup>+</sup>	0,3902 <sup>+</sup>	0,2435 <sup>ns</sup>	0,2157 <sup>ns</sup>	0,0870 <sup>ns</sup>	0,0407 <sup>ns</sup>	0,0202 <sup>ns</sup>		
4	0,4713 <sup>+</sup>	0,4243 <sup>+</sup>	0,3700 <sup>+</sup>	0,2233 <sup>ns</sup>	0,1955 <sup>ns</sup>	0,0668 <sup>ns</sup>	0,0205 <sup>ns</sup>			
5	0,4508 <sup>+</sup>	0,4038 <sup>+</sup>	0,3495 <sup>ns</sup>	0,2028 <sup>ns</sup>	0,1750 <sup>ns</sup>	0,0463 <sup>ns</sup>				
7	0,4045 <sup>+</sup>	0,3575 <sup>+</sup>	0,3032 <sup>ns</sup>	0,1565 <sup>ns</sup>	0,1287 <sup>ns</sup>					
8	0,2758 <sup>ns</sup>	0,2288 <sup>ns</sup>	0,1745 <sup>ns</sup>	0,0278 <sup>ns</sup>						
6	0,2480 <sup>ns</sup>	0,2010 <sup>ns</sup>	0,1467 <sup>ns</sup>							
1	0,1013 <sup>ns</sup>	0,0543 <sup>ns</sup>								
2	0,0470 <sup>ns</sup>									

<sup>++</sup>Significativo al 1%

<sup>+</sup>Significativo al 5%

ns No significativo

- 1 = T
- 2 = C
- 3 = -N
- 4 = -P
- 5 = -K
- 6 = -Ca
- 7 = -Mg
- 8 = -S
- 9 = -EM

TABLA XXIV

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - SUELO YUNGUILLA

	1	4	3	2	9	6	8	5	
7	0,6268 <sup>++</sup>	0,6178 <sup>++</sup>	0,3395 <sup>++</sup>	0,3198 <sup>++</sup>	0,2570 <sup>+</sup>	0,2270 <sup>+</sup>	0,2133 <sup>ns</sup>	0,0993 <sup>ns</sup>	
5	0,5275 <sup>++</sup>	0,5185 <sup>++</sup>	0,2402 <sup>+</sup>	0,2205 <sup>ns</sup>	0,1577 <sup>ns</sup>	0,1277 <sup>ns</sup>	0,1140 <sup>ns</sup>		
8	0,4135 <sup>++</sup>	0,4045 <sup>++</sup>	0,1262 <sup>ns</sup>	0,1065 <sup>ns</sup>	0,0437 <sup>ns</sup>	0,0137 <sup>ns</sup>			
6	0,3998 <sup>++</sup>	0,3908 <sup>++</sup>	0,1125 <sup>ns</sup>	0,0928 <sup>ns</sup>	0,0300 <sup>ns</sup>				1 = T
9	0,3698 <sup>++</sup>	0,3608 <sup>++</sup>	0,0825 <sup>ns</sup>	0,0628 <sup>ns</sup>					2 = C
2	0,3070 <sup>++</sup>	0,2980 <sup>++</sup>	0,0197 <sup>ns</sup>						3 = -N
3	0,2873 <sup>++</sup>	0,2783 <sup>+</sup>							4 = -P
4	0,0090 <sup>ns</sup>								5 = -K
									6 = -Ca
									7 = -Mg
									8 = -S
									9 = -EM

<sup>++</sup>Significativo al 1%

<sup>+</sup>Significativo al 5%

ns No significativo

TABLA XXV

RESULTADOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN - TRATAMIENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8
5	0,7803 <sup>++</sup>	0,6381 <sup>++</sup>	0,4066 <sup>++</sup>	0,1533 <sup>+</sup>	0,1210 <sup>ns</sup>	0,1145 <sup>ns</sup>	0,0801 <sup>ns</sup>	0,0782 <sup>ns</sup>
8	0,7031 <sup>++</sup>	0,5599 <sup>++</sup>	0,3284 <sup>++</sup>	0,0751 <sup>ns</sup>	0,0428 <sup>ns</sup>	0,0363 <sup>ns</sup>	0,0019 <sup>ns</sup>	
9	0,7002 <sup>++</sup>	0,5580 <sup>++</sup>	0,3265 <sup>++</sup>	0,0732 <sup>ns</sup>	0,0409 <sup>ns</sup>	0,0344 <sup>ns</sup>		
7	0,6658 <sup>++</sup>	0,5236 <sup>++</sup>	0,2921 <sup>++</sup>	0,0388 <sup>ns</sup>	0,0065 <sup>ns</sup>			
2	0,6593 <sup>++</sup>	0,5171 <sup>++</sup>	0,2856 <sup>++</sup>	0,0323 <sup>ns</sup>				
6	0,6270 <sup>++</sup>	0,4848 <sup>++</sup>	0,2533 <sup>++</sup>					
3	0,3737 <sup>++</sup>	0,2315 <sup>++</sup>						
4	0,1422 <sup>+</sup>							

<sup>++</sup>Significativo al 1% al 1%

<sup>+</sup>Significativo al 5% al 5%

ns No significativo

- 1 = San Francisco
- 2 = Minas de Ar
- 3 = Chagüez
- 4 = Pedregal
- 5 = Bonete
- 6 = Santa Lucía
- 7 = Estadio
- 8 = Saracoccho
- 9 = Yunguilla
- 10 = Tenandá

TABLA XXVI

PRUEBA DE DUNCAN PARA COMPARACION ENTRE LOS SUELOS ESTUDIADOS

	9	8	7	6	3	4	2	5	10
1	0,7812 <sup>++</sup>	0,6293 <sup>++</sup>	0,5816 <sup>++</sup>	0,4874 <sup>++</sup>	0,4855 <sup>++</sup>	0,4807 <sup>++</sup>	0,4034 <sup>++</sup>	0,3799 <sup>++</sup>	0,2010 <sup>+</sup>
10	0,5802 <sup>++</sup>	0,4283 <sup>++</sup>	0,3806 <sup>++</sup>	0,2864 <sup>++</sup>	0,2845 <sup>++</sup>	0,2797 <sup>++</sup>	0,2024 <sup>+</sup>	0,1789 <sup>+</sup>	
5	0,4013 <sup>++</sup>	0,2494 <sup>++</sup>	0,2017 <sup>+</sup>	0,1075 <sup>ns</sup>	0,1056 <sup>ns</sup>	0,1008 <sup>ns</sup>	0,0235 <sup>ns</sup>		
2	0,3778 <sup>++</sup>	0,2259 <sup>++</sup>	0,1782 <sup>+</sup>	0,0840 <sup>ns</sup>	0,0821 <sup>ns</sup>	0,0773 <sup>ns</sup>			
4	0,3005 <sup>++</sup>	0,1486 <sup>ns</sup>	0,1009 <sup>ns</sup>	0,0067 <sup>ns</sup>	0,0048 <sup>ns</sup>				
3	0,2957 <sup>++</sup>	0,1438 <sup>ns</sup>	0,0961 <sup>ns</sup>	0,0019 <sup>ns</sup>					
6	0,2938 <sup>++</sup>	0,1419 <sup>ns</sup>	0,0942 <sup>ns</sup>						
7	0,1996 <sup>+</sup>	0,0477 <sup>ns</sup>							
8	0,1519 <sup>+</sup>								

<sup>++</sup> Significativo al 1%

<sup>+</sup> Significativo al 5%

ns No significativo

- 1 = San Francisco
- 2 = Minas de Arena
- 3 = Chagüez
- 4 = Pedregal
- 5 = Bonete
- 6 = Santa Lucía
- 7 = Estadio
- 8 = Saraconcho
- 9 = Yunguilla
- 10 = Tanamá

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

T  
631.4  
A786  
Ej.1

Inventario: 7825  
Autor: Luis Arteaga, Carlos Portilla  
Título: Estudio de las condiciones

Fecha Dev.	químicas y Nombre	Carnet



T  
~~632~~ 631.4  
A786  
Ej.1

7825

Universidad de Nariño  
Pasto (Nariño)

7825