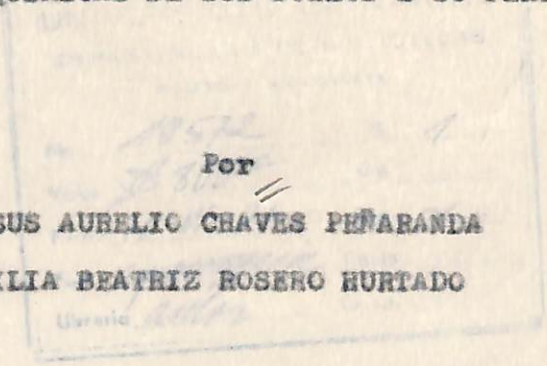


**"EL VALLE DEL PATIA"**  
**PROPIEDADES QUIMICAS DE SUS SUELOS Y SU FERTILIDAD**



Tesis de grado presentada como requisito  
"Las 100 parcial para optar al título de la tesis  
de grado, con INGENIERO AGRONOMO exclusiva de  
sus autores".

JOAQUIN GAMBOA JAINES I.A.  
Artífice NARCIS BLASCO LAMENCA I.A., Ph. D. de co-  
tubra de 1.969 Presidentes de tesis y Consejo  
Directivo de la Universidad de Nariño.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**Instituto Tecnológico Agrícola**  
**Pasto, Colombia**  
**1.969**

AN  
+  
631.4/  
CH512  
E-1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO	
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS	
PASTO - COLOMBIA	
No.	19572
Vol.	1
Valor	\$ 80000
Fecha	10-VI-76
Doc.	X
Fac.	Administración
Librería	Adler
Cated.	

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

A SUS HERMANOS

Artículo 1o. del Acuerdo No. 324 del 11 de octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

José Aurelio Chaves Pedraza

A LOS ESFUERZOS DE MIS PADRES

A MI ESPOSA DE MI MADRE

A MI HIJA ANOS

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

DEDICO

Jesús Aurelio Chaves Peñaranda

AGRADECIMIENTO A

MARIO BLASCO LARRENCA I.A., Pr. D.

FRANCISCO CORTES DE LA ESPUELLA

A MI PADRE DON MARTIN S. I.A.

A LA MEMORIA DE MI MADRE I.A.

A MIS HERMANOS TERREO B. I.A.

A MANUEL JESUS NEGA J. I.A.

A MIS AMIGOS SALASAN

Todas las personas que en una u

otra DEDICO colaboraron en la red

11 Lilia Beatriz Rosero Hurtado

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	3
1.1 Características	3
1.1.1 Situación geográfica	3
1.1.2 Clima	4
<b>AGRADECIMIENTO A</b>	5
1.1.2.1 Pluviometría	5
1.1.2.2 Fluviocidad	5
1.1.3 MARIO BLASCO LANENCA I.A., Ph. D.	8
1.1.4 FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA	11
1.1.5 BERNARDO MARTINEZ S. I.A.	12
1.1.6 VICTOR MONTENEGRO G. I.A.	14
1.1.6 RICARDO GUERRERO R. I.A.	14
1.1.6 JOAQUIN GAMBOA J. I.A.	14
1.1.7 EDUARDO SALAZAR	14
Todas las personas que en una u	14
otra forma colaboraron en la rea	19
2.2 Suolo lización del presente trabajo.	18
2.2.1 Origen	18
2.2.2 Propiedades físicas	19
2.2.3 Propiedades químicas	20
2.2.4 Fertilidad	26
2.3 Algunos estudios realizados sobre fertili	27
2.3.1 En el campo utilizando el sorge	28

CONTENIDO

	Pag.
III - MATERIALES Y METODOS	
I - INTRODUCCION	1
II - REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades	3
2.1.1 Situación geográfica	3
2.1.2 Clima	4
2.1.2.1 Temperatura	5
2.1.2.2 Fluviosidad	5
2.1.3 Geología	8
2.1.4 Hidrografía	11
2.1.5 Ecología	12
2.1.6 Vías de comunicación	14
2.1.6.1 Carreteras	14
2.1.6.2 Aeródromos	14
2.1.7 Uso de la tierra	14
2.1.7.1 Agricultura	14
2.1.7.2 Ganadería	17
2.2 Suelos	18
2.2.1 Origen	18
2.2.2 Propiedades físicas	19
2.2.3 Propiedades químicas	20
2.2.4 Fertilidad	20
2.3 Algunos estudios realizados sobre fertili-	
dad en el campo utilizando el sorgo	22

	Pag.
III - MATERIALES Y METODOS	28
3.1 Descripción de perfiles	28
3.2 Toma de muestras	32
3.3 Análisis químico y físico-mecánico	37
3.4 Ensayo de campo	39
3.4.1 Condiciones del ensayo	40
3.4.2 Diseño experimental	40
3.4.3 Siembra	41
3.4.4 Aplicación de soluciones nutritivas	42
3.4.5 Cosecha y determinación del peso en seco	43
IV - RESULTADOS Y DISCUSION	47
4.1 Características de los suelos del Patía con relación al nitrógeno, fósforo y potasio	47
4.2 Respuesta a la fertilización	59
4.2.1 Suelos de Vega (terrace baja)	59
4.2.2 Suelos de Cultivo (terrace intermedia)	64
4.2.3 Suelos Cementados (terrace intermedia)	68
4.2.4 Suelos de Loma (terrace alta)	72
V - CONCLUSIONES	78
VI - RESUMEN	80

ILUSTRACIONES

	Pag.
SUMMARY	81
VII - BIBLIOGRAFIA	83
VIII - APENDICE	94
Figura 2. Precipitación promedio de la parte sur del Valle del Patía.	7
Figura 3. Localización del Departamento del Cauca en la República de Colombia.	29
Figura 4. Localización del Municipio del Patía en el Departamento del Cauca.	30
Figura 5. Localización de los centros de estudio dentro del Municipio del Patía.	31
Figura 6. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Vega (terrazza baja).	57
Figura 7. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).	67
Figura 8. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Sembrados (terrazza intermedia).	71
Figura 9. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Loma (terrazza alta).	75

ILUSTRACIONES

	Pag.
Figura 1. Precipitación promedio de la parte nor	16
Tabla II. te del Valle del Patía. fertilizantes	6
Figura 2. Precipitación promedio de la parte sur del Valle del Patía.	7
Figura 3. Localización del Departamento del Cauca en la República de Colombia.	29
Figura 4. Localización del Municipio del Patía en el Departamento del Cauca.	30
Figura 5. Localización de las zonas de estudio dentro del Municipio del Patía.	31
Figura 6. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Vega (terrazza baja).	62
Figura 7. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).	67
Figura 8. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos Cementados (terrazza intermedia).	71
Figura 9. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Loma (terrazza	75

TABLAS

	Pag.
Tabla I. Tenencia de la tierra.	16
Tabla II. Recomendaciones de los fertilizantes de acuerdo con el análisis de suelo, para el sorgo. (terrazza intermedia).	27
Tabla III. Descripción del perfil representativo de los suelos de Vega (terrazza <u>ba</u> ja). (terrazza intermedia).	33
Tabla IV. Descripción del perfil representativo de los suelos de Cultivo (terrazza intermedia). (terrazza intermedia).	34
Tabla V. Descripción del perfil representativo de los suelos Cementados (terrazza intermedia). (terrazza intermedia).	35
Tabla VI. Descripción del perfil representativo de los suelos de Loma (terrazza <u>al</u> ta). (terrazza alta).	36
Tabla VII. Dosis aplicadas por hectárea y por pote para los diferentes nutrimentos.	44
Tabla VIII. Tratamientos utilizados en el ensayo de campo (Kgs./Ha.).	45
Tabla IX. Características generales físico-químicas de los suelos de Vega (terrazza baja). (suelos de Vega (terrazza baja)).	51
Tabla X. Características generales físico-químicas de los suelos de Loma (terrazza alta).	

	Pag.
nicas de los subsuelos de Vega (terrazza baja).	52
Tabla XI. Características generales físico-químicas de los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).	53
Tabla XII. Características generales físico-químicas de los subsuelos de Cultivo (terrazza intermedia).	54
Tabla XIII. Características generales físico-químicas de los suelos Cementados (terrazza intermedia).	55
Tabla XIV. Características generales físico-químicas de los subsuelos Cementados (terrazza intermedia).	56
Tabla XV. Características generales físico-químicas de los suelos de Loma (terrazza alta).	57
Tabla XVI. Características generales físico-químicas de los subsuelos de Loma (terrazza alta).	58
Tabla XVII. Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Vega (terrazza baja).	60
Tabla XVIII. Comparación de medias de los trata	60

	mientos en los suelos de Vega (terrazza baja).	61
Tabla XIX.	Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).	65
Tabla XX.	Comparación de medias de los tratamientos en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).	66
Tabla XXI.	Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos Cementados (terrazza intermedia).	69
Tabla XXII.	Comparación de medias de los tratamientos en los suelos Cementados (terrazza intermedia).	70
Tabla XXIII.	Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Loma (terrazza alta).	73
Tabla XXIV.	Comparación de medias de los tratamientos en los suelos de Loma (terrazza alta).	74

(\*) Véase el capítulo de Fertilidad del Suelo, para optar al título de Licenciado Agrónomo, bajo la supervisión de los señores J. A. y María Elena Lora, en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D. C., a través de los señores agrónomos.

El Valle del Patía en el "EL VALLE DEL PATIA" en un estudio de per-  
- PROPIEDADES QUIMICAS DE SUS SUELOS Y SU FERTILIDAD (\*)

En la actualidad se busca comprender las grandes  
posibilidades de una adecuada explotación agropecuaria.

por su topografía **Jesús Aurelio Chaves Peñaranda** y por su ubi-  
ción geográfica **Lilia Beatriz Rosero Hurtado** realizar un estu-  
dio de sus suelos, de los cuales no se han hecho investi-  
gaciones detalladas.

I - INTRODUCCION

En el presente trabajo se trató de lograr un conoci-  
miento de la fertilidad de esos suelos mediante análisis  
químicos. Hasta hace unos treinta años, el Valle del Patía casi  
no había sido tenido en cuenta para su desarrollo económi-  
co por parte de los sectores público y privado del Departa-  
mento del Cauca. Se lo presentaba como una región malsana,  
medio de endemias y epidemias, y de tierras de baja capaci-  
dad de producción agrícola. Por otra parte, el hecho de  
que en esta región no se haya desarrollado la agricultura  
se puede explicar porque las relaciones de producción no  
dan al campesino de la región la confianza necesaria para  
el establecimiento de empresas agrícolas productivas. De a  
quí que las pocas empresas agrícolas existentes en el Va-

---

(\*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presi-  
dencia de Joaquín Gamboa Jaimes I.A. y Mario Blasco  
Lamenca Ph.D., a quienes los autores agradecen.

lle del Patía se encuentren en su mayoría en manos de personas procedentes de otras regiones del país.

En la actualidad se empiezan a comprender las grandes posibilidades de una adecuada explotación agropecuaria, por su topografía apta para la mecanización y por su ubicación geográfica. De aquí la importancia de realizar un estudio de sus suelos, de los cuales no se han hecho investigaciones detalladas.

En el presente trabajo se trató de lograr un conocimiento de la fertilidad de esos suelos mediante análisis químicos y ensayos de campo, realizados en el Valle del Patía, con sorgo forrajero (Sorghum vulgare L.) en materos, para evaluar los resultados de acuerdo a la respuesta de los elementos nutritivos aplicados.

### 2.1.1 Situación geográfica

Este trabajo puede tener alguna importancia por ser el primero que se realiza en el Valle del Patía, dando algunas pautas para estudios futuros de fertilidad.

Del Patía limita así por el oriente, con La Vega y la Sierrita por el occidente, con Salbas y Argelia; por el norte, con El Tumbo; por el suroeste, con Salívar y por el sur, con Nariño.

Del mencionado municipio se retiró la parte suroccidental, entre las contribuciones de la cordillera Central.

II - REVISION DE LITERATURA Patía". Arroyo (3), afirma que este valle es la más profunda de las depresiones interandinas del occidente colombiano. Según Vex

El presente capítulo se ha dividido en tres partes principales: generalidades del Valle del Patía, suelos de esta región y algunos estudios realizados sobre fertilidad en el campo utilizando el sorgo forrajero (Sorghum vulgare L.), planta tomada como indicadora de la fertilidad en el experimento de campo.

## 2.1 Generalidades

En esta parte se trata sobre características generales de la región estudiada, tales como situación, clima y algunos aspectos agronómicos importantes.

### 2.1.1 Situación geográfica

El Valle del Patía está situado al sur del Departamento del Cauca. Según Zúñiga (63), el Municipio del Patía limita así: por el oriente, con La Vega y La Sierra; por el occidente, con Balboa y Argelia; por el norte, con El Tambo; por el sureste, con Belívar y por el sur, con Mercedes.

Del mencionado Municipio se estudió la parte comprendida entre las estribaciones de la cordillera Central

y de la Occidental, conocida como "Valle del Patía". Arroyo (3), afirma que este valle es la más profunda de las depresiones interandinas del occidente colombiano. Según Vergara y Velasco (59), el Valle del Patía tiene una altura promedio de 500 metros sobre el nivel del mar. Las ondulaciones del valle oscilan entre 100 y 400 metros (Colombia, 16).

Sus coordenadas extremas son:  $2^{\circ}08'$  a  $1^{\circ}51'$  de latitud norte, y  $77^{\circ}03'$  a  $77^{\circ}00'$  de latitud oeste de Greenwich. Esta región se encuentra localizada a 20 kilómetros de El Bordo, cabecera del municipio del Patía, y a 120 kilómetros de Popayán, capital del Departamento del Cauca (Colombia, 16).

De acuerdo a los datos obtenidos por González y Gómez (26) La extensión de esta región es de 2.300 kilómetros cuadrados, aproximadamente (Zúñiga, 63).

2.1.2 Clima

El Valle del Patía comprende la segunda de las cinco regiones bajas que se encuentran en el Departamento del Cauca, inferiores a 1.000 metros de altura y con temperaturas superiores a los  $24^{\circ}\text{C}.$ , correspondientes al piso térmico cálido (Barrera, 4).

Zúñiga (63), afirma que el clima de esta región tie

ne fama de malsano, debido a los fuertes cambios de temperatura que se observan. Durante el día el clima es ardiente y pesado, durante la noche cambia a frío. Este cambio se debe a los vientos fríos que bajan de los páramos durante la noche (Colombia, 15).

#### 2.1.2.1 Temperatura

La temperatura media en el Valle del Patía es de 27°C., con máximos y mínimos promedios de 30°C. y 22°C. respectivamente (Colombia, 16).

#### 2.1.2.2 Pluviosidad

De acuerdo a los datos obtenidos por González y Gómez (26) en la Estación 12-1002 Sajandí y en la Empresa Nacional de Aeropuertos, y a los datos de las Oficinas de Planeación del Departamento del Cauca (13), la precipitación promedio anual en la parte norte del Valle del Patía es de 1.750 mm., con base en las observaciones hechas durante once años (Fig. 1). Hacia la parte sur la pluviosidad se estima en una media de 1.293 mm. anuales, promedio obtenido de las observaciones hechas durante siete años (Fig. 2).

González y Gómez (26) y Vergara y Velasco (59). 2

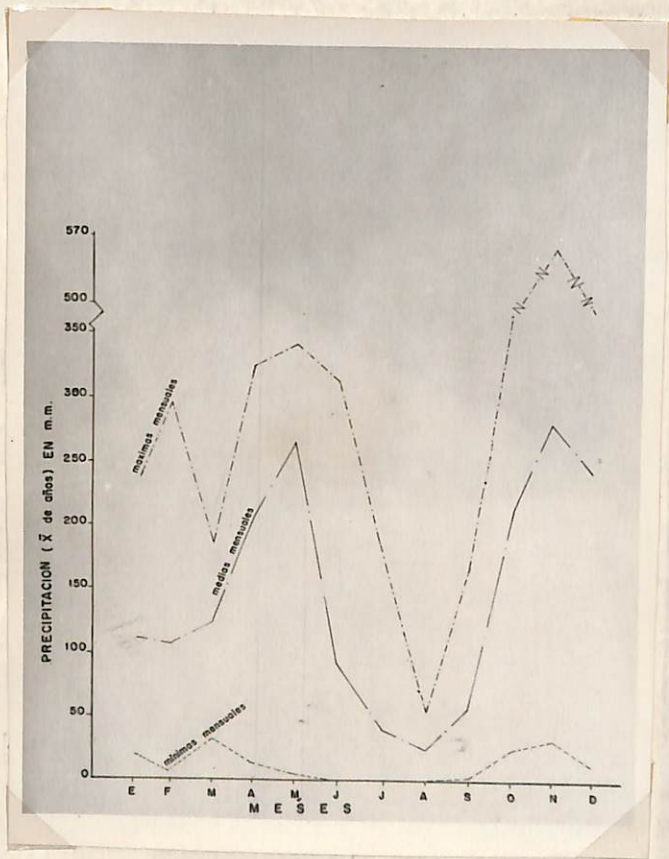


Figura 1. Precipitación promedio de la parte norte del Valle del Patía. Fuente: Archivo de la Central Hidroeléctrica Sajandí.

(Foto: I. Santacruz)

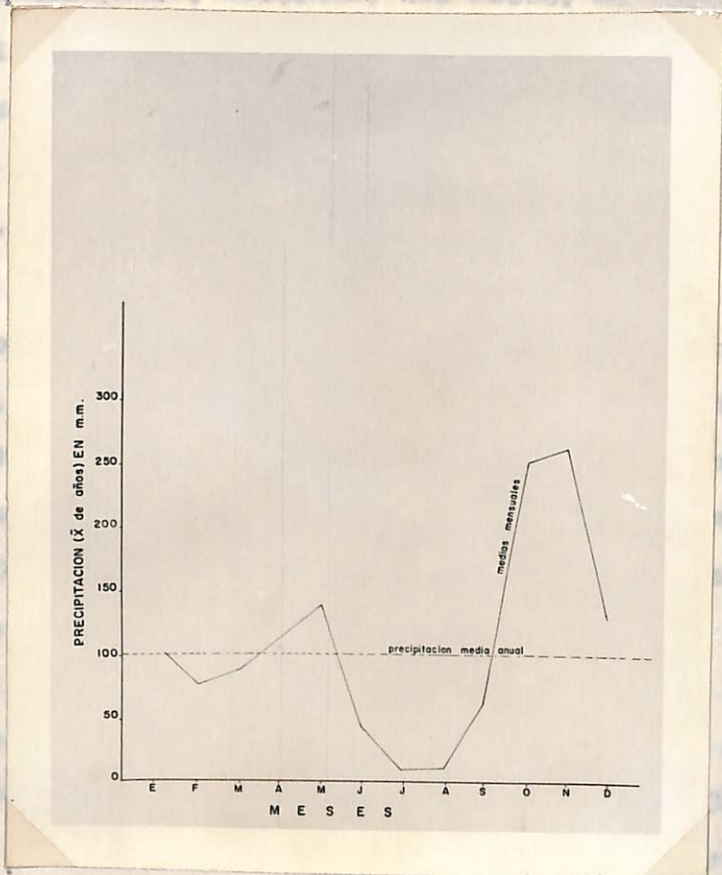


Figura 2. Precipitación promedio de la parte sur del Valle del Patía. Fuente: Archivo del campo de atarriaje "El Estrecho".

(Foto: I. Santa Cruz)

Afirman que las épocas de lluvia se distribuyen en la región de la siguiente manera: intensa, cuatro meses, de septiembre a diciembre; moderada, dos meses, de abril a mayo; sin lluvia, seis meses, de enero a marzo y de junio a agosto. La humedad relativa es del 80% (Colombia, 16).

### 2.1.3 Geología

Conforme a los estudios de Hubach (cit. Van der Hammen, 28), el Valle del Patía pertenece a la unidad geológica llamada Valle Interandino del Cauca, cuya Cuenca Patiana fue separada de la parte norte por la Formación de Popayán. La Cuenca Patiana se halla influenciada principalmente por materiales volcánicos.

Van der Hammen (28), informa que la cuenca del Patía fue investigada especialmente por Grosse (1.930) y después por Keizar (inédito). Citando las unidades estratigráficas de Grosse, en la cuenca del Patía, el Eoceno consiste en una serie de arcillas duras o lutitas con mantos de carbón. Puede contener también capas de areniscas de color blanco y conglomerados de cuarzo con intercalaciones de arcillas duras o lutitas de color gris-azuloso. El Eoceno está compuesto por una serie de areniscas verdosas hasta carmelita-rojizo, con intercalaciones de arcillas duras hasta esquistosas, y conglomerados de lutita

en la mitad del Medioterciario. La formación del Galeón de Keizar, Nelson y Van der Hammen consiste principalmente de material volcánico y su edad es probablemente el Mioceno Alto.

Stutzer y Scheibe (57), afirman que el foso del Patía es prolongación del foso del Cauca. Su término meridional se halla interrumpido por masas vertidas por los volcanes. Hasta ahora ningún investigador ha encontrado sedimentos cretáceos en el foso del Patía; parece que ellos faltan en los flancos de las cordilleras Central y Occidental. Se supone que en el Cretáceo esta región era tierra firme. Los depósitos del foso del Patía constan de sedimentos y de rocas eruptivas. Entre los depósitos más antiguos hay que contar la diabasa, el meláfiro y areniscas diabaso-tobáceas. Estos últimos depósitos probablemente tienen una edad oligocena.

Según Grosse (27), las tobas del Patía ocupan el plano que se extiende desde el río Mojarras hasta la quebrada de Fulido. Las capas túficas están al descubierto en la bajada de La Manguita a Dos Ríos. El área comprendida entre Dos Ríos y la quebrada Cangrejo se compone de tobas, arenas y cascajos de piedra pómez, arenas túficas sólidas y tobas aglomeráticas andesíticas; también se observan bancos de tierra blanca de diatomeas. Generalmente se encuen-

tran en posición horizontal, pero con frecuencia los bancos están estratificados discordantemente. Además, se encuentra cascajos y arcillas rojas al sur de Dos Ríos, y gravas y arenas sueltas entre La Manguita y Patía, probablemente más modernas que las capas túficas. Equivalentes a las tobas de la población de Patía son algunas terrazas túficas, principalmente de piedra pómez, con una altura de 100 metros, a ambos lados del Patía.

Las condiciones geológicas de la cuenca del Patía son muy semejantes a las del valle del río Cauca en la parte sur-occidental de Antioquia. Ambas depresiones están ocupadas principalmente por el Terciario y limitadas al este por una dislocación considerable que tiene carácter de sobre-escurrimiento. En Antioquia está acompañada por bases y lacolitos terciarios; en el Patía estos son casi exclusivamente andesíticos y están combinados en parte, por yacimientos auro-argentíferos (Grosse, 27).

Garcés y Gutiérrez (cit. Revelo y Revelo, 51), afirman que tanto en el Valle del Patía como en los demás valles profundos que se encuentran al sur de Colombia, las rocas que forman la base de la serie, por lo general, son esquistos metamórficos antiquísimos, quizá silurianos. La parte superior de la formación terciaria está compuesta de cascajo y conglomerados cretácico-terciarios en grandes

cantidades, entre los cuales se encuentran margas y esquistos de distribución irregular y de poca extensión en algunos puntos. Los valles del Patía, Mayo, Guaitara y Juanambú están cubiertos de depósitos volcánicos considerables, arrojados en la época postterciaria por los volcanes: Galearas, Las Animas, Sotomayor y otros, cuyos detritos fueron conducidos hacia las partes bajas, por el hielo al derretirse en cantidades inmensas, donde quedaron depositados al desaparecer los lagos que en esa época debieron existir. Hay puntos donde se encuentran las rocas estriadas que comprueban perfectamente su procedencia de las alturas.

#### 2.1.4 Hidrografía

González y Gómez (26), informan que la zona plana del Patía está irrigada por el sistema hidrográfico del alto Patía, integrado por los ríos: Capitanes, Criollo, Mamcondo, Guachicón, y varias quebradas de menor importancia.

Los mismos autores (26), afirman que el caudal del río se ve disminuído en épocas de verano, debido a que muchos de sus afluentes bajan su caudal y algunas quebradas desaparecen, todo esto como consecuencia de la baja pluviosidad y prolongada sequía. El promedio de gasto del río Patía de 1.954 a 1.960, de acuerdo a los registros de la Estación Sajandí, es de aproximadamente 100 metros cúbicos

por segundo. Si se tiene en cuenta que el área de la hoya es de 155.000 hectáreas, el rendimiento medio del río es de 55 metros cúbicos por hectárea por día.

### 2.1.5 Ecología

Según Espinal y Montenegro (20), el Valle del Patía pertenece a las formaciones de bosque muy seco tropical (bms-T) y bosque seco tropical (bs-T). En general, estas formaciones tienen como límites climáticos una temperatura media superior a 24°C. y un promedio de lluvia anual entre 500 y 1.000 mm. para el bosque muy seco tropical, y entre 1.000 y 2.000 mm. para el bosque seco tropical. Se presentan en zonas cuya elevación está entre 0 y 1.000 metros sobre el nivel del mar, con variaciones debidas a efectos locales.

La vegetación en el Valle del Patía se caracteriza por presentar flora muy variada, desde mesófito hasta xerófito. El bosque ha sido totalmente destruído, y tan solo quedan algunos árboles utilizados como sombríos y cercos vivos; entre los principales están: Cassia grandis L. f. (cañafístula), Pseudosamanea guachapele (H. B. K.) (iguá), Samanea saman (Jacq.) Merrill. (samán), Erythrina glauca Willd. (chambul), Anacardium excelsium (Ber. et Balb.) Skg els. (caracolí), Tamarindus indica L. (tamarindo), Crescen

tia eujete L. (totumo), Gliricidia sepium (Jac.) Stand. (matarratón), Guazuma ulnifolia Lamarck. (guásimo), Guadua angustifolia Kunth. (guadua) y Mangifera indica L. (mango) (González y Gómez, 26).

El valle del Patía está cruzado de sur a norte por las praderas, que ocupan la mayor parte del valle, se ven invadidas por malezas constituyéndose un problema para la explotación pecuaria. Las principales malezas encontradas son: Adipera bicapsularis (L.) Brill et Rose (chirrincho), Tradescantia multiflora Swz. (suelta consueleda), Vachellia farnesiana (L.) Wight. Arn. (aromo), Croton leptostachys H. B. K. (mosquerillo), Mimosa spp. (dormidera) y Carex spp. (cortadera). Entre las leguminosas se encuentran: Desmodium spp. (amor seco o pega-pega), Macuna spp. (pica-pica), Phaseolus spp. (frijolillo), Clitoria ternatea L. (zapatico de la Virgen) y Coix lacryma-Jobi L. (lágrimas de San Pedro). Entre las gramíneas: Panicum purpurascens Raddi. (pará), Panicum maximum Jacq. (guinea), Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf. (puntero), Pennisetum purpureum Schumacher (elefante), Sorghum vulgare L. (sorgo forrajero), Saccharum officinarum L. (caña forrajera) y Bouteloua spp. (teatina) (González y Gómez, 26).

está de 2.1.6 Vías de comunicación ganadería con un marcado predominio de la ganadería sobre la agricultura. La cuenca del Patía

2.1.6.1 Carreteras los cuales cultivados del Departamento. Si se unen los suelos de vertiente, el terr

El Valle del Patía está cruzado de sur a norte por la gran arteria troncal occidental, de buenas condiciones en el tramo que atraviesa la parte plana de este valle, transitada en su mayor parte por tráfico pesado. De esta se desprenden varios ramales secundarios para comunicarse con las poblaciones de Bolívar, Balboa, Olaya, La Fonda y Sajandí (Colombia, 14).

En su agricultura corresponde el 11% de la extensión total territorial del Valle del Patía; 7% entre 2.1.6.2 Aeródromos y 4% entre cultivos permanentes.

Los cultivos temporales principales son: maíz, arroz, yuca, etc.

En El Estrecho se encuentra una pista de emergencia para aviones de tipo DC-3, que tiene una longitud de 1.100 metros, de propiedad del ECA. Además, se encuentran distribuidos en la zona tres aeropuertos privados que solamente se utilizan para el servicio de avionetas (los autores).

Las actividades agrícolas y en su mayoría se limita a pequeños cultivos que ocasionalmente suplen las necesidades de la

2.1.7 Uso de la tierra Alrededor de algunas quebradas se encuentran generalizadas sobre la margen de los ríos. En la Vereda I se encuentran

2.1.7.1 Agricultura que es el municipio del Patía.

El 36% de la extensión del Departamento del Cauca

está dedicado a la producción agropecuaria con un marcado predominio de la ganadería sobre la agricultura. La cuenca del Patía se encuentra entre los suelos cultivados del Departamento. Si se omiten los suelos de vertiente, el terreno plano arable con tractor de rueda, oruga, o por tracción animal, apenas alcanza la cifra de 55.000 hectáreas en el Departamento, dentro de las cuales, 30.000 hectáreas corresponden al Valle del Patía. Sin embargo, el empleo de maquinaria es casi nulo (Manjarrés, 39).

El área explotada en agricultura corresponde al 11% de la extensión total territorial del Valle del Patía; 7% entre cultivos temporales y 4% entre cultivos permanentes. Los cultivos temporales principales son: maíz, arroz, yuca, frijol, soya y otros. Los cultivos permanentes principales son: plátano, cacao y frutales (naranjos, limones, mangos y otros) (Colombia, 14).

González y Gómez (26), informan que la agricultura es una actividad incipiente y en su mayoría se limita a pequeños cultivos que escasamente suplen las necesidades de la familia. Las parcelas cultivadas se encuentran generalmente sobre la margen de los ríos. En la Tabla I se muestra la tenencia de la tierra en el municipio del Patía.

Iragorri (30), afirma que la región del Patía reg

**TABLA I. Tenencia de la tierra. Distribución de la propiedad por superficies, avalúos y propietarios en el Municipio del Patía. Predios rurales gravados (\*)**

Distribución	Superficie en hectáreas				
	menos de 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5
predios propietarios superficie avaluo \$	7 7 0-9277 6.100	162 162 176-7500 94.700	288 288 584-8000 270.250	200 200 605-4500 248.900	193 193 773-0000 280.300
predios propietarios superficie avaluo \$	5 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50
559 559 3522-9900 1.116.100	598 598 7453-7800 1.602.400	323 323 7094-2000 1.149.000	204 204 6318-8000 840.400	124 124 5048-0000 666.700	244 244 14777-4000 1.621.500
100 a 200	200 a 300	300 a 400	400 a 500	500 a 1000	1000 a 2500
99 99 11382-1000 1.102.200	32 32 6626-0000 411.500	17 17 5318-0000 309.000	13 13 5365-0000 557.900	7 7 4485-0000 178.500	12 12 16500-0000 911.700

(\*) Fuente: Anuario Estadístico del Cauca (13).

ne condiciones especiales para el cultivo del algodón, y la fibra que allí se produce es de una calidad extraordinaria. Así mismo el Valle del Patía es propicio para el cultivo del arroz, y la composición del suelo es adecuada para el cacao, a tal punto que el producto ha sido tradicional y ha venido cultivándose sin abono, sin selección y sin técnica de ninguna clase. El Cauca ocupaba hasta hace poco los primeros lugares como Departamento productor de cacao.

#### 2.1.7.2 Ganadería

Las mejores posibilidades de desarrollo para el ganado de cría y de levante se encuentran, dentro del Departamento del Cauca, en el Valle del Patía y en los flancos occidentales de la cordillera Central (Barrera, 4).

La ganadería es la principal actividad del Municipio del Patía. Predomina la explotación de tipo carne, 80%, y en menor proporción ganado de doble fin, 20%. Por lo tanto se registra un déficit permanente de ganado de cría en las fincas (Colombia, 16).

Alba (1), sostiene que el ganado que se explota en el Valle del Patía debe ser estrictamente tropical, y las mejores ganaderías son las que tratan de obtener el ga

nado Cebú puro, que es el tipo tropical por excelencia. Ob  
servó alguna buena descendencia de toros Romosinuanos, pe  
ro muy pocos para pensar en utilizarlos como mejoradores.  
También encontró algunos buenos tipos del antiguo Criollo,  
pero muy dispares para poder pensar en construir algo ho  
mogéneo con ellos.

Según el mismo autor (1), el pasto puntero, Hypa  
rrhenia rufa (Nees) Stapf., es entre los pastos del Patía  
el que tiene mayores probabilidades de extender su área, y  
todos los terrenos planos, excepto los de vega que son más  
propicios para pasto pará, Panicum purpurascens Raddi., de  
berían sembrarse con él.

## 2.2 Suelos

En cuanto a literatura relacionada con los suelos del  
Valle del Patía se puede decir que únicamente se ha lleva  
do a cabo un estudio semidetallado de los suelos, realiza  
do por González y Gómez (26), algunos de cuyos aspectos se  
tratan a continuación.

### 2.2.1 Origen

Según Cuatrecasas (17), los terrenos de las bajas  
llanuras situados entre las cordilleras y entre las monta

Los mismos autores encontraron diferentes clases de texturas: franco-arcillo-limosa, franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arenosa y franco. En algunas partes los suelos descansan sobre un clay-pan. El color de los suelos tiene una variación estrecha; se presentan colores amarillentos, pero en su mayoría tienen coloración café-gris en sus diversas tonalidades. El drenaje interno es en términos generales medio o regular, y el externo es rápido.

### 2.2.3 Propiedades químicas

González y Gómez (26), encontraron en el Valle del Patía suelos que van desde fuertemente ácidos hasta neutros; en general, pobres en materia orgánica, siendo el nitrógeno total muy variable, pobres en fósforo, potasio y sodio, con cantidades variables de calcio y magnesio, la capacidad de cambio está alrededor de 25 m.e./100 grs. y las bases totales dan un alto porcentaje. 2.

### 2.2.4 Fertilidad

Según González y Gómez (26), aunque es muy difícil predecir la fertilidad de los suelos, por ser un concepto demasiado complejo, teniendo en cuenta los resultados físicos y químicos se puede decir que los suelos del Valle del

Patía son suelos medianamente fértiles, y a pesar de que hace varios años están en explotación no se han degradado, a tal punto que si se lleva a cabo programas de fertilización y riego suplementario pueden convertirse en tierras altamente productivas. Gran parte de las tierras son aptas para la agricultura, y en un 90% mecanizables. Pero mientras no se realice un estudio y no se lleve a cabo un proyecto de irrigación, es difícil pensar en el establecimiento de empresas agrícolas.

Arroyo (3), afirma que las terrazas de sedimentación del Valle del Patía son fértiles, pero la sequía de los suelos se debe a la falta de florestas y a la relativa profundidad de los grandes ríos del sistema fluvial del Patía.

Manjarrés (39), Barrera (4) y Zúñiga (63), coinciden al afirmar que la mayor parte de los suelos del Valle del Patía tienen una fertilidad baja, ya que tienen una participación densamente arcillosa y carecen de agua de riego. No obstante las condiciones adversas, la región es asequible de sanear y se puede aprovechar económicamente para la explotación agrícola.

2.3 Algunos estudios realizados sobre fertilidad en Costa Rica el campo utilizando el sorgo las regiones ha respondido a las aplicaciones de nitrógeno en cantidades de 70. Según Herrera (29), en condiciones tropicales son pocos los estudios existentes sobre fertilización de sorgo forrajero. En un suelo aluvial de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, en 1.968, realizó un experimento con sorgo forrajero para determinar dosis de nitrógeno y frecuencia de aplicación, y encontró que esta planta es exigente en nitrógeno y responde en forma satisfactoria a la aplicación de este elemento.

Escobar, Baird y Crowder (19), en estudios de fertilización de pastos en un suelo de Córdoba, en la Granja Experimental de Montería, encontraron que entre las parcelas que recibieron fósforo y las que no recibieron este elemento, hubo diferencias en el crecimiento inicial de las plantas de sorgo. Luego las diferencias desaparecieron. En cuanto al nitrógeno, hubo respuesta significativa después del quinto corte. Los suelos en los que se realizó el experimento tienen suficientes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio.

En un estudio sobre el cultivo del sorgo y sus posibilidades en Colombia, Kornerup (35), en 1.968, observó que el cultivo del sorgo respondió en forma espectacular a las

aplicaciones de nitrógeno, sobre todo en las zonas de la Costa Atlántica, Tolima y Huila. En estas regiones ha respondido a las aplicaciones de nitrógeno en cantidades de 70 a 150 Kgs./Ha. en el momento de la siembra (Kornerup, 34).

Rodríguez (52), en un estudio sobre fertilización de sorgo en Maracay, Venezuela, encontró que con aplicaciones de nitrógeno hubo diferencias significativas y aumento de rendimiento en los dos primeros cortes. Pero en cortes posteriores no hubo aumento significativo.

Según experiencias de Spears y Coffey (cit. Mela, 41), el sorgo absorbe cantidades importantes y muy semejantes de fósforo y potasio, y cerca del triple de nitrógeno, lo que demuestra las grandes exigencias de esta especie.

Pineda (49), que estudió el cultivo del sorgo en suelos de Nicaragua, sostiene que esta planta se desarrolla en suelos de baja fertilidad natural, pero responde notablemente a las aplicaciones de nitrógeno. Recomienda 100 lbs. de nitrógeno por manzana.

Félix (24), informa que para el sorgo pueden usarse las mismas fórmulas de fertilización que se usan para el maíz. Sin embargo, durante las pruebas realizadas en condi

ciones óptimas de cultivo, en Apodaca (México), no se tuvo respuesta al nitrógeno en ninguno de los tratamientos efectuados. No obstante, hubo respuesta al fósforo y la cantidad más apropiada resultó ser la de 40 Kgs./Ha. de este elemento.

Parece ser que el sorgo resiste mejor las deficiencias físicas que las químicas (Fertilización mineral, 25).

Cote et al., citado por Navas et al. (45), analizaron 75 suelos representativos de los suelos de Estados Unidos empleando diferentes métodos de extracción de fósforo. Se computó el porcentaje de rendimiento obtenido en ensayos de tiesto con Sorghum vulgare L., los cuales fueron provistos adecuadamente de todos los elementos, excepto fósforo. Según el rendimiento relativo en porcentaje, la mejor correlación se encontró con el método de extracción de Bray I. Según este estudio y otros realizados en México, como el de Ortega, citado por Navas et al. (45), permiten llegar a la conclusión de que los métodos de extracción de fósforo ofrecen un buen índice para determinar las necesidades del suelo de aplicaciones de este elemento.

Según Rai (50), la fertilización de maíz y de sorgo fue benéfica para el crecimiento de las plantas, solamente cuando las condiciones de humedad del suelo en los prime-

ros meses después de la siembra, fueron favorables. Los de sorgo tratados con cobre y manganeso se desarrollaron satisfactoriamente. Kaziev y Khanraev (33), en un estudio sobre el efecto de fertilizantes potásicos en sorgo, encontraron que en suelos tratados con nitrógeno y fósforo anteriormente, el potasio aumentó el rendimiento en grano, pero tuvo poco efecto sobre el rendimiento en follaje. Otros autores que han estudiado los efectos de fertilizantes en sorgo, encontraron que el rendimiento en grano

del Díaz-Perera (18), informa sobre las experiencias llevadas a cabo por Molinos Nacionales, C.A. (MONACA) en Venezuela, para determinar la posibilidad de cultivar en forma comercial el sorgo en el país. En ensayos sobre respuestas de las plantas de sorgo a la aplicación de 2.068 combinaciones diferentes de nutrientes y a la cantidad de aplicaciones de los mismos, se encontró que los mejores rendimientos se consiguen con aplicaciones de 100 Kgs./Ha. de nitrógeno, 75 Kgs./Ha. de fósforo, 25 Kgs./Ha. de potasio y 25 Kgs./Ha. de azufre.

Younis y Agabawi (62), en ensayos sobre la aplicación de nitrógeno en diferentes estados de crecimiento en sorgo, encontraron que con la aplicación de 20 a 40 lbs./fanegada, el total de nitrógeno y de proteína en las plantas aumentó progresivamente en cada estado de crecimiento.

Bryan, citado por Lotero (38), en algunos suelos orgánicos

nicos de La Florida (U.S.A.), encontró que las plantas de sorgo tratadas con cobre y manganeso se desarrollaron satisfactoriamente, mientras que las plantas no tratadas murieron prematuramente.

Nossaman y Travis (46), en 1.966, en un ensayo sobre las interacciones de fósforo, zinc y hierro como fertilizantes en sorgo, encontraron que el rendimiento en grano del sorgo depende de aplicaciones de fósforo y zinc. El rendimiento en forraje fue mayor con aplicaciones de fósforo.

En la Tabla II aparecen las recomendaciones de Marín (40), para fertilizar el suelo donde se siembra sorgo.

Tabla II. Recomendaciones de los fertilizantes para el sorgo.

Fertilizante	Sistema de riego	
	Normal	Excesivo
N	30	60
P	45	0
K	20	20
Zn	50	0
Fe	10	10
Mn	0	0
Cu	10	15
B	0	0

Dosis de N = 15 a 30 kg/ha.  
 Dosis de P = 15 a 30 kg/ha.  
 Dosis de K = 30 kg/ha.  
 Dosis de Zn = 0,15 a 0,30 g/a./100 g/s.  
 Dosis de Fe = 0,15 a 0,30 g/a./100 g/s.  
 Dosis de Cu = 0,30 a 0,60 g/a./100 g/s.

TABLE II. Recomendaciones de los fertilizantes de acuerdo con el análisis de suelo, para el sorgo.

Resultado del análisis	Equivalente a			Grado del fertilizante aplicables	Tiempo de aplicación
	P	K	K <sub>2</sub> O		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
B	30	60	60	10-20-20	300 en la siembra
	46	0	0	Urea	100 después de la siembra
B H o A	20	60	20	10-30-10	200 en la siembra
	58	0	0	Urea	125 después de la siembra
H H o A	10	30	10	10-30-10	100 en la siembra
	69	0	0	Urea	150 después de la siembra
A	14	14	14	14-14-14	100 en la siembra
	69	0	0	Urea	150 después de la siembra

Fósforo: B = menos de 15 P.P.M.

H = de 15 a 30 P.P.M.

A = más de 30 P.P.M.

Potasio: B = menos de 0,15 m.e./100 grs.

H = de 0,15 a 0,30 m.e./100 grs.

A = más de 0,30 m.e./100 grs.

### III - MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio del estado de fertilidad del Valle del Patía, fueron escogidas cuatro zonas: suelos de Vega o de terraza baja, suelos de Cultivo y suelos Cementados correspondientes a la terraza intermedia y suelos de Loma o de terraza alta. Estas zonas se escogieron por ser representativas de los diferentes sitios de la región.

Estos suelos tienen la siguiente correspondencia con las asociaciones indicadas por González y Gómez (26): Asociación Río Patía con los suelos de Vega (terrazza baja), Asociación La Carretera con los suelos de Cultivo (terrazza intermedia), Asociación La Solitaria con los suelos Cementados (terrazza intermedia) y Asociación La Alta con los suelos de Loma (terrazza alta).

En las Figuras 3, 4 y 5 puede verse la localización del Departamento del Cauca, del Municipio del Patía y del sitio donde se realizó el estudio.

#### 3.1 Descripción de perfiles

La descripción de perfiles se realizó aprovechando caminos, barrancas y zanjas, en donde se hizo un corte para



Figura 3. Localización del Departamento del Cauca en la República de Colombia.

(Foto: I. Santacruz)

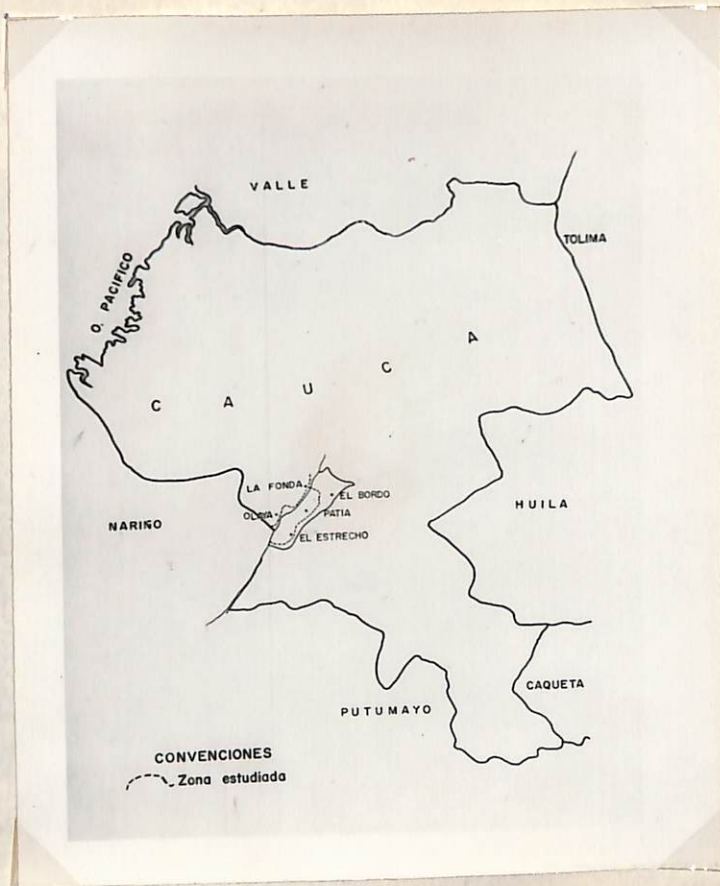


Figura 4. Localización del Municipio del Patía en el Departamento del Cauca.

(Foto: I. Sentaacruz)

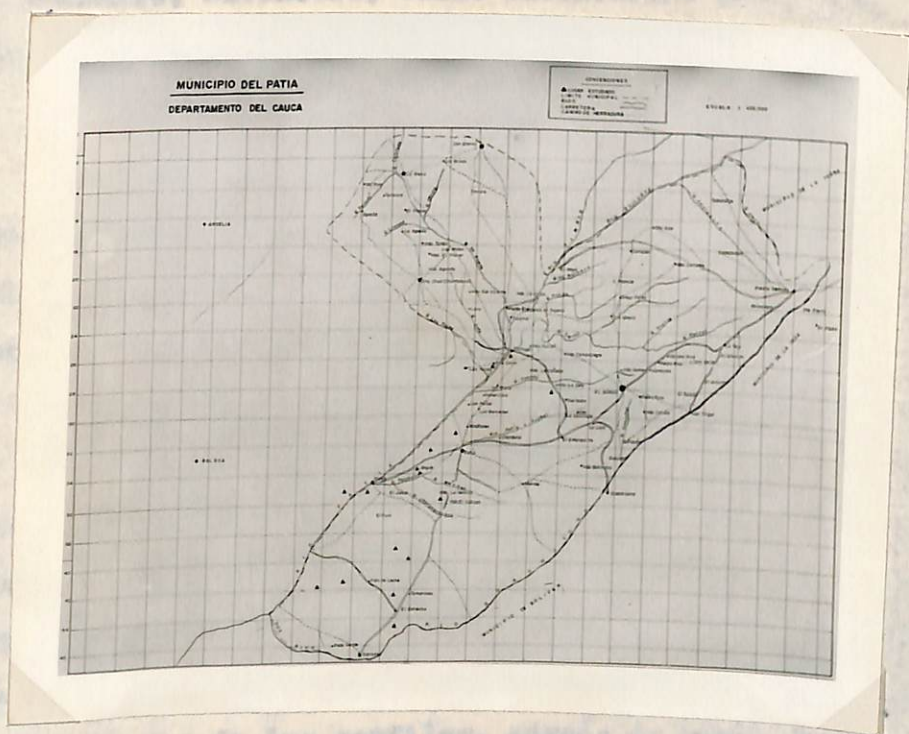


Figura 5. Localización de las zonas de estudio dentro del Municipio del Patía (tomado del DANE).

(Foto: I. Santacruz)

poder apreciar con facilidad la distribución de los horizontes.

Para esta descripción se usaron palas, barreno de tipo standard, altímetro, ácido clorhídrico (HCl) 10%, cinta métrica y tabla Munsell (44).

El procedimiento seguido fue el siguiente: se marcaron los horizontes apreciados a simple vista por cambio de color o de textura, se anotaron las respectivas profundidades, se determinaron la textura y la consistencia al tacto, la estructura mediante observación, el color por medio de la tabla Munsell (44), la presencia de carbonatos en cada horizonte con gotas de ácido clorhídrico (HCl) 10% y se hicieron observaciones sobre el drenaje, tanto externo como interno. Luego de describir el perfil en las áreas representativas, se anotaron la pendiente y la ubicación exacta para cada uno de los perfiles, además de otras observaciones generales (Tablas III a VI).

### 3.2 Toma de muestras

Las muestras de suelo se tomaron escogiendo cuatro lotes representativos en cada zona. Estos sitios donde se recolectaron las muestras, corresponden en el mapa del Valle del Patía adjunto (que debido a su tamaño se colocó en el

TABLA III. Descripción del perfil representativo de los suelos de Vega (terrazza baja).  
Localización: hacienda "California". Carretera a Olaya, margen izquierdo.

Profundidad en cms.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 50	F.Ar.L.	granular	friable	10YR3/2	negativa	
50 - 100	F.	sin	sin	10YR3/1	negativa	pocas manchas grises

Datos generales:

- a.s.n.m.: 550 metros
- vegetación: pastos artificiales
- uso actual: ganadería
- pendiente: del 0 al 1%
- drenaje externo: bueno
- drenaje interno: regular
- borde de horizonte: definidos
- erosión: ninguna

TABLA IV. Descripción del perfil representativo de los suelos de Cultivo (terracea intermedia). Localización: hacienda "El Sosiego". Carretera a Olaya, margen izquierdo.

Profundidad en cms.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 35	P.Ar.	sin	muy friable	10YR4/3	negativa	
35 - 85	F.Ar.	granular	firme	10YR3/2	negativa	

Datos generales:

s.s.n.m.: 580 metros

vegetación: cultivos

uso actual: agricultura

pendiente: del 1 al 2,5%

drenaje externo: bueno

drenaje interno: bueno

bordes de horizonte: definidos

erosión: ninguna

TABLA V. Descripción del perfil representativo de los suelos Cimentados (terracea intermedia). Localización: a 3 Kms. de El Estrecho. Carretera El Estrecho-Balboa, margen derecho.

Profundidad en cms.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 15	F.Ar.A.	granular	muy friable	10YR3/1	negativa	
15 - 85	F.Ar.	sin	friable	10YR2/2	positiva	capa dura

Datos generales:

a.s.n.m.: 530 metros  
 vegetación: malezas  
 uso actual: ganadería  
 pendiente: del 1 al 1,5%  
 drenaje externo: lento  
 drenaje interno: bueno  
 bordes de horizonte: no definidos  
 erosión: ninguna

TABLA VI. Descripción del perfil representativo de los suelos de Loma (terrazza alta).  
Localización: a 2 Kms. de Patía. Carretera Patía-El Bordo, margen izquierdo.

Profundidad en cms.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 35	F.Ar.	bloccosa	friable	10YR3/2	negativa	
35 - 75	F.	sin	muy friable	10YR3/1	negativa	manchas amarillas-marrones

Datos generales:

- a.s.n.m.: 640 Metros
- vegetación: pastos naturales
- uso actual: ganadería
- pendiente: del 3 al 45%
- drenaje externo: bueno
- drenaje interno: bueno
- bordes de horizonte: definidos
- erosión: moderada

Apéndice), a la siguiente numeración:

- Suelos de Vega (terrazza baja): 1, 2, 3 y 4
- Suelos de Cultivo (terrazza intermedia): 5, 6, 7 y 8
- Suelos Cementados (terrazza intermedia): 9, 10, 11, 12
- Suelos de Loma (terrazza alta): 13, 14, 15 y 16.

Las muestras se tomaron en la capa arable y en el sub suelo. Las de la capa arable, para el análisis químico y para el ensayo de campo. Las del subsuelo, únicamente para el análisis químico. Para este se tomaron veinte muestras de cada lote, tanto de suelo como de subsuelo, se mezclaron separadamente y se empacaron en bolsas de polietileno, con su respectiva etiqueta indicando el número de la zona, el número del lote y el nombre de la finca en la cual se encontraba. Para el ensayo de campo, de cada lote se tomaron muestras de la capa arable, se mezclaron las de los lotes de cada zona y se las empacó en sacos debidamente marcados con el número correspondiente.

Dentro de los materiales de recolección de las muestras figuran: baldes, barreno de tipo standard, palas, bolsas de polietileno, sacos y etiquetas.

### 3.3 Análisis químico y físico-mecánico

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Sue-

los del Instituto Tecnológico Agrícola de la Universidad de Narifio. Las muestras se secaron al aire, se trituraron con rodillos de madera y se tamizaron con malla de 2 mm.

Los métodos usados fueron: **Determinación de la humedad**, por diferencia de peso después de someter las muestras durante 24 horas a una temperatura de 105°C. en la estufa (Silva, 56).

**Índice de higroscopicidad**, usando las mismas muestras de suelo utilizadas para la determinación de la humedad y secadas a 105°C., se colocaron en una cámara saturada de humedad durante 24 horas y luego fueron pesadas nuevamente. El índice se obtuvo por diferencia de peso (Jackson, 31).

**pH**, por medio del potenciómetro de Beckman H-2 (Jackson, 31).

**Nitrógeno total**, por el método de Kjeldahl modificado (Saiz del Río y Bornemisza, 54; Bremner, 11).

**Fósforo**, por el método de fotocolorimetría de Bray y Kurtz número 1 (10).

**Cationes intercambiables**: calcio, magnesio, potasio y

sodio, por el método de fotometría de llama, previa extracción de las sales con acetato de amonio (Jackson, 31; Buckman, 12).

Capacidad total de cambio, simultáneamente con la extracción de cationes intercambiables con acetato de amonio (Jackson, 31; Buckman, 12).

Materia orgánica, por el método de Walkley y Black (60).

Relación carbono-nitrógeno, con la fórmula C/N.

El análisis físico-mecánico o de textura se realizó por el método de Bouyoucus (9). Como agente dispersante fue usada la solución de hexametáfosfato-carbonato de sodio.

### 3.4 Ensayo de campo

Las muestras de suelo destinadas al ensayo de campo fueron secadas al aire, trituradas con rodillos de madera y tamizadas con malla de 2 mm. El método empleado fue el de Jenny modificado, descrito por Revelo y Revelo (51).

### 3.4.1 Condiciones del ensayo

El experimento fue realizado en la hacienda "El Edén", situada en el Municipio del Patía. Una vez nivelado el sitio se cercó con malla de alambre una área de 10 por 10 metros. Allí se colocaron los materos según el diseño experimental seguido y a una distancia prudente para poder realizar las labores posteriores.

Se utilizaron materos de barro cocido y de las siguientes dimensiones: diámetro superior de 20 centímetros, diámetro inferior de 10 centímetros y altura de 17 centímetros. Cada uno con su respectivo plato. El matero y el plato se cubrieron con una doble capa de pintura asfáltica, para evitar corrosiones de la arcilla, y las partes exteriores del matero se recubrieron con pintura de aluminio, para la reflexión de los rayos solares. Se agregó a cada matero la cantidad de 1,6 kilogramos de suelo seco, triturado y tamizado.

### 3.4.2 Diseño experimental

De acuerdo a los tratamientos y a la zona, cada matero fue marcado con el número correspondiente. Dentro del lote se distribuyeron los materos de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar, con diez tratamientos y cu

tre replicaciones. Los tratamientos aplicados fueron:

1 - testigo	$N_0 P_0 K_0$
2 - sin nitrógeno	$N_0 P_1 K_1$
3 - completo	$N_1 P_1 K_1$
4 - doble nitrógeno	$N_2 P_1 K_1$
5 - sin fósforo	$N_1 P_0 K_1$
6 - doble fósforo	$N_1 P_2 K_1$
7 - sin potasio	$N_1 P_1 K_0$
8 - doble potasio	$N_1 P_1 K_2$
9 - completo más magnesio	$N_1 P_1 K_1 Mg$
10 - completo más magnesio más elementos menores	$N_1 P_1 K_1 Mg EM$

En el experimento se dejaron calles de 60 centímetros entre los materos de cada zona.

### 3.4.3 Siembra

Como planta indicadora de fertilidad fue utilizado el sorgo forrajero (Sorghum vulgare L.), por ser una planta de período vegetativo corto, por desarrollarse bien en zonas de escasa precipitación pluvial y por adaptarse a climas semejantes al del Valle del Patía. La semilla, de la variedad mejorada ICA Marupaanste, fue proporcionada por la Granja Experimental de Obonuco.

Teniendo en cuenta que cuando se secaron las muestras al aire, los suelos de Cultivo (terrazza intermedia) fueron invadidos por hormigas, se aplicó Aldrín en razón de 75 grs. para 80 Kgs. de este suelo.

Cobre: Sulfato de cobre pentahidratado Q.P.

Las semillas de sorgo se sembraron en número de cuatro por matero, el 10 de mayo de 1.969, y se regaron con agua destilada. A los cuatro días germinaron las plantas y quince días después se hizo un raleo, dejando una planta en cada matero, previa selección de la mejor.

Según el contenido de los elementos en las fuentes nutritivas

3.4.4 Aplicación de soluciones nutritivas  
Para preparar la solución con agua destilada, de modo que  
A los quince días de sembradas las plantas se procedió a adicionar las soluciones nutritivas con ayuda de pipetas graduadas y teniendo en cuenta que el nutrimento en solución no tuviera contacto con las hojas de las plantas. Las soluciones nutritivas se prepararon por separado para cada uno de los elementos. Como fuentes de nutrimentos fueron empleados reactivos analíticos proporcionados por la Facultad de Agronomía de Palmira de la Universidad Nacional. Estas fuentes fueron:

Nitrógeno: Nitrato de amonio 99% de pureza

Fósforo: Fosfato monocálcico monohidratado Q.P.

Potasio: Sulfato de potasio anhidro Q.P.

Magnesio: Sulfato de magnesio heptahidratado Q.P.

Manganeso: Sulfato de manganeso tetrahidratado Q.P.

Boro: Tetraborato de sodio Q.P.

Zinc: Sulfato de zinc tetrahidratado 99% de pureza

Cobre: Sulfato de cobre pentahidratado Q.P.

Molibdeno: Molibdato de sodio dihidratado Q.P.

Las diferentes dosis empleadas aparecen relacionadas en las Tablas VII y VIII.

Según el contenido de los elementos en las fuentes nutritivas empleadas se calculó los miligramos necesarios para preparar la solución con agua destilada, de modo que cada 25 centímetros cúbicos tuvieran la cantidad de miligramos de nutrimento por pote, equivalentes a la dosis del elemento en kilogramos por hectárea.

### 3.4.5 Cosecha y determinación del peso en seco

Durante el cultivo, que duró ocho semanas, se efectuaron desyerbas, se aplicó Aldrex para prevenir el ataque de plagas y se proporcionó riego con agua destilada.

El día primero de julio se efectuó la cosecha, cortando las plantas a la altura del cuello de la raíz. Luego se colocaron en bolsas de polietileno con su respectiva e-

TABLA VII. Dosis aplicadas por hectárea y por pote para los diferentes nutrimentos.

	Nivel	Kgs./Ha.	mgs./pote
para nitrógeno	N <sub>0</sub>	0	0
N	N <sub>1</sub>	100	80
	N <sub>2</sub>	200	160
para fósforo	P <sub>0</sub>	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>1</sub>	150	120
	P <sub>2</sub>	300	240
para potasio	K <sub>0</sub>	0	0
K <sub>2</sub> O	K <sub>1</sub>	50	40
	K <sub>2</sub>	100	80
para magnesio	Mg	100	80
MgO			
para elementos menores:			
manganeso	Mn	40	32
boro	Bo	30	24
zinc	Zn	30	24
cobre	Cu	25	20
molibdeno	Mo	2	2

tiquete.

En el laboratorio, se pesaron las plantas en la balanza analítica después de secarlas en la estufa a 105°C.

TABLA VIII. Tratamientos utilizados en el ensayo de campo  
(Kgs./Ha.).

Tratamientos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	E.H.
1- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0		
2- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0	150	50		
3- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	100	150	50		
4- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	200	150	50		
5- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	100	0	50		
6- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	100	300	50		
7- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	100	150	0		
8- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	100	150	100		
9- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg	100	150	50	100	
10- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg EM	100	150	50	100	127

tiqueta.

IV - RESULTADOS Y DISCUSION

En el laboratorio, se pesaron las plantas en la balanza analítica después de colocarlas en la estufa a 105°C. durante 24 horas. De acuerdo al peso seco obtenido se hicieron los cálculos estadísticos. El rendimiento relativo fue obtenido, de acuerdo a Jenny (32), dividiendo el rendimiento del tratamiento parcial por el rendimiento del tratamiento completo, y multiplicando luego el resultado por 100. Estos resultados de laboratorio y los del experimento de campo se presentan en tablas numeradas de IX a XVI y de XVII a XXIV, respectivamente.

Las Figuras 5, 7, 8 y 9 muestran los rendimientos obtenidos con la fertilización.

4.1 Características de los suelos del sitio con relación al nitrógeno, fósforo y potasio.

El problema del nitrógeno puede explicarse a partir de la relación carbono-nitrógeno que es bastante amplia en el suelo de este tipo y muy poco tropical (Tabla IX a XVI). La cantidad, relativamente alta, de materia orgánica en el suelo hace probablemente existir una aplicación parcial de los principios orgánicos, al ser bastante que la materia orgánica es altamente lignificada y contiene una proporción

#### IV - RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se trata sobre aspectos de las características de los suelos del Patía con relación al nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y elementos menores, y sobre la respuesta a la fertilización en suelos de cada zona, correlacionada con los resultados de laboratorio.

Estos resultados de laboratorio y los del experimento de campo se presentan en tablas enumeradas de IX a XVI y de XVII a XXIV, respectivamente.

Las Figuras 6, 7, 8 y 9 muestran los rendimientos obtenidos con la fertilización.

##### 4.1 Características de los suelos del Patía con relación al nitrógeno, fósforo y potasio.

El problema del nitrógeno puede explicarse a partir de la relación carbono-nitrógeno que es bastante amplia para un bosque seco o muy seco tropical (Tablas IX a XVI). La cantidad, relativamente alta, de carbono orgánico en estas zonas probablemente tendría una explicación partiendo de dos principios; uno, si se considera que la materia orgánica es altamente lignificada y contiene una proporción

baja de nitrógeno, condiciones estas que producen una mineralización deficiente (Alexander, 2) e impiden una volatilización activa de anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ). Precisamente la volatilización del anhídrido carbónico debido a la temperatura hace que la mayoría de los suelos tropicales más fértiles de Colombia presenten una relación carbono-nitrógeno de aproximadamente 8/1 (Blasco, 5).

La segunda consideración sería suponer que en estos suelos hay una buena cantidad de materiales inorgánicos amorfos, especialmente alófana, por ser derivados de derrames volcánicos. Bornemisza y Pineda (8), encontraron una asociación lineal negativa significativa del efecto represivo de la alófana sobre la mineralización, más marcado cuando la alófana representaba más del 15%. Ello significa una posibilidad de acumulación de materia orgánica en los suelos tropicales derivados de cenizas volcánicas.

Consecuencialmente y en dependencia de esa relación amplia C/N, si se consideran las indicaciones de Russell (53) y Van Schereven (55), los suelos del Patía deben presentar cantidades bajas de nitrógeno asequible. Por otra parte los datos encontrados por Molina (42), también parecen corroborar que el nitrógeno de los suelos volcánicos nariñenses no es fácilmente intercambiable. Por todas estas razones, aplicaciones de 100 y 200 Kgs. de nitrógeno

por hectárea pueden aceptarse dentro de la lógica para iniciar la experimentación en suelos del Patía.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tablas IX a XVI) el fósforo aprovechable de los suelos del Patía es deficiente. Aunque no se conocen las distintas fracciones de fósforo, es muy posible que sus reservas sean bajas. Al respecto Pantoja (48), estudiando los suelos de clima medio nariñense, entre ellos los del río Mayo limítrofe con el Patía, concluye que las distintas formas de fósforo de esos suelos presentan cantidades bajas.

Por otra parte es bien conocido (Blasco y Bohorquez, 6; Fassbender, 22; Morillo y Fassbender, 43) que en suelos tropicales la asequibilidad del fósforo es baja debido a su retención por los óxidos de hierro y aluminio, y su fijación es alta en suelos con abundancia de alófana, como puede ocurrir en el Patía.

Al igual que ocurre en los suelos nariñenses de clima medio (Pantoja, 48), ha podido influir en la pérdida del fósforo, principalmente en su fracción orgánica, la deforestación del Patía que además ha influido en la erosión del área.

En base a estas consideraciones se optó por aplicaci

nes de 150 y 300 Kgs. de  $P_2O_5$ /Ha., creyéndose suficientes para sostener el crecimiento del sorgo.

Con relación al potasio, si bien se observan algunas diferencias entre suelos y subsuelos (Tablas IX a XVI), se puede considerar adecuado en la capa arable. Además, sus niveles son mejores que en los otros dos elementos.

En relación con este aspecto, García (\*) encontró que las cantidades correspondientes a las distintas formas de potasio en la región limítrofe del río Mayo, se pueden considerar generalmente suficientes para sostener las cosechas.

De acuerdo a los trabajos de García (\*) y Ordóñez (47), parece ser que en la zona suroccidental colombiana el potasio aumenta a medida que la influencia volcánica es mayor en los suelos. Con relación al Patía cabe esperar algunas discordancias en el comportamiento de la fertilización potásica, teniendo en cuenta que además de la influencia volcánica existen sedimentos aluviales y lacustres, que pueden introducir variaciones. Por ello se creyó conveniente ensayar con las dosis de 50 y 100 Kgs. de  $K_2O$ /Ha.

---

(\*) Comunicación B. García R. Formas de potasio en los suelos de clima medio de Nariffo (tesis en realización) I.T.A. Universidad de Nariffo.

TABLA IX. Características generales físico-químicas de los suelos de Vega (terrazza baja).

---

Humedad (Pw), por ciento	16,05
Índice de higroscopicidad, por ciento	2,25
pH electrométrico	6,30
Arenas, por ciento	18,02
Arcillas, por ciento	32,93
Limos, por ciento	49,04
Textura	F.A.T.L.
Nitrógeno total, por ciento	0,22
Carbono orgánico, por ciento	3,41
Materia orgánica, por ciento	5,88
Relación carbono-nitrógeno	15,31
Fósforo aprovechable, P.P.M.	6,09
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	12,18
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	29,10
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	10,58
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	5,05
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,60
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,16
Bases totales, m.e./100 grs.	16,40
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	12,69
Saturación total catiónica, por ciento	68,44

---

TABLA X. Características generales físico-químicas de los subsuelos de Vega (terraza baja).

---

Humedad (Pw), por ciento	7,01
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,08
pH electrométrico	6,63
Arenas, por ciento	34,94
Arcillas, por ciento	24,69
Limos, por ciento	40,36
Textura	P.
Nitrógeno total, por ciento	0,11
Carbono orgánico, por ciento	1,15
Materia orgánica, por ciento	1,99
Relación carbono-nitrógeno	10,28
Fósforo aprovechable, P.P.M.	6,29
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	12,58
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	23,78
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	9,14
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	5,12
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,16
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,13
Bases totales, m.e./100 grs.	14,57
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	9,21
Saturación total catiónica, por ciento	116,18

---

TABLA XI. Características generales físico-químicas de los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).

---

Humedad (Pw), por ciento	9.18
Índice de higroscopicidad, por ciento	1.49
pH electrométrico	6.27
Arenas, por ciento	34.84
Arcillas, por ciento	32.77
Linos, por ciento	32.38
Textura	F.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0.16
Carbono orgánico, por ciento	2.29
Materia orgánica, por ciento	3.96
Relación carbono-nitrógeno	14.15
Fósforo aprovechable, P.P.m.	8.47
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	16.94
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	29.70
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	11.66
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	4.42
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0.47
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.11
Bases totales, m.e./100 grs.	16.68
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	13.02
Saturación total catiónica, por ciento	57.10

---

TABLA XII. Características generales físico-químicas de los subsuelos de Cultivo (terracea intermedia).

---

Humedad (Pw), por ciento	5.75
Indice de higroscopicidad, por ciento	1.11
pH electrométrico	6.52
Arenas, por ciento	40.71
Arcillas, por ciento	30.94
Limos, por ciento	28.35
Textura	P.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0.09
Carbono orgánico, por ciento	1.01
Materia orgánica, por ciento	1.75
Relación carbono-nitrógeno	11.26
Fósforo aprovechable, P.P.M.	3.73
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	7.46
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	28.59
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	10.64
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	5.76
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0.22
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.10
Bases totales, m.e./100 grs.	16.72
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	11.86
Saturación total catiónica, por ciento	59.17

---

TABLA XIII. Características generales físico-químicas de los suelos Cementados (terracea intermedia).

---

Humedad (Fw), por ciento	7.06
Indice de higroscopicidad, por ciento	0.86
pH electrométrico	5.90
Arenas, por ciento	51.72
Arcillas, por ciento	21.60
Limos, por ciento	26.67
Textura	F.Ar.A.
Nitrógeno total, por ciento	0.13
Carbono orgánico, por ciento	2.08
Materia orgánica, por ciento	3.60
Relación carbono-nitrógeno	16.30
Fósforo aprovechable, P.P.M.	3.55
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	7.10
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	11.78
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	3.52
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	1.24
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0.33
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.10
Bases totales, m.e./100 grs.	5.21
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	6.57
Saturación total catiónica, por ciento	43.38

---

TABLA XIV. Características generales físico-químicas de los subsuelos Cementados (terrazza intermedia).

---

Humedad (Pw), por ciento	6,18
Índice de higroscopicidad, por ciento	0,88
pH electrométrico	6,63
Arenas, por ciento	40,94
Arcillas, por ciento	38,69
Limos, por ciento	20,36
Textura	F.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0,07
Carbono orgánico, por ciento	1,08
Materia orgánica, por ciento	1,86
Relación carbono-nitrógeno	14,53
Fósforo aprovechable, P.P.M.	4,03
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	8,06
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	19,48
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	6,03
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	3,63
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,18
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,68
Bases totales, m.e./100 grs.	10,54
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	8,93
Saturación total catiónica, por ciento	53,71

---

TABLA XV. Características generales físico-químicas de los suelos de Loma (terrazza alta).

---

Humedad (Pw), por ciento	10.71
Índice de higroscopicidad, por ciento	1.52
pH electrónico	5.96
Arenas, por ciento	43.42
Arcillas, por ciento	27.85
Limos, por ciento	28.71
Textura	F.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0.27
Carbono orgánico, por ciento	4.07
Materia orgánica, por ciento	7.03
Relación carbono-nitrógeno	15.46
Fósforo aprovechable, P.P.m.	2.90
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	5.81
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	57.25
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	10.23
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	5.70
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0.62
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.10
Bases totales, m.e./100 grs.	16.67
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	40.58
Saturación total catiónica, por ciento	32.65

---

TABLA XVI. Características generales físico-químicas de los subsuelos de Loma (terrazza alta).

---

Humedad (Pw), por ciento	10,04
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,34
pH electrométrico	6,13
Arenas, por ciento	44,05
Arcillas, por ciento	24,31
Limos, por ciento	31,63
Textura	F.
Nitrógeno total, por ciento	0,08
Carbono orgánico, por ciento	1,06
Materia orgánica, por ciento	1,83
Relación carbono-nitrógeno	12,83
Fósforo aprovechable, P.P.M.	5,66
Fósforo aprovechable, Kgs./Ha.	11,32
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	37,95
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	12,60
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	8,57
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,48
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,12
Bases totales, m.e./100 grs.	21,79
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	16,16
Saturación total catiónica, por ciento	57,44

---

La adición de magnesio a estos suelos se debió al deseo de obtener algún dato acerca del comportamiento de la relación magnesio-potasio. En realidad teniendo en cuenta la relación calcio-magnesio y el contenido de magnesio en los suelos del Patía, inicialmente no parece recomendable su aplicación.

Para los elementos menores se adoptaron las dosis que emplearon Revelo y Revelo (51) en estudios de invernadero utilizando suelos del Altiplano de Pasto. Estas son las dosis empleadas por el ICA en pruebas regionales (\*).

#### 4.2 Respuestas a la fertilización

##### 4.2.1 Suelos de Vega (terrazza baja)

Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla XVII mientras que la evaluación estadística se muestra en la Tabla XVIII. En la Figura 6 se pueden apreciar gráficamente los efectos de los distintos tratamientos fertilizadores.

Según esos resultados los suelos de la Terraza Baja responden a la aplicación de nitrógeno y fósforo (dosis de 100 y 150 Kgs./Ha. de N y  $P_2O_5$ , respectivamente). Ambos e-

---

(\*) Comunicación R. Muñoz I.A. Granja Experimental de Obonuco. Programa de Suelos.

TABLA XVII. Resultados promedios de la respuesta del soy  
go a la aplicación de distintos niveles de  
fertilidad en los suelos de Vega (terrazza ba  
ja).

No.	Tratamiento	Peso seco en gramos	Rendimiento relativo %
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0.6195	20.93
2	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0.8618	29.12
3	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2.9592	100.00
4	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2.2722	76.78
5	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	0.6949	23.48
6	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2.2082	74.62
7	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2.5430	85.93
8	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2.4600	82.11
9	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg	3.1580	106.71
10	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg EM	2.3847	80.58

TABLA XVIII. Comparación de medias de los tratamientos en los suelos de Vega (terrazza baja).

1	5	2	6	4	10	8	7	3
9	2,5385**	2,4631**	2,2962**	0,9498**	0,8858**	0,7733**	0,6980*	0,6150* 0,1988 <sup>ns</sup>
3	2,3397**	2,2643**	2,0974**	0,7510**	0,6870*	0,5745 <sup>ns</sup>	0,4992 <sup>ns</sup>	0,4162 <sup>ns</sup>
7	1,9235**	1,8481**	1,6812**	0,3948 <sup>ns</sup>	0,2708 <sup>ns</sup>	0,1583 <sup>ns</sup>	0,0830 <sup>ns</sup>	
8	1,8405**	1,7651**	1,5982**	0,2516 <sup>ns</sup>	0,1878 <sup>ns</sup>	0,0753 <sup>ns</sup>		
10	1,7652**	1,6898**	1,5229**	0,1765 <sup>ns</sup>	0,1125 <sup>ns</sup>			
4	1,6527**	1,5773**	1,4104**	0,0640 <sup>ns</sup>				
6	1,5887**	1,5133**	1,3464**					
2	0,2423 <sup>ns</sup>	0,1669 <sup>ns</sup>						
5	0,0754 <sup>ns</sup>							

A.L.S. 5% = 0,6078  
1% = 0,7316

\*\* significativo al 1%  
\* significativo al 5%  
ns no significativo

- 1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>
- 2 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 4 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>
- 6 = N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>
- 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>
- 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>
- 9 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Mg
- 10 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Mg EN

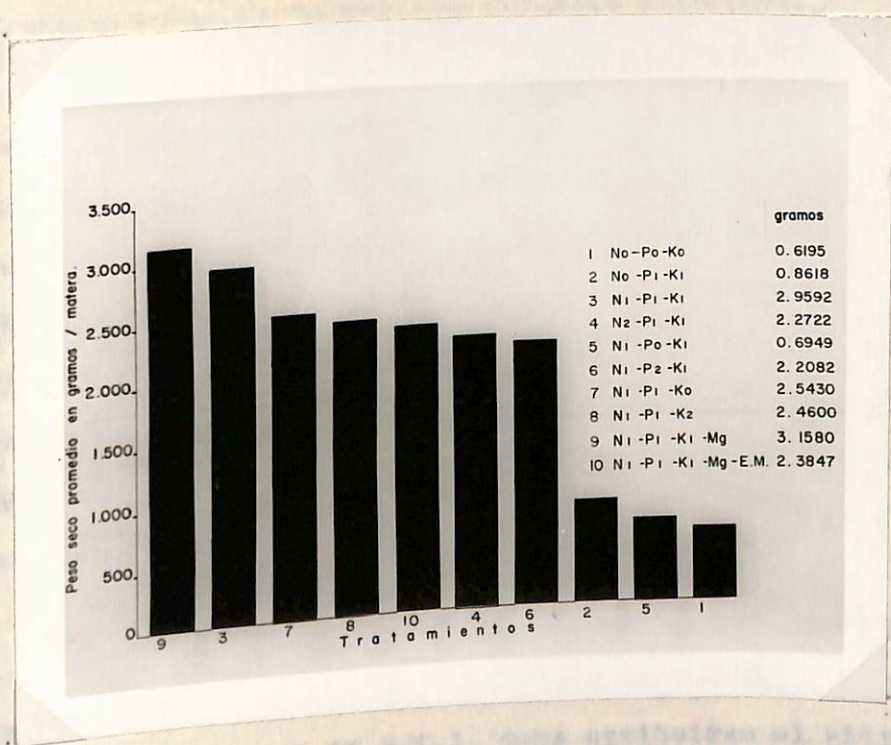


Figura 6. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Vega (tg rraza baja).

(Foto: I. Santaacruz)

lementos son limitantes de la producción a la vez, ya que la fertilización con la exclusión de uno de ellos (véanse tratamientos 2 y 5) da un resultado no significativo comparado con el testigo.

Prácticamente el potasio y los elementos menores no influyen mayormente en los resultados. De la composición correspondiente a los oligoelementos en estos suelos no se conoce nada. Sin embargo parece que sus niveles son adecuados en los suelos de Vega (terrazza baja) de acuerdo a los resultados obtenidos. Su adición produce más bien efectos depresivos. La no respuesta al potasio parece lógica teniendo en cuenta su buen potencial (0,6 m.e./100 grs.) de disponibilidad.

No obstante haber un pequeño aumento de producción (no significativo) en el tratamiento 9 ( $N_1P_1K_1Mg$ ) con relación al tratamiento 3 ( $N_1P_1K_1$ ), debe atribuirse al nitrógeno y fósforo puesto que no se encuentra ninguna razón que sostenga la influencia del magnesio.

Por una parte el contenido de magnesio de los suelos de Vega (terrazza baja) es suficiente (5,05 m.e./100 grs.), y además su relación con el potasio y calcio es normal (León, 36). Solamente podría concedérsele cierta influencia a través de reacciones enzimáticas sobre el meta-

bolismo del fósforo (Willcox y Townsend, 61). Sin embargo esta influencia reflejada en la producción es difícil de sostener en estos suelos por las razones previas.

#### 4.2.2 Suelos de Cultivo (terraza intermedia)

Los distintos datos obtenidos para la producción se recogen en la Tabla XIX, presentándose la evaluación estadística en la Tabla XX. En la Figura 7 se aprecian visualmente los efectos de la fertilización en estos suelos.

La diferencia más clara con los suelos de la Terraza Baja se establece al responder estos suelos de la Terraza Intermedia no solamente al nitrógeno y fósforo sino también al potasio (véanse tratamientos 2, 5 y 7 comparados con el tratamiento completo 3). La adición de magnesio (tratamiento 9) y magnesio más elementos menores (tratamiento 10), reducen la producción con relación a la sola aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio. De los tres elementos, parece ser que el potasio presenta la menor deficiencia.

Aunque en el Patía parece ser que las menores deficiencias, dentro de los tres elementos mayores, corresponden al potasio, no debe descartarse el posible aumento de su déficit, a medida que se sigan usando las tierras en

TABLA XIX. Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).

No.	Tratamiento	Peso seco en gramos	Rendimiento relativo %
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1.3340	40.50
2	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1.2074	36.66
3	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	3.2935	100.00
4	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2.6243	79.68
5	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1.2815	38.90
6	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1.5259	46.33
7	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	1.7479	53.07
8	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2.5292	76.79
9	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> MS	2.1948	66.64
10	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> MS EN	2.3485	71.30

TABLA XX. Comparación de medias de los tratamientos en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).

	2	5	1	6	7	9	10	8	4
3	2.0861**	2.0120**	1.9595**	1.7676**	1.5456**	1.1017**	0.9450**	0.7643**	0.6692**
4	1.4169**	1.3428**	1.2903**	1.0984**	0.8764**	0.4325 <sup>ns</sup>	0.2758 <sup>ns</sup>	0.0951 <sup>ns</sup>	
8	1.3218**	1.2477**	1.1952**	1.0033**	0.7813**	0.3374 <sup>ns</sup>	0.1807 <sup>ns</sup>		
10	1.1411**	1.0670**	1.0145**	0.8226**	0.6006**	0.1567 <sup>ns</sup>			
9	0.9844**	0.9103**	0.8578**	0.6659**	0.4439 <sup>ns</sup>				
7	0.5405*	0.4664 <sup>ns</sup>	0.4139 <sup>ns</sup>	0.2220 <sup>ns</sup>					
6	0.3185 <sup>ns</sup>	0.2444 <sup>ns</sup>	0.1919 <sup>ns</sup>						
1	0.1266 <sup>ns</sup>	0.0525 <sup>ns</sup>							
5	0.0741 <sup>ns</sup>								

- 1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>
- 2 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 4 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>
- 6 = N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>
- 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>
- 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>
- 9 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Me
- 10 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Me EN

A.L.S. 5% = 0.4752  
 1% = 0.5720  
 \*\* significativo al 1%  
 \* significativo al 5%  
 ns no significativo

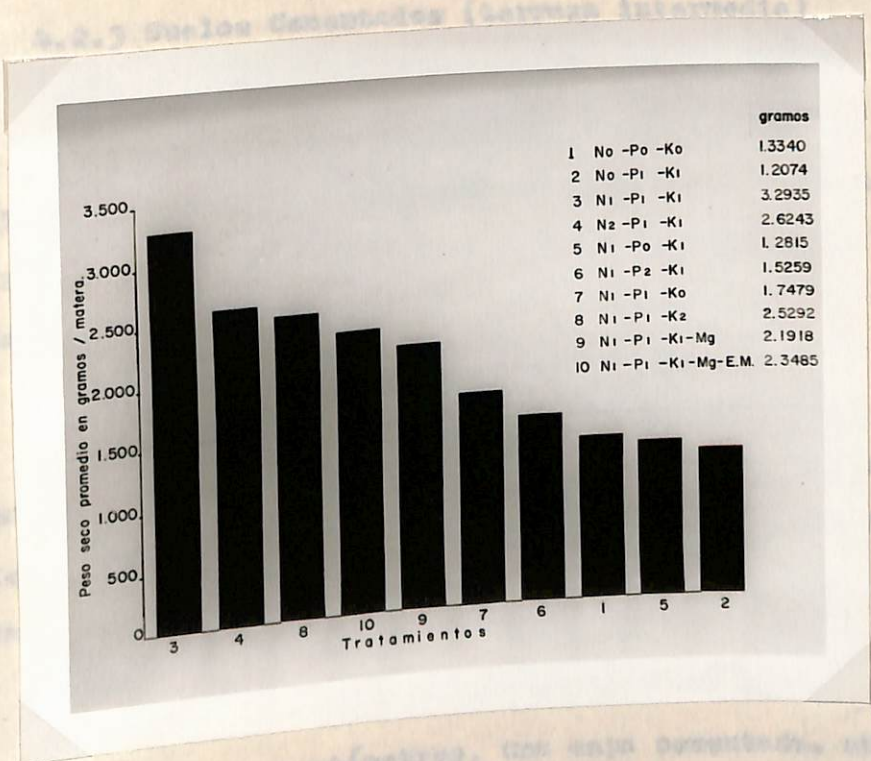


Figura 7. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Cultivo (terracea intermedia). (Foto: I. Santaeruz)

forma no adecuada, teniendo en cuenta la facilidad con que el potasio se lixivia en suelos de influencia volcánica (López, 37).

#### 4.2.3 Suelos Cementados (terrazza intermedia)

Los resultados que se obtuvieron aparecen en la Tabla XXI, mientras que el estudio estadístico se muestra en la Tabla XXII. En la Figura 8 se aprecian gráficamente los efectos de la fertilización en estos suelos.

Los suelos Cementados de la Terraza Intermedia, que comienzan en la población de El Estrecho y que probablemente llegan hasta el río Mayo, parecen ser los de menor fertilidad de la parte plana del Valle del Patía.

Los suelos se caracterizan por presentar, a la profundidad de 15 a 20 centímetros, una capa cementada, muy posiblemente de sílice y carbonatos (duripan), que impide un crecimiento radicular adecuado.

El testigo dio el rendimiento menor para las cuatro áreas estudiadas, resultado lógico si se tienen en cuenta los datos del análisis químico que aparece en la Tabla XIII. Los tres nutrimentos mayores, así como la materia orgánica y las bases totales, son los de niveles más bajos

TABLA XXI. Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos Cementados (terrazza intermedia).

No.	Tratamiento	Peso seco en gramos	Rendimiento relativo %
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0.1341	5.74
2	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0.3768	16.15
3	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2.3322	100.00
4	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1.2705	54.47
5	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	0.1217	5.21
6	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1.3026	55.85
7	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	0.9880	42.36
8	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2.0463	87.74
9	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg	1.0211	43.78
10	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg EM	1.6999	72.88

TABLA XXII. Comparación de medias de los tratamientos en los suelos Cementados (terrazza intermedia).

	5	1	2	7	9	4	6	10	8
3	2.2105**	2.1981**	1.9554**	1.3442**	1.3111**	1.0617**	1.0296**	0.6323**	0.2859ns
8	1.9246**	1.9122**	1.6695**	1.0583**	1.0252**	0.7758**	0.7437**	0.3464*	
10	1.5782**	1.5658**	1.3231**	0.7119**	0.6788**	0.4294**	0.3973**		
6	1.1809**	1.1685**	0.9258**	0.3146*	0.2815ns	0.0321ns			
4	1.1488**	1.1364**	0.8937**	0.2825ns	0.2494ns				
9	0.8994**	0.8870**	0.6443**	0.0331ns					
7	0.8663**	0.8539**	0.6112**						
2	0.2551ns	0.2427ns							
1	0.0124ns								

A.L.S. 5% = 0.2911  
1% = 0.3504

\*\* significativo al 1%  
\* significativo al 5%  
ns no significativo

- 1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>
- 2 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 4 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>
- 6 = N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>
- 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>
- 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>
- 9 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Ms
- 10 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Ms EM

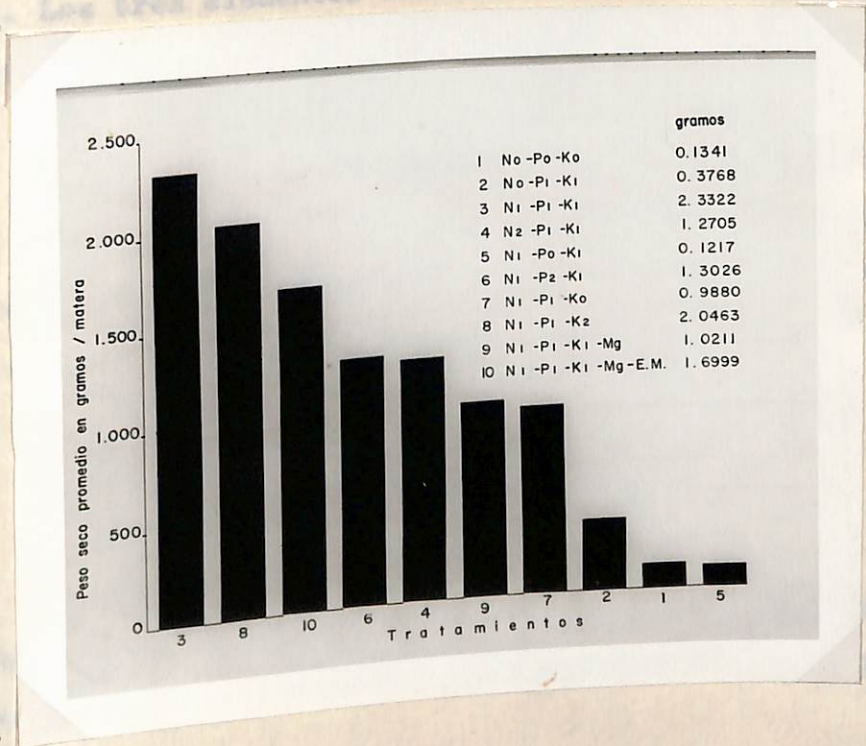


Figura 8. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos Cementados (terrazza intermedia). (Foto: I. Santacruz)

en el Patía.

Los suelos respondieron a las aplicaciones de N-P-K (tratamiento 3 altamente significativo con relación al t<sub>g</sub>). Los tres elementos son necesarios en el orden: fósforo mayor que nitrógeno mayor que potasio.

El magnesio, con o sin elementos menores (tratamiento 9:  $N_1P_1K_1Mg$  y tratamiento 10:  $N_1P_1K_1MgEM$ ), disminuye la producción en forma altamente significativa con relación al tratamiento 3 ( $N_1P_1K_1$ ).

#### 4.2.4 Suelos de Loma (terrazza alta)

Las Tablas XXIII y XXIV muestran los resultados obtenidos y la evaluación estadística respectivamente. En la Figura 9 se ven los efectos de los tratamientos fertilizadores.

Al igual que en los casos anteriores, en estos suelos hubo respuesta a la aplicación de N-P-K. La diferencia estribó en que el nitrógeno y potasio demostraron ser más limitantes que el fósforo. Resultado que no sería muy explicable si solo se tuviese en cuenta el fósforo asequible cuya cantidad (2,90 p.p.m.) es muy baja. Probablemente una cantidad adicional de fósforo (como fósforo orgánico), sea

TABLA XXIII. Resultados promedios de la respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Loma (terrazza alta).

No.	Tratamiento	Peso seco en gramos	Rendimiento relativo %
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,5512	26,16
2	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,9061	43,01
3	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,1063	100,00
4	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,4804	70,28
5	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,7135	81,35
6	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,6541	31,05
7	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	0,9998	47,46
8	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,5257	72,43
9	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg	1,3594	64,53
10	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg EM	2,3510	111,61

TABLA XXIV. Comparación de medias de los tratamientos en los suelos de Loma (terrazza alta).

	1	6	2	7	9	4	8	5	3
10	1.7998**	1.6969**	1.4449**	1.3512**	0.9916**	0.8706**	0.8253**	0.6375**	0.2447ns
3	1.5551**	1.4522**	1.2002**	1.1065**	0.7469**	0.6259**	0.5806**	0.3928*	
5	1.1623**	1.0594**	0.8074**	0.7137**	0.3541ns	0.2331ns	0.1878ns		
8	0.9745**	0.8716**	0.6196**	0.5259**	0.1663ns	0.0453ns			
4	0.9292**	0.8263**	0.5743**	0.4806**	0.1210ns				
9	0.8082**	0.7053**	0.4533**	0.3596ns					
7	0.4486**	0.3457ns	0.0937ns						
2	0.3549ns	0.2520ns							
6	0.1029ns								

A.L.S. 5% = 0.3623  
1% = 0.4361

\*\* significativo al 1%  
\* significativo al 5%  
ns no significativo

- 1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>
- 2 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 4 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>
- 6 = N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>
- 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>
- 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>
- 9 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Mg
- 10 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>Mg EN

... por la materia orgánica que en estos suelos  
... (17.03%), como se vea en el  
... la mayor reserva orgánica de  
... (Blanco y Romeros, 6; Tofar y Sola  
... 23; Bussac, 11).

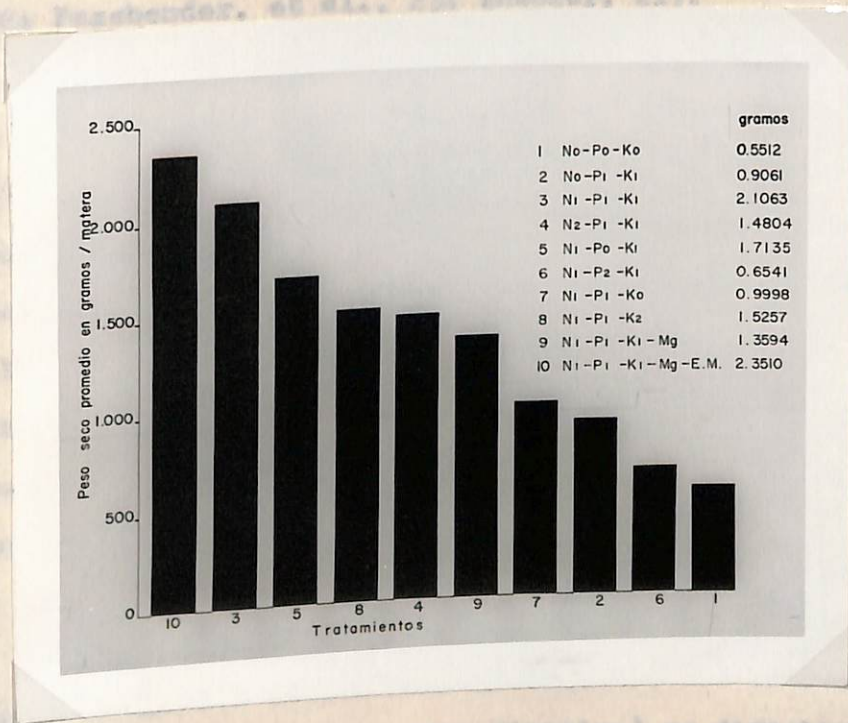


Figura 9. Representación gráfica de la respuesta del sorgo a la fertilización en los suelos de Loma (tgraza alta).

(Foto: I. Santacruz)

suministrada por la materia orgánica que en estos suelos presenta un nivel bastante alto (7,03%). Como es bien sabido, el fósforo orgánico es la mayor reserva fosforada de los suelos tropicales (Blasco y Bohorquez, 6; Tafur y Blasco, 58; Fassbender, et al., 23; Enwezor, 21).

El nitrógeno total tiene un nivel intermedio (0,27%). Al contrario de lo que sucede con el fósforo, considerando el análisis del suelo se podría suponer un mejor potencial de suministro nitrogenado. Sin embargo, atendiendo a las respuestas obtenidas, hay que presuponer su baja asequibilidad, aspecto que no es sorprendente si se tienen en cuenta las investigaciones de Bornemisza y Pineda (8) y Molina (42).

La respuesta al potasio (con 0,62 m.e./100 grs. originalmente) igual a la del nitrógeno (entre los tratamientos 2 y 7 no hay diferencia significativa) es difícilmente explicable, aunque haya ocurrido.

Una posible sugerencia sería la de que en la realidad, el suelo libera menos potasio que el acetato de amonio en el laboratorio. No debe olvidarse que el acetato de amonio es retenido muy fuertemente por la alófana (Bornemisza y Fuentes, 7), pudiendo causar algunos cambios en extracción catiónica.

Entre los tratamientos 3 y 10 no hubo diferencia significativa. Esto quiere indicar que la aplicación de elementos menores no tuvo ningún efecto depresivo. Posiblemente por tratarse de la terraza más vieja (entre las estudiadas), haya menor cantidad de oligoelementos que en las otras terrazas, debido a su mayor evolución pedológica.

1.- Los suelos estudiados del Valle del Jutiz, tienen una fuerte influencia volcánica derivada de las actividades de los volcanes Satomayor, Dofa Jura y Parícu principalmente.

2.- Teniendo en cuenta los distintos resultados obtenidos, en general se puede decir que en los suelos del Jutiz el nitrógeno es poco asimilable y al fósforo se halla fijado en su mayor parte, muy probablemente debido a la presencia de alófanos. El potasio es el elemento mayor que presenta menor deficiencia, aunque sus niveles no parecen ser totalmente adecuados.

3.- La mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento  $N_1P_2K_1$  ( $N = 100$ ,  $P_2O_5 = 150$ ,  $K_2O = 50$ , Kg./Ha.).

4.- Los resultados de respuesta y/o elementos obtenidos en los tratamientos  $N_1P_2K_1$  involucran desventajas (algunas veces) para los suelos de tipo (terrazas bajas) y los elementos menores para los suelos de tipo (terrazas altas).

V - CONCLUSIONES

Considerando el estudio realizado, las siguientes son las conclusiones principales:

1.- Los suelos estudiados del Valle del Patía, tienen una fuerte influencia volcánica derivada de las actividades de los volcanes Sotomayor, Doña Juana y Puracé principalmente.

2.- Teniendo en cuenta los distintos resultados obtenidos, en general se puede decir que en los suelos del Patía el nitrógeno es poco asequible y el fósforo se halla fijado en su mayor parte, muy probablemente debido a la presencia de alófana. El potasio es el elemento mayor que presenta menos deficiencia, aunque sus niveles no parecen ser totalmente adecuados.

3.- La mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento  $N_1P_1K_1$  ( $N = 100$ ,  $P_2O_5 = 150$ ,  $K_2O = 50$ , Kgs./Ha.).

4.- Las adiciones de magnesio y/o elementos menores al tratamiento  $N_1P_1K_1$  resultaron depresivas (significativamente), excepto para los suelos de Vega (terrazza baja) y los elementos menores para los suelos de Loma (terrazza al-

ta).

5.- En todos los casos (a excepción de los suelos de Loma para el fósforo), la supresión en los tratamientos del nitrógeno o del fósforo produjo rendimientos similares al testigo (no significativos). Ambos son limitantes para la producción en los suelos del Patía.

6.- No obstante el contenido de potasio, que se puede considerar adecuado, las respuestas fueron superiores a las esperadas. Posiblemente los datos obtenidos en el Laboratorio para la extracción del potasio estén influenciados por el empleo del acetato de amonio.

7.- Considerando las interacciones, 100 Kgs./Ha. de nitrógeno trabajan mejor con 150 Kgs./Ha. de fósforo. Cualquier aumento o disminución de esa relación produce menores resultados. A su vez el nitrógeno y el fósforo se relacionan mejor con la aplicación de 50 Kgs./Ha. de potasio.

8.- Los suelos Cementados (terracea intermedia) son los de más baja fertilidad, atribuible a la presencia de un duripán (cementación de sílice y carbonatos) en su perfil (15 a 20 centímetros de profundidad).

VI - RESUMEN

Este estudio se realizó en suelos del Valle del Patía, el cual está situado entre las cordilleras Central y Occidental de los Andes Colombianos, a una altura de 500 metros, aproximadamente. El Valle del Patía está localizado al sur del Cauca, Departamento suroccidental de Colombia. Los suelos tienen una gran influencia volcánica.

Estos suelos tienen una fertilidad de moderada a baja, posiblemente debido a la baja asequibilidad del nitrógeno y a la fijación del fósforo. Mas aún, en la Terraza Intermedia la presencia de un duripán (15 a 20 centímetros de profundidad) contribuye grandemente a disminuir la fertilidad del suelo.

Entre los diferentes tratamientos (niveles de fertilidad) usados, se encontró que la aplicación de 100 Kgs. de nitrógeno, 150 Kgs. de fósforo y 50 Kgs. de potasio, por hectárea, produce resultados óptimos. Se ha demostrado que tanto el nitrógeno como el fósforo fueron limitantes de la producción.

SUMMARY

need, it was found that the application of 100 Kg. of nitrogen, 150 Kg. of phosphorus and 50 Kg. of potassium per hectare, gave the best result. It was shown that both nitrogen and phosphorus increased the production.

**"THE VALLEY OF PATIA"**  
**CHEMICAL PROPERTIES AND FERTILITY OF ITS SOILS**

By

Jesús Aurelio Chaves Peflaranda  
Lilia Beatriz Rosero Hurtado

This study was carried out using soils from the Patía Valley, which lies between the Central and Western Cordilleras of the Andes, at a height of approximately 1.500 feet. The Patía Valley is located in the south of the Cauca Department, SW of Colombia. The soils have a very great volcanic influence.

The soils are of moderate to poor fertility mainly due to the low accessibility of nitrogen and to the Phosphorus fixation. Moreover, in the Central Terrace the presence of a duripan (15-20 cms. depth) greatly contributed to decrease the soil fertility.

Between the different treatments (fertility levels)

used, it was found that the application of 100 Kg. of nitrogen, 150 Kg. of phosphorus and 50 Kg. of potassium per hectare, gave the best result. It was shown that both nitrogen and phosphorus were limitative for the production.

Cienc. Agric. Trop. (Bogotá), 11 (3): 209-212.

2. ALEXANDER, E. 1968. Introduction to soil Microbiology. John Wiley, New York, 478 p.
3. ARBOZO, H. A. 1953. El Cacao en Col. Bol. Universidad del Cauca, Popayán, No. 29-30.
4. BARRERA, F. J. 1961. Estudio sobre el cultivo del Cacao del Cauca. Servicio Agrícola de Popayán, Bogotá, 51 p.
5. RIZZO, L. B. 1968. Introducción al estudio de los suelos del trópico colombiano. Anales de Microbiología y Antibiotología. Bogotá, 22 (1-2): 97-111.
6. ALONSO, A. H. 1968. Manual de H. 1968. Tratado de Microbiología de los suelos de Colombia. Bogotá, 22 (1-2): 97-111.
7. GARCÍA, J. y FERRER, R. 1968. Estudio sobre el cultivo de cacao en el Cauca. Bol. Universidad del Cauca, Popayán, No. 31-32.

VII - BIBLIOGRAFIA

1. ALBA, JORGE DE 1.956 Consejos a los ganaderos del Cauca. *Agric. Trop.* (Bogotá) 12 (5): 309-319.
2. ALEXANDER, M. 1.964 Introduction to soil microbiology. John Wiley, New York. 472 P.
3. ARROYO, M. A. 1.953 El Cauca es así. Ed. Universidad del Cauca, Popayán. P. 39-40.
4. BARRERA, P. N. 1.961 Estudio socio-económico del área del Cauca. Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá. 51 P.
5. BLASCO, L. M. 1.968 Información preliminar de los suelos del Amazonas Colombiano. *Anales de Edafología y Agrobiología.* (Madrid) 22 (1-2): 47-55.
6. BLASCO, L. M. and BOHORQUEZ, A. N. 1.968 Fractionation of phosphorus in tropical soils of Colombia. *Agrochimica.* 12: 173-178.
7. BORNEMISZA, E. y FUENTES, R. 1.968 Cation exchange capacity of Costa Rican soils and subsoils at dif-

ferent pH values in the presence of organic matter of after its destruction. Agron. Abst. Amer. Sec. New Orleans. 80 p.

8. BORNEMISZA, E. y PINEDA, R. 1.969 Minerales amorfos y mineralización de nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación del IICA, Turrialba (Costa Rica). B.7.1-B.7.7.

9. BOUYOUCUS, G. H. 1.934 A comparison between the pipette method and the hidrometer method for making mechanical analysis of soil. Soil Sci. 38: 335-343.

10. BRAY, R. H. and KURZT, T. 1.945 Determination of total organic and available forms of phosphate in soils. Soil Sci. 89: 39-45.

11. BRENNER, J. H. 1.960 Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. Jour. Agric. Sci. 55: 11-33.

12. BUCKMAN, H. O. y BRADY, N. 1.966 Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por R. Salord Barogó. UTENA, Barcelona. 590 p.

13. CAUCA. OFICINA DEPARTAMENTAL DE PLANEACION. 1.967 A  
nuario Estadístico del Cauca, Popayán. 261 p.  
(mimeografiado).
14. COLOMBIA. BANCO DE LA REPUBLICA. 1.962 Atlas de Eco  
logía Colombiana. 3a. entrega. Imprenta del Banco  
de la República, Bogotá. s.p.
15. \_\_\_\_\_ 1.959 Geografía fí  
sica y política de las provincias de la Nueva Gra  
nada. Archivo de la Economía Nacional. Imprenta  
del Banco de la República, Bogotá. p. 111-145.
16. COLOMBIA. BANCO GANADERO, et al., 1.967 Estudio y  
encuesta socio-económica de la zona del Alto Patía.  
Bogotá. 23 p. (no publicado).
17. CUATRECASAS, J. 1.959 Aspectos de la vegetación na  
tural de Colombia. Rev. Acad. Col. Cien. Ex. Fisc.  
y Nat. (Bogotá) 10: 221-268.
18. DIAZ-FERREIRA, H. 1.969 Experimento con el sorgo gra  
nífero. Hacienda. (Nueva York) 64 (9): 32-33.
19. ESCOBAR, L., BAIRD, G. B. y CROWDER, L. V. 1.962  
Fertilización de los pastos elefante, sorgo forra-

19. jero y sudán en un suelo del Departamento de Córdoba. Agric. Trop. (Bogotá) 18 (9): 547-554.
20. ESPINAL, T. L. y MONTENEGRO, E. 1.963 Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instit. Geogr. "Agustín Codazzi". Depto. Agrológ. Canal Ramírez, Bogotá. 201 p.
21. ENWEZOR, W. O. 1.967 Significance of the C:P organic ratio in the mineralization of soil organic phosphorus. Soil Sci. 103: 62-66.
22. FASSBENDER, H. W. 1.966 Formas de los fosfatos en algunos suelos de la zona oriental de la meseta Central y de las llanuras Atlánticas de Costa Rica. Separado de Fitotecnia Latinoamericana. Turrialba. 3: 187-202.
23. FASSBENDER, H. W., MULLER, R. y BALERDI, F. 1.968 Estudio del fósforo en suelos de América Central. II- Formas y su relación con las plantas. Turrialba. 18: 333-347.
24. FELIX, L. C. y ALBA, JORGE DE 1.957 Sorgo para el norte de México. Agronomía. (Monterrey, México). (53): 7.

25. FERTILIZACION MINERAL para el sorgo. 1.966 Tierra.  
(México) 21 (10): 778.
26. GONZALEZ, A. y GOMEZ, E. L. 1.968 Estudio semidetallado y diagnóstico de la situación agropecuaria en el Valle del Patía, Departamento del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Palmira. 67 p. (tesis no publicada).
27. GROSSE, E. 1.935 Compilación de los estudios geológicos oficiales en Colombia. Ministerio de Industrias. Biblioteca de Minas y Petróleos. Imprenta Nacional, Bogotá. p. 139-231.
28. HAMMEN, Th. VAN DER 1.958 Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano Continentales y Tectogénesis de los Andes Colombianos. Ministerio de Minas y Petróleos. Servicio Geológico Nacional. Bol. Geol. (Bogotá) 6 (1-3): 67-127.
29. HERRERA, P. G., RAMIREZ, P. A. y LOTERO, C. J. 1.968 Dosis de nitrógeno y frecuencia de aplicación en sorgo forrajero. Agric. Trop. (Bogotá) 24 (10): 675-680.
30. IRAGORRI, L. C. 1.962 Apuntes para un estudio econó

30. mico y fiscal del Cauca. Ed. del Departamento, Popayán. 449 p.
31. JACKSON, M. L. 1.964 Análisis químicos de suelos. Trad. por José Beltrán Martínez. Omega, Barcelona. 660 p.
32. JENNY, H. et al. 1.953 Estudio sobre la fertilidad de ocho suelos colombianos. Centro Nacional de Investigaciones del Café. Bol. Tec. (Chinchiná) 1 (9): 1-16.
33. KAZIEV, M. Z. and KHAMRAEV, T. B. 1.966 Effect of potash fertilizers on yield of Central Asian Sorghum. Soil and Fertilizers. 30 (2): 182.
34. KORNERUP, J. O. 1.964 El cultivo de sorgo de grano y sus posibilidades en Colombia. Agric. Trop. (Bogotá) 20 (5): 239-251.
35. \_\_\_\_\_ 1.968 El cultivo de sorgo de grano. Agric. Trop. (Bogotá) 24 (12): 836-849.
36. LEON, L. A. 1.968 Relaciones: calcio, magnesio y potasio en suelos de "La Florida" Popayán. Agric. Trop. (Bogotá) 24 (6): 335-345.

37. LOPEZ, M. 1.969 Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba (Costa Rica). C.I.1 C.I.8.
38. LOTERO, J. 1.961 Elementos menores en plantas. Agric. Trop. (Bogotá) 17 (2): 98-105.
39. MANJARRES, G. F. 1.958 Calizas en el Departamento del Cauca. Ministerio de Minas y Petróleos. Servicio Geológico Nacional. Bol. Geol. (Bogotá) 6 (1-3): 30-49.
40. MABIN, M. G. 1.968 Recomendaciones tentativas de fertilizantes y cal para diversos cultivos de acuerdo con los resultados de los análisis de suelos. Primera aproximación. Rev. ICA. (Bogotá) 3 (2): 91-102.
41. MELA, M. P. s.f. El sorgo la planta del porvenir. Ed. Agrociencia, Zaragoza (España). p. 32-33.
42. MOLINA, C. E. 1.969 Estudios sobre algunos aspectos del nitrógeno en los suelos del Altiplano de Pasto Narifio-Colombia. Universidad de Narifio. Instituto

- Tecnológico Agrícola, Pasto. 68 p. (tesis no publicada).
43. MORILLO, M. R. y FASSBENDER, H. W. 1.968 Formas y disponibilidad de fosfatos en los suelos de la cuenca baja del río Choluteca, Honduras. Reimpreso No. 355. Turrialba. 18: 26-33.
44. MUNSELL. 1.954 Soil color charts. Mun. Col. co. Inc., Baltimore. s.p.
45. NAVAS, J., et al. 1.966 Calibración del análisis. En: Algunos aspectos del análisis de suelos. ICA, Bogotá. p. 23-32.
46. NOSSAMAN, N. L. and TRAVIS, D. O. 1.966 Grain sorghum production on a calcareous cut site as influenced by phosphorus, zinc and iron fertilization. Agronomical Journal. (Manhatan, Kansas) 58: 472-480.
47. ORDÓÑEZ, G. H. 1.969 Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Universidad de Naríño. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 144 p. (tesis no publicada).

48. PANTOJA, C. 1.969 Fraccionamiento de fósforo en algunos suelos de clima medio en el Departamento de Narifio. Universidad de Narifio. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 110 p. (tesis no publicada).
49. PINEDA, L. 1.961 El cultivo de los sorgos. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua. Circular 36. S.P.
50. RAI, K. D. 1.965 Study of rain-grown sorghum and maize in the central rainlands of the Sudan. Soil and Fertilizers. 30 (4): 412.
51. REVELO, C. y REVELO, M. 1.968 Estudio de fertilidad en invernadero de algunos suelos del Altiplano de Pasto-Narifio-Colombia. Universidad de Narifio. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 133 p. (tesis no publicada).
52. RODRIGUEZ, S. 1.965 Effect of fertilizing, spacing and plant population on yield and protein content of Sorghum vulgare Pers. Agronomía Tropical. (Maracay, Venezuela) 44: 277-289.
53. RUSSELL, E. W. 1.961 Soil conditions and plant

48. PANTOJA, C. 1.969 Fraccionamiento de fósforo en algunos suelos de clima medio en el Departamento de Nariffo. Universidad de Nariffo. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 110 p. (tesis no publicada).
49. PINEDA, L. 1.961 El cultivo de los sorgos. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua. Circular 36. S.P.
50. RAI, K. D. 1.965 Study of rain-grown sorghum and maize in the central rainlands of the sudan. Soil and Fertilizers. 30 (4): 412.
51. REVELO, C. y REVELO, M. 1.968 Estudio de fertilidad en invernadero de algunos suelos del Altiplano de Pasto-Nariffo-Colombia. Universidad de Nariffo. Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 133 p. (tesis no publicada).
52. RODRIGUEZ, S. 1.965 Effect of fertilizing, spacing and plant population on yield and protein content of Sorghum vulgare Pers. Agronomía Tropical. (Maracay, Venezuela) 44: 277-289.
53. RUSSELL, E. W. 1.961 Soil conditions and plant

53. growth. 9a. ed. Longmans, London. p. 276-277.
54. SAIZ DEL RIO, J. F. y BORNEMISZA, S. E. 1.961 Análisis químico de suelos. Departamento de Energía Nuclear. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba (Costa Rica). 107 p.
55. SCHEREVEN, D. A. VAN 1.964 A comparison between the effect of fresh and dried organic materials added to soil on carbon and nitrogen mineralization. Plant and soil. 20: 149-165.
56. SILVA, F. 1.960 Métodos de análisis de suelos del Laboratorio de Suelos del Dpto. Agrológico. Pub. No. IT-6 del Instit. Geogr. "Agustín Codazzi", Bogotá. 53 p.
57. STUTZER, O. y SCHEIBE, E. A. 1.934 Contribución a la geología del foso del Cauca. Compilaciones de los estudios geológicos oficiales en Colombia 1.917 a 1.933. Imprenta Nacional, Bogotá. p. 69-140.
58. TAFUR, N. y BLASCO, L. M. 1.969 Fósforo en los suelos de Valledupar. Agric. Trop. (Bogotá) 25 (3): 151-159.

59. VERGARA Y VELASCO, P. J. 1.951 Colombia, un archipiélago biológico. En: Las regiones naturales de Colombia. Rev. Acad. Col. Cien. Ex. Pisc. y Nat. (Bogotá) 8 (29): 409-431.
60. WALKLEY, A. and BLACK, I. A. 1.934 An examination of the destjarteff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid Titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
61. WILLCOX, J. S. and TOWNSEND, W. N. 1.964 An introduction to Agricultural Chemistry. Third edition. Edward Arnold (Publishers), London. 243 p.
62. YOUNIS, A. E. and AGABAWI, K. A. 1.967 The effect of rate of nitrogen application on dry matter yield and nitrogen fractions of sorghum at different states of growth. Soil and Fertilizers. 30: 413.
63. ZUNIGA, J. 1.960 Geografía del Departamento del Cauca. Ed. Departamento del Cauca, Popayán. 215 p.

1950. *Resumen de los análisis efectuados de los suelos de Vepo (Verapaz)*

	Letra 1	Letra 2	Letra 3	Letra 4
Acidez (pH), por ciento	17,34	15,96	15,04	15,53
Porcentaje de humedad, por ciento	2,48	2,09	4,55	2,73
Capacidad de intercambio	6,40	6,35	6,30	6,05
Carbón, por ciento	17,64	11,98	23,85	19,83
Nitrógeno, por ciento	0,2,02	30,02	20,89	30,02
Fósforo, por ciento	0,0,34	50,00	07,07	50,75
Textura	Ar.L.	F.Ar.L.	S.Ar.	F.Ar.L.
Estiércopo total, por ciento	0,28	0,24	0,21	0,16
Carbono orgánico, por ciento	4,51	3,74	2,56	2,95
Extracción orgánica, por ciento	7,78	5,76	5,10	4,91
Extracción por hidróxido de sodio	16,10	13,92	13,85	17,02
Extracción por hidróxido de sodio, p.p.h.	3,08	9,15	4,12	8,02
Extracción de calcio, p.p./100 grs.	22,29	37,93	14,79	35,40
Extracción de magnesio, p.p./100 grs.	14,69	9,14	10,39	0,12
Extracción de potasio, p.p./100 grs.	8,53	3,26	4,65	3,71
Extracción de sodio, p.p./100 grs.	0,52	0,73	0,61	0,56
Extracción de hierro, p.p./100 grs.	0,32	0,23	0,13	0,20
Extracción de zinc, p.p./100 grs.	24,10	13,26	15,78	12,89
Extracción de cobre, p.p./100 grs.	0,81	26,67	0,01	25,92
Extracción total catiónica, por ciento	108,12	30,20	99,93	32,53

VIII - APENDICE

TABLA XIV. Resultados de los análisis físico-químicos de los suelos de Vega (terrazza baja).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Fw), por ciento	17,32	12,04	15,96	18,89
Índice de higroscopicidad, por ciento	2,68	1,53	2,07	2,73
pH electrométrico	6,40	6,50	6,25	6,05
Arenas, por ciento	17,64	23,23	11,98	19,23
Arellas, por ciento	42,02	29,69	30,02	30,02
Limos, por ciento	40,34	47,07	58,00	50,75
Textura	Ar.L.	F.Ar.	F.Ar.L.	F.Ar.L.
Nitrógeno total, por ciento	0,28	0,22	0,24	0,16
Carbono orgánico, por ciento	4,51	2,96	3,34	2,85
Materia orgánica, por ciento	7,78	5,10	5,76	4,91
Relación carbono-nitrógeno	16,10	13,45	13,91	17,81
Fósforo aprovechable, p.p.m.	3,08	4,12	9,15	8,02
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	22,29	15,79	39,93	38,40
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	14,69	10,39	9,14	8,12
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	8,52	4,65	3,26	3,71
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,52	0,61	0,73	0,56
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,31	0,13	0,13	0,10
Bases totales, m.e./100 grs.	24,10	15,78	13,26	12,49
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	0,81	0,01	26,67	25,91
Saturación total catiónica, por ciento	108,12	99,93	33,20	32,52

TABLA XXVI. Resultados de los análisis físico-químicos de los subsuelos de los subsechos de Vega (terrazza baja).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (P <sub>w</sub> ), por ciento	8,89	4,75	5,01	9,39
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,62	0,66	0,61	1,45
pH electrométrico	6,35	6,65	6,65	6,90
Arenas, por ciento	30,61	60,88	25,98	22,31
Arcillas, por ciento	33,69	15,69	25,69	23,69
Limos, por ciento	35,70	23,43	48,33	54,00
Textura	F.A.R.	F.A.	F.	F.L.
Nitrógeno total, por ciento	0,11	0,07	0,14	0,14
Carbono orgánico, por ciento	0,91	0,88	1,13	1,71
Materia orgánica, por ciento	1,57	1,52	1,95	2,95
Relación carbono-nitrógeno	8,28	12,57	8,07	12,21
Fósforo aprovechable, P.P.M.	8,78	1,46	7,92	7,00
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	8,16	6,28	24,04	56,66
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	7,38	8,83	8,80	11,57
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	5,75	4,15	4,46	6,13
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,21	0,15	0,17	0,14
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,10	0,18	0,12	0,14
Bases totales, m.e./100 grs.	13,44	13,31	13,55	17,98
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	0,28	0,03	10,49	38,68
Saturación total catiónica, por ciento	164,70	211,94	56,36	31,73

TABLA XXVII. Respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Vega (terrazza baja), como peso seco en GIS.

Tratamientos	Replicaciones				Promedio	Rendimiento relativo %
	I	II	III	IV		
$N_0P_0K_0$	0,7532	0,2057	0,8282	0,6912	0,6195	20,93
$N_0P_1K_1$	0,5733	1,1168	1,0205	0,7367	0,8618	29,12
$N_1P_1K_1$	2,8404	3,2991	3,0150	2,6824	2,9592	100,00
$N_2P_1K_1$	2,5930	1,5387	3,6663	1,2908	2,2722	76,78
$N_1P_0K_1$	0,6519	0,6691	1,0255	0,4332	0,6949	23,48
$N_1P_2K_1$	1,0108	3,9206	2,4810	1,4204	2,2082	74,62
$N_1P_1K_0$	3,7794	3,4333	1,5586	1,4010	2,5430	85,93
$N_1P_1K_2$	2,6233	1,5911	2,3558	3,2698	2,4600	82,11
$N_1P_1K_1Mg$	2,6170	2,7262	4,6441	2,6449	3,1580	106,71
$N_1P_1K_1MgEM$	1,9672	2,8098	2,8194	1,9424	2,3847	80,58
Total	19,4095	21,3104	23,4144	16,5128		

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Producción (Pa) por hectárea	6,96	13,50	5,52	6,75
Índice de productividad, por hectárea	1,29	1,96	1,15	1,60

**TABLA XVIII. Análisis de Varianza. Suelos de Vega (terrazza baja).**

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	
				obtenido	requerido
				0,05	0,01
Bloques	3	2,5780	0,8593	1,3995	2,9604
Tratamientos	9	31,7390	3,5265	5,7434	2,2501
Residuo	27	16,5787	0,6140		
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>50,8957</b>			



TABLA XXIX. Resultados de los análisis físico-químicos de los suelos de Cultivo (terrazza intermedia).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Fw), por ciento	8,96	13,50	5,52	8,75
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,29	1,94	1,13	1,60
pH electrométrico	6,20	6,00	6,40	6,50
Arenas, por ciento	38,86	21,64	45,23	33,64
Arcillas, por ciento	30,36	42,36	26,02	32,36
Limos, por ciento	30,78	36,00	28,75	34,00
Textura	F.Ar.	Ar.	F.	F.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0,17	0,19	0,19	0,10
Carbono orgánico, por ciento	1,31	3,27	3,04	1,57
Materia orgánica, por ciento	2,26	5,64	5,24	2,17
Relación carbono-nitrógeno	7,70	17,21	16,00	15,70
Fósforo aprovechable, p.p.m.	4,01	14,53	6,47	8,87
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	24,29	38,36	23,10	33,06
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	10,55	12,57	10,47	13,07
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	3,09	5,64	3,55	5,43
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,36	0,55	0,48	0,51
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,12	0,14	0,10	0,10
Bases totales, m.e./100 grs.	14,12	18,90	14,60	19,11
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	10,17	19,46	8,50	13,95
Saturación total catiónica, por ciento	58,13	49,27	63,20	57,80

TABLA XIX. Resultados de los análisis físico-químicos de los subsuelos de los cultivos de Cultivo (terrazza intermedia).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Pw), por ciento	5,83	5,75	5,10	6,33
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,42	1,20	0,81	1,01
pH electrométrico	6,75	6,55	6,55	6,25
Arenas, por ciento	40,31	50,61	46,61	25,31
Arcillas, por ciento	28,69	23,69	29,69	41,69
Limos, por ciento	31,00	25,70	23,70	33,00
Textura	P.Ar.	F.Ar.A.	F.Ar.A.	Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0,09	0,08	0,08	0,12
Carbono orgánico, por ciento	1,02	0,63	1,39	1,02
Materia orgánica, por ciento	1,76	1,09	2,40	1,76
Relación carbono-nitrógeno	11,33	7,87	17,37	8,50
Fósforo aprovechable, P.P.M.	2,78	6,40	2,21	3,54
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	25,71	24,11	24,27	40,29
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	11,56	9,23	10,59	11,19
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	4,30	4,13	4,45	10,16
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,23	0,14	0,25	0,27
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,11	0,08	0,10	0,12
Bases totales, m.e./100 grs.	16,20	13,58	15,39	21,74
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	9,51	10,53	8,88	18,55
Saturación total catiónica, por ciento	63,01	56,32	63,41	53,95

TABLA XXXI. Respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Cultivo (terrazza intermedia), como peso seco en grs.

Tratamientos	Replicaciones				Promedio	Rendimiento relativo %
	I	II	III	IV		
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0.9093	2.2765	1.2012	0.9492	1.3340	40.50
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1.3223	2.0528	0.7110	0.7435	1.2074	36.66
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	3.7145	3.2226	3.1045	3.1327	3.2935	100.00
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	3.7269	2.0431	2.6561	2.0714	2.6243	79.68
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	0.6328	1.2829	1.9470	1.2636	1.2815	38.90
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1.9491	0.8292	1.8257	1.4997	1.5259	46.33
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	1.2320	2.1157	1.8299	1.8140	1.7479	53.07
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	3.1765	1.7524	2.6285	2.5596	2.5292	76.79
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg	2.1212	1.7129	2.8771	2.0683	2.1948	66.64
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mg EN	1.0876	2.9633	2.6536	2.6898	2.3485	71.30
Total	19.8722	20.2514	21.4346	18.7918		

Tabla XXXII. Análisis de Varianza. Suelos de Cultivo (terracea intermedia).

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4		
Suma (Σ), por alote	5.71	13.99	6.40	4.13		
Medias de bloques, por alote	1.07	0.98	0.66	0.75		
Suma total	17.09	30.66	20.44	10.98		
Medias, por bloque	29.04	20.36	20.36	20.94		
Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	obtenido	F	requerido
Bloques	3	0.3567	0.1189	0.3168	2.9604	4.6009
Tratamientos	9	17.5125	1.9458	5.1860	2.2501	3.1494
Residuo	27	10.1307	0.3752			
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>27.9999</b>				
Suma de cuadrados, n.e./100 grs.		1.95	1.70	0.44		0.55
Total de cuadrados, n.e./100 grs.		6.46	6.31	6.55		6.38
Suma de cuadrados, n.e./100 grs.		9.54	9.19	9.07		9.06
Suma total de cuadrados, n.e./100 grs.		7.29	6.12	7.58		4.53
Medias de cuadrados, n.e./100 grs.		6.56	5.16	6.51		7.65
Sumación total cuadrados, por alote		52.05	56.25	29.56		37.19

TABLA XXXIII. Resultados de los análisis físico-químicos de los suelos Cementados (tercera intermedia).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Pw), por ciento	5.71	13.99	4.44	4.13
Índice de higroscopicidad, por ciento	1.07	0.98	0.66	0.75
pH electrométrico	6.00	5.80	6.10	5.70
Arenas, por ciento	47.64	49.64	59.64	49.98
Arcillas, por ciento	24.02	22.36	20.02	20.02
Limos, por ciento	28.34	28.00	20.34	30.00
Textura	F.A.R.A.	F.A.R.A.	F.A.R.A.	F.
Nitrógeno total, por ciento	0.15	0.11	0.11	0.15
Carbono orgánico, por ciento	2.16	2.19	1.75	2.25
Materia orgánica, por ciento	3.72	3.78	3.02	3.88
Relación carbono-nitrógeno	14.40	19.90	15.90	15.00
Fósforo aprovechable, p.p.m.	3.33	5.79	2.74	2.37
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	13.95	11.28	9.71	12.18
Calculo de cambio, m.e./100 grs.	4.74	3.92	2.13	3.32
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	1.99	1.70	0.44	0.85
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0.48	0.31	0.26	0.30
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.08	0.19	0.07	0.06
Bases totales, m.e./100 grs.	7.29	6.12	2.90	4.53
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	6.66	5.16	6.81	7.65
Saturación total catiónica, por ciento	52.25	54.25	29.86	37.19

TABLE XXXIV. Resultados de los análisis físico-químicos de los subsuelos Cementados (terrazza intermedia).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Pv), por ciento	6.97	5.69	6.35	5.74
Índice de higroscopicidad, por ciento	0.68	1.02	1.21	0.63
pH electrométrico	5.90	8.10	6.85	5.70
Arenas, por ciento	36.86	47.64	39.64	39.64
Arcillas, por ciento	42.36	32.02	42.36	38.02
Limos, por ciento	20.78	20.34	18.00	22.34
Textura	AR.	F.A.R.A.	AR.	F.A.R.
Nitrógeno total, por ciento	0.09	0.07	0.07	0.07
Carbono orgánico, por ciento	1.16	1.01	1.02	1.14
Materia orgánica, por ciento	2.00	1.74	1.74	1.97
Relación carbono-nitrógeno	12.88	14.42	14.57	16.28
Fósforo aprovechable, P.P.M.	7.50	3.33	3.17	2.13
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	20.85	22.40	18.29	16.38
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	6.64	7.59	5.99	3.93
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	3.21	4.17	4.54	2.60
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0.25	0.20	0.14	0.16
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.15	1.32	0.91	0.37
Bases totales, m.e./100 grs.	10.25	13.28	11.58	7.06
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	10.60	9.12	6.71	9.32
Saturación total catiónica, por ciento	49.16	59.28	63.31	43.10

TABLA XXXV. Respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos Comentados (terrazza intermedia), como peso seco en grs.

Tratamientos	Replicaciones				Promedio	Rendimiento relativo %
	I	II	III	IV		
$N_0P_0K_0$	0.1381	0.1106	0.1313	0.1564	0.1341	5.74
$N_0P_1K_1$	0.3292	0.2187	0.4920	0.4676	0.3768	16.15
$N_1P_1K_1$	2.1054	3.0441	2.2477	1.9316	2.3322	100.00
$N_2P_1K_1$	1.0748	1.9236	1.0467	1.0370	1.2705	54.47
$N_1P_0K_1$	0.0988	0.1211	0.0855	0.1817	0.1217	5.21
$N_1P_2K_1$	1.5050	0.8004	1.7079	1.1971	1.3026	55.85
$N_1P_1K_0$	1.1905	1.0615	0.9921	0.7082	0.9880	42.36
$N_1P_1K_2$	3.1091	1.5201	1.7543	1.8020	2.0463	87.74
$N_1P_1K_1M_6$	0.6329	1.5472	0.9037	1.0009	1.0211	43.78
$N_1P_1K_1M_6EM$	1.7120	2.0872	1.6089	1.3918	1.6999	72.88
Total	11.8958	12.4345	10.9701	9.8743		

TABLA XXXVI. Continuación de los análisis físico-químicos de los suelos de Los Hornos (terceros años).

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
Humedad (H <sub>2</sub> O), por ciento	9.37	10.78	10.06	12.83
Índice de absorción, por ciento	1.18	1.87	1.33	1.74

TABLA XXXVI. Análisis de Varianza. Suelos Cementados (terracea intermedia).

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	obtenido	F requerido	
Bloques	3	0.3783	0.1261	0.8936	2.9604	4.6009
Tratamientos	9	21.0677	2.3408	16.5896	2.2501	3.1494
Residuo	27	3.6103	0.1411			
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>25.2563</b>				

TABLA XXXVII. Resultados de los análisis físico-químicos de los suelos de Loma (terrazas altas).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Fw), por ciento	9,37	10,78	10,06	12,63
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,18	1,87	1,33	1,70
pH electrométrico	6,35	6,10	5,75	5,65
Arenas, por ciento	39,64	51,98	48,86	33,23
Arcillas, por ciento	24,69	24,02	19,36	33,36
Límites, por ciento	35,67	14,00	31,78	33,41
Textura	F.	F.Ar.A.	F.	F.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0,30	0,36	0,16	0,27
Carbono orgánico, por ciento	5,25	4,65	3,03	3,38
Materia orgánica, por ciento	9,05	8,02	5,22	5,83
Relación carbono-nitrógeno	17,50	12,91	18,93	12,51
Fósforo aprovechable, P.P.M.	1,53	2,33	5,11	2,66
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	84,76	72,45	25,20	46,62
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	13,64	19,39	6,06	11,85
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	5,77	4,87	3,84	3,35
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,92	0,61	0,33	0,64
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,11	0,07	0,05	0,18
Bases totales, m.e./100 grs.	20,44	14,94	10,28	21,02
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	64,32	57,51	14,92	25,60
Saturación total catiónica, por ciento	24,11	20,62	40,79	45,08

TABLA XXXVIII. Resultados de los análisis físico-químicos de los subsuelos de Loma (terza alta).

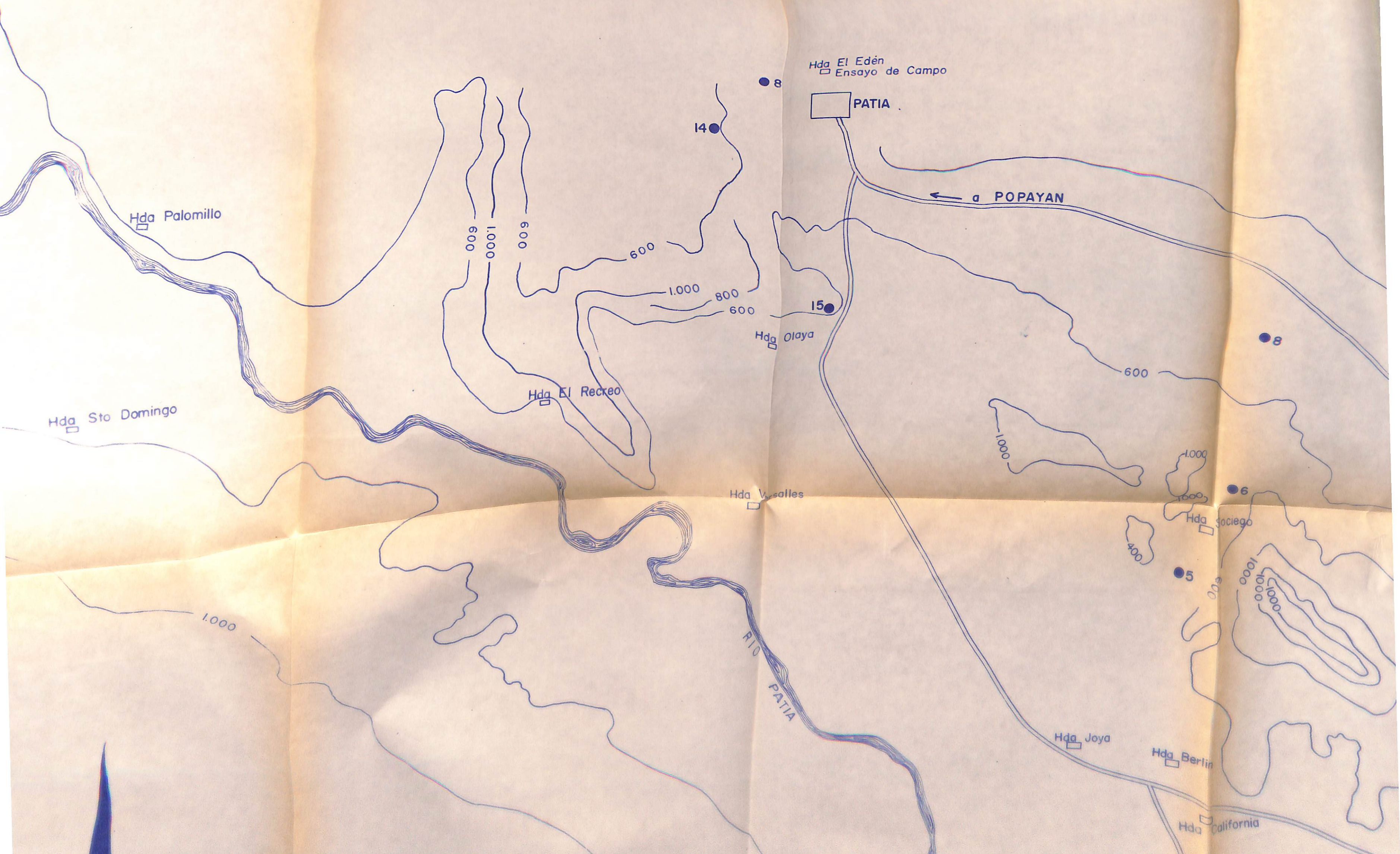
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Humedad (Pv). por ciento	14.66	7.78	8.16	9.57
Índice de higroscopicidad, por ciento	1.28	1.35	1.59	1.15
pH electrométrico	6.40	5.90	6.10	6.15
Arenas, por ciento	44.86	44.86	57.64	28.86
Arcillas, por ciento	22.77	26.36	15.36	32.77
Límites, por ciento	32.37	28.78	27.00	38.37
Textura	F.	F.	F.A.	F.Ar.
Nitrógeno total, por ciento	0.12	0.06	0.08	0.07
Carbono orgánico, por ciento	1.65	0.91	1.04	0.66
Materia orgánica, por ciento	2.84	1.57	1.79	1.14
Relación carbono-nitrógeno	13.75	15.16	13.00	9.42
Fósforo aprovechable, p.p.m.	1.80	2.17	9.29	9.41
NH <sub>4</sub> adsorbido, m.e./100 grs.	39.78	32.01	28.33	51.71
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	11.21	10.54	10.25	18.42
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	6.64	6.82	7.45	13.42
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	1.04	0.33	0.38	0.18
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0.10	0.14	0.11	0.16
Bases totales, m.e./100 grs.	18.99	17.83	18.16	32.18
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	20.79	14.18	10.17	19.53
Saturación total catiónica, por ciento	47.73	55.70	64.10	62.23

TABLA XXXIX. Respuesta del sorgo a la aplicación de distintos niveles de fertilidad en los suelos de Loma (terrazza alta), como peso seco en grs.

Tratamientos	Replicaciones				Promedio	Rendimiento relativo %
	I	II	III	IV		
$N_0P_0K_0$	0,3796	0,7973	0,5478	0,4803	0,5512	26,16
$N_0P_1K_1$	0,8842	1,0432	0,8940	0,8030	0,9061	43,01
$N_1P_1K_1$	1,2772	2,4716	2,6735	2,0029	2,1063	100,00
$N_2P_1K_1$	0,7806	0,8628	2,2883	1,9901	1,4804	70,28
$N_1P_0K_1$	1,4232	1,6975	1,7096	2,0238	1,7135	81,35
$N_1P_2K_1$	0,2019	0,3895	0,4500	1,5750	0,6541	31,05
$N_1P_1K_0$	1,4942	0,9542	0,7710	0,7801	0,9998	47,46
$N_1P_1K_2$	2,1495	1,1771	1,2682	1,5083	1,5257	72,43
$N_1P_1K_1M_6$	1,6934	1,5475	1,0137	1,1830	1,3594	64,53
$N_1P_1K_1M_6EH$	2,5835	2,6125	2,3514	1,8568	2,3510	111,61
Total	12,8673	13,5532	13,9675	14,2033		

TABLA XL. Análisis de Varianza. Suelos de Loma (terrazza alta).

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	
				obtenido	requerido
				0.05	0.01
Bloques	3	0.1029	0.0343	0.1572	2.9604
Tratamientos	9	12.7758	1.4194	6.5080	2.2501
Residuo	27	5.8909	0.2181		
Total	39	18.7696			



← a POPAYAN



Hda. Joya

Hda. Berlin

Hda. California

Hda. Sociego

EL ESTRECHO

Campo de ater...

600

1000

1000

400

1000

600

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

8

5

6

13

7

10

9

1000

T

631.4

Ch512

Ej.1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Inventario: 19572

Autor: Jesus Chaves, Lilia Rosero

Título: "El valle del Patia"



T

631.4

Ch512

Ej. 1

19572

Universidad de Nariño  
Pasto (Nariño)

19572 -

Universidad de Nariño  
BIBLIOTECA  
ALBERTO QUIJANO GUERRERO