43-15.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y ASPECTOS DE FERTILIDAD EN SUELOS

NOVIEMBRE 1972

Copia No Controlada CVC

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
BIBLIOTECA

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y ASPECTOS DE FERTILIDAD EN SUELOS DE LAS HOYAS DE LOS RIOS CALI, LILY, MELENDEZ, PANCE Y CAÑAVERALEJO

Por : Carlos F. Revelo D. I. A.

SECCION SUELOS

CVC

Informe: 73-15

Cali, Noviembre de 1972

Copia No Controlada CVC

CONTENIDO

I	INTRODUCCION	1
II	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	GENERALIDADES	3
2.1.1	Area y localización	4
2.1.2	Relieve	4
2.1.3	Erosión	5
2.1.4	Clima	5
2.1.5	Geología	6
2.1.6	Suelos	7
	Asociación Anguchas-Pichindé-Socorro	7
	Asociación Liberia-Siloé	8
	Asociación Palermo-Margarita-Pichindé	8
	Tierras Misceláneas	8
	Asociación Vorágine	9
	Asociación Timba	9
2.2.	GENERALIDADES DE LOS MACRO Y MICRONUTRIENTES	10
2.2.1	El Nitrógeno	10
2.2.2	El Fósforo	12
2.2.3	El Potasio	16
2.2.4	Los elementos menores	17
III	MATERIALES Y METODOS	
3.1	HOYA DEL RIO CALI	21
3.1.1	Suelo I	21
3.1.2	Suelo II	22
3.1.3	Suelo III	23
3.1.4	Suelo IV	25
3.1.5	Suelo V	26

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
BIBLIOTECA

Copia No Controlada CVC

3.2 HOYA DEL RIO LILY..... 28
3.3 HOYA DEL RIO MELENDEZ..... 29
3.4 HOYA DEL RIO PANCE..... 30
3.5 HOYA DEL RIO CAÑAVERALEJO..... 31
3.6 TOMA DE MUESTRAS DE LOS SUELOS..... 32
3.7 ANALISIS DE LABORATORIO..... 33
3.7.1 Fósforo..... 33
3.7.2 Nitrógeno..... 33
3.7.3 Potasio..... 34
3.8 INCUBACION..... 34
3.9 FASE DE INVERNADERO..... 35
3.10 COSECHA Y CALCULO DE LOS RENDIMIENTOS..... 38

IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... 39
4.1 HOYA DEL RIO CALI..... 39
4.1.1 Resultado de los análisis químicos..... 39
4.1.2 Resultados de incubación..... 50
4.1.3 Resultados de los fraccionamientos de N-P-K.... 52
4.1.3.1 Nitrógeno..... 52
4.1.3.2 Fósforo..... 55
4.1.3.3 Potasio..... 57
4.2 Resultado de las Hoyas Lily, Meléndez, Pance y Cañaveralejo..... 65
4.2.1 Resultados de los análisis químicos en la hoya del río Lily..... 65
4.2.2 Resultados de los análisis químicos en la hoya del río Meléndez..... 65
4.2.3 Resultados de los análisis químicos en la hoya del río Pance..... 67

Copia No Controlada CVC

4.2.4 Resultados de los análisis químicos en la hoya del río Cañaveralejo..... 67
4.2.5 Resultados de las incubaciones con Cal..... 71
4.2.6 Resultado de los fraccionamientos..... 73
4.2.6.1 Nitrógeno..... 73
4.2.6.2 Fósforo..... 75
4.2.7 Resultados de Invernadero..... 79
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 84
VI. RESUMEN..... 87
VII. BIBLIOGRAFIA..... 89

Copia No Controlada CVC

TABLAS

I. Niveles y dosis de nutrientes empleados en los distintos suelos del área comprendida entre las Hoyas Cali - Pance..... 36

II. Diseño general empleado en el invernadero para la mayoría de los suelos de la Hoya del río Cali. 37

III. Resultados de las incubaciones con cal en el Laboratorio sobre los suelos de la Hoya Río Cali..... 51

IV. Fraccionamiento del nitrógeno en los cinco suelos de la Hoya Río Cali, expresados en ppm..... 53

V. Fraccionamiento del fósforo en cinco suelos de la Hoya Río Cali, expresados en ppm..... 56

VI. Fraccionamiento del potasio en cinco suelos de la Hoya Río Cali, expresados en ppm..... 60

VII. Respuesta en invernadero a la aplicación de nutrientes sobre el suelo II (Región La Vorágine)..... 61

VIII. Respuesta en invernadero a la aplicación de nutrientes sobre el suelo III (Región El Silencio)..... 62

IX. Respuesta en invernadero a la aplicación de nutrientes sobre el suelo IV. (La Esmeralda)..... 63

X. Respuesta en invernadero a la aplicación de nutrientes sobre el suelo V (Región Yanadonas)..... 64

Copia No Controlada CVC

XI. Resultado de la incubación con Cal en cuatro Hoyas hidrográficas..... 72

XII. Resultado del fraccionamiento de Nitrógeno en Suelos de cuatro Hoyas hidrográficas expresados en ppm..... 74

XIII. Fraccionamiento del fósforo en suelos de cuatro hoyas hidrográficas, expresados en ppm.. 77

XIV. Resultados de invernadero a la aplicación de nutrientes sobre suelos de la Hoya del Río Lily..... 80

XV. Resultados de invernadero a la aplicación de nutrientes sobre suelos de la Hoya del Río Meléndez..... 81

XVI. Resultados de invernadero a la aplicación de nutrientes sobre suelos de la Hoya del Río Pance..... 82

XVII. Resultados de invernadero a la aplicación de nutrientes sobre suelos de la Hoya del Río Cañaveralejo..... 83

Copia No Controlada CVC

FIGURAS

1. Contenido y formas de nitrógeno en los suelos de la Hoya Río Cali..... 54

2. Contenido de las distintas formas de fósforo en los suelos de la Hoya Río Cali..... 58

3. Contenido y formas de potasio en los suelos de la Hoya Río Cali..... 59

4. Contenido y formas de nitrógeno en los suelos de las hoyas Lily, Pance, Meléndez y Cañaveralejo... 76

5. Contenido y formas de potasio en los suelos de las Hoyas Lily, Meléndez, Pance y Cañaveralejo..... 78

Copia No Controlada CVC

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y ASPECTOS DE FERTILIDAD EN SUELOS DE LAS HOYAS DE LOS RIOS CALI, LILY, MELENDEZ, PANCE Y CAÑAVERALEJO

Por : Carlos F. Revelo (*)

I. INTRODUCCION

Dentro de la programación de estudios químicos de la Sección de Suelos C.V.C., se adelantaron las investigaciones en las Hoyas Hidrográficas de los ríos Cali, Lily, Meléndez, Pance y Cañaveralejo, como un complemento a la caracterización morfológica de los suelos a niveles generales y semidetallados.

La importancia de las investigaciones químicas dentro de las Hoyas Hidrográficas cobra particular interés por los planes tanto oficiales como particulares en el campo de la reforestación comercial e industrial y en la educación de los colonos y propietarios en áreas de reserva forestal con los cuales es preciso convivir.

El plan comenzó con los estudios químicos de las hoyas mencionadas, seleccionándose sitios representativos en cada una de ellas, de tal forma que éstos encajaran tanto en el perfil del suelo como en su piso térmico. La fase del fraccionamiento de elementos mayores y menores se realizó para verificar el grado de aprovechamiento y reservas de los mismos.

(*) Ingeniero Agrónomo - Sección de Suelos C.V.C.
Jefe del Programa de Acidez.

Copia No Controlada CVC

Luego en un paso final se buscaron mayores informaciones mediante las pruebas biológicas que permiten proporcionar recomendaciones y encausar a prácticas para una mayor utilización de los sectores destinados a la reforestación o en aquellas áreas actuales y potenciales para el desarrollo agropecuario. Con este estudio de Suelos de Montaña, se contribuye a uno de los objetivos básicos del Departamento Agropecuario de C.V.C., cual es el de promover la óptima utilización de los suelos del Valle del Cauca y fomentar un aprovechamiento económico y racional de los recursos naturales.

Se espera pues que los estudios químicos y de fertilidad sean de utilidad.

Copia No Controlada CVC

II REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 GENERALIDADES

Como un marco de la planicie se levanta la cordillera Occidental, con unas lomas rojizas, de suelos erosionados con vegetación predominante de rabo de zorro (Andropogon sp), helechos (Gleichenniacea), escasos árboles de pategallina (Didymopanax), espadero (rapanea sp), carbonero (Bejaria sp) y otros, caracterizando el bosque húmedo sub-tropical (bh-ST) alterado bruscamente por las quemas.

A medida que se asciende aumenta la humedad y aparecen algunos cultivos, muy pocos, de café, plátano, yuca, maíz, y árboles como balso (Ochroma Lapopus), carbonero, guamo (Inga densiflora), cascarillo (Lademberg ia sp.), mortiño (miconia caudata); la humedad relativa de esta región es alta, fenómeno que al disminuir la evapotranspiración aumenta la eficiencia de la lluvia caida; de aquí que se halle una pequeña faja de bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST) a unos 1.800 mts. Sobre los 1.900 m.s.n.m. aparece el bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), en unas tierras montañosas y escarpadas con rastrojos, potreros y bosques entresacados, comunmente nublados; se encuentran cerca a la Margarita algunas especies como drago (Croton sp), lulo (Solanum sp.), cascarillo, casate (Vismia baccifera sp), encenillo (Weinmania balbisiana), cedrillo (Brunelia comocladifolia), cedro (cedrela sp), Yarumo blanco (Cecropia sp.) guamo, helechos, roble (Quercus humboldtii), espaero y otros. Estas montañas reciben la influencia de los vientes húmedos del Pacífico que dejan en ellas parte de su humedad y de ahí la importancia de esta Cuenca como

Copia No Controlada CVC

generadora de agua para la ciudad de Cali (11).

10.000
19.400
29.400 has

2.1.1 Area y Localización La Hoya Hidrográfica del Cali tiene una extensión aproximada de 10.000 has.; está localizada sobre la cordillera Occidental, bordeando los Farallones de Cali. El área de las hoyas hidrográficas de los ríos Pance, Lily, Meléndez y Cañaveralejo, es estimada aproximadamente en 19.400 has y está localizada sobre la vertiente oriental de la cordillera Occidental.

En general la zona limita así : por el Norte es una línea que en dirección Noroeste sale de Cali en Tres Esquinas, pasa por el cerro de Las Tres Cruces y las inspecciones de policía de Golondrinas y la Paz hasta encontrar el eje de la cordillera; por el Sureste, el límite es el divorcio de aguas entre los ríos Pance y Jamundí; por el Occidente es el divorcio de aguas del Valle del Cauca y la vertiente del Pacífico y por el Oriente es el Piedemonte del valle geográfico del río Cauca (3).

2.1.2 Relieve Para la hoya del Cali las pendientes dominantes están comprendidas entre el 20 a 50% con un promedio de 30 a 35%; topografía fuertemente ondulada y escarpada. Entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m. se encuentran pendientes suaves, 12 a 25% de longitud corta a una altura entre 1.500 y 1.900 m.s.n.m. son notorias las fajas entre 40 a 70% de pendiente de longitud media y larga, muy variable. Finalmente se presentan fajas de pendientes largas por lo general con un grado superior al 70% y a una altura por encima de los 1.800 m.sn.m.

Con referencia a las otras hoyas, generalmente el relieve está comprendido entre ondulado y escarpado, y es posible encontrar relieves suavemente ondulados en pequeñas áreas. Las pendientes dominantes

Copia No Controlada CVC

fluctúan entre 20 y 50% con un promedio de 20 a 35%; se observan fajas a lo largo del piedemonte entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m. con pendientes más o menos suaves y de longitud corta y media, con un grado variable entre el 12 y 25%.

Esta variación de topografía conlleva a encontrar corrientes de agua y quebradas que descienden de las partes altas, arrastrando considerable cantidad del piso en las partes medias y bajas desprovistas de vegetación y que van a acumularse en las partes planas de las Hoyas.

2.1.3. Erosión.- Botero (3) aclara que las mas propensas a la erosión, por sus materiales parentales, son los depósitos aluvio-coluviales inferiores del terciario carbonífero, que en general es más notoria en la Asociación Liberia . En un segundo plano, la asociación Anguchas, conformada por suelos derivados de diabasa y ubicados en la parte media de la cuenca, correspondientes a los corregimientos de Pichindé, Felidia y parte alta de "La Vorágine".

En conclusión, la erosión en el área de estudio es moderada y la determinan especialmente el grado de pendiente, la precipitación y la clase de covertura que tenga el suelo (3).

2.1.4. Clima.- El factor climatológico varía a lo largo de la Hoya, dependiendo de la altura y de los vientos.

Se encuentran zonas que van de 1.000 a 1.300 m.s.n.m., con temperaturas mayores a los 24ºC. Zonas con alturas entre 1.300 y 1.600 mts., la temperatura es menor y varía entre los 19ºC. Zonas con alturas mayores a los 2.000 m.s.n.m.; las temperaturas son menores de 17ºC.

Según la clasificación de Holdridge (12) en base a las diversas formaciones del mundo, la cuenca del Río Cali encierra rangos climáticos, vegetación típica y algunos caracteres que Espinal (11) anota:

Copia No Controlada CVC

Bosque húmedo subtropical bh-ST. Con temperatura entre 18 y 24ºC y una precipitación media anual de 1.000 - 2.000 m.m. La Estación experimental de Yanaconas a 1.600 m.s.n.m. tiene una precipitación anual de 1.432 m.m. oscilando la altitud de esta formación entre 900 y 2.100 m.s.n.m. con un relieve entre quebrado y fuertemente quebrado.

Bosque muy húmedo subtropical bmh-ST. La temperatura media anual de esta formación varía entre 17 y 24ºC y la precipitación entre 2.000 y 4.000 m.m.

Bosque muy húmedo montano bajo bmh-MB. Aquí los límites de temperatura oscilan entre 12 y 18ºC., con precipitación promedia de 2.000 a 4.000 m.m. y altitud variable entre 1.800 y 2.800 m.s.n.m. En la finca "La Margarita" a 2.050 m.s.n.m. se tienen 2.121 m.m. de precipitación media anual.

2.1.5. Geología.- Stutzer (18) dice que el material parental dominante en este sector de la cordillera Occidental está compuesto en especial por rocas eruptivas básicas y ultrabásicas como ~~la diorita~~, gabro, y diabasa ~~y serpentina~~. Es característica de la diabasa meteorizada la formación de costras negras de manganeso. La serpentina presenta coloración niquelada en algunos puntos. Se destaca que las rocas eruptivas son más recientes que las formaciones esquistosas en contacto con ellas. El grupo diabásico se extiende desde Cali hacia el Oeste hasta la línea divisoria que es el río Dagua, o sea lo que Nelson citado por Botero (3) llama el grupo diabásico. Es la formación más antigua de la región carbonífera del Valle y está compuesto principalmente por plagioclasa y augita.

El terciario carbonífero, compuesto de arenisca, carbón, esquisto arcilloso y conglomerado, se levanta en escalones. La formación carbonífera de los alrededores de Cali, propiamente del cerro de Las Tres Cruces, puede considerarse como de arenisca ya que el carbón y la ar

Copia No Controlada CVC

cilla tienen influencia secundaria.

La formación de Popayán, al Sureste de Cali, descansa discordantemente sobre el Terciario, cretáceo y rocas cristalinas. Según Cucalón (8) la formación consta de arcillas rojo amarillento, las cuales envuelven cantos angulares volcánicos hasta de 50 cms. de diámetro y con aspecto de aglomerados. En términos generales, la formación de Popayán está caracterizada por ser completamente arcillosa, siendo estas arcillas, lateríticas gibsíticas con porcentajes entre 40 y 50% de Al_2O_3 y de 10 a 20% de óxidos de hierro.

2.1.6 Suelos.- Según Botero (3) los suelos observados en la Hoya y seleccionados para los estudios de características químicas y de fertilidad, presentan variaciones, aunque los materiales subyacentes mantienen su uniformidad. La profundidad difiere desde los superficiales y afloramientos rocosos hasta los profundos.

Los suelos quedaron agrupados así:

1. Asociación Anguchas, Pichindé, Socorro (AN)
2. Asociación Liberia, Siloé (LI)
3. Asociación Palermo, Margarita, Pichindé (PM)
4. Tierras Misceláneas (MR)
5. Asociación Vorágine (VO)
6. Asociación Timba (TI)

1. Asociación Anguchas, Pichindé, Socorro (AN). Los suelos de esta Asociación ampliamente distribuídos en la Hoya, ocupando aproximadamente la tercera parte de su área. Se presentan estos suelos a todo lo largo del eje de la Cordillera con una altura promedia de los 1.700 m.s.n.m., pendientes variables entre 15 y 50%, con un relieve dominante fuertemente quebrado.

Copia No Controlada CVC

El material parental de estos suelos es derivado de las rocas ígneas básicas bién drenados profundos a muy profundos, de baja fertilidad a moderada en algunos sitios. Pueden encontrar inclusiones de roca en el perfil, especialmente aquellos de posición coluvial.

2. Asociación Liberia, Siloé (LI). Los suelos de esta Asociación se los encuentra en una faja paralela al eje de la Cordillera Occidental a una altura variable alrededor de los 1.500 m.s.n.m. haciendo parte del piedemonte con pendientes dominantes entre el 12 y 50% y un relieve variable entre ondulado y escarpado.

El material parental está constituído por rocas sedimentarias terciarias (arenisca, arcilla y aglomerados). Son suelos generalmente profundos, bién drenados, erosión ligera.

3. Asociación Palermo, Margarita, Pichindé (PM). Los suelos de esta asociación ocupan pequeñas áreas localizadas de materiales coluviales generalmente. Presentan un relieve variable entre fuertemente ondulado a inclinado y aún quebrado.

Las pendientes varían entre el 12 y 50% a una altura promedia entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m. El material parental puede ser de rocas ígneas sedimentarias o mezclas de ambos, con manto arcillosos. Son suelos bién drenados, profundos en la generalidad de los casos, erosión ligera.

4. Tierras Misceláneas (MR). Pertenecen a esta asociación las series Palermo y Minas, encontrándoselas localizadas a lo largo de la Cordillera Occidental en el piedemonte. Relieve escarpado y pendientes mayores del 50%.

El material parental de estos suelos es generalmente diabasa, aunque en la parte más baja pueden encontrarse areniscas y rocas metamórficas

Copia No Controlada CVC

no diferenciadas. Suelos bién drenados, superficiales. Erosión moderada a ligera y en la mayor parte aflora la roca.

5. Asociación Vorágine (VO). Fueron agrupados en esta asociación todos aquellos coluviales formados a lo largo de los ríos y quebradas, suelos que por su mismo origen y posición están sometidos a un cambio permanente, tanto en su morfología como en sus características químicas intrínsecas. El relieve es inclinado y moderadamente inclinado, con pendiente dominante variable entre 3 y 12% y alturas aproximadas entre 1.100 y 1.300 m.s.n.m. El material parental es aluvio-coluvial de rocas ígneas metamórficas y aún sedimentarias; el drenaje es imperfecto a bueno; suelos moderadamente profundos, con erosión ligera y fertilidad muy baja a moderada.

En términos generales estos suelos son muy variables tanto en su profundidad, como en pedregosidad, drenaje, fertilidad, susceptibilidad a inundaciones frecuentes.

6. Asociación Timba (TI). Los suelos que forman esta asociación fueron localizados especialmente en el área de San Antonio, área minera con relieve fuertemente quebrado con pendientes dominantes de 30 a 40%. El material parental de estos suelos es derivado de rocas metamórficas y sedimentarias de origen terciario, areniscas y conglomerados con detritos sueltos de grava y arena en algunos sitios. Estos suelos se los encuentra en una faja paralela al piedemonte de la cordillera y a una altura hasta de 1.500 a 1.600 m.s.n.m., especialmente en la zona próxima a los corregimientos de Montebello y en la parte media de las laderas del río Pance.

Son suelos bién drenados, profundos, con erosión ligera a moderada y aún severa en algunos sitios; la fertilidad es baja a moderada.

Copia No Controlada CVC

2.2 GENERALIDADES DE LOS MACRO Y MICRONUTRIENTES

2.2.1 El Nitrógeno

A pesar de que el nitrógeno ha sido uno de los elementos más estudiados, queda todavía buena parte ignorada en lo concerniente a su naturaleza y diversas fracciones.

La mayoría de los investigadores concuerdan en que el nitrógeno es el elemento de fertilidad más importante en el suelo. Sin embargo la naturaleza química y de una considerable fracción de este elemento es desconocida y la información existente sobre sus diferentes complejos, inadecuada.

El N. orgánico de los suelos es predominantemente de origen orgánico, proveniente de la descomposición de tejidos vegetales y animales. Según Brenner, citado por Blasco (1), aproximadamente 1/3 del nitrógeno orgánico está presente en forma proteínica, o más exactamente peptídica; y al hacer el aislamiento de los aminoácidos componentes del material proteínico del suelo, se ha encontrado que los más importantes son: Fenilalanina, Leucina, Valina, Olanina, Glicina, Treonina, Serina, Arginina, Acido amino-butírico, Histidina, Tirosina, Prolina e hidroxiprolina. Los aminoácidos no se encuentran en estado libre en los suelos ya que son rápidamente nitrificados.

Se presume que la inmovilización del nitrógeno aumenta con el contenido de la materia orgánica. El mecanismo de la inmovilización en el suelo se debe a que un alto porcentaje de este elemento se halla combinado con la materia orgánica animal o vegetal. Por parte de los microorganismos del suelo, la inmovilización se produce por la asimilación del nitrógeno mineralizado especialmente; esta inmovilización microbiológica es de importancia agronómica puesto que, las macroplantas son muy pobres competidoras de los microorganismos, cuando el nivel del nitrógeno en el suelo es inadecuado para ambos.

Copia No Controlada CVC

Con relación al N. inorgánico, los estudios que a este se refieren son bastante limitados y su fracción con respecto al nitrógeno total difiere mucho entre los varios investigadores y entre los distintos suelos de las diversas regiones estudiadas.

Para Colombia Blasco (1) encontró que esta fracción inorgánica representa el 4.3% del N. Total.

Los minerales arcillosos son los responsables de la fijación del N. inorgánico como componente de las rocas, llegándose a establecer que algunas rocas magmáticas contienen NH_3-N entre 5 y 50 gramos tonelada de cuya cantidad, aproximadamente la mitad es soluble en agua. El contenido de NH_3-N en rocas sedimentarias resultó mas alto que en las rocas magmáticas.

Stevenson, citado por Blasco (1) encontró en una serie de muestras de granito que el N. Total varió entre 17 y 78 ppm. mientras que el basalto tenía 20 ppm. y pegmatitas y gabros 21 ppm. Además, que una considerable cantidad de nitrógeno en el material parental debe existir como NH_4 retenido por los materiales primarios silicatados.

Con respecto a los mecanismos de la fijación inorgánica del N., se ha aceptado generalmente que el amonio reemplaza a los cationes interlaminares (Ca, Mg, Na), en láminas cristalinas expandidas y que este intercambio envuelve una contracción laminar de la cual resulta el "atrapamiento" del amonio.

Millar (15) asegura que en climas fríos, en la materia orgánica que se acumula, la transformación del nitrógeno desde una forma orgánica a otra disponible, es lenta.

La edad de la materia orgánica de los suelos está relacionada con el grado de descomposición que ha experimentado y por consiguiente, con

Copia No Controlada CVC

la razón de liberación del nitrógeno.

De acuerdo a Buckman (6) las formas menos activas del nitrógeno están dadas por las formas complejas y combinaciones orgánicas: Proteínas, aminoácidos y formas similares; en forma coloidal y sujeta a desintegraciones. Las formas mas simples y asimilables provienen de las sales de amonio, nitratos y nitritos.

El N. como nutriente induce la máxima utilización del fósforo durante las primeras etapas del crecimiento de las plantas, época ésta en que el fósforo es absorbido más activamente. Por otro lado, se ha notado una interacción entre el nitrógeno y el potasio, en la mayoría de los cultivos. Sin embargo se puede presentar cierto antagonismo entre estos dos nutrientes cuando la planta absorbe en cantidades excesivas a alguno de ellos.

La absorción del nitrógeno aumenta también cuando el fósforo, el potasio y el sodio se aplican hasta suplir las necesidades de la planta.

2.2.2. El Fósforo.

Es uno de los tres elementos que en mayor cantidad requiere la planta, interviniendo en casi todos los procesos metabólicos vegetales. Debido al bajo contenido del fósforo en los suelos tropicales y a la fijación del mismo en formas no aprovechables por la planta, se presentan complejos problemas lo cual se traduce en disminución del rendimiento y calidad de las cosechas.

Con base a lo anterior y a la poca información que del fósforo se tiene como nutriente en los suelos colombianos se precisó en iniciar un estudio profundo en este campo con el objeto de determinar el comportamiento de este elemento en diferentes condiciones.

Copia No Controlada CVC

Dice Chávez (9), que el contenido de fósforo total es un dato de poco valor para la interpretación de las necesidades de fertilización fosfatada. Se presenta en formas orgánicas o inorgánicas; dentro del inorgánico pueden haber fosfatos de alta y baja solubilidad.

Blasco (2) ha calculado que el P. orgánico representa hasta el 85% del total, con amplias variaciones; sin embargo, Lotero (13) refiere este último porcentaje para los suelos turbosos y el 50% del P. total para los suelos podzólicos.

Como propiedad fundamental del P. orgánico está la de ser mucho más movil que el inorgánico.

Las formas inorgánicas del P. varían en su predominancia de acuerdo a la clase de suelos.

Existen muchas pruebas de que las plantas absorben el fósforo en forma mineral, primordialmente como ión $H_2PO_4^-$; y algunos autores aseguran que la concentración extremadamente baja de este ión a valores de pH altos, explica la dificultad que encuentran las plantas para obtener el nutriente del suelo. La observación de los iones $HPO_4^=$ y $PO_4^=$ es sin duda muy lenta, en comparación con los del ión H_2PO_4.

Blasco (2) aclara que al aumentar la profundidad del perfil disminuye la cantidad de P. inorgánico y la solubilidad del mismo; que este fósforo es menor en suelos bien drenados que en mal drenados; que el aumento de la humedad del suelo lleva aparejado el incremento del fósforo disuelto y por lo tanto asimilable por las plantas.

Entre los numerosos estados en que se encuentra el P. del suelo, por su pequeña cantidad y proporción, no se considera que el soluble en la solución del suelo nos indique adecuadamente las condiciones de nutrición para este elemento, aunque su valor sea característico para

Copia No Controlada CVC

cada suelo. Tampoco es utilizado el total a pesar de que en algunos casos se ha encontrato correlación entre él y el fácilmente soluble (17).

Cooke, citado por Blasco (2), considera que en ausencia de raíces de las plantas, la concentración del fósforo en la solución del suelo, está gobernada por un equilibrio dinámico entre las fases sólida y la solución, y en el cual el fósforo se disuelve continuamente en la fase sólida, pasa a la solución y es de nuevo reabsorbido. En presencia de raíces de las plantas, este equilibrio se trastorna y únicamente si la liberación de fósforo de la fase sólida es adecuada, las raíces podrían absorber la cantidad suficiente para sus requerimientos.

Buckman (6), asegura que el P. inorgánico está acondicionado por la reacción del suelo: a valores bajos de pH, el fósforo se combina con el Al y Fe para formar compuestos muy insolubles, que son dificilmente aprovechables por la planta; a valor alto de pH, el P. se combina con el Ca y Mg. entrando a formar parte de compuestos como la apatita y la hidroxiapatita que son también dificilmente aprovechables por la planta.

De acuerdo a Bradley (4) y Bray (5), la fijación del fósforo puede ser debido a : a) precipitación química que es atribuída al hierro y aluminio en suelos ácidos y al calcio-magnesio en los suelos calcáreos. b) adsorción por los óxidos de Al. y Fe, ya que éstos tienen propiedades coloidales. En general la fijación del fósforo aumenta con una disminución en el tamaño de las partículas del suelo; con una disminución del pH; con un aumento de la concentración de iones fosfato en solución; con un aumento en el tiempo de contacto entre el fósforo y la fase sólida del suelo.

Lotero (13) expone el concepto de que la fijación no se debe considerar como una pérdida absoluta ya que con el tiempo y bajo ciertas

Copia No Controlada CVC

condiciones el fósforo fijado puede llegar a ser aprovechable por las plantas al menos en forma parcial.

El contenido de fósforo inorgánico en suelos originados de basalto, esquistos micáceos y granitos son respectivamente 1.700,992 y 1.584 ppm.

Blanchet, citado por Márquez (14), al tratar sobre la capacidad aniónica de las arcillas en relación con la adsorción del fósforo, afirma que al estar las arcillas en equilibrio, la mayor capacidad corresponde a la montmorillonita y en un segundo plano la caolinita.

No obstante, los hidróxidos dieron capacidades de adsorción superiores a las arcillas, especialmente el de aluminio seguido del hidróxido de hierro.

Todas las fracciones de fósforo por meteorización dan lugar a formas intercambiables, constituyendo los fosfatos férricos las formas más estables y los provenientes de fosfatos orgánicos, los de menor estabilidad .

En cuanto al P. orgánico es la fracción que representa buena parte del P. total y desempeña un papel primordial como reserva del fósforo en los suelos tropicales, convirtiéndose en la fracción menos estable por la meteorización intensiva, dando origen a los compuestos que serán tomados por la planta (14).

En general, un aumento de CO_2 y de arcillas produce un disminución del P. soluble y reemplazable. La solubilidad es mayor en presencia de arenas finas y limos.

Las distintas fracciones inorgánicas del fósforo corresponden a: a) P. fácilmente reemplazable ó facilmente soluble que se obtiene por remosión del P. del suelo con cloruro de amonio normal; b) P. calcico no

Copia No Controlada CVC

apatítico representado por el fósforo extraído con ácido acético 0.5 normal; c) P. unido al aluminio, extraído por el fluoruro de amonio 0.5 N. (pH 7.0); d) P. unido al hierro, cantidad de fósforo removido por el hidróxido de sodio 0.1 N.; e) P. cálcico apatítico que se obtiene mediante la extracción con ácido sulfúrico; f) P. inerte, determinado por la substracción entre el P. total y la suma de los fósforos orgánicos e inorgánicos.

El P. inerte corresponde a especies mineralógicas estables. El fósforo presente en la solución del suelo es insignificante, por ejemplo 03 ppm. es una cifra que corresponde a suelos bién suplidos. En general en los suelos no se rebosa la cantidad de 0.11 Kg/Ha.

2.2.3. El Potasio.

La cantidad de este elemento en los suelos es generalmente alta (al rededor del 2%), en comparación con los tenores de fósforo y nitrógeno; el potasio se encuentra como constituyente principal de los silicatos primarios y secundarios.

Millar (15) anota que el potasio se encuentra en distintas formas en el suelo, y aunque no se acepta la exacta separación entre algunas de las que se encuentran en equilibrio, se considera que el de cambio constituye la reserva mas importante del fácilmente aprovechable, por lo que se ha determinado la fracción soluble, considerándola como el índice de la potencialidad de estos suelos para la nutrición potásica de la planta.

Según Buckman y Brady (6) el potasio del suelo en función de su aprovechabilidad se presenta en tres formas:

Rápidamente aprovechable, o sea el potasio de la solución del suelo y el K. intercambiable.

Lentamente aprovechable, o sea el K. fijado en algunas arcillas como las biotitas ó illitas.

Copia No Controlada CVC

Difícilmente aprovechable correspondiente al potasio que se encuentra en los minerales primarios (feldespatos y micas).

Expone Chávez (9) que la presencia del potasio se destaca de una manera muy especial en los feldespatos potásicos, tales como la ortoclasa, microlina y algunas plagioclasas, y en las micas como la muscovita y la biotita que son genralmente abundantes en los suelos minerales.

En relación con la fijación del potasio, Buckman y Brady (6) dan como factores que influyen de un modo notorio sobre las cantidades de potasio fijadas, los siguientes: a) naturaleza del suelo; b) tiempo porque a medida que éste transcurre el K. es fijado por los microorganismos que lo toman para sí, y por las plantas; c) humedad y sequedad, presentándose menores cantidades del elemento cambiable en suelos muy húmedos; d) la presencia de un exceso de cal.

Existe una variación considerable en la eficacia de los diferentes cationes para reducir la absorción del potasio. En general el calcio es menos eficaz que el sodio o el magnesio. La tendencia de una planta a absorber sodio influye sobre su actividad encaminada a suprimir la absorción del potasio. Al parecer el magnesio restringe más que el sodio el consumo del K. en las plantas que utilizan poco sodio (15).

2.2.4 Los elementos menores.

Teniendo en cuenta la importancia tan grande que tienen los microelementos en el suelo y al poco estudio que sobre ellos se ha realizado en nuestro medio, se presentan a continuación algunas características estractadas de trabajos y textos que seguramente sean de utilidad práctica.

La existencia de estos elementos en el suelo, depende del pH, la cla

Copia No Controlada CVC

se y cantidad de materia orgánica, contenido de coloides, edad del suelo, material parental, sistema de irrigación, tratamiento que se dé al suelo, fertilizantes, etc.

Cuando estos elementos se añaden a los suelos en forma de compuestos varios, moderadamente solubles, tienden a convertirse en su mayor parte en formas de solubilidad y disponibilidad mucho más limitadas que las correspondientes a otros elementos. La intensidad y rapidez de esta conversión depende del grado de pH del suelo, pues exceptuando al molibdeno, el aumento de la acidez favorece el incremento de la actividad de todos ellos.

A continuación se dan algunas características químicas y fisiológicas de estos elementos por separado.

El Boro.- Según Collings (7), el boro interviene activamente en algunas de las funciones que el calcio desempeña en las plantas y en estos casos permite que la planta absorba mas calcio. Lo mismo que sucede con el calcio, parece ser reducida la transferencia de boro desde los tejidos antiguos a las partes jóvenes de crecimiento.

Un aumento de la absorción de boro puede producir un aumento simultáneo de absorción de todos los demás nutrientes minerales. Reeve y Shive, citados por Collings (7), comunicaron que el grado de absorción y acumulación de boro en las plantas, aumenta paralelamente a la mayor abundancia de potasio en el medio de crecimiento.

En los suelos ácidos parece ser, según Berger (1.949), que la asimilabilidad del boro se relaciona con la cantidad de materia orgánica del terreno. En cambio en los suelos alcalinos, la reacción d e éstos y el calcio asimilable, tienen mayor influencia que la materia orgánica sobre la asimilabilidad del boro.

Copia No Controlada CVC

Un encalado excesivo puede producir déficit de boro en las plantas; ésto debido a que el Ca de alguna forma impide el paso del boro a la planta. El porcentaje y cantidad total de boro en las plantas disminuye según aumente el pH del suelo.

El boro cumple funciones en la traslocación de azúcares sin los cuales no hay respiración ni formación de carbohidratos. En la planta este elemento no es móvil y su suplemento debe ser constante. La insuficiencia de este oligoelemento hace que se retuerzan y deformen las hojas superiores y que se angoste por completo la yema terminal. Las puntas y los bordes de las hojas pueden ponerse pardos o de color amarillo rojizo antes de secarse prematuramente. En ciertas plantas esta deficiencia hace frágiles los tallos y los pecíolos, provocando el ennegrecimiento interno de tubérculos y frutos.

El Cobre.- Este interviene en la estructura química de las enzimas de oxidación y reducción.

Toma parte en la formación de la clorofila aunque no la constituye finalmente; tiene relación con los intercambios químicos de las raíces. Actúa en los procesos de respiración y de transferencia de energía. Se ha encontrado que la oxidación del amoníaco para pasar a nitrito necesita de cobre, aumentando la nitrificación en los suelos.

La deficiencia de cobre se manifiesta por el marchitamiento de las hojas superiores que se angostan en las puntas a menudo sin blanqueo o cambio de color.

El manganeso.- Tiene alguna función con la relación de las enzimas carboxilasa-dehidrogenasa; actúa en forma similar al hierro en la clorosis y en la formación de la clorofila. La planta lo toma en forma divalente.

Copia No Controlada CVC

La insuficiencia de manganeso produce la aparición de moteaduras con manchas amarillas opacas o la presencia de un color verde claro entre los nervios que mas tarde se extiende a toda la hoja.

El Hierro.- Toma parte en la formación de la clorofila dejándose sustituir finalmente por el magnesio. Presenta su deficiencia por clorosis que forma una red con venas verdes, con centro amarillo, similar al caso del manganeso. Las plantas lo toman en forma ferrosa.

Sus deficiencias se relacionan especialmente en las hojas más jóvenes excepto a lo largo de los nervios principales por donde permanecen verdes.

Molibdeno.- Es requerido para la fijación del nitrógeno por las bacterias del grupo Rhizobia. La fijación del nitrógeno, la asimilación y la reducción, son por supuesto pre-requisitos para la síntesis de los aminoácidos y de las proteínas. Es un específico activador de las enzimas nitrato r ductasa y Xantina oxidasa.

Las plantas solo requieren pequeñas dosis de estos elementos, todo aporte excesivo tiene efectos directamente tóxicos. Para prevenir estos peligros la dosificación se regulará según la naturaleza del suelo y las necesidades de los cultivos.

Copia No Controlada CVC

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló con los suelos de montaña dando cumplimiento a lo programado en las fases de campo, laboratorio e invernadero.

Con el propósito de conocer el estado químico y de fertilidad, se eligieron los perfiles modales de algunas asociaciones típicas de las hoyas. Para la ubicación dé los perfiles y recolección de las muestras a analizar se escogieron 5 sitios en la Hoya del río Cali y una en cada una de las hoyas de los ríos Pance, Lily, Meléndez y Cañaveralejo, teniendo como base los estudios a nivel semidetallado, realizados por la Sección de Suelos del Departamento Agropecuario C.V.C.

Las características generales de las asociaciones están dadas en el capítulo II, en el aparte 2.1.6. Las características de los perfiles son como sigue :

3.1 HOYA RIO CALI.

3.1.1 Suelo I. (Cristo Rey).

Asociación : Tierras misceláneas
Serie : Palermo
Localización : Cerro de "Cristo Rey" a 300 mts. de la estatua.
Material parental derivado de: rocas ígneas básicas (diabasa).

Copia No Controlada CVC

0.00 - 0.12 m. Arcilloso; color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/6); estructura granular, grano simple, fina; consistencia friable, pegajosa y plástica; permeabilidad moderadamente rápida; retención de humedad regular, macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica pobre; pH ácido; límite claro y ondulado.

0.12 - 0.14 m. Arcilloso; color en húmedo negro (7.5R 2/0); estructura en bloques subangulares, débiles, finos; consistencia friable, pegajosa y plástica; permeabilidad moderadamente rápida; retención de humedad regular; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica pobre; pH ácido.

Observaciones: Este suelo aparece con alguna frecuencia en la hoya; es la serie laterítica de la asociación.

3.1.2. Suelo II. (Región La Vorágine.

Asociación : Liberia (LI)
Serie : Liberia
Localización : 2 Kms. adelante por el carreteable del retén La Vorágine, mano derecha.
Vegetación natural : pastos, paja mona y mortiño, este último es la vegetación típica.
Uso : potrero en muy mal estado.
Material parental derivado de: rocas sedimentarias o ígneas con manto arcilloso.

0.00 - 0.45 m. Arcilloso; color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); estructura en bloques angulares, fuertes, medios y finos; consistencia firme, pegajosa y muy plástica;

Copia No Controlada CVC

permeabilidad muy lenta; retención de humedad muy buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica pobre; pH ácido; límite gradual y ondulado.

0.45 - 0.75 m. Arcilloso mas gravilla; color en húmedo pardo (7.5YR4/6); estructura en bloques subangulares, fuertes, medios y finos; consistencia firme, muy pegajosa y plástica; permeabilidad muy lenta; retención de humedad muy buena; macroorganismos escasos; raicillas abundantes; materia orgánica muy pobre; pH ácido; límite claro y ondulado.

0.75 - 2.00 x.m Arcillo limoso; color en húmedo pardo rojizo (5YR4/8); estructura en bloques subangulares moderados, medios y finos; consistencia firme muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad muy lenta; retención de humedad muy buena; macroorganismos no hay; raicillas escasas; materia orgánica muy pobre; pH ligeramente ácido.

Observaciones : El segundo horizonte presenta material del primero lixiviado por las superficies de clivaje y los canalículos dejados por raíces; presenta cascajo en un 2%. A partir de 1.50 m. aumenta el porcentaje de rocas parcialmente meteorizadas.

3.1.3 Suelo III. (El Silencio).

Asociación : Palermo, Margarita, Pichindé (PM)

Serie : Margarita

Localización : Una hora de camino a pié, de la finca El Silencio en dirección a los Farallones.

Copia No Controlada CVC

Vegetación natural: Bosque secundario y primario en buen estado, laurel, helecho, mamey, etc.

Uso : reserva forestal.

Material parental de: material coluvial de roca ígnea básica (diabasa).

0.00 - 0.20 m. Franco arenoso orgánico; color en húmedo pardo negruzco (5YR3/1); sin estructura; consistencia muy friable, ligeramente pegajosa y no plástica; permeabilidad rápida; retención de humedad muy buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica alta; pH ácido; límite gradual y suave.

0.20 - 0.35 m. Franco arcilloso; color en húmedo pardo negruzco (5YR2/1); estructura en bloques subangulares, moderados, medios y finos; consistencia friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad moderadamente lenta; retención de humedad regular; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica normal; pH ácido, límite abrupto y suave.

0.35 - 0.65 m. Franco arcillo arenoso,más cascajo y más gravilla; color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/4); estructura masiva; consistencia friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad muy rápida; retención de humedad mala; macroorganismos escasos; raicillas regulares, materia orgánica muy pobre; pH ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.

0.65 - 1.20 x.n Arcillo limoso;color en húmedo pardo claro (7.5YR5/8);

Copia No Controlada CVC

estructura en bloques subangulares, fuertes, medio y finos; consistencia firme, muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad muy buena; macroorganismos no hay; raicillas escasas; materia orgánica muy pobre; pH ligeramente ácido.

Observaciones: El segundo, tercero y cuarto horizontes presentan gravilla y cascajo, pero el porcentaje es mayor en el tercer horizonte.

3.1.4. Suelo IV. (La Esmeralda).

Serie : Anguchas - Variación

Localización : Finca "La Esmeralda" 200 mts. al N. de la casa hacia el camino que de Brasilia conduce a la Margarita.

Vegetación natural: pastos, helechos, pajamosa, yarumo.

Uso : Potrero en regular estado.

Material parental derivado de :rocas ígneas básicas.

0.00 - 0.20 m. Arcilloso; color en húmedo pardo rojizo (5YR4/6); estructura en bloques subangulares, fuertes, medios y finos; consistencia firme, muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad muy buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica muy pobre; pH ácido; límite claro y suave.

0.20 - 0.75 m. Arcillo limoso;color en húmedo rojo(10Ra4/8);estructura en bloques subangulares,fuertes,medios; consistencia firme,muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad lenta;retención de humedad muy buena;macroorganismos escasos; raicillas regulares;ma

Copia No Controlada CVC

teria orgánica muy pobre; pH ácido; límite gradual y ondulado.

0.75 - 1.30 x.m. Franco arcillo limoso; color en húmedo rojo (10R4/6) con manchas pardo claras (7.5YR5/8); sin estructura masiva; consistencia friable; muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad rápida; retención de humedad mala; macroorganismos no hay; raicillas escasas; materia orgánica muy pobre; pH ligeramente ácido.

Observaciones: El primer horizonte presenta piedra en 1%. El tercero es transicional y presenta roca parcial ó totalmente meteorizada.

3.1.5 Suelo V. (Yanaconas).

Asociación : Anguchas - Pichindé - Socorro (AN)
Serie : Anguchas
Localización : Centro Experimental de Yanaconas, 100 mts. al sur de la caseta del vigilante forestal; parcela experimental nueva.
Vegetación : Helecho, salvia, rabo de zorro, cascarillo, yaraguá, gordura.
Uso : Potrero en muy mal estado y rastrojo.
Material parental derivado de: rocas ígneas básicas (diabasa) con manto arcilloso.

0.00 - 0.20 m. Arcilloso; color en húmedo negro pardusco (10YR3/2); estructura en bloques subangulares moderados finos; consistencia friable pegajosa y plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas

Copia No Controlada CVC

abundantes; materia orgánica normal; pH ácido; límite claro y suave.

0.20 - 0.30 m. Arcilloso, color en húmedo pardo (7.5YR4/4) con manchas pardo rojizo oscuras (5YR3/6); estructura en bloques subangulares moderados, medios finos; consistencia firme, pegajosa y plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas escasas; materia orgánica baja; pH ácido; límite gradual y ondulado.

0.30 - 0.85 m. Arcilloso, color en húmedo rojo (10R4/8) con manchas pardo amarillento claro (10YR6/6); estructura en bloques subangulares con tendencia a angulares; consistencia firme, muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; macroorganismos escasos; raicillas escasas; materia orgánica muy pobre; pH ligeramente ácido; límite abrupto y ondulado.

0.85 - 1.50 m. Arcilloso; color en húmedo rojo (104/8) con manchas pardo amarillento claro (10YR6/8); estructura en bloques subangulares moderados medios; consistencia firme; muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad muy lenta; retención de humedad muy buena; macroorganismos no hay; materia orgánica muy pobre; pH ácido.

Copia No Controlada CVC

3.2 HOYA DEL RIO LILY

Asociación : Liberia (LI).

Localización : Por el carreteable del puesto de la Vorágine a la derecha, 2 Kms. adelante y margen izquierda del mismo, 150 mts. por la loma.

Altura : 1.200 m.s.n.m.

Drenaje externo: moderadamente rápido

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: moderadamente bién drenado.

Relieve : fuertemente ondulado a quebrado

Erosión : moderada a severa

Vegetación natura: mortiño, pajamona, tumbamaco, cascarillo, rastrojo.

Uso : potrero en mal estado.

Material parental derivado de: rocas sedimentarias con manto arcilloso.

Profundidad : (mts.)

0.0 - 0.40 m. Franco arcillo arenoso; color en húmedo pardo grisáceo oscuro(10YR4/2);estructura en bloques angulares, finos medios a finos;consistencia firme, muy pegajosa; permeabilidad lenta; retención de humedad buena;macroorganismos abundantes;presencia de raicillas abundantes; materia orgánica normal pH 5.20

0.40 - 0.70 m. Arcilloso;color en húmedo pardo grisáceo oscuro(10YR4/3); estructura en bloques angulares, finos, medios; consistencia firme en húmedo, muy pegajosa, muy plástica en mojado; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes; pH 5.20

Copia No Controlada CVC

0.70 - 1.50 m. Arcillo-limosa; color en húmedo rojo amarillento (5YR4/6); estructura en bloques angulares, medios, moderadamente finos; consistencia friable en húmedo y ligeramente plástico en mojado; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; ninguna presencia de macroorganismos; presencia de raicillas regular; materia orgánica muy pobre.

Observaciones: Suelos típicos de las estribaciones de la formación de Popayán.

3.3 HOYA DEL RIO MELENDEZ

Perfil representativo

Asociación : Palermo (PM) .- Serie Pinchindé
Localización : Región El Carmelo
Altura : 2.600 mts.
Profundidad efectiva: profundo
Relieve : fuertemente ondulado
Pendiente : moderada a fuerte
Vegetación natural: helecho, guásimo, yarumo, guamo churima, cascarillo, balso.
Uso : Potrero
Material parental derivado de: rocas ígneas básicas (diabasa)
Profundidad : (mts)

0.0 - 0.20 m. Franco arenosa; color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); estructura en bloques subangulares, moderadamente finos; permeabilidad lenta; retención de humedad moderadamente rápida; abundantes macroorganismos y raicillas; pH 5.4

Copia No Controlada CVC

0.20 - 0.35	m.	Franco; color en húmedo pardo (7.5YR4/3); estructura en bloques angulares, medios y finos; muy pegajoso, plástico; retención de humedad lenta; abundantes macroorganismos y raicillas; materia orgánica pobre; pH 5.4
0.35 - 1.10	m.	Arcillo limoso; color en húmedo pardo rojizo (5YR5/8); estructura en bloques suelto, medios; retención de humedad lenta a buena; no hay macroorganismos; raicillas regulares; materia orgánica pobre.
1.10 - 1.60	m.	Arcilloso más gravalla; color en húmedo pardo rojo(2.5YR4/8); estructura en bloques, sueltos,débiles finos; consistencia muy pegajosa;retención de humedad moderadamente rápida.
1.60 - x	m.	Roca parcialmente meteorizada.

3.4 HOYA DEL RIO PANCE

Perfil representativo

Asociación :	Palermo (PM).- Serie Margarita
Localización :	al sur de la finca El Topacio,a una altura sobre el nivel del mar de 1.700 mts.
Drenaje externo:	rápido
Drenaje interno:	moderadamente rápido
Drenaje natural:	bién drenado.
Relieve :	Fuertemente quebrado
Pendiente :	80%
Erosión :	ligeramente rápida
Vegetación natural:	yarumo, helechos, etc.
Uso :	potrero en mal estado y pequeños cultivos de café y plátano.

Copia No Controlada CVC

Material parental derivado de: rocas ígneas (diabasa)
Profundidad : (mts.)

00 - 0.25 m. Textura franca; color en húmedo negro (10YR2/1); estructura granular fina; consistencia friable ligeramente plástica; permeabilidad moderadamente rápida; abundantes macroorganismos; raicillas y materia orgánica; pH 5.3

0.25 - 0.60 m. Textura franco arcillo arenosa más gravilla; color en húmedo pardo (10YR3/3); estructura granular, fina; friable, ligeramente plástica; permeabilidad moderadamente rápida; abundantes macroorganismos y raicillas; materia orgánica normal; pH 5.5

0.60 - 1.30 x m. Textura franco arcillosa más gravilla;color en húmedo amarillento (10YR5/6); permeabilidad regular; escasos macroorganismos, raicillas abundantes.

Observaciones: Suelo muy similar a la serie Barranco y serie Margarita del río Cali.A partir de los 60 cms. se observa presencia de cascajo.

3.5 HOYA DEL RIO CAÑAVERALEJO

Perfil representativo

Asociación : Palermo (PM).- Serie Pichindé
Localización : 2.5 Kms. al sur - este de la finca Las Pilas a 1.300 m.s.n.m.; suelos moderadamente profundos
Drenaje externo : rápido
Drenaje interno : medio.
Drenaje natural : bién drenado.

Copia No Controlada CVC

Relieve : fuertemente ondulado
Erosión : moderada y severa en algunos sitios
Vegetación natural: cascarillo, chagualo, aguacatillo, guayabo, caspi, helechos, etc..
Uso : potrero en abandono
Material parental derivado de: rocas ígneas básicas (diabasa)
Profundidad : (mts).

0.0 - 0.20 m. Franco arcillo arenoso más gravilla; color en húmedo parduzco (10YR2/2); débiles muy finos; consistencia friable, pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad moderadamente rápida; retención de humedad regular; abundantes macroorganismos y raicillas; pH 5.4

0,20 - 0.45 m. Franco arcillo limoso; pardo rojizo oscuro (2.5YR3/6); consistencia suelta, pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; raicillas abundantes; pH 5.9

0.45 - 1.30 m. Textura franco arcillo limosa con gravilla; rojo oscuro (10YR3/6); estructura en bloques angulares, finos y moderadamente finos; consistencia friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad lenta; retención de humedad buena; materia orgánica pobre.

3.6 TOMA DE MUESTRAS DE LOS SUELOS.

Tanto para el laboratorio como para el invernadero, las muestras de los suelos fueron recolectadas de los horizontes que agrupan la capa arable, mezclándose el suelo correspondiente a cada sitio.

Copia No Controlada CVC

3.7 ANALISIS DE LABORATORIO.

El correspondiente análisis químico de las muestras se efectuó en el Laboratorio Químico Regional Cooperativo. También se determinó el aluminio cambiable, siguiendo el método de titulación con sosa, mediante la extracción con cloruro de potasio al 1%.

Además de los análisis de fertilidad se incluyeron los de los elementos menores y los fraccionamientos de los nutrientes N-P-K, con la siguiente metodología:

3.7.1 Fósforo.- Se escogió el procedimiento de Chang y Jackson con las modificaciones sugeridas por Sen Gupta y Cornfield.

a) El P. orgánico se consiguió mediante extracción con ácido acético 1N, ácido sulfúrico 0.2N.

b) P. fácilmente reemplazable ó fácilmente soluble obtenido por remosión del P. del suelo por cloruro de amonio normal.

c) P. calcio no apatítico representado por el fósforo extraído con ácido acético 0.5 normal.

d) P. unido al aluminio, extraído por el fluoruro de amonio, 0.5 N. (pH 7.0)

e) P. unido al hierro, cantidad de fósforo removida por el hidróxido de sodio 0.1N.

f) P. cálcico apatítico, obtenido mediante la extracción con ácido sulfúrico.

g) P. inerte determinado por la sustracción entre el P. total y la suma de los fósforos orgánico e inorgánico.

h) El P. total se obtuvo con HCl. concentrado.

3.7.2. Nitrógeno. De este elemento se estimaron las siguientes fracciones:

Copia No Controlada CVC

a) N. total siguiendo al método de Kjeldhal modificado.

b) N. inorgánico, apoyándose en la metodología de Cornfield modificada por Blasco, que consiste en la separación del nitrógeno por medio de la mezcla N. ácido fluorhídrico - N. ácido clorhídrico, titulándose finalmente con ácido clorhídrico 0.01N.

c) N. intercambiable que se obtuvo por el método de Blasco separándose con N. cloruro de calcio y titulándose con HCl. 0.01N.

d) NH4-fijado, por sustracción entre el N-inorgánico y el NH4 cambiable.

e) N. orgánico, que se logró por sustracción entre la determinación del N. total y el N. inorgánico.

f) NH3-N siguiendo el método de microdifusión de Bremer y Shaw.

3.7.3 Potasio.- Las fracciones de potasio determinadas y los métodos utilizados fueron:

a) Potasio total, con el método de Jackson.

b) K. soluble en agua (Mc, Lean)

c) K. intercambiable, siguiendo a Scholtenberger, mediante la extracción con acetato de amonio.

d) K. no intercambiable, obtenido por el método de Mc. Lean, con la extracción con HNO3.

e) K. más soluble del K. no intercambiable.

3.8 INCUBACION

Aunque los contenidos de aluminio cambiable, aparentemente son normales, la acidez que presentan estos suelos es de particular importancia, y por tratarse de suelos pobres en bases, se incluyó la metodología de incubación con cal, no solamente para determinar el alu-

Copia No Controlada CVC

minio desplazado con distintos niveles de cal, sino para observar el cambio en pH.

Se escogieron tres niveles de cal: 1-2-3 toneladas de $CaCO_3$ replicándose 3 veces cada uno y para cada suelo, utilizándose recipientes con capacidad de 200 grms. de suelo, papel parafinado para impedir la evaporación y agua destilada para mantener la humedad lo más cercanamente a la capacidad de campo.

3. 9 FASE DE INVERNADERO

Con los resultados de la incubación, se procedió a determinar el efecto de la cal, en potes que contenían 1.6 kg. de suelo preparado, los cuales permanecieron en el invierno con la humedad requerida durante 30 días.

Por otro lado, se estimó la fertilidad de estos suelos mediante la adición de elementos mayores y menores, en las cantidades requeridas, de acuerdo a los resultados de los distintos fraccionamientos (ver tabla I).

Las dosificaciones variaron en cada suelo. En todos los casos el diseño, para esta fase, fué de bloques al azar con tres replicaciones, ciñéndose en la evaluación al máximo con el método de Jenny.

Para la Hoya del río Cali el ensayo en el invernadero constó de 14 tratamientos, incluyendo al testigo. Para la evaluación de las respuestas, los tratamientos utilizados fueron: sin nitrógeno, sin fósforo, sin potasio, el completo, y doble nivel en algunos suelos. En la tabla II se presenta un diseño, ya que el característico para cada suelo se lo expresa en los resultados.

En las demás hoyas fué similar pero con solo diéz tratamientos.

Copia No Controlada CVC

TABLA I

NIVELES Y DOSIS DE NUTRIENTES EMPLEADOS EN LOS DISTINTOS SUELOS DEL AREA COMPRENDIDA ENTRE LAS HOYAS DEL CALI Y PANCE

Ca 1	1.000	Kg/Ha.	de $CaCO_3$
Ca 2	2.000	" "	" "
Ca 3	3.000	" "	" "
N1	50	" "	de Nitrógeno
N2	100	" "	" " "
P4	200	" "	de P_2O_5
P8	400	" "	" "
K_2	100	" "	de K_2O
K4	200	" "	" "
Cu	31	" "	de Cobre
Co	10	" "	de Cobalto
B	25	" "	de Boro
Zn	40	" "	de Zinc
Mn	40	" "	de Manganeso

Copia No Controlada CVC

TABLA II

DISEÑO GENERAL EMPLEADO EN EL INVERNADERO PARA LA MAYORIA DE LOS SUELOS DE LA HOYA DEL RIO CALI.

No.	Tratamiento	Dosificación de Nutrientes Kg/Ha.						
		N	P	K	Ca	Mn	Co	B
1	NoPoKo	0	0	0	-	-	-	-
2	NoPoKoCa3	0	0	0	3000	-	-	-
3	NoPoKoMnCoB	0	0	0	0	40	10	25
4	NoP4K2	0	200	100	-	-	-	-
5	N1PoK2	50	0	100	-	-	-	-
6	N1P4Ko	50	200	0	-	-	-	-
7	NoP4Ko	0	200	0	-	-	-	-
8	N1P4K2	50	200	100	-	-	-	-
9	N1P4K2Ca3	50	200	100	3000	-	-	-
10	N1P4K2 Mn Co B	50	200	100	-	40	10	25
11	N1P4K2 B	50	200	100	-	-	-	25
12	N1P4K2 Co	50	200	100	-	-	10	-
13	N1P4K2 Ca3 MnCoB	50	200	100	3000	40	10	25
14	N1P8K2	50	400	100	-	-	-	-

Copia No Controlada CVC

Los nutrientes se aplicaron en solución, de modo que cada 15 c.c. contienen la cantidad de miligramos de nutriente por pote, calculado para cada suelo, y equivalente a una aplicación de 100Kg/Ha.

Como planta indicadora se escogió el rabanito rojo.

3.10 COSECHA Y CALCULO DE LOS RENDIMIENTOS

A los treinta días de sembrados se cosecharon los rábanos, se lavaron y se pesaron. Se sumaron las replicaciones para determinar el total

El rendimiento relativo se determinó considerando al tratamiento completo como el 100%.

Para el rábano se tomó el siguiente procedimiento en la evaluación del rendimiento:

Nitrógeno y Fósforo	Menor de 50%	Positiva
	Entre 50-100%.....	Dudosa
	Mayor de 100	Negativa
Potasio	Menor de 80%	Positiva
	Entre 80-95	Dudosa
	Mayor de 95	Negativa
Elementos menores	Mayor de 120	Positiva
	Entre 100-120	Dudosa
	Menor de 100	Negativa

Copia No Controlada CVC

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. HOYA DEL RIO CALI

4.1.1 Resultado de los análisis químicos

Los resultados de estos análisis se presentan a continuación en los cuadros que encierran la interpretación y evaluación de los contenidos en los diversos nutrientes como también la apreciación de la fertilidad según el sistema del IGAC.

En general los suelos son debasificados pués el calcio magnesio y potasio son bajos; lo mismo ocurre con el fósforo. El sodio igualmente se encuentra bajo.

El suelo de Cristo Rey posee cantidades un tanto elevadas de calcio y magnesio, pero el sodio, potasio y fósforo son bajos.

La deficiencia notable en la Hoya, en cuanto a microelementos, se refiere al Boro y Cobalto; el contenido de cobre es bajo en todos los suelos; el manganeso es en general normal lo mismo que el hierro. El Zn. solo en el suelo V (Yanaconas) resultó ser bajo.

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis fisicoquímicos

Departamento: Valle — Municipio: Cali
Localización: Cristo Rey 1 — Fecha:
Nos. de Campo: RV - 15 — Nos. de Laboratorio: 21920

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	Kg/Ha.
0 - 15	46.72	25.64	27.64	FAr	5.40	1.42	0.36	3.93	17.67

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	BT	CCC	STB	SCa	SMg	SK
0.400	13.00	9.44	0.03	0.25	22.71	32.00	70.96	40.62	29.50	0.09

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
125	0.88	1.4	3.00	0.4				

Observaciones :

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis físicoquímicos

Departamento Valle Municipio Cali
Localización Cristo Rey 1 Fecha
Nos. de Campo RV - 15 Nos. de Laboratorio 21920

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O %	N. %	C/N	Kg/Ha.
0 - 15				FAr	ácido	pobre	muy alto	estrecho	muy pobre

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100 g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
bajo	N-alto	alto	bajo	bajo	alta	muy alta	muy alta			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na	C.E.	Clase
normal	bajo	bajo	bajo normal	bajo				

Observaciones : Fertilidad moderada.

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis fisicoquímicos

Departamento: Valle — Municipio: Cali
Localización: Hda. "El Paraiso" Reg. La Vorágine — Fecha:
Nos. de Campo: RV - 18a RV-18b. — Nos. de Laboratorio: 21922-21952

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O.%	N. %	C/N	Kg/Ha.
0 - 75	48.36	31.64	20.00	F	5.00	3.75	3.32	10.48	19.28
75 - 200	26.36	28.00	45.64	Ar	6.20	0.32	0.29	3.31	16.04

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100 g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
2.85	3.00	0.09	0.18	0.13	3.38	47.00	7.19	6.38	0.19	0.38
	3.00	0.09	0.25	0.25	5.36	30.00	11.20	10.00	0.30	0.83

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
150	16.60	1.70	8.00	0.00	0			
125	2.30	1.40	1.80	0.26	0			

Observaciones :

42

Copia No Controlada CVC

Análisis Fisicoquímicos

Departamento: Valle
Municipio: Cali
Localización: "El Paraíso" Reg. La Vorágine
Fecha:
Nos. de campo: RV-18a - RV-18b
Nos. de laboratorio: 21922 - 21950

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N %	C/N	kg/Ha.
				F	ácido	alto	muy alto	normal	pobre
				Ar	Lig. ácido	muy pobre	alto	estrecho	muy pobre

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
alto	bajo	muy bajo	bajo	bajo	pobre	muy alto	baja			
	bajo	muy bajo	bajo	bajo	pobre	alta	mediana			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
normal	normal	bajo	normal	deficiente	deficiente			
normal	deficiente	bajo	normal	deficiente	deficiente			

Observaciones: Fertilidad a) baja
b) baja

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS

Análisis fisicoquímicos

Departamento: Valle — Municipio: Cali

Localización: El Silencio — Fecha:

Nos. de campo: 3RV-16a - 3 RV-16b — Nos. de laboratorio: 21939 - 21737

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
0-65	60-72	25.64	13.64	FA	4.80	5.00	0.77	6.48	24.10
65-120	81.84	9.28	8.88	AF	5.70	8.[illegible]7	1.06	7.86	19.28

Al	Complejo de cambio - me/100grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
5.90	5.20	0.94	0.19	0.25	3.87	47.00	8.23	5.31	2.00	0.40
	20.00	9.44	0.31	1.25	31.00	60.50	51.23	3.3	15.60	0.51

Elementos menores - ppm						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
166.67	2.00	1.72	2.00	0.30	0.40			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

Análisis fisicoquímicos

Departamento: Valle — Municipio: Cali

Localización: "El Silencio" — Fecha:

Nos. de campo: ~~3 RV 16a 3 RV 16b~~ — Nos. de Laboratorio: 21939 - 21737

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
				FA	muy ácido	muy alta	muy alta	estr. N.	pobre
				AF	Lig. ácida	muy alto	muy alto	normal	pobre

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
alto	bajo	bajo	bajo	bajo	pobre	muy alto	baja			
	alta	alto	normal	normal	muy alta	muy alta	alta			

Elementos menores - ppm						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
normal	normal	bajo	normal	deficiente	deficiente			

Observaciones: Fertilidad a) baja
b) moderada.

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis físicoquímicos

Departamento: Valle — Municipio: Cali
Localización: "La Esmeralda" — Fecha:
Nos. de campo: RV-17a - RV-17b — Nos. de laboratorio: 21946 - 21947

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N.%	C/N	kg/Ha.
0.20	48.72	30.00	21.28	F	5.40	2.84	0.41	6.98	27.31
20.75	30.72	38.00	31.28	FAr	5.90	0.41	0.20	2.00	8.83

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
4.88	3.00	1.41	0.19	0.25	4.84	34.50	14.02	8.69	4.09	0.550
6.00	2.50	0.47	0.03	0.13	3.11	38.50	8.07	6.49	1.22	0.08

		Elementos menores - ppm.				Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
166.0	17.6	1.15	5.83	0.65	0.35			

Observaciones: Fertilidad a) baja
Fertilidad b) Baja

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis fisicoquímicos

Departamento: Valle
Municipio: Cali
Localización: "La Esmeralda"
Fecha:
Nos. de campo: RV-17a - RV-17b
Nos. de laboratorio: 21946 - 21947

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
				F	ácido	alto	muy alto	normal	pobre
				FAr	lig. ácido	muy pobre	normal	muy estre.	muy pobre

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
alto	bajo	bajo	bajo	bajo	pobre	muy alto	mediana			
alto	bajo	muy bajo	muy bajo	bajo	pobre	muy alto	baja			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
normal	N. alto	bajo	normal	deficiente	deficiente	deficiente.		

Observaciones: Fertilidad a) baja
b) baja

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis Fisicoquímicos

Departamento: Valle
Localización: "Yanaconas"
Nos. de campo: 5 RV-19a

Municipio: Cali
Fecha:
Nos. de laboratorio: 21943 - 21361

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	I.I	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
0.30	50.72	27.64	21.74	F	5.40	2.57	0.51	5.01	20.89
30.85	31.64	23.64	44.72	Ar	6.00	0.21	0.24	0.88	1.60

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
2.79	2.50	0.94	0.18	0.25	3.86	38.00	10.15	6.57	2.47	0.47
	15.00	9.44	0.19	1.28	25.89	18.00	9.25	83.30		

Elementos menores - ppm						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
100.00	9.15	1.91	0.21	1.43	0			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis Fisicoquímicos

Departamento Valle — Municipio Cali
Localización Yanacónas — Fecha
Nos. de campo. 5 RV-19 — Nos. de laboratorio 21943

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
				F	Fuert-áci.	normal	alto	estrecho	bajo
				Ar	lig.-ácid.	muy pob.	normal	muy estrecho	muy pobre

Al	Complejo de cambio - me/100grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
alto	bajo	bajo	bajo	bajo	pobre	alta	bajo-med.	pobre	pobre	muy pobre.
	mediana	alta	bajo	normal	alta	mediana	baja			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
normal	normal	bajo	deficiente	N- bajo	deficiente			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

4.1.2. Resultados - Incubación

Como puede observarse en la Tabla III todos los suelos de esta Hoya, exceptuando el suelo de Cristo Rey (I), tienen altos contenidos de aluminio cambiable causa de la acidez característica, toda vez que el rango de bases totales es pobre y baja la mayoría de las saturaciones bases totales; por otro lado la capacidad catiónica de cambio es para todos los suelos alta. Con el agravante de que el calcio, magnesio y potasio son bajos (excepto suelo I) se llegaría a pensar que esa condición es la responsable de la acidez pero se puede asegurar que es el alto contenido de aluminio de cambio el causante de esa característica. Se puede corroborar lo anterior con los resultados de las 3 adiciones de cal, en donde el aluminio es desplazado normal y gradualmente mientras el pH sube normalmente; sin embargo los suelos III y IV aunque han aumentado su pH, el aluminio no ha sido lo suficientemente desplazado después de aplicárseles el equivalente a 3 toneladas por hectárea de $CaCO_3$, lo que hace pensar que a estos suelos debe adicionárseles más Cal para evitar la desorganización de las raíces por causa del aluminio de cambio alto.

Los suelos de mejor comportamiento al encalado fuèron el I (Cristo Rey) II (Vorágine)y V (Yanaconas).

La cantidad de cal de mejor accionar fué la de 3 toneladas por hectárea. En importancia por los relativos beneficios está la de 1 tonelada de $CaCO_3$ por hectárea.

Resumiendo, los suelos incubados sí respondieron al encalado y el aluminio se desplazó en relación a la cantidad de cal aplicada.

Copia No Controlada CVC

TABLA III

RESULTADOS DE LAS INCUBACIONES CON CAL EN EL LABORATORIO SOBRE LOS SUELOS DE LA HOYA RIO CALI

SUELOS		INICIALES pH	INICIALES Al	INCUBADOS Cal pH	INCUBADOS Cal Al	INCUBADOS ca_2 pH	INCUBADOS ca_2 Al	INCUBADOS Ca3 pH	INCUBADOS Ca3 Al
Cristo Rey	I	5.40	0.40	6.20	0.30	6.20	0.22	6.40	0.17
La vorágine	II	5.00	2.85	5.20	1.10	5.20	1.05	5.50	0.80
El Silencio	III	4.80	5.90	5.00	2.65	5.00	2.37	5.30	2.25
Esmeralda	IV	5.40	4.88	5.40	3.45	5.10	3.22	5.10	3.15
Yanaconas	V	5.40	2.79	5.40	1.92	5.40	1.90	5.70	1.00

Copia No Controlada CVC

4.1.3. Resultado de los Fraccionamientos de N-P-K. En Los Suelos de la Hoya Río Cali.-

4.1.3.1. Nitrógeno.-

Los resultados del fraccionamiento en el nitrógeno, se presentan en la Tabla IV. En promedio la cantidad de las diferentes formas de este elemento, expresada en ppm. obedece al siguiente orden: N-total, N-orgánico, nitrógeno intercambiable, nitrógeno amoniacal y por último la fracción correspondiente al N-fijo.

Llevando a porcentajes los resultados anteriores y lógicamente tomando el N-total como 100%, sus fracciones dieron:
N-orgánico con el 95%; el inorgánico representa el 1%; el intercambiable con 07%; 06% el amoniacal y finalmente el N-fijo en cantidad de 05%.
A su vez el N- total en el suelo se presenta para esta Hoya en una cantidad del 048%, en la capa arable.

La variación en cada uno de los suelos para las distintas formas de Nitrógeno en esta Hoya puede observarse detalledamente en la figura I.

Como conclusión del fraccionamiento tenemos que todas las muestras denotan buenas reservas de nitrógeno, representado en el orgánico.

El N-inorgánico que es igual al N-intercambiable más el N-fijo, denota que su presencia es inminente en las rocas y posiblemente aumente con el grado de meteorización de éstas; que es de utilidad para el vegetal por cuanto aproximadamente la mitad de esta fracción es soluble en agua. Los minerales arcillosos son los responsables del N-inorgánico y su fijación guarda relación con la profundidad del perfil y con el pH.

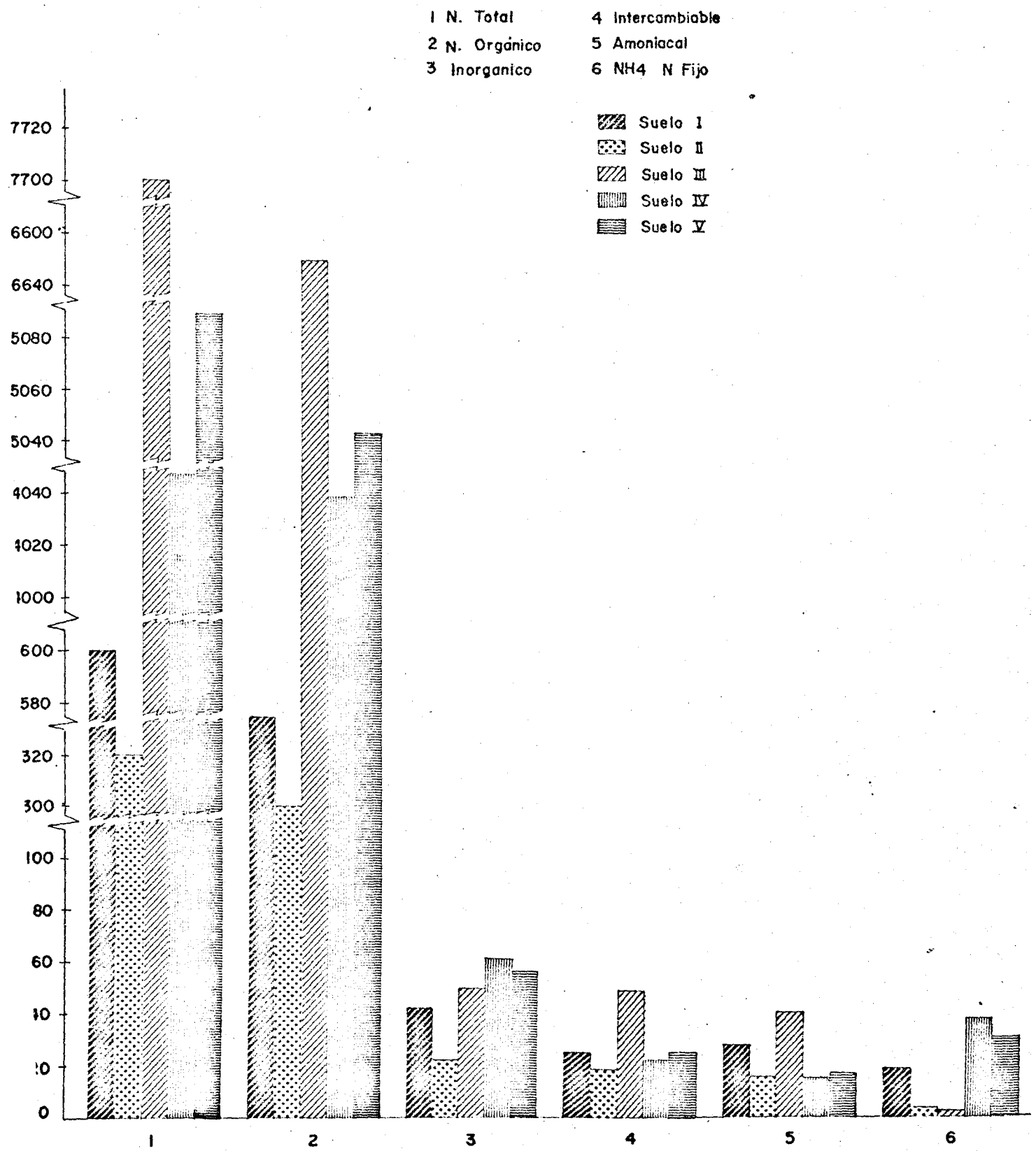
Copia No Controlada CVC

TABLA IV

FRACCIONAMIENTO DEL NITROGENO EN LOS CINCO SUELOS DE LA HOYA RIO CALI, EXPRESADO EN ppm.

	I	II	III	IV	V
Nitrógeno Total	3.600	3.327	7.700	4.100	5.100
Nitrógeno inorgánico	42	22	50	61	57
N- intercambiable NH_4-N	25	19	49	22	25
NH_4- fijo	20	4	3	39	32
Nitrógeno Orgánico	3.558	3.300	6.650	4.039	5.043
Nitrógeno Amoniacal	28	16	41	16	18

Copia No Controlada CVC



CONTENIDO Y FORMAS DE NITROGENO EN LOS SUELOS DE LA HOYA RIO CALI

Copia No Controlada CVC

El N- intercambiable, guarda un segundo lugar en importancia por cuanto es una especie de transición entre el N-órganico y la planta.

El NH_4 - N fijo la planta lo toma directamente o por estadio intermedio con el N-intercambiable.

De todo lo anterior y respecto a este nutriente se puede decir que los suelos de la Hoya Río Cali no acusan de problemas; que las reservas son buenas ya que la fracción orgánica hace parte hasta de un 95% del total; que los contenidos de las demás fracciones no se consideran bajos; que el N-total está por encima del total detectado en la parte plana del Valle (015-025%).

4.1.3.2. Fósforo.-

Las fracciones del fósforo en los cinco suelos de esta hoya se dan en la tabla V, y en relación al promedio, el orden de presentación de las mismas es como sigue: Fósforo total (100%); P-orgánico (55%); P. inerte (19%); P. unido al hierro (10%); P. unido al aluminio (5%); P. unido al calcio apatítico (3%); P. unido al calcio no apatítico (2%); P. asimilable (1.9%) y P. facilmente reemplazable (1.6%).

El P. total de esta Hoya como componente del suelo (capa arable) hace parte del 0.03%, es decir, cerca al límite inferior (0.02%) a través del cual ya se puede considerar como pobre el suelo en P. total.

El P. orgánico a diferencia de lo ocurrido en la parte plana fué mayor que el inerte, viniendo a constatar que las demás fracciones están relativamente bajas. No obstante lo anterior tanto el P. unido al hierro como el P. unido al aluminio, son altos, ya para estos suelos como para los encontrados en la parte plana del Valle.

El P. orgánico resultó ser la fracción más importante y probablemente desempeña un papel de interés como reserva del fósforo en los suelos de esta Hoya.

Copia No Controlada CVC

TABLA V

FRACCIONAMIENTO DEL FOSFORO EN CINCO SUELOS DE LA HOYA RIO CALI, EXPRESADO EN ppm.

	I	II	III	IV	V
P. Fácil. Reemplazable	12.50	15.00	10.00	7.50	10.00
P. Unido al calcio no aptítico	12.50	15.00	28.75	7.50	15.00
P. Unido al aluminio	20.00	38.33	45.00	38.33	34.33
P. Unido al Hierro	143.75	83.75	91.25	33.75	66.25
P. Unido al calcio apatítico	7.50	18.50	23.75	20.00	18.50
P. orgánico	340.00	470.00	672.50	67.50	240.00
P. total	662.50	870.00	981.25	350.00	425.00
P. asimilable	17.50	7.50	10.00	12.50	15.00
P. inerte	208.75	221.92	1.00	162.92	25.92

Copia No Controlada CVC

Sobre la figura 2 se denota que el suelo más rico en este elemento fué el III (El Silencio); los más pobres; el IV (La Esmeralda) y V (Yanaconas).- Sobre la misma gráfica se pueden observar las distintas fracciones con su grado y proporción de incidencia.

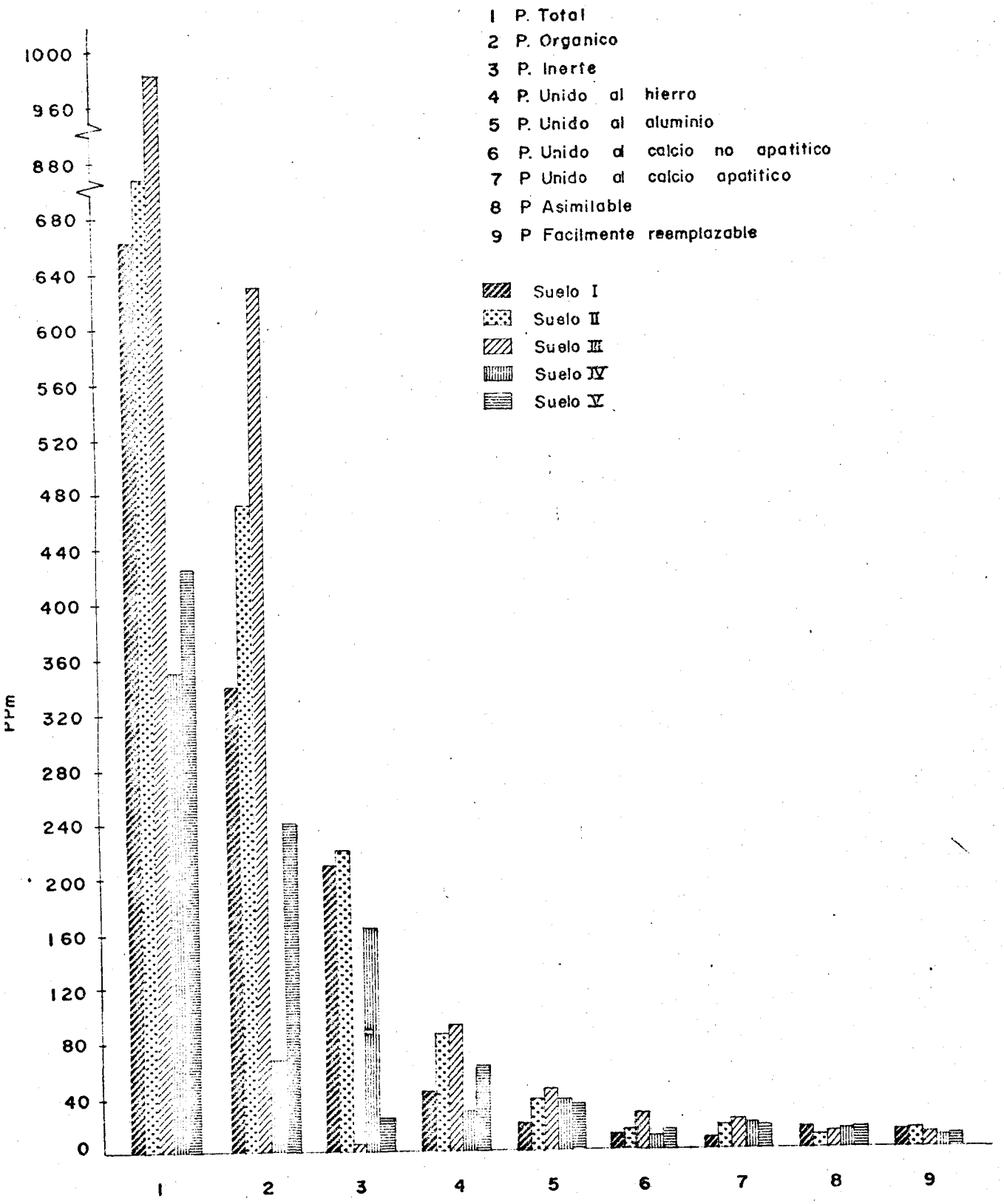
4.1.3.3. Potasio.-

En la tabla VI aparecen los resultados obtenidos de algunas fórmas del potasio toda vez que por falta de materiales no se logran los datos del potasio total y K. estructural. La cantidad de las fracciones obtenidas aparecen en el orden siguiente: K-no intercambiable, K. intercambiable (N-ac. NH_4): K-más soluble del no intercambiable; K-intercambiable (0.1N NO_3H) y K soluble en agua.

La figura 3 expone la intensidad de las varias formas en cada uno de los cinco suelos seleccionados para el estudio. El suelo más rico en este elemento fué el II (La Vorágine); el más pobre el III (El Silencio); los otros tres suelos tienen contenidos más o menos uniformes. Claro está, que esta apreciación está basada en la suma de las fracciones para cada suelo.

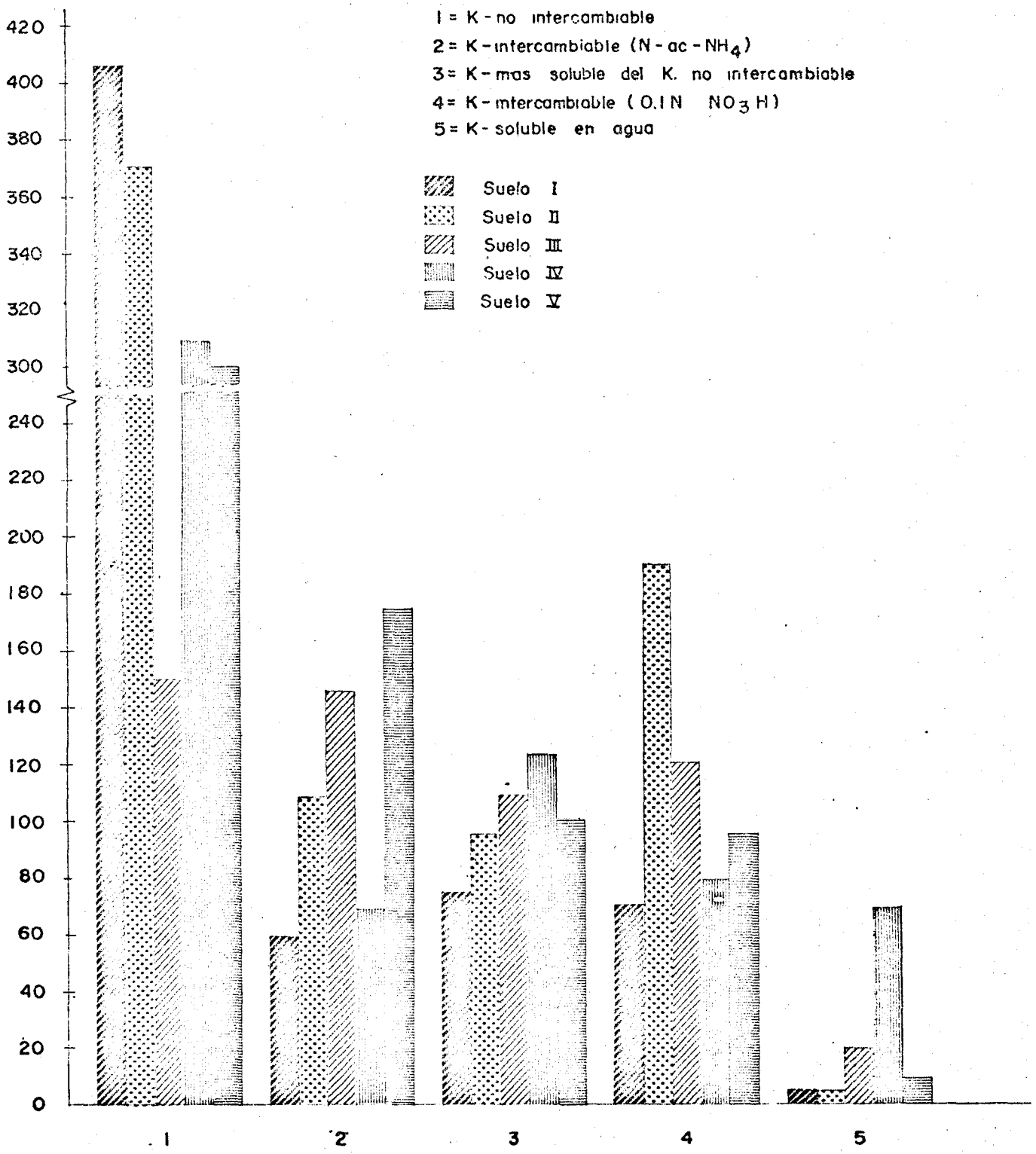
A pesar de que el estudio de este nutriente se presenta incompleto, se puede asegurar que las fracciones intercambiables son bajas con relación a las obtenidas en otros suelos montañosos tropicales y es posible que los suelos de esta Hoya respondan en algo a la adición potásica como quiera que el K soluble y los no intercambiables si aseguran un rango normal y una reserva potencial que se llegaría a utilizar mediante prácticas de conservación, manejo y fertilización.

Copia No Controlada CVC



CONTENIDO DE LAS DISTINTAS FORMAS DE FOSFORO EN LOS SUELOS DE LA HOYA RIO CALI

Copia No Controlada CVC



CONTENIDO Y FORMAS DE POTASIO EN LOS SUELOS DE LA HOYA RIO CALI

Copia No Controlada CVC

TABLA VI

FRACCIONAMIENTO DEL POTASIO EN CINCO SUELOS DE LA HOYA CALI, EXPRESADO EN ppm.

	I	II	IIII	IV	V
Potasio total					
Potasio soluble en agua	3.90	3.90	19.50	68.25	7.80
K. Intercambiable. (N-ac NH4)	58.50	107.25	146.25	68.25	175.00
K. no intercambiable	413.00	372.00	149.00	318.00	300.00
K. Intercamb. (0.1N NO_3H)	90.00	190.00	120.00	78.00	95.00
K. mas soluble del K no intercambiable.	75.00	95.00	109.00	123.00	110.00

Copia No Controlada CVC

4.1.4. RESULTADOS DE INVERNADERO

TABLA VII

RESPUESTA EN INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE EL SUELO II (REGION LA VORAGINE)

Tratamiento	I	II	III	Promedio	Rend. Relativo %
1. NoPoKo	0.067	0.175	0.087	0.109	26.07
2. NoPoKoCuCo B	0.740	0.100	0.058	0.299	71.53
3. NoP4K2	0.076	1.169	1.422	0.880	212.67
4. N1PoK2	0.107	0.010	0.023	0.047	11.24
5. N1P4KO	2.586	2.422	1.042	2.016	482.19
6. N1P4K4	0.562	0.802	0.785	0.716	171.29
7. N1P4K2	0.560	0.600	0.096	0.418	100.00
8. N1P4K2Cu	0.970	0.743	0.750	0.821	196.41
9. N1P8K2	8.050	3.240	5.060	5.450	1303.0
10 N1P4K2CalCuCoB	7.004	10.883	7.150	8.450	1996.0
11 N1P4K2CuCoB	6.405	8.627	4.630	8.345	1996.0
12 N1P4K2B	6.892	7.425	9.400	6.554	1567.0
13 N1P4K2Ca2CuCoB	6.915	15.320	7.462	7.905	1891.0
14 N1P4K2Co	3.315	7.630	3.140	4.695	1123.0

* Respuesta negativa a N; positiva a fósforo; dudosa a K., por cuanto en un nivel sencillo es negativo y en el doble es positivo. Respuesta positiva a elementos menores. Se destaca la enorme acción del Boro y Cobalto. La cal actúa muy bien en presencia de un completo y cobre-cobalto-boro.

Copia No Controlada CVC

TABLA VIII

RESPUESTA EN INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE EL SUELO III (REGION "EL SILENCIO").

No. Tratamiento	I	II	III	Promedio	Rend. Relat. %
1. NoPoKo	2.901	1.030	1.807	1.912	17.57
2. NoP1K1Ca3	0.555	1.750	0.522	0.942	8.65
3. NoPoKoCuCoB	1.685	1.810	1.633	1.709	15.70
4. NoP4K2	5.675	13.447	11.075	10.060	92.44
5. N1PoKo	3.095	0.995	0.810	1.633	15.00
6. NoP4Ko	8.567	5.734	5.183	6.490	59.63
7. N1PoK2	1.218	2.310	0.893	1.473	13.53
8. N1P4Ko	12.475	5.416	9.450	9.110	83.71
9. N1P4K2	11.945	14.791	5.910	10.882	100.00
10 N1P4K2Co	14.547	14.715	5.175	11.479	105.48
11 N1P4K2B	26.305	17.090	24.240	22.545	207.17
12 N1P4K2CuCoB	27.319	22.896	20.312	23.509	216.03
13 N1P4K2Ca2	1.922	13.050	11.546	8.839	81.22
14 N1P4K2CalCoB	25.770	22.670	19.042	22.494	206.70

La Cal sola tiene efecto depresivo.

Respuesta a Nitrógeno = negativa.

Respuesta a Fósforo = positiva

" " " Potasio = negativa

El nitrógeno solo no actúa; el fósforo solo actúa progresivamente.

Hay respuesta a elementos menores. La respuesta al B. es positiva.

La respuesta al Co es negativa; la respuesta al Cu es positiva.

Copia No Controlada CVC

TABLA IX

RESPUESTA EN INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE EL SUELO IV (REGION DE LA ESMERALDA)

No	Tratamiento	I	II	III	Promedio	Rend. Relt.%
1.	NoPoKo	0.095	0.130	0.082	0.102	7.65
2.	NoPoKoCa2CuCoB	1.836	1.388	1.383	1.535	115.00
3.	NoP4K2	0.705	0.867	2.021	1.197	89.75
4.	NoPoK2	0.035	0.077	0.065	0.059	4.42
5.	N1P4Ko	0.152	0.578	0.965	0.565	42.35
6.	N1PoKo	0.085	0.060	0.079	0.074	5.54
7.	N1P4K2	1.445	1.095	1.462	1.334	100.00
8.	N1P4K2Ca3	0.812	1.581	2.003	1.465	109.82
9.	N2P4K2	2.651	0.861	2.640	2.050	153.67
10.	N1P8K2	5.622	5.098	1.592	4.104	307.64
11.	N1P4K2CuCoB	1.387	4.204	2.795	2.795	209.52
12.	NoPoKoCuCoB	0.238	0.085	0.100	0.141	10.56
13.	NoPoKoCa3	0.099	0.057	0.097	0.084	6.29

No hay respuesta a Nitrógeno. Sin embargo con 100 kg/Ha. y en presencia de P. y K. hay un aumento que puede llegar a ser positivo.

Hay evidente respuesta positiva en todos los niveles de P.

La respuesta a potasio es Positiva.

La cal no ofrece respuesta alguna.

Los elementos menores comparados con el testigo, aumentan la producción pero no llega a ser positiva.

Hay respuesta positiva a los E. Menores en presencia de N-P-K.

La Cal con los elementos menores mejoran notoriamente la producción.

Copia No Controlada CVC

TABLA X

RESPUESTA EN INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE EL SUELO V (REGION DE YANACONAS)

No.	Tratamiento	Replicaciones I	II	III	Promedio	Ren.Rel.%
1.	NoPoKo	6.199	7.408	2.631	5.412	84.90
2.	NoPoKoCalCuZnB	2.588	2.614	1.325	2.175	34.12
3.	N1P4K2	6.257	5.582	5.742	5.860	91.93
4.	N1PoK2	1.773	7.155	1.559	3.495	54.83
5.	N1P4KO	10.971	14.345	5.455	10.257	160.91
6.	NoP4Ko	6.177	3.045	5.273	4.831	75.79
7.	N1PoKo	6.150	2.217	4.153	4.173	65.47
8.	N1P4K2	12.335	3.583	3.205	6.374	100.00
9.	N1P4K2Ca2	10.367	19.760	9.288	13.138	206.11
10.	N2P4K2	5.464	3.695	3.865	4.341	68.10
11.	N1P8K2	7.565	4.098	13.415	8.359	131.14
12.	N1P4K2CuZnB	6.700	12.233	12.573	10.502	164.76
13.	NoPoKoCuZnB	6.365	4.412	2.615	4.464	70.03
14.	N1P4K2B	19.010	12.971	9.468	13.816	216.75

Hay respuesta negativa para el nitrógeno y potasio. La respuesta a fósforo fué dudosa. En presencia del completo, los E.M. dieron respuesta positiva. Respecto al Testigo la acción de los E. Menores fué nula, cuando se aplicaron solos. La Cal dió resultados positivos cuando se aplicó acompañada de N-P-K. Sin embargo al aplicarse con Cu-Zn y B su acción fué negativa.

La mejor respuesta correspondió a la del Boro en presencia del completo.

Copia No Controlada CVC

4.2 RESULTADOS DE LAS HOYAS LILY, MELENDEZ, PANCE Y CAÑAVERALEJO

A continuación se presenta una evaluación de la fertilidad, de acuerdo a los análisis químicos, para cada uno de los suelos estudiados.

Como podrá apreciarse el nitrógeno total y el carbono orgánico se encuentran en contenidos normales; la CCC es alta para todos los suelos; las cantidades de bases son bajas; lo mismo que su saturación. El fósforo es uno de los elementos mayores limitantes debido a su escasa presencia. En cuanto a los elementos menores, es el boro el más crítico ya que sus contenidos en estos suelos son muy bajos.

4.2.1. Resultados de los análisis químicos en la hoya del Río Lily.-

Textura: franco arcillo-arenoso; pH fuertemente ácido; carbón orgánico normal, lo mismo que el nitrógeno total; la ccc alta; pobres en calcio y magnesio; muy pobres en potasio; normal el contenido de sodio; muy pobre en fósforo asimilable; el contenido de bases totales es pobre; la sutaración total de bases es baja.

Los contenidos de hierro y aluminio son normales.

Este suelo presenta deficiencia en boro, cobalto, manganeso y zinc. El cobre es normal en los primeros 40 cm. y deficiente a mayor profundidad.

De acuerdo a la tabla valorativa del IGAC. este suelo tiene una fertilidad baja.

4.2.2. Resultados de los análisis químicos en la hoya del río Meléndez.

Textura: franco arenosa; pH fuertemente ácido; muy alto el contenido de carbono orgánico, lo mismo que el nitrógeno total; la ccc alta; tanto el calcio como el magnesio son pobres; el potasio en contenidos muy bajos; el sodio es normal; muy pobres los contenidos de fós-

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis fisicoquímicos

Departamento Valle del Cauca Municipio Cali
Localización Hoya Río Lily Fecha Marzo 29/71
Nos. de campo Nos. de laboratorio 25.355 - 25.356

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
0-40	54	12.36	33.64	FArA	5.20	2.497	0.252	9.90	13.85
40-70	28	32.36	39.64	FAr	5.20	2.360	0.240	9.70	6.42

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
1.08	2.50	1.88	0.025	0.55	4.95	24.50	20.20			
0.66	2.50	1.41	0.025	0.50	4.43	22.50	8.43			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
211.66	016	2.83	0.83	0.42	0.50			
103.33	0.16	0.56	0.50	0.42	1.60			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

foro asimilable; las bases totales son pobres y mediana la saturación total de bases. Aluminio, hierro y cobalto, en cantidades normales; boro y manganeso deficientes; bajos los tenores de zinc y cobre.

La fertilidad de acuerdo al IGAC. es baja.

4.2.3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS EN LA HOYA DEL RIO PANCE.

Estructura franco arenosa; pH fuertemente ácido, carbono orgánico y nitrógeno total muy altos; la ccc muy alta; bajos los contenidos de calcio, magnesio y potasio; normal el sodio, pobres los contenidos de fósforo asimilable; bases totales pobres; mediana la saturación total de bases.

Los tenores de aluminio, hierro y cobalto, son normales; el cobre está en cantidades bajas; los contenidos de boro, manganeso y zinc, son deficientes.

De acuerdo a la valoración estimada por el IGAC. a este suelo le corresponde una fertilidad baja.

4.2.4. Resultados de los análisis químicos en la hoya del Río Cañaveralejo.

Textura arcillosa; pH fuertemente ácido, carbón orgánico alto en la capa arable; alto el nitrógeno total; ccc alta; los contenidos de calcio, magnesio y potasio muy bajos; el sodio, está en cantidades normales; fósforo asimilable muy pobre; pobre en bases totales; la saturación total de bases está con rangos medianos.

El aluminio cambiable está normal en este suelo; hay deficiencia en boro, cobalto, cobre manganeso, y zinc. Los contenidos de hierro son bajos.

A este suelo le corresponde una fertilidad baja.

Como puede observarse la fertilidad de las 4 hoyas es baja, contrario a

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis fisicoquímicos

Departamento Valle — Municipio Cali

Localización Villa-Carmelo-Hda. Meléndez — Fecha Marzo 29 - 71

Nos. de campo — Nos. de laboratorio 25379 - 380

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
0-30	60.72	21.28	18.00	FA	5.40	7.416	0738	10.04	13.85
30-60	48.36	25.64	26.00	F	5.40	2.472	0263	9.39	11.24

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	Sk
0.70	2.50	1.88	0.025	0.600	5.00	37.50	13.33			
1.35	3.50	1.41	0.175	0.875	5.95	49.50	12.02			

		Elementos menores - ppm.				Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
280.00	0.16	2.83	2.33	2.08	1.00			
250.66	0.16	1.33	1.18	0.86	0.80			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

Análisis Físicoquímicos

Departamento: Valle del Cauca — Municipio: Cali

Localización: El Topacio - Hoya del Pance — Fecha: Marzo 19 - 71

Nos. de campo: — Nos. de laboratorio: ~~25.381 - 382~~

Prof.	Granulometría				pH	Materia Orgánica			P
Cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
0-30	66.36	25.64	8.00	FA	5.30	9.342	0.875	10.67	19.28
30-60	40.36	39.64	20.00	F	5.50	1.509	0.153	9.86	8.83

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
1.08	2.50	1.41	0.025	0.60	4.53	51.00	8.88			
0.41	2.50	1.88	0.025	0.50	4.90	40.00	12.25			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
83.50	0.16	2.83	0.83	2.10	1.20			
125.00	1.66	0.66	16.00	7.66	0.80			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

LABORATORIO DE SUELOS
Análisis fisicoquímicos

Departamento: Valle del Cauca — Municipio: Cali
Localización: Hoya Cañaveralejo — Fecha: Marzo 29 - 71
Nos. de campo: — Nos. de laboratorio: 25.387 -388

Prof.	Granulometría				pH	Materia orgánica			P
cm.	A	L	Ar	Tex	1:1	C.O. %	N. %	C/N	kg/Ha.
0-35	44.36	1.64	54.00	Ar	5.40	3.159	0.327	9.66	8.83
35-60	35.36	8.64	56.00	Ar	5.90	1.098	0.107	10.26	13.85

Al	Complejo de cambio - me/100 grs.						Saturaciones - %			
me/100g	Ca	Mg.	K	Na	Bt	CCC	STB	SCa	SMg	SK
0.63	2.00	0.94	0.025	0.50	3.46	23.50	14.72			
0.20	1.50	0.94	0.025	0.50	2.96	20.50	14.43			

Elementos menores - ppm.						Salinidad		
Fe	Mn	Cu	Zn	Co	B	S Na.	C.E.	Clase
21.66	0.50	1.33	0.50	0.85	1.20			
10.00	0.16	0.66	0.83	2,48	1.00			

Observaciones:

Copia No Controlada CVC

lo que se esperaba, por tratarse de suelos de montaña en donde se supone una buena ccc; pero posiblemente se deba esto a que los suelos fueron inclementemente talados y luego expuestos a los efectos drásticos de la erosión y lavado de bases viniéndose a contribuir a un empeoramiento de la situación química de estos suelos.

Los porcentajes de materia orgánica son relativamente altos, pero esto probablemente se deba, por una parte, a que el muestreo se efectuó en suelos cubiertos con pasto natural y por otro lado, el aluminio amenazante en estos suelos latosólicos, que tienen propiedades de estabilizador en los materiales orgánicos impidiendo su descomposición y por ende su pérdida.

4.2.5 Resultados de las incubaciones con cal.

Los resultados de las incubaciones aparecen en la tabla XI en donde podemos observar claramente que el pH inicial para todos los suelos es fuertemente ácido; que los contenidos de aluminio cambiable son de consideración para los suelos de las hoyas de los Ríos Lily y Pance; que la mayor cantidad de aluminio cambiable desplazado se logró con una tonelada por hectárea de $CaCO_3$ aunque el pH permanece relativamente igual.

De los cuatro suelos el que mejor respondió al encalamiento fué el del Cañaveralejo, reflejado por el aumento de su pH, pero cuando se emplearon 3.000 Kgs/Ha de $CaCO_3$; sigue en importancia el suelo de la hoya del Río Pance.

Es importante tener en claro que la acidez titulable, pero no deplazable, es aquella que consume base cuando un intercambiador es titulado después de que el aluminio intercambiable ha sido removido. Es igual a la acidez total menos la acidez intercambiable y comprende la mayoría de la acidez de los suelos altos en óxido de Fe ó Al y materia orgánica. Se estima que casi toda la acidez en suelos con pH de 5.6 ó

Copia No Controlada CVC

TABLA XI

RESULTADOS DE LA INCUBACION CON CAL EN CUATRO HOYAS HIDROGRAFICAS

	INICIAL		CAL		Ca2		Ca3	
	pH	Al	pH	Al	pH	Al	pH	Al
LILY	5.20	1.2	5.30	0.50	5.1	0.7	5.3	0.23
MELENDEZ	5.40	0.7	5.6	0.8	5.4	0.46	5.6	0.35
PANCE	5.30	1.33	5.1	0.65	5.1	0.43	5.8	0.27
CAÑAVERALEJO	5.40	0.7	5.70	0.21	6.06	0.16	6.4	0.17

Copia No Controlada CVC

más es titulable pero intercambiable, es decir: solamente reemplazable por una sal amortiguada.

Los efectos adversos de la acidez del suelo en el crecimiento de las plantas se atribuyen en parte a las siguientes circunstancias, valederas para los suelos estimados; deficiencia de calcio y magnesio, deficiencia de molibdeno; toxicidad por parte de aluminio que incide en la desorganización de las raíces y alteración en el proceso fisiológico del vegetal. Toxicidad por parte del manganeso, influyendo en el bloquo de varias nutrientes y en especial al paso del hierro ferroso al férrico, el cual se inactiva bajo la forma de un complejo con el fosfato en combinación orgánica.

4.2.6. Resultados de los fraccionamientos.

4.2.6.1. Nitrógeno.

En la tabla XII, se presentan las distintas fracciones del elemento nitrógeno, expresados en ppm. Como podemos observar el N, en promedio fué bajo, comparado con el obtenido en la hoya del río Cali haciéndose más crítica la situación en las cuencas del Lily y Cañaveralejo.

No obstante lo anterior la fracción orgánica demuestra buenas reservas de este nutriente, sin que esto impida respuestas positivas del suelo a la aplicación de nitrógeno.

El elemento disponible (amoniacal e intercambiable) es relativamente bajo y tenderá a disminuir más, si no se precisan prácticas adecuadas de conservación y manejo de estos suelos.

El N. inorgánico es una fracción presente en las rocas parcial o poco

Copia No Controlada CVC

TABLA XII

RESULTADO DEL FRACCIONAMIENTO DEL NITROGENO EN SUELOS DE CUATRO HOYAS HIDROGRAFICAS, EXPRESADO EN ppm

	1	2	3	4	5	6
	Total	Orgánico	Intercambiable NH 4-N	Inorgánico	Fijo NH4-N	Amoniacal NO3-N
LILY	2.520	2.515	82	5.00	1	00
MELENDEZ	5.380	5.287	88	93.00	04	14
PANCE	5.140	5.110	88	30.00	22	19
CAÑAVERALEJO	2.170	2.120	82	50.00	42	28

Copia No Controlada CVC

meteorizadas, aumentando su cantidad a medida que dicha meteorización progrese. Como ya está explicado, esta fracción reviste mucha importancia cada vez que aproximadamente la mitad es soluble en agua, que por infiltración o percolación se hace disponible aún para las raices más profundas.
(Véase Fig. 4).

4.2.6.2 Fósforo

El P. resultó bajo para todos los suelos.

El orden de presentación de las varias formas del elemento es como sigue: P total; P inerte; P orgánico; P unido al hierro; P asimilable; P unido al aluminio; P unido al Ca apatítico; P unido al calcio no apatítico; P fácilmente reemplazable.

Si nos detenemos en la tabla XIII observamos que las formas inasequibles por las plantas (P inerte - P Fe - P AL y P Ca apatítico), constituyen el mayor porcentaje del P total; sigue el P orgánico destinado como reserva del nutriente bajo determinadas condiciones.

El problema del fósforo en los suelos estudiados no radica en la concentración total, que está un tanto bajo, sino en la forma como está distribuído. Como puede apreciarse el fósforo inerte está bastante alto. (Ver figura 5).

Bien se sabe que un alto contenido de fosfatos inactivos causan deficiencias fosforadas en las cosechas.

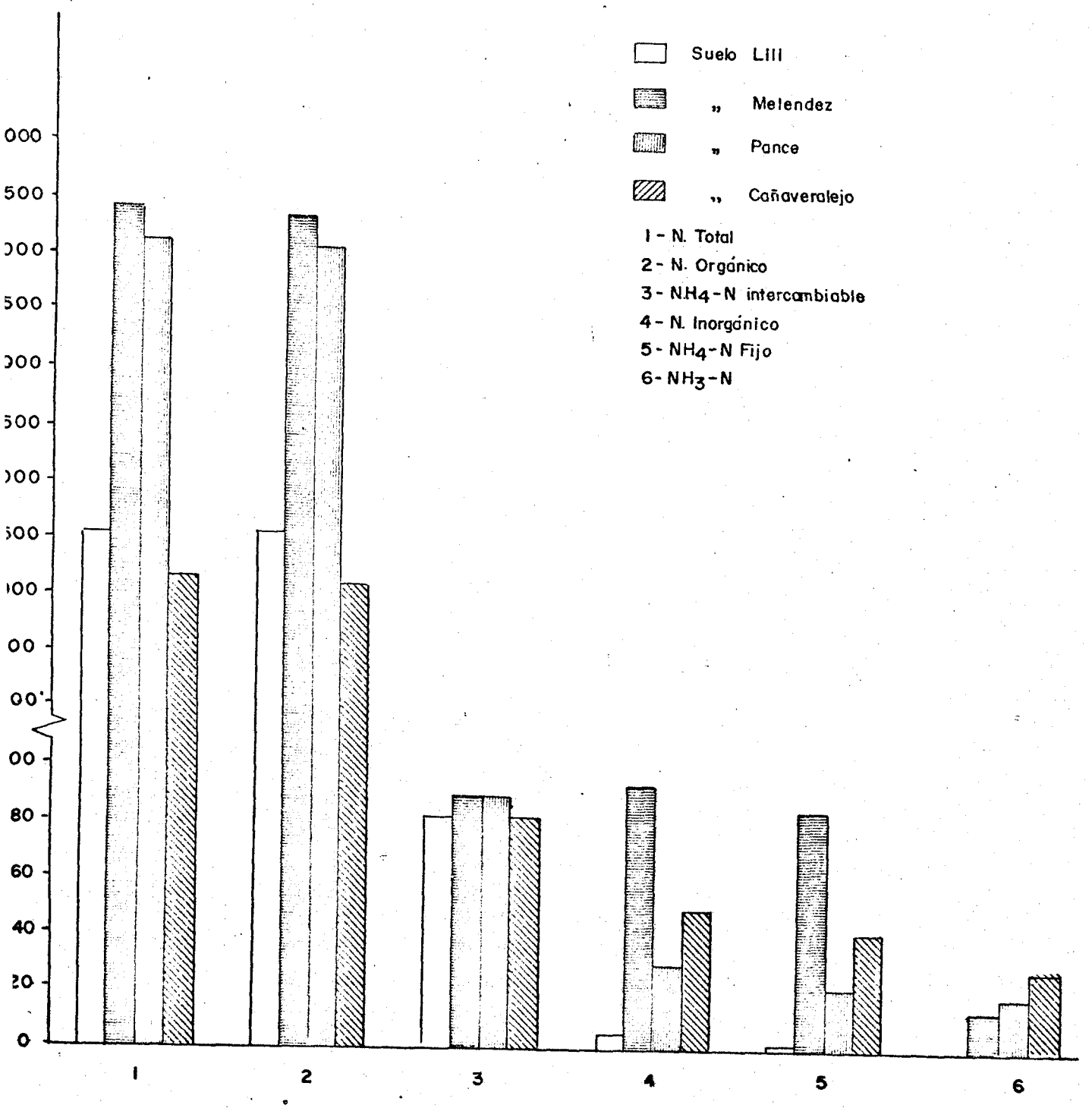
Por otro lado y a diferencia de los suelos de la hoya del río Cali, el P-órgánico que es considerado como la reserva de fósforo en los suelos tropicales, dió porcentajes bajos, lo cual significa que el potencial de mineralización de estos suelos es muy reducido.

Es apreciable la cantidad de fósforo retenido por el aluminio y hierro

Copia No Controlada CVC

FIG. 4

CONTENIDO Y FORMAS DE NITROGENO EN SUELOS DE LAS HOYAS LILI, MELENDEZ, PANCE Y CAÑAVERALEJO



Copia No Controlada CVC

TABLA XIII

FRACCIONAMIENTO DEL FOSFORO EN SUELOS DE CUATRO HOYAS HIDROGRAFICAS, EXPRESADO EN ppm.

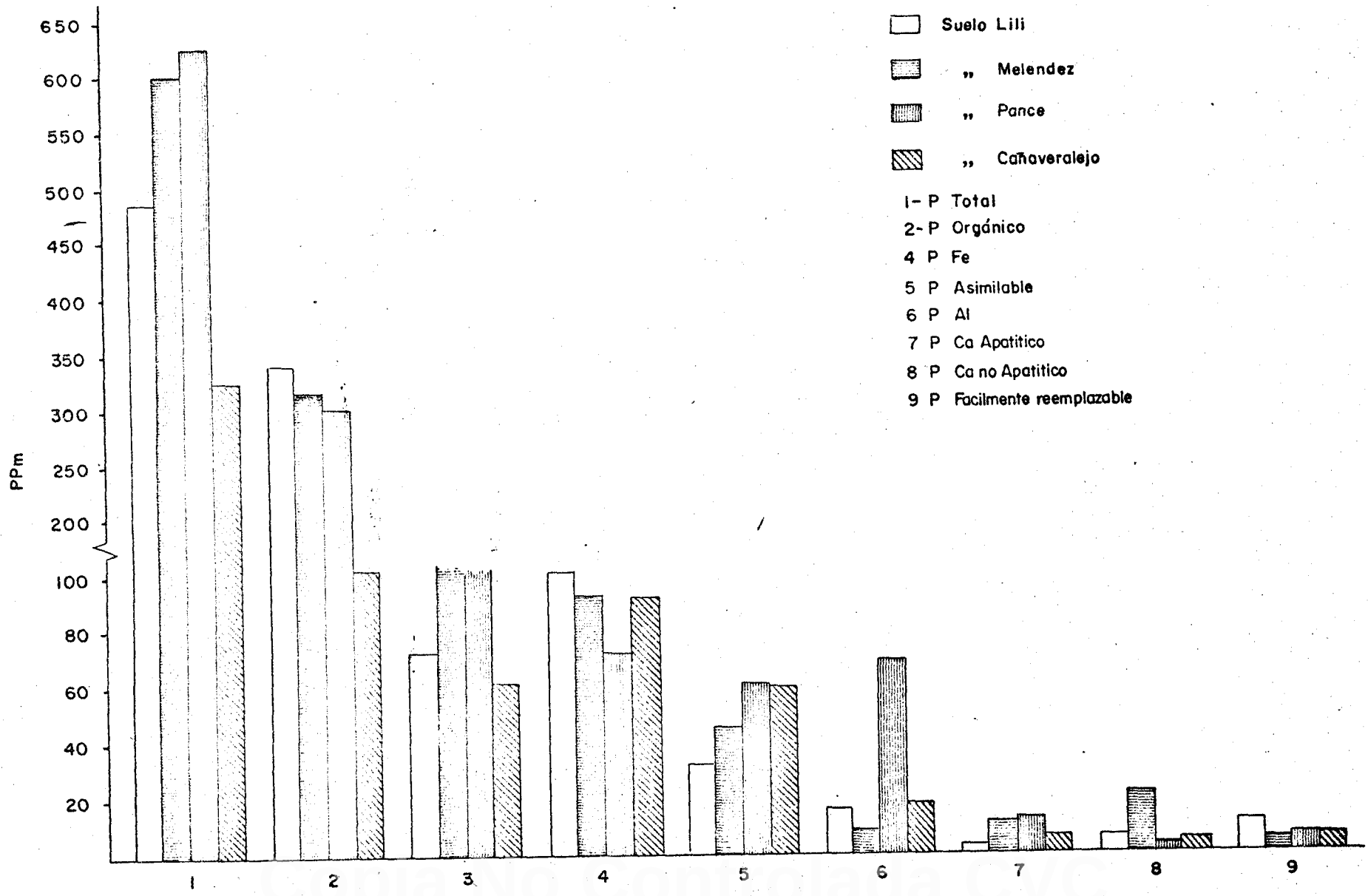
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Suelo	P-Total	P-Inerte	P-Orgánico	P-Fe	P-Asimi-lable	P-Al	P-Ca apá-títico	P-Ca no apatítico	P-Facil-mente reem-plazable.
LILY	485.00	341.09	73.75	102.50	32.50	17.16	3.00	6.25	11.25
MELENDEZ	600.00	314.60	142.50	93.00	45.00	9.90	12.50	22.50	5.00
PANCE	625.00	303.45	155.00	73.00	61.25	69.30	13.75	3.00	7.50
CAÑAVERA LEJO	325.00	133.60	62.50	93.00	60.00	18.15	6.25	5.25	6.25

Copia No Controlada CVC

FIG. 5

CONTENIDO Y FORMAS DE FOSFORO EN SUELOS DE LAS HOYAS

LILI, MELENDEZ, PANCE Y CAÑAVERALEJO



Copia No Controlada C/C

(sobre la capa arable) que significa una pérdida de disponibilidad de nutriente mientras no se remedie el problema de la acidez. Lo mismo acontece con el p. unido al hierro.

La suma de los fosfatos de hierro y aluminio superan a la de los fosfatos cálcicos, debido a que el calcio se ha perdido por lixiviación o escurrimiento, mientras el hierro y el aluminio se insolubilizan. También guarda relación con la edad del suelo, pues se sabe que estos lomajes son muy antiguos.

Se observa gran pobreza de fosfatos cálcicos y asimilables. Es normal que ocurra esto dado que en los suelos de estas hoyas hay poco calcio y esta misma acidez es suficiente para que el fósforo facilmente reemplazable sea bajo, ya que el hierro y aluminio, presentes en la solución del suelo fijarán continuamente el poco fósforo que se solubilice.

4.2.7. Resultados de Invernadero.

Los resultados de invernadero para los suelos de las 4 Hoyas estudiadas aparecen en las tablas siguientes:

Copia No Controlada CVC

TABLA XIV

RESULTADOS DE INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE SUELOS DE LA HOYA DEL RIO LILY

No.	Tramientos	Replicaciones I	II	III	Total	Promedio	Ren. Relat. %
1.	NoPoKo	0.70	0,66	0.66	2.02	0.673	88.20
2.	NoPoKoCal	0.52	0.68	0.70	1.90	0.633	82.96
3.	NoP4K2	0.66	0.68	0.68	2.02	0.673	88.20
4.	N1PoK2	0.78	0.68	0.68	2.14	0.713	93.44
5.	N1P4KO	0.52	0.75	0.71	1.98	0.660	86.46
6.	N1P4K2	0.66	0.92	0.71	2.29	0.763	100.00
7.	N1P4K2B	0.68	1.36	0.81	2.81	0.937	122.70
8.	N1P4K2Co	0.66	0.67	0.69	2.02	0.673	88.20
9.	N1P4K2Zn	0.50	0.66	0.77	1.93	0.643	84.27
10.	N1P4K2S3	0.66	0.69	1.20	2.55	0.850	11.35

La cal dió rendimientos negativos respecto al testigo. Respuesta dudosa a Nitrógeno, a fósforo y a Potasio. Respuesta positiva al Boro.

Respuestas negativas al cobalto y al zinc.

Respuestas dudosas al tratamiento que incluye los tres elementos menores:

El rendimiento del testigo fué respecto a los demás tratamientos, bastante alto .

El peso del testigo, expone un suelo de baja fertilidad.

Copia No Controlada CVC

TABLA XV

RESULTADOS DE INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE LOS SUELOS DE LA HOYA DEL RIO MELENDEZ.

No.	Tratamientos	Replicaciones I	II	III	Total	Promedio	Rend. Relat. %
1.	NoPoKo	1.60	1.50	1.60	4.70	1.57	54.46
2.	NoPoKo Cal	1.47	1.50	1.57	4.54	1.51	52.60
3.	NoP4K2	3.73	2.04	2.37	8.14	2.71	94.32
4.	N1P4K2	1.60	1.44	1.78	4.82	1.60	55.85
5.	N1P4K2	3.31	3.12	2.20	8.63	2.88	100.00
6.	N1P4KO	3.32	2.42	1.38	7.12	2.37	82.50
7.	N1P4K2B	5.53	5.34	5.66	16.53	5.51	191.54
8.	N1P4K2Mn	3.33	2.84	3.34	9.51	3.17	110.19
9.	N1P4K2Cu	4.03	3.86	3.48	11.37	3.79	131.74
10.	N1P4K2S3	7.48	9.03	5.33	21.84	7.28	253.07

Respuesta a Nitrógeno es dudosa, lo mismo al Fósforo.

Respuesta dudosa al potasio.

Los elementos menores juntos, respondieron positivamente.

La respuesta al Manganeso es dudosa.

El Boro y el cobre respondieron positivamente.

La Cal tuvo compartamiento negativo, en dosis de 1.000 Kg/Ha. de $CaCO_3$

Aunque el peso del testigo revela un suelo de baja fertilidad, este suelo dió mejores rendimientos que los de las Hoyas Pance-Lily y Cañaveralejo.

Copia No Controlada CVC

TABLA XXI

RESULTADOS DE INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE SUELOS DE LA HOYA DEL RIO PANCE.

No.	Tratamientos	Replicaciones I	II	III	Total	Promedio	Rend. Relat.%
1.	NoPoKo	0.63	0.60	0.60	1.83	0.610	25.84
2.	NoPoKCal	0.36	0.40	0.85	1.61	0.537	22.74
3.	NoPoKoS2	0.65	0.58	0.72	1.95	0.650	27.54
4.	NoP6K2	1.58	1.49	1.21	4.28	1.43	60.45
5.	N1P6Ko	0.68	3.10	3.38	7.16	2.38	101.12
6.	N1P6K2	0.72	4.07	2.29	7.08	2.36	100.oo
7.	N1P6K2	4.59	2.53	5.34	12.46	4.15	175.98
8.	N1P6K2Zn	2.77	2.24	2.77	7.78	2.66	109.88
9.	N1P6K2BZn	2.56	1.80	2.21	6.57	2.19	92.79

La Cal respondió negativamente y su rendimiento fué menor que el testigo.

Los elementos menores, aplicados solos, aumentaron levemente el rendimiento con relación al testigo. Su efecto con relación al completo fué negativo.

Respuesta positiva a Boro.

La respuesta al Nitrógeno fué dudosa y Negativa a la del Potasio.

El peso del testigo denota un suelo de baja fertilidad.

Copia No Controlada CVC

TABLA XVII

RESULTADOS DE INVERNADERO A LA APLICACION DE NUTRIENTES SOBRE SUELOS DE LA HOYA DEL RIO CAÑAVERALEJO.

No.	Tratamientos	replicaciones I	II	III	Total	Promedio	Rend. Relat. %
1.	NoPoKo	0.50	0.52	0.51	1.53	0.51	32.62
2.	NoPoKoCal	0.41	0.50	0.50	1.41	0.47	30.06
3.	NoP6K2	0.50	0.55	0.62	1.67	0.56	35.60
4.	N1P6KO	0.62	0.60	0.50	1.72	0.57	36.67
5.	N1P6K2	2.28	1.10	1.31	4.69	1.56	100.00
6.	N1PoK2	0.50	0.80	0.80	2.10	0.70	44.77
7.	N1P6K2Cu	0.73	0.81	1.00	2.54	0.83	54.15
8.	N1P6K2B	3.35	3.75	2.65	9.75	3.25	207.88
9.	N1P6K2Co	0.50	0.61	0.78	1.89	0.63	40.29
10.	N1P6K2S3	2.50	3.92	2.04	8.46	2.88	180.38

Respuesta positiva a Nitrógeno, a fósforo y Potasio.

Respuesta positiva a elementos menores (específicamente al Boro).

Respuesta negativa al Cobre y Cobalto.

Respuesta negativa a Cal, dando rendimientos inferiores al Testigo.

El peso del testigo revela un suelo de baja fertilidad.

Copia No Controlada CVC

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los análisis químicos revelan que las cinco hoyas hidrográficas estudiadas son bastante ácidas; debido a que el calcio, magnesio y potasio se encuentran en cantidades bajas, siendo el aluminio de cambio el responsable de dicha acidez.

2. El fósforo asimilable fué pobre para todos los suelos.

3. La fertilidad de acuerdo a los análisis químicos fué baja para todos los suelos, con excepción del I (Cristo Rey) en la Hoya del Cali donde resultó moderada; sinembargo aquí la capa arable es muy superficial y carece de horizonte B o éste es muy reducido (2-4 cms.).

4. El boro asimilable fué deficiente en todos los suelos; igual situación se presentó con el cobalto, exceptuando las muestras del Meléndez y Pance. El cobre dió bajo y deficiente en todos los casos menos en la hoya del Lily. Tanto el hierro, como el zinc fueron normales, y un tanto alto el manganeso de cambio para los suelos de la Hoya del Río Cali.

5. De acuerdo a las pruebas de incubación los suelos respondieron mejor a las adiciones de 1.000 Kg/Ha. de $CaCO_3$, en cuanto se refiere al desplazamiento del aluminio cambiable, que es la condición más importante; pero en relación con el pH se precisa de 3.000 Kg/Ha. de encalado.

Copia No Controlada CVC

6. El fraccionamiento de los elementos mayores, indican buenas reservas para el Nitrógeno, y éste es superior en los suelos del Cali. En promedio, las distintas fracciones del elemento se sucedieron asi: Total, N-orgánico, N-inorgánico, N-intercambiable, N-amoniacal y N-fijo, siendo éste último mayor para las hoyas del Lily, Meléndez, Pance y Cañaveralejo. El N-orgánico se presenta hasta con el 96% del total, lo que quiere decir que todos los suelos poseen muy buenas reservas del nutriente. Por su parte el N-total hace parte del peso del suelo (capa arable) en un 0.4%.

7. El fósforo también es notoriamente bajo, y como componente del suelo (capa arable) acupa el 0.03%. Hay un mayor porcentaje del total en formas inaprovechables por las plantas y las fracciones aprovechables están en proporciones que precisan ser limitantes de la produccion.

8. El Potasio en la hoya del Cali se presenta en contenidos aceptables si se tiene en cuenta las fracciones intercambiables y solubles.

9. Con relación a las pruebas de fertilidad en invernadero, al nitrógeno respondieron negativamente los suelos del Cali y en forma dudosa lo hicieron los de las hoyas Lily, Meléndez y Pance, pese a su baja fertilidad dada por el peso promedio del testigo; el suelo de Cañaveralejo dió respuestas positivas a N-P-K. Todos los suelos respondieron muy bien a la fertilización fosfórica. El potasio originó buenos rendimientos en el suelo IV (La Esmeralda) y negativo en el V (Yanaconas).

10. Todos los suelos respondieron positivamente al boro. Hubo respuesta a elementos menores en la totalidad de los suelos, excepto en los del Pance, especialmente en presencia del tratamiento completo.

Copia No Controlada CVC

11. La cal obró negativamente cuando se aplicó sola.

12. En general todos los suelos son de baja fertilidad y la no respuesta positiva a la aplicación de nutrientes, excepto al Boro, deja en claro la difícil condición en estas tierras a una explotación racional. No obstante, el criterio a seguirse en vía a una mejor utilización de estas áreas, deberá estar ceñida antes que todo a prácticas de conservación de suelos y a una fertilización bien dirigida.

Puede hacerse uso del tratamiento que mejor rendimiento relativo ofreció cada suelo, sin que se asegure con ésto, rendimientos significativos y rentables.

Queda bien claro que las sugerencias y recomendaciones expuestas, están basadas estrictamente en los estudios químicos y pruebas biológicas realizadas sobre la capa arable de los distintos suelos. El criterio que se tome en cuanto a reforestación deberá contemplar además de lo anterior, otros factores como son ecología, topografía y situaciones de orden socio-económicas dependientes de cada hoya o área.

Copia No Controlada CVC

VI. RESUMEN

Con el fin de agrupar información complementaria a los trabajos de caracterización morfológica de los suelos a niveles general y semidetallados, se realizaron algunos estudios químicos y de fertilidad, sobre las Hoyas de los ríos Cali, Lily, Meléndez, Pance y Cañaveralejo encajonados dentro de la Cordillera Occidental. Hoyas hidrográficas éstas que encierran importancia socioeconómica y de abastecimiento en agua para la ciudad de Cali.

El Plan se efectuó con los trabajos de Campo, de Laboratorio y de invernadero, para lo cual se seleccionaron sitios representativos en cada Hoya, de tal forma que éstos encajaran tanto en el perfil del suelo como en su piso térmico y encerraran aspectos de importancia como son la pendiente y su uso actual.

En el Laboratorio se logró el fraccionamiento de nutrientes N.P.K. para verificar el grado de aprovechamiento y reserva potencial de los mismos; lo propio se hizo con los elementos menores determinándose su rango de incidencia o ausencia en dichos suelos. Con estos datos se buscaron mayores informaciones mediante las pruebas de invernadero.

Como información general, la fertilidad de los suelos montañosos estudiados es baja; caracterizados por la marcada acidez que tiene su orígen en el elevado índice del aluminio cambiable y en la pobreza de bases especialmente calcio y magnesio. El fósforo aunque es pobre las reservas potenciales detectadas mediante el fraccionamiento ofrecen la

Copia No Controlada CVC

posibilidad de aprovechar este elemento con prácticas de encalado, fertilización y de conservación de suelos adecuados. El nitrógeno como en la mayoría de los suelos montañosos aunque está representado en su gran parte por la fracción orgánica constituyendo una fuerte reserva no se puede considerar como limitante en la producción.

El Potasio, en líneas generales es bajo, sobre todo el intercambiable y aunque algunos de los suelos estudiados requieren de fertilización potásica, esta no debe excederse de los 50 Kg/ Ha. de K2O. También merecen primordial atención los elementos menores toda vez que se constató marcadas deficiencias de Boro, Cobalto y Cobre, en los suelos de la Hoya Río Cali, y de Boro, Cobalto en las demás. Estos microelementos dieron respuestas positivas cuando se estudiaron bajo condiciones de invernadero.

Copia No Controlada CVC

VII BIBLIOGRAFIA

1. BLASCO M.L. Fertilidad de los suelos; el Nitrógeno. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Facultad de Agronomía. 1967.

2. ———— Fertilidad de los suelos; el fósforo. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Facultad de Agronomía. 1967

3. BOTERO, L.H. Estudio General de los suelos de la Hoya Río Cali. Corporación autónoma Regional del Cauca, Departamento Agropecuario, Sección Suelos. 1970 (Policopiado) 110 p.

4. BRADLEY, K. and SIENLING, D.H. Effect of organic anion sugars on phosphate precipitation by iron aluminun as influenced by pH soil Sci. (E.U) 76 : 175-179.1953

5. BRAY, R.H. Correlation of soil test with crop response to added fertilizer and with fertilizaer requirement. Diag. Tech for soils and crops p. 53-86 Potaha inst. Washington 1958

6. BUCKMAN, H. O. and BRADY, N.C. Naturaleza y Propiedades de los suelos; textos de edafología para enseñanza. Trad. de R.S. Barceló, México, UTEHA 1960 590 p.

7. COLLINGS, G. H. Fertilizantes comerciales, sus fuentes y su uso. Fertilizantes portadores de los elementos esenciales raros. p. 363 - 403.

8. CUCALON, H.I. Geología del Valle Alto del Río Cauca en los Departamentos del Valle del Cauca. Ministerio de Minas y Petróleos Servicio Geológico Nacional. Bogotá (Informe 1544) 1969

Copia No Controlada CVC

9. CHAVEZ, R. Elementos Esenciales primarios en el suelo y la planta. Agric. Prop. (Bogotá) 9 (5) : 49 - 52 Mayo 1953

10. DURAN, C.A. Estudio del Uso Actual y Tenencia de la Tierra en la cuenca superior del Río Nima. Corporación Autónoma Regional del Cauca. C.V.C. Oct. 1969 (policopiados).

11. ESPINAL, L.R. Visión Ecológica del Dpto, del Valle del Cauca. Universidad del Valle. Departamento de Biología Cali 1968.

12. HOLDRIDGE, L.R. Curso de Ecología Vegetal San José. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1958 (45 mimeografos).

13. LOTERO, C.J. Formas del fósforo en el Suelo, fijación y aprovechabilidad. Agric. Trop. (Bogotá) 22 (6): 275-284. Junio 1968

14. MARQUEZ, L. y TORRES L. Estudio de las fracciones y Algunas reacciones del fósforo en dos suelos del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia, Palmira (Tesis no publicada) 1968.

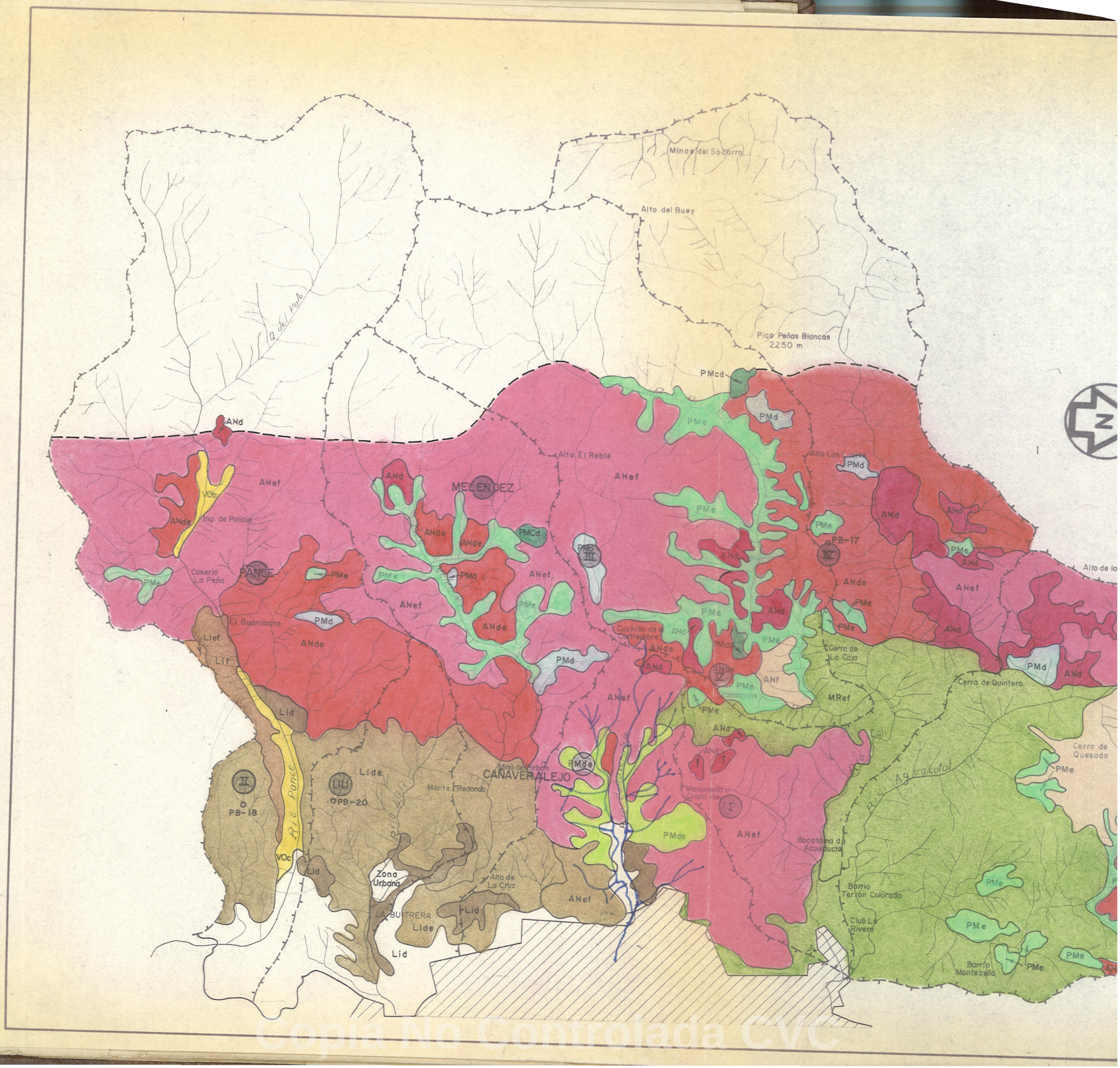
15. MILLAR, C.E. Fertilidad del suelo. Revisión de Valentín Hernando, Barcelona, SALVAT 1964 -477 p.

16. MUÑOZ, M.V. Inventario Geológico en la Cuenca Superior del Río Nima. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Departamento Agropecuario, Sección de Recursos Naturales. 1969.

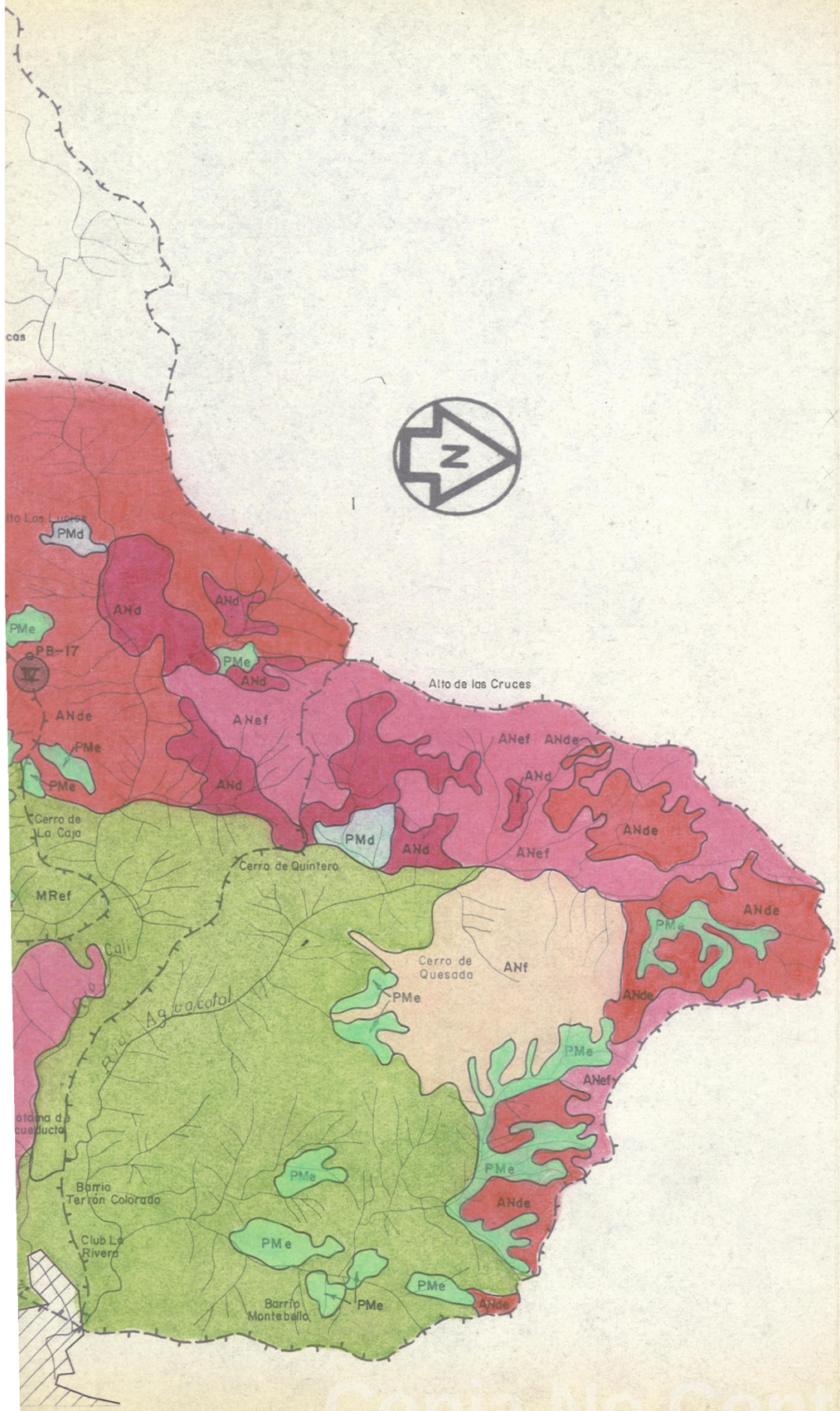
17. SANCHEZ, B y DIOS R. Estudio Químico de los Suelos Naturales y Agrícolas Gallegos y de las relaciones entre su contenido de nutrientes. Anales de Edafología y Agrobiología (Madrid) 23 (5-6) : 390-410. Mayo/Junio 1964

18. STUTZER, P.M. Geografía e Historia del Departamento del Valle del Cauca. 1967 219 p.

Copia No Controlada CVC



Copia No Controlada CVC



CLASES DE SUELOS

ANd	Anguchas quebrado bien drenado con erosión ligera
ANde	—"— fuertemente quebrado, bien drenado con erosión ligera
ANef	—"— —"— a escarpado, bien a muy bien drenado
ANf	—"— escarpado muy bien drenado
PMcd	Palermo ondulado a quebrado moderadamente, a bien drenado con erosión ligera
PMd	—"— quebrado bien drenado con erosión ligera
PMe	—"— fuertemente quebrado, bien drenado, con erosión ligera a moderada
MRef	Tierras misceláneas, fuertemente quebrado a escarpadas, muy bien drenadas con erosión severa (litosuelos)
Lid	Liberia quebrado bien drenado con erosión incipiente a ligera
Lide	—"— —"— a fuertemente quebrado, bien drenado con erosión mod.
Lif	—"— escarpado, muy bien drenado, con erosión moderada a severa
Lief	—"— fuertemente quebrado a escarpado bien a muy drenado, erosión moderada a severa
Vob	Vorágine suavemente ondulado imperfectamente drenado
Voc	—"— ondulado imperfectamente a moderadamente bien drenado

Escala ?

CVC CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA

DPTO. AGROPECUARIO - SECCION RECURSOS NATURALES

HOYA DE LOS RIOS AGUACATAL
CALI - MELENDEZ - PANCE - LILI

ESTUDIO DE SUELOS

FECHA	PRESENTADO	APROB	APROB CVC	FIG
DIC./73				

G.G.R. - A.T.M.

Copia No Controlada CVC