

**ESTUDIO DEL NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
EN LOS SUELOS TROPICALES DE LA
INTENDENCIA NACIONAL DEL PUTUMAYO**

POR

ALVARO G. MATTA I.

JORGE PALACIOS P.

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

Presidente de Tesis

MARIO ELASCO L., I.A., Ph. D.

18870

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLOGICO AGRICOLA**

Pasto - Colombia

1.970

31.4
435

i

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

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

000
F

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

DEDICO
ALVARO G. MATTA I.

DEDICO
ALVARO G. MATTA I.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO	
ALBOS	LIBRO
7837	

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJA

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

DEDICO

JORGE PALACIOS P.

Este libro pertenece a la biblioteca de la familia del presente trabajo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO	
BIBLIOTECA	
ALBERTO QUIJANO CUERRERO	
No. <u>7831 - -</u>	Fac. <u>Agronomía</u>
Ej. <u>1</u>	
Valor S. _____	Don. <input checked="" type="checkbox"/> Can. _____ Com. _____
Fecha _____	Rep. _____

RECONOCIMIENTOS A;

MARIO BLASCO LAMENCA I.A., Ph. D.

FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA

LUIS YEZID PONCE ORTIZ I. Q.

EFREN CORAL QUINTERO I. A.

Todas las personas que en una u otra forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

	Pág.
	30
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de la zona estudiada....	3
2.1.1 Ubicación y extensión.....	3
2.1.2 Ecología y climatología.....	3
2.1.3 Uso actual de la tierra.....	5
2.1.4 Geología.....	6
2.1.5 Suelos.....	8
2.2 Generalidades del nitrógeno.....	8
2.2.1 Formas y características químicas del nitrógeno en los suelos.....	9
2.2.2 Estudios realizados en Colombia.	12
2.3 Generalidades del fósforo.....	14
2.3.1 Formas del fósforo en los suelos	15
2.3.2 Fijación del fósforo.....	20
2.3.3 Estudios realizados en Colombia.	21
2.4 Generalidades del potasio.....	22
2.4.1 Fijación del potasio.....	25
2.4.2 Formas del potasio.....	26
2.4.3 Estudios realizados en Colombia.	27
III. MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1 Materiales.....	29
3.2 Métodos.....	30
3.2.1 Análisis físico-químico.....	30
3.2.1.1 Humedad.....	30

	Pág.
3.2.1.2 Reacción del suelo.....	30
3.2.1.3 Textura.....	30
3.2.1.4 Carbono orgánico.....	30
3.2.1.5 Materia orgánica.....	31
3.2.1.6 Relación carbono-nitrógeno.....	31
3.2.1.7 Capacidad catiónica de cambio.....	31
3.2.1.8 Cationes cambiables....	31
3.2.1.9 Color del suelo.....	31
3.2.2 Fraccionamiento del nitrógeno..	32
3.2.2.1 Nitrógeno total.....	32
3.2.2.2 Nitrógeno inorgánico...	32
3.2.2.3 Nitrógeno orgánico.....	33
3.2.2.4 Nitrógeno intercambiable	33
3.2.2.5 Nitrógeno nativo fijo..	33
3.2.2.6 Nitrógeno amoniacal....	33
3.2.3 Fraccionamiento del fósforo....	34
3.2.3.1 Fósforo fácilmente reemplazable.....	34
3.2.3.2 Fósforo unido al calcio no apatítico.....	35
3.2.3.3 Fósforo unido al aluminio.....	35
3.2.3.4 Fósforo unido al hierro.	35
3.2.3.5 Fósforo unido al calcio apatítico.....	35

	Pág.
SUMMARY.....	121
VII. BIBLIOGRAFIA.....	122
APENDICE.....	148

Figura 2. Contorno promedio de las transacciones de crédito correspondientes a los meses, bajo condiciones de paridad. (Estrada, segunda y tercera secciones)..... 54

Figura 3. Contorno promedio de las transacciones de crédito correspondientes a los meses, bajo condiciones de paridad. (Estrada, segunda y tercera secciones)..... 56

Figura 4. Contorno promedio de las transacciones de crédito correspondientes a los meses, bajo condiciones de paridad. (Estrada, segunda y tercera secciones)..... 70

Figura 5. Contorno promedio de las transacciones de crédito correspondientes a los meses, bajo condiciones de paridad. (Estrada, segunda y tercera secciones)..... 72

Figura 6. Contorno promedio de las transacciones de crédito correspondientes a los meses, bajo condiciones de paridad. (Estrada, segunda y tercera secciones)..... 74

ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. Intendencia Nacional del Putumayo. Localización de las muestras estudiadas (Mapa).	62
Figura 2. Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).....	64
Figura 3. Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	65
Figura 4. Contenido promedio de las fracciones de fósforo correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).....	78
Figura 5. Contenido promedio de las fracciones de fósforo correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	79
Figura 6. Contenido promedio de las fracciones de potasio correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (primera, segunda y tercera capas).....	101

	Pág.
Figura 7. Contenido promedio de las fracciones de potasio correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (primera, segunda y tercera capas).....	102
Figura 8. Comparación entre contenidos promedios de nitrógeno intercambiable, fósforo aprovechable y potasio intercambiable, correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera y bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	103
Figura 9. Comparación entre los contenidos de nitrógeno total, fósforo total, correspondientes a los suelos bajo condiciones de pradera y bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	104
Figura 10 Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable, en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera capa).....	108
Figura 11 Relación entre el nitrógeno total y el intercambiable, en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Segunda capa).....	109
Figura 12 Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Tercera capa).....	110
Figura 13 Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico, en los suelos, ba-	

	Pág.
jo condiciones de pradera. (Segunda capa).....	111
Figura 14. Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico, en los suelos, bajo condiciones de pradera (Segunda capa).....	112
Figura 15. Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico, en los suelos, bajo condiciones de pradera (Tercera capa).....	113
Figura 16. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera capa).....	114
Figura 17. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable, en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Segunda capa).....	115
Figura 18. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos bajo condiciones de pradera. (Tercera capa).....	116

	TABLAS.	Pág.
Tabla	I. Algunas características físicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Primera capa).....	43
Tabla	II. Algunas características físicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Segunda capa).....	44
Tabla	III. Algunas características físicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Tercera capa).....	45
Tabla	IV. Algunas características químicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Primera capa).....	46
Tabla	V. Algunas características químicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Segunda capa).....	47
Tabla	VI. Algunas características químicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Tercera capa).....	48
Tabla	VII. Contenidos máximo, promedio y mínimo de algunas características químicas correspondientes a los sue-	

	Pág.
los, bajo condiciones de pradera (Primera capa).....	49
Tabla VIII. Contenidos máximo, promedio y mínimo de algunas características químicas, correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Segunda capa).....	50
Tabla XIX. Contenidos máximo, promedio y mínimo de algunas características químicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Tercera capa).....	51
Tabla X. Contenidos máximo, promedio y mínimo de algunas características químicas correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera capa).....	52
Tabla XI. Contenidos, máximo, promedio y mínimo de algunas características correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Segunda capa).....	53
Tabla XII. Contenidos máximo, promedio y mínimo de algunas características correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Tercera capa).....	54

	Pág.
Tabla XIII. Fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Primera capa).....	59
Tabla XIV. Fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Segunda capa).....	60
Tabla XV. Fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Tercera capa).....	61
Tabla XVI. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno de los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).....	62
Tabla XVII. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los suelos, bajo condiciones de bosque (Primera, segunda y tercera capas).....	63
Tabla XVIII. Fracciones de fósforo correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Primera capa). 69	69
Tabla XIX. Fracciones de fósforo correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera (Segunda capa). 70	70

		Pág.
Tabla	XX. Fracciones del fósforo correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Tercera capa).....	71
Tabla	XXI. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de fósforo de los suelos, bajo condiciones de pradera (Primera segunda y tercera capas).....	72
Tabla	XXII. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de fósforo de los suelos, bajo condiciones de bosque (Primera segunda y tercera capas).....	73
Tabla	XXIII. Comparación de los fosfatos cálcicos y los fosfatos de hierro y aluminio, expresados en porcentajes del fósforo total y del fósforo inorgánico en condiciones de pradera y bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	74
Tabla	XXIV. Fósforo aprovechable (Bray I) correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y pradera. (Primera, segunda y tercera capas).....	75
Tabla	XXV. Relación N/P orgánico correspondientes a los suelos, bajo con	

		Pág.
	diciones de bosque y pradera. (Primera, segunda y tercera ca pas).....	76
Tabla	XXVI. Relación C/P orgánico corres- pondiente a los suelos, bajo- condiciones de bosque y prade ra. (Primera, segunda y terce ra capas).....	77
Tabla	XXVII. Fracciones de potasio corres- pondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y prade ra. (Primera capa).....	84
Tabla	XXVIII. Fracciones de potasio corres- pondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y prade ra. (Segunda capa).....	85
Tabla	XXIX. Fracciones de potasio corres- pondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque y prade ra. (Tercera capa).....	86
Tabla	XXX. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de po tasio en los suelos, bajo con diciones de pradera (Primera, segunda y tercera capas).....	87
Tabla	XXXI. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de po	

	Pág.
Tabla XXXI. Lixiviación del potasio en los suelos, bajo condiciones de bosque (Primera, - segunda y tercera capas).....	88
Tabla XXXII. Lixiviación del potasio mediante la adición de 100 c.c./día de HCl 0.01N correspondiente a los suelos bajo condiciones de pradera y bosque. (Primera capa).....	89
Tabla XXXIII. Lixiviación del potasio mediante la adición de 100 c.c./día de HCl 0.01N correspondiente a los suelos bajo condiciones de pradera y bosque (Segunda capa)	90
Tabla XXXIV. Lixiviación del potasio mediante la adición de 100 c.c./día de HCl 0.01N correspondiente a los suelos bajo condiciones de pradera y bosque (Tercera capa)...	91
Tabla XXXV. Contendos de sodio total e intercambiable, correspondientes a los suelos bajo condiciones de pradera (Primera, segunda y tercera capas).....	92
Tabla XXXVI. Contenidos de sodio total e intercambiable correspondientes a los suelos bajo condiciones de bosque (Primera, segunda y tercera capas).....	93

Tabla XXXVII.	Relación K/Na en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos, bajo condiciones de pradera (Primera, segunda y tercera capas).....	94
Tabla XXXVIII.	Relación K/Na en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos, bajo condiciones de bosque (Primera, segunda y tercera capas).....	95
Tabla XXXIX	Contenidos de calcio y mangensio y relación Ca/Mg correspondiente a los suelos, bajo condiciones de pradera (Primera capa).....	96
Tabla XL.	Contenidos de calcio y magnesio y relación Ca/Mg correspondiente a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Segunda capa).....	97
Tabla XLI.	Contendos de calcio y magnesio y relación Ca/Mg correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Tercera capa).....	98
Tabla XLII.	Contenidos de calcio y magnesio y relación Ca/Mg correspondiente a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	99

Tabla XLIII.	Contenidos máximo, promedio y mínimo de calcio y magnesio y relación Ca/Mg correspondiente a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera, segunda y tercera capas).....	100
Tabla XLIV.	Relaciones estadísticas entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).....	105
Tabla XLV.	Relaciones estadísticas entre el fósforo total y el fósforo orgánico, bajo condiciones de pradera (Primera, segunda y tercera - capas).....	106
Tabla XLVI.	Relaciones estadísticas entre el potasio total y potasio intercambiable, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).....	107

ESTUDIO DEL NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN LOS SUELOS TROPICALES EN LA INTENDENCIA NACIONAL DEL PUTUMAYO (*)

Este estudio científico, es el resultado de una
laboriosa e importante investigación del autor, Ma-
estro y profesor en

ALVARO G. MATTA I.

JORGE PALACIOS P.

I. INTRODUCCION

Todo estudio de fertilidad que se realice en la Intendencia Nacional del Putumayo, es de vital importancia, por cuanto hasta el momento no se conocen investigaciones que comprendan esta región colombiana. Por esta razón, nuestra atención se centra en el sentido de buscar una respuesta a los problemas de carácter investigativo, que encuentran aquí un campo vastísimo.

Económicamente, el Putumayo se nos presenta como una de las pocas regiones que tienden a desarrollarse en forma rápida, puesto que en la actualidad las regalías que empiezan a percibir por concepto del

(*) Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Mario Blasco L. I.A., Ph. D.

petróleo, lo ubican como una reserva potencial en el concierto nacional.

Este aspecto económico, es el motivo que nos indujo a iniciarnos en el estudio del nitrógeno, fósforo y potasio en estos suelos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la zona estudiada.

2.1.1 Ubicación y extensión.

La parte comprendida en este estudio se halla situada en la región noroeste de la Intendencia Nacional del Putumayo; la parte estudiada comprende desde la región de Neoca hasta la población de Puerto Asís que queda en la orilla del Río Putumayo.

La superficie total de la Intendencia Nacional del Putumayo es de 25.570 Kms.² o sea el 2.2% de la superficie colombiana y está poblada por 77.114 habitantes (Dórez, 131).

El Putumayo es el más pequeño de los llamados territorios nacionales, o sean las divisiones político-administrativas que no tienen la categoría de departamentos.

2.1.2 Ecología y climatología.

El límite oeste de la Intendencia Nacional del Putumayo lo forma el ramal oriental de la Cordillera Centro-oriental de los Andes en el cual se encuentran formando una línea divisoria entre Narino y Putumayo, las siguientes eminencias: Páramo Las Juy

tas, 3.400 metros; Cerro Patascoy y Santa Lucía, 4.000; Volcán Bordoncillo, 3.700 metros y Cerro Patascoy del Putumayo, 3.100 metros (Pérez, 131).

La parte estudiada o sea la región comprendida entre Mocoa y Puerto Asís tiene una altura de 1.000 metros o menos sobre el nivel del mar (entre 700 y 200 está la casi totalidad del territorio del Putumayo, o sea sus 9/10 partes aproximadamente) (Pérez, 131).

Como se ve el clima de la Intendencia se presenta como el propio de los diferentes pisos térmicos según su situación de altura sobre el nivel del mar.

El clima de esta zona, de acuerdo a (Gómez, 82), es un clima húmedo con lluvias intensas y frecuentes en abril, mayo, junio y julio; en agosto, septiembre y octubre intermitentes y menos fuertes, y son meses de transición con invierno suave marzo y noviembre y diciembre, enero y febrero son de verano y fuerte calor, temperatura de 24 y 30⁰C.

El clima de la zona en estudio según (Pérez, 131), es el mismo que el de la Intendencia del Caquetá ya que ésta es la continuación de la del Putumayo y sólo queda como división el Río Caquetá.

Se las puede clasificar en dos grandes

divisiones: una faja pequeña al terminar las estribaciones de la cordillera que puede precisarse como sabana húmeda y el resto, o sea la gran llanura, como selva húmeda o bosque húmedo tropical.

La vegetación representativa de esta área es la típica de un bosque tropical húmedo o sea la presencia de grandes árboles y una selva que se presenta inhóspita y difícil para su colonización.

En su estudio comparativo sobre la distribución de especies selváticas, Cuatrecasas citado por Pérez (131), concluye que la flora de la selva del Chocó, hace parte de la misma vegetación de la Hoja Amazónica que se extendió a estas regiones antes del surgimiento de la Montaña Andina, siendo una característica de estas formas, la abundancia de clusiáceas y ericacias epífitas, como Psammisia occidentales, Cavendishia compacta, C. Thibaudia pachypoda con difusión de melastomacias arbóreas, fruticosas y epífitas.

A raíz de las primeras inclusiones del hombre en la selva virgen los terrenos son invadidos por espeso matorral de macroformas herbáceas, en donde participan musáceas de hermosas flores.

2.1.3 Uso actual de la tierra.

El área comprendida entre la capital de la Intendencia, Nocca y la población de Puerto Asís (Río Putumayo), tiene una extensión aproximada de 20.000 hectáreas que se hallan distribuidas en la siguiente forma: el 80% está ocupada por la inmensa zona amazónica, 15% se encuentra ocupada por praderas ya sea con pastos naturales o con pastos artificiales y el 5% restante está dedicada al cultivo. La explotación agrícola está constituida por cultivos cuya modalidad es la de pequeñas parcelas establecidos por colonos en terrenos que están en vía de desarrollo. Tenemos como principales cultivos: el arroz, plátano, maíz, caña de azúcar y yuca. En cuanto a pastos, tenemos que son diversas las variedades que se producen adaptándose en forma admirable, entre estos tenemos el puntero, angleton, micay, pará, elefante y pangola.

2.1.4 Geología.

La geología de la distribución de la Cordillera Centro-oriental en el sector de la carretera comprendida entre San Francisco y El Pepino, está formada por las siguientes estructuras: en San Francisco aparece el cretácico formado por areniscas, pizarras, lías y rocas calcáreas entre las cuales se encuentran fósiles que llegan a tener hasta 80 cm. de diámetro, luego vienen unas formaciones de ladera muy

inestables (Royo y Gómez, 137).

Royo y Gómez (137), en su estudio sobre esta región indican que el cretácico está bien representado en el Valle de Mocoa, formando la loma o sierra de Churumbelo divisoria con el Caquetá e integrado por calizas potentes gris negruscas bituminosas sobre las cuales vienen arcillas pisarrosas y esquistos arcillo-negruscos con lechos de liditas; en este conjunto arcilloso se intercalan bancos de areniscas con vetas delgadas, irregulares e inconstantes de carbón que afloran desde la confluencia del Rumiayaco con el Mocoa.

En cuanto al terciario se conservan dos formaciones distintas, una inferior, en contacto con el cretácico y terrenos antiguos, integrada por puddingas, con cantos de cuarzo y de liditas principalmente, areniscas (cuarcíferas), arcillas y gredas grises muy rojas y abigarradas (Royo y Gómez, 137).

El mismo autor indica que desde Villagarcía hacia el sur, ya en plena planicie selvática, cuando asoman los materiales del subsuelo, bien en las lomas o en los cauces fluviales, se ven arcillas y gredas abigarradas y hasta algo rojizas pero en especial areniscas más o menos sueltas de color pardo que parecen pertenecer ya de un modo franco a una forma-

ción más moderada en el terciario.

2.1.5 Suelos.

Los suelos predominantes en la zona alejada de los ríos, son los característicos del trópico húmedo o sea los que prevalecen en la zona ecuatorial (Idarraga, 94). Se caracterizan por la acidez, la cual se acentúa por la destrucción rápida de los residuos orgánicos.

En los suelos aluviales se distinguen las terrazas, sepultadas parcialmente por los abanicos, las vegas, los diques naturales y los lechos antiguos; su profundidad efectiva es amplia, no constituyendo factor limitante para los cultivos (Samel, 140; Cabre ra et al, 55).

(2.2 Generalidades del nitrógeno.

De los diferentes elementos nutritivos de los vegetales, el nitrógeno ha sido probablemente el que mayor estudio ha recibido y aun recibe mucha atención. Existiendo para ello varias razones: a) La gran cantidad de nitrógeno consumida por los cultivos y la pequeña proporción existente en el suelo; b) Las pérdidas por lixiviación y volatilización. Además, su efecto sobre los cultivos es muy rápido. (Buckman y Brady, 54).

En suelos tropicales es de especial importancia el nitrógeno, ya que las elevadas temperaturas que producen la descarboxilación de nitrógeno y, como consecuencia las pérdidas de los compuestos orgánicos nitrogenados, principal fuente de nitrógeno total. De allí que el contenido de nitrógeno total sea menor en las zonas tropicales colombianas que en las zonas templadas (Blasco, 30, 31).

En suelos volcánicos, el contenido de nitrógeno inorgánico total parece ser relativamente bajo según resultados obtenidos por Mikami y Kanohiro (119); Molina y Blasco (121).

2.2.1 Formas y características químicas del nitrógeno en los suelos.

En suelos tropicales influenciados por cenizas volcánicas, la relativa abundancia de nitrógeno total parece deberse a la presencia de alófana, la cual impide en cierta forma la descomposición de los materiales orgánicos. (Bornemisza y Pineda, 42). Su explicación parece se deba a la inhibición de la actividad enzimática de la proteasa (Aomine y Kobayashi, 14), que impide la transformación del nitrógeno proteínico que constituye en promedio un tercio del total (Brenner, 45, 46), aunque en algunos suelos puede llegar al 50% (Kojima, 105).

El nitrógeno presenta en los suelos dos formas: orgánica e inorgánica.

La fracción orgánica representa el 90 a 95% del nitrógeno total, correspondiendo a la fracción inorgánica el 5 al 10% del nitrógeno total (Blasco, 34; Bremner, 48; Kononova, 106; Bremner y Shaw, 50 y Adams et al, 2). Los mismos autores dicen que el 5 al 10% del nitrógeno del suelo puede encontrarse en forma de amino-azúcares.

Las rocas pueden ser fuentes de nitrógeno inorgánico. Adams y Stevenson (3), encontraron que algunas rocas ígneas, granitos y pegmatitas, y silicatos primarios como feldespatos y micas, contenían nitrógeno.

Según Stevenson (155), en granitos, el nitrógeno total se encuentra entre 17 - 78 ppm, en basaltos 20 ppm, y en gabros 21 ppm.

Según Wlowska (178), la mayoría de las rocas magnéticas contenían de 5 - 5gr/ton. de $N-NH_3$. Siendo mayor su contenido en las rocas sedimentarias, 135 gr/ton. en areniscas y 580 gr/ton. en las arcilláceas; correspondiendo el contenido más bajo a las rocas metamórficas. Además se encontró también $N-NH_3$ en rocas calcáreas y en sedimentos superficiales 5 - 20 gr/ton.

Tamini et al, (162) encontraron que la retención inorgánica de amonio se debía a la formación de tarakanitas, que son complejos amorfos de amonio con sílice, hierro hidratado y fósforo, relativamente insolubles.

Dentro de la forma inorgánica del nitrógeno se encuentra también el nitrógeno nativo fijo situado entre las láminas de las arcillas.

La fijación del nitrógeno en forma inorgánica es mayor en suelos cuyas arcillas son del tipo 2:1 especialmente del grupo de la montmorillonita y vermiculita. (Blasco y Cornfield, 37; Young y McNeal, 179; Ivanov, 95; Sohn y Peech, 153).

De las arcillas, la illita, vermiculita y montmorillonitas son las que poseen mayor poder de fijar el $N-NH_4$, en cambio es la caolinita la que tiene menor poder de fijación. (Allison, Doetzh y Røller, 10; Blasco y Cornfield, 37; Hanway y Scott, 85). Aumentando con la profundidad de fijación del $N-NH_4$ (Aomine, 13; Walsh, 168).

Otra fracción de nitrógeno es la forma intercambiable, la cual se presenta retenida en la superficie de las arcillas. (Blasco, 34). Se ha determinado como $N-NH_4$ intercambiable a las cantidades ex-

traídas con sales solubles, especialmente cloruro de calcio y potasio normal. (Blasco, 34; Bremner, 49; Allison et al, 10).

Otra de las formas del nitrógeno es la fracción $N-NH_3$, la cual se considera previamente de la mineralización y amonificación de los compuestos orgánicos nitrogenados, resultantes de la actividad microbiológica sobre la materia orgánica (Alexander, 9; Blasco, 34; Winogradski, 177).

El $N-NH_3$ puede ser absorbido por los sistemas coloidales mediante procesos físicos o químicos. (Harmseni y Kolenbrander, 87; Mortland y Wolcott, 124).

2.2.2 Estudios realizados en Colombia.

De acuerdo a los distintos estudios realizados en Colombia (20, 29, 34, 66, 121, 160) se puede decir que el nitrógeno orgánico representa entre 68 y el 85% del nitrógeno total y dentro de la fracción inorgánica del 5 al 22% del nitrógeno total, también se ha observado que el nitrógeno nativo fijo varía entre el 3 y el 18% del nitrógeno total, no así la fracción intercambiable que oscila entre el 1 y el 4%.

Molina y Blasco (121), estudiaron el

nitrógeno de los suelos volcánicos del Altiplano de Pasto y encontraron que el nitrógeno total en promedio se aproxima a 0.04% y que se distribuye homogéneamente en los distintos perfiles analizados.

Molina y Blasco (121); Bastidas et al, (20) y Rosero (*) encontraron que no existe correlación entre el nitrógeno total y el intercambiable. Analizando los resultados de estos trabajos parecen sugerir que el nitrógeno intercambiable se hace mayor cuando los suelos tienen un contenido de materia orgánica menor.

Para los suelos del Valle del Cauca, Blasco (34), encontró que en promedio el nitrógeno era 2.454 ppm y de esa cantidad el 93.8% era nitrógeno orgánico y que el nitrógeno inorgánico era el 6.16% del nitrógeno total, el 4.42% N-NH₄ nativo fijo y el 1.74% el intercambiable.

Para el Valle del Cesar, Tafur y Blasco (160), encontraron en la primera capa un promedio de 1.319,6 ppm de nitrógeno total, mientras que el ni

(*) Comunicación personal de Luis Guillermo Rosero C. Investigación en progreso. I.T.A. Universidad de Narino. Pasto. 1.970

trógeno inorgánico llegó al 21.84% del nitrógeno total, el nitrógeno intercambiable de 5.99% el $N-NH_3$ de 0.59% y el nativo fijo de 15.85% del nitrógeno total.

Bastidas et al (20), encontraron en los suelos del Valle de Sibundoy una correlación altamente significativa entre el nitrógeno total y el intercambiable en condiciones de pantano, mientras que para condiciones de pradera y cultivo no encontraron ninguna correlación.

Los mismos autores encontraron que en estos suelos el contenido de nitrógeno total es muy alto (2.5 - 0.9% en promedio), en la primera capa y alto en la segunda (0.23 - 0.9% en promedio). Los mayores porcentajes se encontraron en los suelos de pantano y los menores en los suelos de pradera. /)

2.3 Generalidades del fósforo.

El fósforo es un elemento de especial importancia para el crecimiento de las plantas. Los primeros en encontrar que las plantas necesitaban de él, fueron Justus Von Liebig, citado por Masco (28) y posteriormente Lawes y Gilbert, citado por Arambarri (15).

Este es un elemento cuya deficiencia, bien sea provocada por su escasez o derivada de su fijación, se presenta como uno de los principales problemas de

la fertilidad de los suelos. (Blasco, 28; Martínez y Lucena, 114; Russell, 138).

Duckman y Brady (54), dicen que talvés con la excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan fundamental para el crecimiento de las plantas en el campo como el fósforo. Si existe una carencia de este elemento es doblemente serio el problema porque además de tener influencia directa sobre la planta, evita que éste aproveche otros nutrientes.

Las funciones del fósforo son vitales en el desarrollo de las plantas, porque es un constituyente esencial del núcleo y de los ácidos nucleicos, constituyentes esenciales en la vida de las células; interviene en muchas reacciones bioquímicas concernientes con el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas e incide directamente en la formación de semillas y en la maduración de los frutos. (Alexander, 9; Hossner y Richards, 90; Wilcox y Townsend, 175; Wallace, 169).

2.3.1 Formas del fósforo en los suelos.

Los fraccionamientos del fósforo se empezaron a realizar en 1.906 y fue el primero en hacerlo Parps, posteriormente en 1.938 lo realizó Dean. (Martínez y Lucena, 114; Blasco, 33).

A partir del método publicado por Chang y Jackson (59), ha tomado auge el fraccionamiento del fósforo y son muchos los trabajos realizados (4, 7, 71, 73, 78, 83, 84, 100, 115, 135, 147, 148, 172), siendo en Colombia recientes y escasos (20, 32, 130, 161).

Diferentes estudios realizados en suelos tropicales dan como resultado un contenido de fósforo total variable, se encontraron datos que oscilan entre 3.000 ppm y menos de 150 ppm (71, 78, 123, 135, 166). Este fenómeno de variabilidad ocurre debido a que el fósforo es dependiente de múltiples factores (McConaghy et al, 117; Goel y Agarwal, 81).

En los suelos de las regiones tropicales se ha encontrado el fósforo total disminuyendo a medida que se hace más profundo el perfil, esto se debe a la rápida disminución de la fracción orgánica. (Enwezor y Moore, 69; Blasco y Bohorquez, 35; Tafur y Blasco, 161).

En el Amazonas colombiano, Blasco (29), encontró para suelos terciarios, en los tres primeros horizontes, que el fósforo orgánico predomina sobre las demás fracciones siguiendo en su orden el fósforo unido al hierro, el fósforo inerte, el fósforo unido al calcio no apatítico, el fósforo unido al

calcio apatítico y el fósforo fácilmente reemplazable. Para suelos aluviales, en la misma región encontró el orden siguiente: fósforo inerte, fósforo orgánico, fósforo unido al aluminio, fósforo unido al hierro, fósforo unido al calcio no apatítico, no encontrándose fósforo fácilmente reemplazable.

La característica principal del fósforo es la de limitar la producción, en la mayoría de los suelos tropicales y derivados o no de cenizas volcánicas, debido a los problemas de fijación bien sea por los sesquióxidos de hierro y aluminio o por la alúfana (Fassbender, 72, 73, 74, 75).

La fracción inerte corresponde a formaciones mineralógicas muy estables, no participando en la reacción de un suelo, sino a medida que se produce la meteorización (Lotero, 111; Tafur, 159).

Los más altos porcentajes de la fracción inerte se presentan en suelos poco meteorizados (hasta un 50% del fósforo total), no así en suelos cuya descomposición química es drástica, como ocurre en regiones tropicales donde su porcentaje varía entre el 5 y el 10% del fósforo total. (Sen Gupta y Cornfield, 147; Blasco, 33).

El fósforo orgánico puede representar aproximadamente un 3 a un 90% del fósforo total. (Fassbender et al, 78).

Dentro de la fracción inorgánica la concentración de los fosfatos de hierro y aluminio es mayor que la correspondiente a los fosfatos cálcicos cuando la meteorización del suelo es drástica. (Chang y Jackson, 60; Hsu y Jackson, 92; Syers, 158; Morillo y Fassbender, 123).

Se ha encontrado que la cantidad de fósforo orgánico más alta se presenta en suelos de mayor precipitación y temperatura anual baja. (Westin y Buntley, 172).

Existe una correlación positiva entre las cantidades de fósforo orgánico y las cantidades de carbono orgánico y nitrógeno. (Black y Gering, 25). Estos autores dicen que la materia orgánica de los suelos minerales contiene C: N: P en relación 110:9:1, siendo más amplia para suelos orgánicos. La relación entre el fósforo orgánico y la materia orgánica es mayor en suelos ácidos que en suelos alcalinos, lo que quiere decir que el fósforo orgánico es resistente a la descomposición en suelos ácidos.

Según Blasco et al, (36) y Fabry, (70) habrá una rápida mineralización del fósforo orgánico cuando en el suelo abundan los ácidos nucleicos, mientras que será muy lenta si predomina la fitina.

X

Weir y Soper (170), indican que cuando el fosfato monocálcico es añadido al suelo se forma inicialmente el fosfato bicálcico dihidratado, éste último compuesto es lentamente transformado, por medio de la hidrólisis, a fosfato octocálcico y finalmente a hidroxapatita, entonces se cree que la hidroxapatita o el fosfato octocálcico gobierna la concentración del fósforo en la solución.

Kaila (101), encontró que el fósforo unido al calcio es menor en la superficie del suelo, esto puede deberse a la mayor actividad microbial en este horizonte, los cuales son capaces de disolver la apatita y ser utilizado ¹⁰⁰⁷ por las plantas.

De los estudios realizados en Colombia, (29, 35, 159), se deduce que el fósforo unido al calcio (apatítico y no apatítico) tiene menor importancia que las fracciones de fósforo unidas al hierro y al aluminio, exceptuando el fósforo apatítico en los suelos aluviales del Amazonas cuya cantidad es relativamente alta, indican que esto se debe a la fuerte meteorización de los suelos tropicales que origina una lixiviación del catión calcio.

El fósforo aprovechable es el que se encuentra retenido en la superficie de los coloides del suelo. (Duchaufour, 64). En aquellos suelos donde pre-

dominan los sesquióxidos de hierro y aluminio y alófa na, esta fracción es pequeña debido a la fijación que sufre el ion PO_4^- . (Blanchet, 26; Hemmwall, 88; Leon y Coleman, 110).

2.3.2 Fijación del fósforo.

La fijación del fósforo es un proceso por el cual los fosfatos solubles pasan a formas menos disponibles, a través de una reacción con las partículas orgánicas e inorgánicas del suelo (Fassbender, 72).

En lo referente a las arcillas, el ion PO_4^- , es absorbido por los iones de calcio intercambiable y/o por el aluminio de las láminas cristalinas (Barbier, 23; Blanchet, 26; Wey, 173).

En lo que se refiere a los coloides inorgánicos del suelo, aparecen dos estados de fijación dentro de una misma reacción: a) La fijación del fósforo se realiza en forma rápida por el hierro y el aluminio intercambiables. b) La fijación es muy lenta ya que el fósforo tiene que reaccionar con el hierro y el aluminio, liberados por la descomposición de los respectivos minerales. (Hemmwall, 88).

En los suelos calcáreos e alcalinos, la fijación del fósforo es debida a la formación de

una serie de fosfatos insolubles de calcio. También el fósforo puede ser fijado por el Al^{+++} o $Al(OH)_3$ en la fracción arcillosa de los suelos alcalinos, siendo esta fijación función parcial de otros cationes presentes (Hemmwall, 88).

2.3.3 Estudios realizados en Colombia.

Pantoja (130) encontró que el contenido de fósforo total en los suelos de clima medio nariense es bajo, aproximadamente 525 ppm, apareciendo en forma inerte entre el 60 y el 45% de esa cantidad. El contenido de fósforo orgánico es escaso representa de alrededor del 14% del fósforo total. También en estos mismos suelos los fosfatos de hierro y aluminio duplican la concentración de los fosfatos cálcicos, incluso en suelos ligeramente más fríos, como los del Valle de Sibundoy (Bastidas et al, 21), los fosfatos de hierro y aluminio representan entre el 37 y el 50% del fósforo inorgánico, mientras que los de calcio varían entre el 5 y el 13%.

En los suelos de Sibundoy, el fósforo fácilmente reemplazable es bajo alrededor de 7 ppm. La deficiencia de fósforo directamente aprovechable se atribuye a la posible presencia de alófana (Bastidas et al, 21).

En otros suelos colombianos del Valle del Cesar y Cauca (Tafur, 159; Blasco y Bohorquez, 35), encontraron que las cantidades de fósforo retenidas por el hierro eran más importantes que las retenidas por el aluminio o el calcio.

En ambas áreas el fósforo orgánico representó la mayor reserva fosforada de los suelos, representando entre el 20 y 30% del fósforo total. El fósforo inerte representó entre el 35 y 58% del fósforo total.

2.4 Generalidades del potasio.

El potasio es uno de los grandes actores del metabolismo vegetal. Se ha encontrado que existe relación entre la presencia de potasio y la absorción de agua por las plantas, si hay una dosis adecuada de potasio son resistentes a la sequía (Amberger, 11; Duthion, 67).

El potasio es originado principalmente por los siguientes minerales: feldespatos potásicos, moscovita y biotita (Kernan, 104; Tisdale y Nelson, 164 y Russell, 138). Bajo condiciones de laboratorio se demostró que los feldespatos potásicos son los que más fácilmente reaccionan con el agua para liberar los iones potásicos, en los suelos no ocurre igual ya que el

feldespato está protegido por una capa contra la meteorización.

Resultados experimentales indican que el orden de asequibilidad del potasio para las plantas disminuye en forma descendente: biotita, moscovita, feldespatos potásicos. (Tisdale y Nelson, 164).

Entre los menores portadores de potasio las micas y de estos tenemos la illita que contiene de 4 - 5% de K_2O . Al degradarse liberan el ion potásico que pasa a las posiciones de intercambio (Duchaufour, 64; Millot, 120; Sánchez et al, 141).

El potasio interviene también en la fotosíntesis de las plantas, en el metabolismo de los carbohidratos y de las proteínas. (Albareda y del Pilar, 5; Duthion, 67; Okanenke y Bernathein, 128; Senneke y Krasilnikova, 146).

El potasio juega un papel importante en el crecimiento de las plantas estimulando la acumulación del almidón. Russell (138), afirma que en los suelos que tienen poco suministro de potasio las plantas tienden a tomar más nitrógeno del necesario, lo cual puede provocar el vaneamiento, debilidad y volcamiento.

El potasio también interviene en la

formación del grano de los cereales dando como resultado semillas densas y voluminosas.

Se sabe que hay relación entre el potasio y otros elementos, así tenemos que el sodio es un elemento que puede reemplazar de una manera fácil al potasio, así que cuando el potasio de una zona es bajo el sodio da lugar a un aumento de la producción de la planta (Buckman y Brady, 54).

Sin embargo, Hamer citado por Albareda et al, (5) sostiene que en ausencia del potasio el sodio es incapaz de ~~de~~ asumir las funciones de este, aunque como ya se dijo hay algunas plantas que cuando el potasio es insuficiente se benefician con la presencia del sodio.

También existe una relación con el rubidio lo cual se debe a la similitud de carga y tamaño iónico.

Según Rodríguez (133), se ha observado la relación entre el potasio y el uranio en algunos suelos volcánicos.

El potasio presenta antagonismo con otros elementos entre ellos el calcio y éste, a su vez, produce una disminución en la asimilación del hierro dando a la planta una apariencia clorótica.

Albereda et al (6), indican que a medida que aumenta el potasio en la solución nutritiva, disminuye el magnesio asimilable.

2.4.1 Fijación del potasio.

Para que un suelo tenga capacidad de fijar potasio se necesita la presencia de ciertos minerales capaces de atrapar este ión en forma no intercambiable (Kaila, 101).

El radio iónico (1.33 \AA^0) y el escaso o nulo poder de hidratación, hacen que el potasio se sitúe entre las partes estructurales y así quede detenido con mayor o menor fuerza (Rodríguez, 133; Norrish, 127).

Esta fijación ha sido estudiada por varios autores y es un hecho que se conoce desde hace mucho tiempo (Cornfield y Pollard, 58; Dennis y Ellis, 63; Reitemeir, 132).

Se puede decir que de las arcillas la que presenta menor capacidad de fijación del potasio es la caolinita, no así la illita, vermiculita y montmorillonita que tienen un poder mayor de fijación (Siew, 150).

Se puede decir que la materia orgánica impide la fijación del potasio ya que bloquea las lá-

minas de los minerales arcillosos (Ordóñez, 129).

2.4.2 Formas de potasio.

Existen varias formas de potasio en el suelo. Algunas de ellas inasequibles por las plantas, y otras solubles en agua. Los autores distinguen las siguientes formas:

Potasio soluble en agua: es el más asequible por las plantas (Rouse, 136; Hogg, 89; Schuffelen y Vonder Narel, 145; Sutton y Seay, 156, esta fracción representa alrededor del 0.5% del potasio total. (Bohorquez, 39; Kerman, 104; Ordóñez, 129; Tafur, 159).

Potasio intercambiable: este se encuentra retenido, en parte, por las caras externas de las arcillas, se puede reemplazar químicamente por la acción de las sales neutras u otros cationes (Duchaufour, 64; Wiklander, 174).

Potasio fijo: esta fracción se encuentra retenida entre las láminas de las arcillas y este no actúa en la capacidad de cambio de los suelos. (Barbier, 22; Duchaufour, 64; Wiklander, 174). Dentro de este existe una fracción más soluble, que dentro del equilibrio dinámico pasa fácilmente a potasio intercambiable (McLean, 143).

Parece que existe un equilibrio dinámico entre las formas de potasio, siendo el más rápido aquel que ocurre entre las formas intercambiable y soluble en agua (Kauffman y Bouldin, 103).

Las formas más asequibles por las plantas son las fracciones soluble e intercambiable. (Houssé, 136; Schuffelen y Vonder Marel, 145; Sutton y Seay, 156), pero cuando estas son escasas, los vegetales las pueden tomar al menos en parte, de las formas fijas. (Arnold y Close, 17; Siew, 150; Welte y Nieber budde, 171), ya que las raíces de las plantas pueden realizar la meteorización de los minerales potásicos (Conyers y McLean, 56).

2.4.3 Estudios realizados en Colombia.

En Colombia se han realizado diferentes estudios de las distintas fracciones del potasio. Así tenemos que Durán (65), encontró que el contenido medio de los suelos de la baja Guajira era de 32.000 ppm (máximo hasta la fecha en Colombia), esto debido a la influencia de los feldespatos potásicos y a la aridez de la zona.

En el Valle del Cesar las cantidades totales oscilaban entre 18.000 y 11.000 ppm (Tafur, 159) y en los suelos aluviales del Amazonas el prome-

dio fue de 10.000 ppm (Blasco, 29), cantidades menores tenemos en el Valle del Cauca (Bohorquez, 39) con 5.000 ppm y para los suelos del terciario amazónico 3.000 ppm (Blasco, 29).

En suelos narifenses de clima medio se encontró un promedio de 5.000 ppm (García, 79), para los del Altiplano de Pasto 8.000 ppm (Ordóñez, 129), y para los suelos del Valle de Sibundoy varían entre 8.000 y 5.700 ppm (Bastidas et al, 20).

El potasio estructural, que constituye la mayor parte del potasio total varía en los suelos colombianos entre el 95% en los suelos del Cesar (Tafur, 159) y el 75% en los suelos volcánicos de clima medio de Narifio y Valle de Sibundoy (García, 79; Bastidas et al, 20). De lo anterior se deduce que la fracción no intercambiable es mayor en suelos volcánicos que en los no volcánicos y lo mismo ocurre con la fracción intercambiable.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.

3.1.1 Muestreo.

Para la realización de la presente investigación se utilizaron muestras provenientes de la Intendencia Nacional del Putumayo en el trayecto comprendido entre Mocoa y Puerto Asís.

Las muestras se tomaron en las áreas de Mocoa, Pepino, Villagarzón, Cafelina, Uchipayaco, Puerto Caicedo, Campo Santana, Puerto Asís (Río Putumayo). Los sitios de muestreo aparecen señalados en la Figura No. 1. En cada localidad se tomaron muestras de la primera capa, en la segunda capa no se tomó muestra únicamente en Puerto Asís y en la tercera capa no se tomaron muestras en La Cafelina, Puerto Caicedo y Puerto Asís.

Las diferentes muestras representativas se obtuvieron mediante cateos con barrenos o describiendo los perfiles a pala. Cada una de las muestras se identificó con el nombre del lugar en que se efectuó la recolección. Las muestras se colocaron en bolsas de polietileno, secándose al aire para pasarlas luego a través de un tamiz de 2 mm. Se guardaron luego en frascos de vidrio para llevarlas al laboratorio.

3.2 Métodos.

Los análisis físico-químicos se realizaron en el Laboratorio de Química y Suelos del Instituto Tecnológico Agrícola de la Universidad de Marifio.

3.2.1 Análisis físico-químico.

3.2.1.1 Humedad.

El porcentaje de agua retenido por el suelo se determinó por diferencia de peso, expresándose en base seca, disecando las muestras en la estufa a 105°C. durante 24 horas (Silva et al, 151).

3.2.1.2 Reacción del suelo.

Para la determinación del pH se utilizó un gramo de suelo, añadiendo luego agua destilada hasta obtener una consistencia pastosa para luego agitar continuamente durante 10 minutos, se leyó en el potenciómetro tipo Beckman H-2. Masco (*).

3.2.1.3 Textura.

Se determinó siguiendo el método de Bouyoucos (43).

3.2.1.4 Carbono orgánico.

Se utilizó el método de Walkley y Black (Jackson, 96).

(*) Comunicación personal de Mario Masco L.

3.2.1.5 Materia orgánica.

Se determinó multiplicando el porcentaje de carbono orgánico por la constante 1.724 (Jackson, 97).

3.2.1.6 Relación carbono-nitrógeno.

Se obtuvo dividiendo el porcentaje de carbono orgánico por el porcentaje de nitrógeno.

3.2.1.7 Capacidad catiónica de cambio.

Se determinó por el método descrito por Schollemberger y Simon (Jackson, 97), que consiste en la utilización del acetato de amonio normal y neutro.

3.2.1.8 Cationes cambiables.

Según lo indicado por Jackson (97) se determinó: calcio, magnesio y sodio por medio del espectrofotómetro de llama Coleman.

3.2.1.9 Color del suelo.

Se utilizó la carta de colores de Munsell (125), lo cual se realizó en húmedo y en seco.

3.2.2 Fraccionamiento del nitrógeno.

3.2.2.1 Nitrógeno total.

Se hizo este fraccionamiento utilizando el método de Kjeldhal modificado, realizando una digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado para luego hacer una destilación con hidróxido de sodio al 40% y recolectar el $N-NH_3$ en una solución de ácido bórico al 4%. Luego se valora el destilado con ácido sulfúrico 0.01N (Bremner, 47; Cornfield, 57).

3.2.2.2 Nitrógeno inorgánico.

Se determinó utilizando el método de Bremner (47) que consiste en pesar 5 gr. de suelo y colocarlos en botellas de polietileno, adicionando 100 ml. de la mezcla $HCl\ N : HF\ N$ durante 24 horas. Luego se filtra y se recoge en un vaso de precipitados, se tomaron de este filtrado 25 ml. que se neutralizaron con $NaOH\ 2N$, usando un potenciómetro Beckman para determinar el pH.

Los 25 ml. de alícuota son llevados a destilación usando 50 ml. de borato amortiguado, completando el volumen en un balón de destilación a 300 ml. usando agua destilada, el destilado es atrapado con 15 ml. de ácido bórico al 1%, titulándose

con ácido clorhídrico 0.01N usando metil rojo metil azul como indicador.

3.2.2.3 Nitrógeno orgánico.

Se lo obtuvo mediante la sustracción de la determinación del nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico de los suelos (Blasco, 34).

3.2.2.4 Nitrógeno intercambiable

($N-NH_4$ intercambiable).

Se siguió la marcha analítica propuesta por Blasco y Cornfield (32). En botellas de polietileno se colocaron 5 gr. de suelo con 100 ml. de Cl_2 Ca N. Agitándose por 24 horas. Luego se filtró y se neutralizaron unos 25 ml. con NaOH 2N, para luego destilar igual a lo indicado en el nitrógeno inorgánico.

3.2.2.5 Nitrógeno nativo fijo

($N-NH_4$ nativo fijo).

Se lo obtuvo mediante la diferencia entre el nitrógeno inorgánico y el nitrógeno intercambiable (Blasco, 34).

3.2.2.6 Nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$).

siguiendo el método de microdi fusión propuesto por Bremner y Shaw (51). Se tomaron

56 gr. de suelo que se colocaron en frascos con 50 ml. de ClNa , luego se agitó por 15 minutos, y se filtró a continuación. Para determinar el N-NH_3 se tomaron 5 ml. del extracto pipeteándose en la cámara exterior de la célula de Conway mezclándose inmediatamente con 3 ml. de una suspensión de óxido de magnesio al 12% agregando previamente en la celda interior 2 ml. de ácido bórico al 2%. Las cámaras se cerraron dejándolas en reposo por 48 horas al cabo de las cuales se tituló la celda que contenía el ácido bórico, con ácido clorhídrico 0.01N usando el rojo metil azul de metileno como indicador.

3.2.3 Fraccionamiento del fósforo.

Para realizar el fraccionamiento del fósforo se utilizó el método de Chang y Jackson (59), con las modificaciones propuestas por Sen Gupta y Cornfield (148) para distinguir las fracciones del fósforo unido al calcio.

Para el fraccionamiento se procedió así:

3.2.3.1 Fósforo fácilmente reemplazable.

Se tomaron 50 ml. de cloruro de amonio normal añadiendo luego un gramo de suelo y se llevó a agitación por 30 minutos.

3.2.3.2 Fósforo unido al calcio no apatítico.

El residuo del suelo se lo trató con 50 ml. de ácido acético 0.5N y se lo sometió a agitación por una hora.

3.2.3.3 Fósforo unido al aluminio.

Antes de la determinación, el suelo residual se lavó con agua destilada y se centrifugó, luego se agitó con 50 ml. de fluoruro de amonio neutro 0.5N durante una hora.

Para evitar las interferencias del fluoruro en la lectura correspondiente a esta fracción se utilizó ácido bórico 0.5M.

3.2.3.4 Fósforo unido al hierro.

El suelo residual se lavó con una solución saturada de cloruro de sodio, luego se agitó durante 17 horas con 50 ml. de hidróxido de sodio 0.1N; mediante floculación con unas gotas de ácido sulfúrico concentrado, se removió la materia orgánica presente en el extracto obtenido.

3.2.3.5 Fósforo unido al calcio apatítico.

Al suelo residual se lo trató con 50 ml. de ácido sulfúrico 0.5N y por medio de agitación y centrifugación se extrajo esta fracción de fósforo.

3.2.3.6 Fósforo orgánico.

Se utilizó el método de ignición de Saunders y Williams (142), según el procedimiento siguiente: se colocó un gramo de suelo en un tubo de centrífuga y se agitó con 50 ml. de ácido acético normal durante 5 minutos y luego se centrifugó. El líquido sobrenadante se decantó y el suelo residual se trató con 50 ml. de ácido sulfúrico 0.2N, se agitó durante 30 minutos y se filtró a través de papel filtro, lavando después con agua destilada. El suelo lavado se sometió a ignición por dos horas a una temperatura de 550°C., se enfrió y agitó con 10 ml. de ácido sulfúrico 0.2N durante 30 minutos. Se filtró y se tomó una cantidad del líquido para la lectura correspondiente. Se utilizó para la lectura un colorímetro Coleman universal.

3.2.3.7 Fósforo total.

Se utilizó el método descrito por Jackson (97), que consiste en la fusión del suelo con carbonato de sodio.

3.2.3.8 Fósforo inerte.

Se obtuvo restando el fósforo total de la suma de las fracciones inorgánicas más el fósforo orgánico.

3.2.3.9 Fósforo aprovechable.

Se lo determinó mediante el método de Bray I descrito por Saiz y Bornemissa (139).

3.2.4 Fraccionamiento del potasio.

3.2.4.1 Potasio total.

Siguiendo el método descrito por Jackson y Sherman (98). Se colocó un gramo de suelo en un crisol de platino, humedeciéndose con un ml. de ácido sulfúrico 18N, añadiendo a continuación 1 ml. de ácido perclórico y 5 ml. de ácido fluorhídrico del 48%. El crisol se cubrió con su respectiva tapa de platino, dejando una abertura para que los vapores salgan libremente, calentándose a una temperatura de 200-225°C y llevando a sequedad mediante ebullición constante. El anterior procedimiento se repitió por tres veces, luego se agregó 1 ml. de ácido sulfúrico 18N, calentándose hasta la producción de humos. A continuación se dejó enfriar el crisol, adicionándole luego 5 ml. de ácido clorhídrico 6N y 15 ml. de agua destilada. El crisol se pasa a una plancha caliente, hasta que hierve la mezcla. Se deja luego enfriar, se filtra y se lleva a volumen conocido, dejándose luego para leerlo en el espectrofotómetro Coleman.

3.2.4.2 Potasio soluble en agua.

Se utilizó el método de McLean (113), con algunas modificaciones: usando la relación suelo-agua 1:4, agitándose por dos horas y dejando luego en reposo por 16 horas. Luego se filtra y se lleva a volumen conocido, leyéndose luego en el espectrofotómetro Coleman.

3.2.4.3 Potasio intercambiable.

Se siguió el método común de extracción con acetato de amonio normal y neutro descrito por Schollemberger y Simon (144).

3.2.4.4 Potasio intercambiable. (Ácido nítrico 0.1N).

Se procedió de acuerdo a Haylock, con las modificaciones de McLean (112): a 5 gramos de suelo colocados en un vaso de precipitados se le adicionan 50 ml. de ácido nítrico 0.1N dejando en reposo durante la noche, filtrándose luego y llevando a volumen conocido, se lee en el espectrofotómetro Coleman.

3.2.4.5 Potasio no intercambiable.

A.- Total. El filtro con el suelo utilizado en la extracción anterior, se pasó a

un vaso de precipitados agregando 50 ml. de ácido nítrico 1N, llevando a ebullición durante 10 minutos luego se lleva a volumen conocido y se lee en el espectrofotómetro. Sobre el mismo filtro se volvió a repetir la extracción tres veces más, consecutivamente. Según McLean (112), la suma de las cuatro extracciones equivale al potasio no intercambiable total.

B.- La fracción más soluble del potasio no intercambiable según McLean (112) y de acuerdo al procedimiento anterior, la suma de las extracciones 1 y 2 menos la suma de las extracciones 3 y 4, representan la fracción más soluble del potasio no intercambiable.

3.2.4.6 Lixiviación del potasio.

Se procedió de acuerdo a la técnica propuesta por Garman (80), ligeramente modificada: se colocaron 10 gr. de suelo en un embudo provisto de papel filtro Whatman No. 1 diariamente y durante 10 días se adicionaron 100 ml. de ácido clorhídrico 0.01N, determinándose diariamente en la fracción lixiviada, la cantidad de potasio, por medio del espectrofotómetro.

3.2.4.7 Fracción de potasio estructural.

La diferencia entre el potasio t_2

tal y la suma de las fracciones intercambiables y no intercambiables obtenidas con ácido nítrico, produce como resultado la fracción del potasio estructural. (*)

El sodio total se determinó siguiendo la misma técnica del potasio total.

(*) Comunicación personal de Mario Blasco L.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Generalidades de los suelos estudiados.

Las propiedades más características de estos suelos se presentan en las Tablas I a XII. Son suelos ácidos con cierta tendencia al aumento de la basicidad en los subsuelos. Es interesante anotar que mientras los aluviones del Río Putumayo, en Puerto Asís, tienen un pH de 6.25, en Tarapacá (Trapecio, frontera con Brasil), el pH es de 4.90 (Blasco, 27). Este dato podría dar una idea de la desbasificación a medida que los materiales se alejan de la influencia de la cordillera.

El contenido de materia orgánica para el primer horizonte, salvo en los suelos aluviales del Putumayo, parece adecuado. Sin embargo el espesor del primer horizonte en Villagarzón, Uchipayaco y Campo Santana, es muy escaso, y por tanto para todo el conjunto de los perfiles mencionados, habría escases de materiales orgánicos, y únicamente podría señalarse abundancia en el perfil Cafelina.

La meteorización de estos suelos, en general, parece avanzada según se desprende de la fuerte desbasificación, principalmente en calcio y magnesio, aspecto que es típico en suelos tropicales (Ignatieff

y Lemos, 93; Bennema, 24). Con algunas excepciones, atribuibles a la materia orgánica y materiales inorgánicos arrastrados de la cordillera, la capacidad de intercambio es más bien baja, especialmente en el segundo horizonte. La relación C/N en los suelos, excepción hecha de la muestra aluvial del Putumayo, es bastante normal. La mayoría de los perfiles muestran una acumulación de arcillas en el suelo, hecho corriente en suelos latosolizados (Bennema, 24; Tirado, 163).

4.2 Nitrógeno.

Los resultados obtenidos al estudiar el nitrógeno total y sus distintas fracciones aparecen en las Tablas XIII a XVII. Su representación gráfica se recoge en las Figuras 2 a 3, y la correlación estadística en la Tabla XLIV y Figuras 10 a 12.

Los contenidos de nitrógeno total y de su fracción nitrogenada orgánica, en el primer horizonte, son altos con excepción de las muestras que corresponden a Puerto Asís y Mocoa. En conjunto, las cantidades son inferiores a las obtenidas por Angulo, Navas y Villamil (*) para el Trapecio húmedo de la Llanura

(*) Comunicación personal de Néstor Angulo, Luis Navas y Alcides Villamil. Investigación en progreso. I.T.A. Universidad de Narino. Pasto. 1970.

TABLA I

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA (primera capa.)

Nombre de la muestra	Prof. cm.	Humedad %	C O L O R		Arenas %	Arcillas %	Limos %	Textura
			En seco	En húmedo				
PEPINO ⁺	0 - 26	10,17	5YR-6/4	2,5YR-4/4	18,88	48,68	32,44	Arcilloso
VILLAGARZON	0 - 08	7,52	10YR-7/6	5YR-5/4	41,04	35,96	23,00	Fco. Arcilloso
CAFELINA	0 - 12	14,81	10YR-5/2	10YR-3/2	56,72	15,12	28,16	Fco. Arenoso
UCHIPAYACO ⁺	0 - 07	13,00	10YR-5/6	10YR-4/4	33,44	48,96	17,60	Arcilloso
PTO. CAICEDO	0 - 15	19,57	10YR-5/3	10YR-3/4	63,76	10,24	26,00	Fco. Arenoso
CAMPO SANTANA	0 - 05	10,33	10YR-5/4	10YR-4/2	25,04	46,96	28,00	Arcilloso
PUERTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	0 - X ⁺⁺	1,68	10YR-6/3	10YR-4/3	53,96	13,39	32,65	Franco
MOCOA	0 - 20	4,66	7,5YR-6/4	7,5YR-4/4	31,60	40,11	28,28	Fco. Arcilloso

+ = Bosque

++ = Profundidad a más de 90 cm.

TABLA II

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA (segunda capa)

Nombre de la muestra	Prof. cm.	Humedad %	C o l o r		Arenas %	Arcillas %	Limos %	Textura
			En seco	En húmedo				
PSPINO ⁺	26 - 88	4,95	2,5YR-6/4	2,5YR-5/4	14,32	49,12	36,56	Arcilloso
VILLAGARZON	08 - 52	5,25	2,5YR-6/8	5YR-7/8	30,68	50,96	18,36	Arcilloso
CAPILINA	12 - X ⁺⁺	15,40	10YR-6/5	10YR-4/2	64,28	18,36	19,36	Fco. Arenoso
UCHIPAYACO ⁺	07 - 80	5,17	10YR-7/8	7,5YR-5/8	26,16	55,68	18,16	Arcilloso
PTO. CAICEDO	15 - 120	2,31	2,5Y -7/4	10YR-5/4	53,48	16,82	29,70	Fco. Arenoso
CAMPO SANTANA	05 - 58	8,54	7,5YR-6/8	5YR-5/6	14,68	70,11	15,20	Arcilloso
MOCOA	20 - 70	6,95	2,5YR-6/6	5YR-4/8	15,64	52,90	31,46	Arcilloso

+ = Bosque

++ = Profundidad a más de 90 cm.

TABLA III

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA (tercera capa)

Nombre de la muestra	Prof. cm.	Humedad %		C O L O R		Arenas %	Arcillas %	Limos %	Textura
		En seco	En húmedo	En seco	En húmedo				
PEPINO ⁺	88 - 398	4,03	10YR-6/6	10 R-4/4	10,33	38,82	50,86	Fco. arcillo-limoso	
VILLAGARZON	52 - 372	5,86	7,5YR-6/8	5YR-5/8	34,82	32,68	32,70	Fco. arcilloso	
UCHIPAYACO ⁺	80 - 180	7,68	7,5YR-8/6	2,5YR-6/8	25,48	44,52	30,00	Arcilloso	
CAMPO SANTANA	58 - 258	9,62	7,5YR-9/8	5YR-4/8	16,88	72,12	10,00	Arcilloso	
MOCOA	70 - X ⁺⁺	5,77	2,5YR-6/6	5YR-4/8	14,88	46,96	38,16	Arcilloso	

+ = Bosque

TABLE IV

ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA (primera capa.)

Nombre de la muestra	pH	C %	N %	M.O. %	C/N	C.C.C. meq/100gr	Bases cambiables en ppm.			
							K	Ca	Mg	Na
VILLAGARZON	4,95	2,32	0,25	4,00	9,28	12,90	102,14	22,58	14,71	17,20
CAFELINA	5,40	6,20	0,67	10,69	9,25	30,52	93,00	47,07	29,53	32,15
PTO. CAICEDO	4,70	3,01	0,45	5,20	7,00	17,69	52,61	19,15	20,36	25,11
CAMPO SANTANA	4,90	4,85	0,51	8,37	9,51	32,21	179,30	10,74	39,91	19,06
PUERTO ASIS (RIO PUMAYO)	6,25	0,12	0,06	0,21	2,40	95,56	73,72	305,04	36,78	39,15
MOCOA	5,30	2,01	0,20	3,46	10,05	18,84	112,51	222,40	35,63	16,22
PEPINO ⁺	4,90	2,38	0,30	3,10	7,93	20,38	123,94	81,53	34,84	27,54
UCHIPAYACO ⁺	4,70	2,44	0,33	4,21	7,39	15,67	50,85	9,04	29,06	32,20

+ = Bosque

TABLA V
 ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
 BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA (segunda capa)

Nombre de la muestra	pH	C %	N %	M.O. %	C/N	C.O.C. meq/100gr	Bases cambiables en ppm.			
							K	Ca	Mg	Na
VILLAGARZON	5,25	0,76	0,12	1,31	6,33	8,95	39,47	11,05	20,80	16,31
CAFELINA	5,75	2,91	0,13	5,01	22,38	18,92	58,85	12,12	19,65	15,00
PTO. CAICEDO	5,10	0,37	0,06	0,63	6,17	8,39	26,60	10,74	14,00	10,74
CAMPO SANTANA	5,50	0,78	0,12	1,35	65,0	14,76	22,80	11,40	14,85	15,19
MOCOA	5,40	0,26	0,09	0,44	2,89	22,04	102,67	53,47	24,38	18,72
PEPINO ⁺	5,20	0,88	0,09	1,52	9,78	18,38	44,60	22,04	17,87	10,49
UCHIPAYACO	5,30	0,63	0,07	1,09	9,00	11,15	19,46	5,26	14,39	13,15

+ = Bosque

TABLA VI

ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS

BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA (tercera capa)

Nombre de la muestra	pH	C %	N %	M.O. %	C/N	C.C.O. meq/100gr.	Bases cambiabiles en ppm.			
							K	Ca	Mg	
VILLAGARZON	5,70	0,13	0,03	0,22	4,33	13,92	24,77	14,82	16,02	12,17
CAMPO SANTANA	5,90	0,38	0,07	0,68	5,57	15,13	15,90	8,77	28,19	8,77
MOCOA	5,30	0,25	0,08	0,44	3,12	21,05	87,26	27,50	27,20	38,08
PEPINO ⁺	4,95	0,12	0,09	0,22	1,33	15,81	62,42	5,20	31,62	125,88
UCHIPAYACO ⁺	5,70	0,26	0,02	0,45	13,00	11,84	18,84	5,38	14,73	11,84

+ = Bosque

TABLA VII

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS
CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Características químicas	P r i m e r a e s t a d a		
	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	6,25	5,25	4,70
Carbono orgánico %	6,20	3,08	0,12
Nitrógeno total %	0,67	0,35	0,05
Materia orgánica %	10,69	5,32	0,21
Relación C/N	10,05	7,91	2,40
Capacidad de cambio meq./100 gr.	30,42	20,27	12,90
Potasio de cambio ppm.	179,30	102,21	50,85
Calcio de cambio ppm.	305,04	104,43	9,04
Magnesio de cambio ppm.	39,91	29,49	14,71
Sodio de cambio ppm.	39,15	24,95	16,22

TABLA VIII

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS
CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Características químicas	Segunda capa		
	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	6,10	5,62	5,35
Carbono orgánico %	2,91	1,02	0,26
Nitrógeno total %	0,13	0,10	0,06
Materia orgánica %	5,01	1,75	0,44
Relación C/N	22,38	10,51	2,89
Capacidad de cambio meq./100 gr.	22,03	14,61	8,39
Potasio de cambio ppm.	102,67	49,28	22,80
Calcio de cambio ppm.	53,47	19,76	10,74
Magnesio de cambio ppm.	24,38	18,73	14,00
Sodio de cambio ppm.	18,72	15,19	10,74



TABLA IX

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS
CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Características químicas	Tercera capa		
	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	5,90	5,63	5,30
Carbono orgánico %	0,38	0,26	0,13
Nitrógeno total %	0,08	0,06	0,03
Materia orgánica %	0,68	0,45	0,22
Relación C/N	5,57	4,34	3,12
Capacidad de cambio meq./100 gr.	21,05	16,70	13,92
Potasio de cambio ppm.	87,26	42,64	15,90
Calcio de cambio ppm.	27,50	17,03	8,77
Magnesio de cambio ppm.	28,19	24,47	18,02
Sodio de cambio ppm.	38,08	19,67	7,77

TABLA X

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS
CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Características químicas	P r i m e r a c a p a		
	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	4,90	4,80	4,07
Carbono orgánico %	2,44	2,41	2,38
Nitrógeno total %	0,33	0,31	0,20
Materia orgánica %	4,21	4,15	4,10
Relación C/N	7,93	7,66	7,39
Capacidad de cambio meq./100 gr.	20,38	17,02	13,67
Potasio de cambio ppm.	123,94	87,39	59,85
Calcio de cambio ppm.	81,53	45,28	9,04
Magnesio de cambio ppm.	34,84	31,94	22,05
Sodio de cambio ppm.	32,20	29,87	27,54

TABLA XI

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS
CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Características químicas	S e g u n d a c a p a		
	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	5,30	5,25	5,20
Carbono orgánico %	0,88	0,75	0,63
Nitrógeno total %	0,09	0,08	0,07
Materia orgánica %	1,25	1,30	1,09
Relación C/N	9,78	9,39	9,00
Capacidad de cambio meq./100 gr.	18,37	15,76	11,15
Potasio de cambio ppm.	44,60	32,03	19,46
Calcio de cambio ppm.	22,03	15,65	5,26
Magnesio de cambio ppm.	17,87	16,15	14,39
Sodio de cambio ppm.	13,15	11,82	10,49

TABLA XII

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS
CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Características químicas	Tercera capa		
	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	5,70	5,32	4,55
Carbono orgánico %	0,26	0,19	0,12
Nitrógeno total %	0,09	0,05	0,02
Materia orgánica %	0,45	0,33	0,22
Relación C/N	13,00	7,16	1,33
Capacidad de cambio neq./100 gr.	15,81	13,82	11,84
Potasio de cambio ppm.	62,42	40,63	18,84
Calcio de cambio ppm.	5,38	3,29	5,20
Magnesio de cambio ppm.	31,62	23,12	14,73
Sodio de cambio ppm.	125,88	68,86	11,84

del Pacífico.

Para no sentar conclusiones erradas, debe recordarse que el primer horizonte de varios perfiles estudiados mide muy pocos centímetros de espesor. Es decir, el nitrógeno total y orgánico viene concentrado en una capa muy superficial, coincidiendo por los datos reportados por Blasco (29, 31) para los suelos del Trapecio. Sin embargo, la disminución cuantitativa del nitrógeno al aumentar la profundidad del perfil, no es tan drástica como en esos suelos, posiblemente porque en las terrazas comprendidas entre Mocoa y Puzto Asís hay más influencias de materiales provenientes de la cordillera, y al ser más jóvenes, su deposición no produce una diferenciación tan marcada entre suelos y subsuelos.

Es probable la presencia de materiales volcánicos en las áreas de pie de monte, lo que daría estabilidad a los compuestos orgánicos (Broadbent, et al 52; Kosaka et al, 107; Swindale, 157). Pero en todo caso su influencia es mucho menor que en la vertiente del Pacífico. Al igual que en otros estudios (Tafur y Blasco, 160; Duran y Blasco, 66; Blasco, 29) el contenido de nitrógeno orgánico y su porcentaje relativo al nitrógeno total, disminuyó al aumentar la profundidad del perfil, aunque la relación C/N disminuyó mucho más.

Esto demuestra de que la fracción orgánica de nitrógeno es más abundante en el subsuelo.

La fracción de nitrógeno inorgánico, según Blasco (34), está dentro de los límites normales de suelos aumentando considerablemente su porcentaje relativo al nitrógeno total en los subsuelos. Mención aparte merece el perfil de Mocoa, donde en el subsuelo, el nitrógeno inorgánico supera al nitrógeno orgánico. Teniendo en cuenta la revisión de literatura presentada por Blasco (34), y los datos obtenidos en otros fraccionamientos (20, 119, 121, 122, 160, etc.), es el primer caso en suelos en que se reporta el dominio de la fracción inorgánica.

Este perfil de Mocoa sería muy conveniente volverlo a estudiar para conocer en detalle a qué se debe tan alta retención de amoníaco. Aunque no totalmente, algunas consideraciones podrían ayudar a explicar el caso. Durante la meteorización las rocas pueden seguir fijando nitrógeno que vaya disuelto en las aguas (Stevenson, 154). La vermiculita (Young y McNeal, 179; Allison et al, 10) o las micas hidratadas (Harada y Kutsuna, 86), en condiciones húmedas, como ocurre en Mocoa, pueden fijar apreciables cantidades de nitrógeno, pero no parece que estas causales lleguen a explicar totalmente lo que ocurre en el perfil de Mocoa.

Las dos fracciones estudiadas, componentes del nitrógeno inorgánico, el $\text{NH}_4\text{-N}$ nativo fijo e intercambiable, se comportan bastante irregularmente en los perfiles estudiados. En los suelos sus porcentajes son muy similares, pero en los subsuelos, si nó ocurriesen las cantidades tan altas de la fracción nativa fija en las muestras de Mocoa y Pepino, el nitrógeno intercambiable sería la fracción inorgánica más importante. Probablemente, dadas las buenas características físicas de los suelos latozolizados (Bennema, 24; Merwe, 118), influye en este aspecto la lixiviación del nitrógeno. Según los trabajos realizados por Escobar y Martínez ('), el proceso de amonificación en estos suelos es relativamente aceptables, y el amoníaco producido puede, en parte, ayudar a aumentar la fracción de cambio de los subsuelos, al ser lavado de la capa superficial.

Las recomendaciones de fertilización nitrogenada \times varían mucho. Así, mientras el suelo de Cafelina y otros con resultados similares no parecen necesitar por el momento nitrógeno, otros como los suelos aluviales del Putumayo necesitan, para llegar al equilibrio

(') Comunicación personal de Edmundo Escobar y Néstor Martínez. Investigación en progreso. I.T.A. Universidad de Nariño. Pasto. 1.970.

químico, dosis del orden de los 150 kg/N/ha.

La concentración de nitrógeno amoniacal es mediana. No obstante, la actividad potencial de los microorganismos es buena, porque el control de algunas condiciones en el laboratorio (Escobar y Martínez^(*)) produjo una amonificación aceptable, si bien la nitrificación fue baja.

Al contrario de lo que ha sucedido en otras áreas (Bastidas et al, 20; Molina y Blasco, 121; Rosero^("); Angulo, Navas y Villamil^{(""}) se encontró correlación entre el nitrógeno total y el intercambiable. Desafortunadamente, fueron pocas las muestras analizadas para llegar a ofrecer una conclusión concreta.

4.3 Fósforo.

Los datos obtenidos en el fraccionamiento del fósforo se presentan en las Tablas XVIII a XXII, y gráficamente en las Figuras 4 a 5. La correlación estadística entre el fósforo orgánico y el fósforo to

(*) (") ("" Comunicaciones personales de Edmundo Escobar y Néstor Martínez; Luis G. Rosero C. y Néstor Angulo, Luis Navas y Alcides Villamil. Investigaciones en progreso. I.T.A. Universidad de Nariño. Pasto. 1.970.

TABLA XIII
 FRACCIONES DE NITROGENO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA
 (primera capa)
 Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	N-total	N-NH ₄ inorgánico		N-NH ₃		
		N-orgánico	Total		Fijo	Intere.
VILLAGARZON	2.528,87	2.431,33	97,54	39,74	57,80	11,20
CAFELINA	6.750,83	6.502,93	246,90	108,09	138,91	30,80
PTO. GAUCEDO	4.518,87	4.156,84	162,04	129,90	32,14	18,20
CAMPO SANTANA	5.066,35	4.948,95	117,40	7,36	110,04	14,70
PUEBLO ASIS (RIO PUTUMAYO)	484,00	459,40	24,60	15,49	9,11	7,70
MOCOA	1.992,72	1.853,22	139,50	94,96	44,54	14,70
PROMEDIO	3.523,61	3.392,28	131,33	65,92	65,41	16,22
% DEL N-TOTAL	100,00	96,27	3,73	1,87	1,76	0,46

B O S Q U E						
PEPINO	2.992,22	2.684,98	307,24	192,49	114,75	32,20
UCHIPAYACO	3.322,20	3.147,55	174,65	32,90	141,75	24,50
PROMEDIO	3.157,21	2.916,26	240,24	112,59	128,25	28,35
% DEL N-TOTAL	100,00	92,37	7,63	3,57	4,00	0,90

TABLA XIV

FRACCIONES DE NITROGENO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA
(segunda capa)
Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	N-total	N-NH ₄ Inorgánico		N-NH ₃		
		N-orgánico	Total		Fijo	Intero.
VILLAGARZON	1.178,80	1.051,49	127,31	45,99	81,32	13,30
CAPULINA	1.270,17	1.053,37	206,80	103,40	104,40	27,30
PTO. CAJONDO	572,88	537,36	35,52	20,40	15,12	13,30
CAMPO SANTANA	1.315,65	1.142,71	72,94	14,59	57,35	8,40
MOCOA	358,27	328,17	639,10	531,88	98,22	22,40
PROMEDIO	1.037,15	822,62	214,53	143,25	712,8	16,94
% DEL N-TOTAL	100,00	79,31	20,68	13,81	6,87	1,63
B O S Q U E						
PAPINO	940,35	628,85	311,50	290,34	21,16	13,30
UQUIPAYACO	677,95	607,25	70,70	7,67	63,04	17,50
PROMEDIO	809,14	618,05	181,10	149,00	42,09	15,40
% DEL N-TOTAL	100,00	76,38	23,62	18,41	5,20	1,90

TABLA XV

FRACCIONES DE NITROGENO O CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA
(tercera capa)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	N-total	N-orgánico		N-NH ₄ inorgánico		N-NH ₃
		Total	Fijo	Total	Inters.	
VILLAGARZON	266,77	216,97	49,80	20,16	29,64	11,90
CAMPO SANTANA	736,65	662,99	73,66	17,18	56,48	11,90
MCOCA	799,62	351,82	447,80	398,05	49,75	10,50
PROMEDIO	601,01	410,59	190,40	145,13	45,29	11,43
% DEL N-TOTAL	100,00	68,32	31,68	24,14	7,53	2,38
B O S Q U E						
PEPINO	873,85	624,51	249,34	228,37	20,97	7,70
UCHIPAYACO	247,20	194,10	53,10	8,83	44,27	10,50
PROMEDIO	560,52	409,30	151,22	118,60	32,62	9,10
% DEL N-TOTAL	100,00	73,02	26,98	21,16	5,82	1,62

TABLA XVI

CONTENIDOS MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE NITRÓGENO
DE LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

	N-Total	N-Orgánico	N-NH ₄ Inorg.	N-NH ₄ Pijo	N-NH ₄ Interc.	N-NH ₃
PRIMERA CAPA						
Máximo	6,750,83	6,503,94	246,90	129,90	138,81	30,80
Promedio	3,523,61	3,392,28	131,33	65,90	65,41	16,22
Mínimo	480,00	459,40	24,60	7,36	9,11	7,70
SEGUNDA CAPA						
Máximo	1,260,17	1,142,71	630,10	531,88	103,40	28,30
Promedio	1,037,15	822,62	214,53	143,25	71,28	16,94
Mínimo	572,88	328,17	35,52	14,59	15,12	8,40
TERCERA CAPA						
Máximo	799,62	622,99	447,80	398,05	56,38	11,90
Promedio	601,01	410,59	190,42	143,14	45,29	11,43
Mínimo	266,67	216,97	49,80	17,18	29,63	10,50

TABLA XVII

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE NITROGENO DE NITROGENO EN LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

	N-Total	N-Orgánico	N-NH ₄ Inorg.	N-NH ₄ Fijo	N-NH ₄ Interc.	N-NH ₃
PRIMERA CAPA						
Máximo	3.322,20	3.147,55	307,24	192,49	141,75	32,20
Promedio	3.157,21	2.916,26	240,94	112,69	128,25	28,35
Mínimo	2.992,22	2.684,98	174,65	32,90	114,75	24,50
SEGUNDA CAPA						
Máximo	940,35	628,85	311,50	290,34	63,03	17,50
Promedio	809,15	618,05	191,10	149,00	42,09	15,40
Mínimo	677,95	807,25	70,70	7,67	21,16	13,30
TERCERA CAPA						
Máximo	873,85	624,51	249,34	228,37	44,27	10,50
Promedio	560,52	409,30	151,22	118,60	32,62	9,10
Mínimo	247,20	194,10	53,10	8,83	20,97	7,70

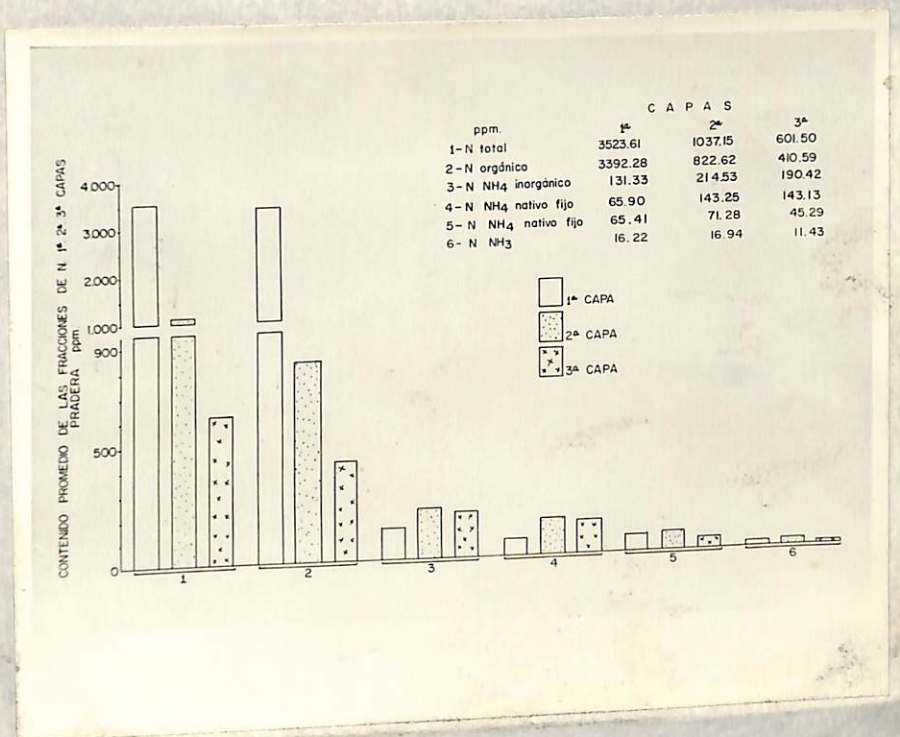


Figura 2

Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santaorus.

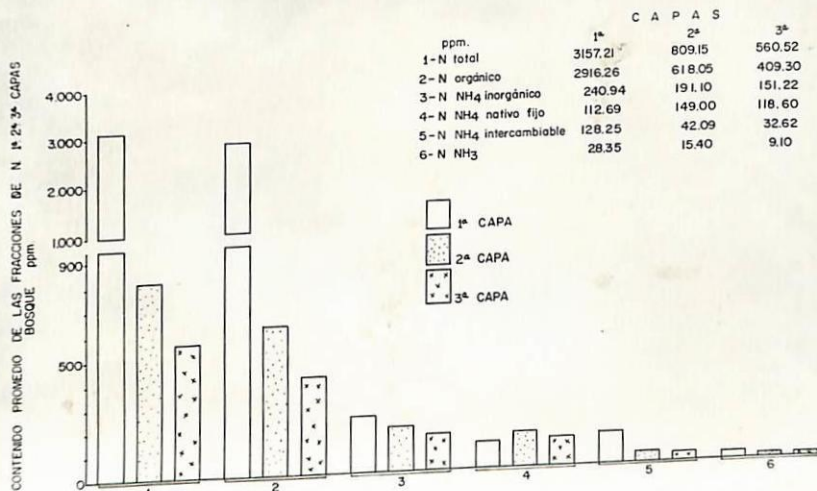


Figura 3

Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santacruz.

tal se encuentra en la Tabla XLV y Figuras 13 a 15.

Los resultados obtenidos para el fraccionamiento del fósforo no constituyeron ninguna sorpresa. El contenido de fósforo es bajo como cabe esperar en una zona tropical meteorizada. Las cantidades de fósforo total son similares a otras reportadas para los suelos del terciario amazónico (Blasco, 32; Vieira y Bernemissa, 166), que en todo caso son inferiores a las concentraciones promedias (Fassbender, 76).

Comparativamente con los datos obtenidos por Angulo, Navas y Villamil (*), se puede decir que los suelos estudiados del Putumayo son más pobres en fósforo que los suelos de la Llanura del Pacífico.

Dentro de la fracción inorgánica los fosfatos de hierro y aluminio son mucho más importantes que los fosfatos cálcicos (Tabla XXIII). Esto significa que al contrario de lo registrado en los suelos de la Llanura del Pacífico, la meteorización de los suelos estudiada es muy avanzada (59, 92, 123, 159). En efecto puede observarse que únicamente en los aluviones recientes del Río Putumayo los fosfatos cálcicos supe-

(*) Comunicación personal de Néstor Angulo, Luis Navas y Alcides Villamil. Investigación en progreso. I.T.A. Universidad de Narino. Pasto. 1.970.

ran a los fosfatos de hierro y aluminio. A similar conclusión llegó Blasco (32), al comparar esas fracciones en los suelos aluviales y del Terciario en el Amazonas.

Si a los porcentajes de los fosfatos de hierro y aluminio se les suman los fosfatos inertes, que seguramente son también formas de hierro y aluminio, se tendría que el fósforo retenido en esas combinaciones representa más del 75%, del fósforo total.

El hecho de que tan alto porcentaje de fósforo pueda ser retenido por el aluminio y hierro, cabe considerarlo como normal. Como se sabe (Bornemisza e Igue, 41; Alexander y Cady, 8; Aubert, 18), los suelos latosolizados son altos en hierro y aluminio, que muestran una buena capacidad de fijación del fósforo, mediante precipitación, principalmente (Fassbender, 75, 77).

Debido a ese fenómeno el fósforo aprovechable encontrado es prácticamente inexistente, si bien el método de Bray I (Tabla XXIV) dió unas extracciones ligeramente mayores que el uso del cloruro de amonio.

De todos los resultados obtenidos en el fraccionamiento del fósforo, los correspondientes a la fracción orgánica son los menos ajustados a otras investigaciones (Acquaye, 1; Enwezor, 68) que señalan su dominancia en suelos tropicales.

Sus porcentajes en los suelos estudiados son bajos, y al igual que ocurre en los suelos de la Llanura del Pacífico la amplia relación C/P orgánico (Tabla XXVI) demuestra la pobreza de la materia orgánica en compuestos fosforados. La relación N/P orgánico (Tabla XXV) es más equilibrada. Finalmente se debe anotar que no hubo correlación entre el fósforo total y el orgánico, lo cual debe interpretarse en el sentido de que el total depende principalmente de la fracción inorgánica, que como se discutió previamente, es mucho más importante en los suelos del Putumayo.

4.4 Potasio.

Los resultados obtenidos en el fraccionamiento del potasio se presentan en las Tablas XXVII a XXXI, y su representación gráfica se muestra en las Figuras 6 a 7. Las relaciones estadísticas aparecen en la Tabla XLVI y en las Figuras 16 a 18.

Destacan los altos contenidos de potasio total que se registran en Puerto Caicedo y Puerto Asís. En conexión con esos resultados se señala que en los suelos aluviales amazonenses también se obtuvieron más de 10.000 ppm (Blasco, 29). Esta coincidencia podría sugerir la idea de que los aluviones del área amazónica son ricos en potasio, superando a los suelos

TABLA XVIII

FRACCIONES DE FOSFORO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE Y PRADERA

(Primera capa)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	P-0a fácilmente reemplazable	P-0a No Apatítico	P-0a Apatítico	Unido al Al	Unido al Fe	Orgánico	Inerte	Total
VILLAGARZON	0,67	0,67	0,67	57,25	0,67	17,74	59,43	137,10
CAPELINA	0,72	5,02	0,72	63,72	29,42	54,53	182,41	339,82
PUESTO CALIBRO	0,75	3,74	0,75	93,26	83,70	15,84	39,60	237,64
CALFO SANTANA	0,69	0,69	0,69	36,41	7,60	33,93	186,16	266,17
PUESTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	0,64	54,65	254,20	86,17	98,50	93,55	73,21	660,92
MOCOA	0,65	0,65	0,65	11,00	6,54	40,82	593,82	654,13
PROMEDIO % DEL P-TOTAL	0,69	10,90	42,45	57,97	37,74	42,73	188,97	381,96
	0,18	2,85	11,11	15,18	9,88	11,19	49,47	100,00
B O S Q U E								
PEPINO	6,20	8,95	0,69	125,60	6,89	34,43	264,81	447,57
UCHIPAYACO	0,71	1,41	0,71	134,75	9,18	23,73	11,72	182,21
PROMEDIO % DEL P-TOTAL	3,45	8,95	0,70	130,17	8,03	29,08	138,26	314,89
	1,09	1,64	0,22	41,34	2,55	9,23	43,91	100,00

TABLA XIX

FRACCIONES DE FOSFONO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE
(segunda capa)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	Fácilmente reempl.	P-Ca no apatítico	P-Ca apatítico	Unido al		Orgánico	Inerte	Total
				Al	Fe			
VILLAGARZON	0,66	0,66	0,66	58,20	7,90	17,10	296,67	392,85
CABELINA	0,72	1,15	0,72	38,10	32,46	21,93	73,80	299,76
PUEBLO CALICEDO	0,64	1,02	0,64	141,19	54,35	27,62	73,80	552,48
CAMPO SANTANA	0,68	2,71	0,68	37,45	36,83	2,17	44,50	124,82
MOCOA	0,67	0,67	0,67	7,22	32,75	82,35	176,47	300,80
PROMEDIO	0,67	1,24	0,67	56,63	32,88	30,23	209,77	332,14
% DEL P-TOTAL	0,20	0,37	0,20	17,05	9,89	9,10	63,16	100,00

B O S Q U E								
PEPINO	1,31	1,97	0,66	57,52	22,96	1,84	16,07	102,33
UCHIPAYACO	0,66	1,58	6,37	41,02	7,23	2,63	63,88	123,57
PROMEDIO	0,98	1,77	3,61	49,27	15,09	2,23	39,97	112,95
% DEL P-TOTAL	0,87	1,57	3,20	43,62	13,35	1,97	35,39	100,00

TABLA XX

FRACCIONES DE FOSFORO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE
(tercera capa.)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	Fácilmente reemplazable	P-Ca no apatítico	P-Ca apatítico	Unido al		Orgánico	Inerte	Total
				Al	Fe			
VILLAGARZON	0,66	0,66	0,66	32,55	7,28	28,58	48,71	119,10
CAMPO SANTANA	0,69	1,37	0,69	4,93	30,83	0,55	95,22	134,28
MOCOA	0,66	1,06	0,66	0,35	17,85	21,15	95,07	142,80
PROMEDIO	0,67	1,03	0,67	14,61	18,65	16,76	79,67	132,06
% DEL P-TOTAL	0,51	0,78	0,51	11,06	14,12	12,69	60,33	100,00

	B	O	S	Q	U	B	
PEPLINO	9,10	1,30	0,65	17,95	1,30	109,94	206,76
UCHIPAYACO	1,35	0,67	0,67	40,40	20,19	40,23	110,37
PROMEDIO	5,22	0,98	0,66	29,17	10,74	75,08	158,56
% DEL P-TOTAL	3,29	0,62	0,42	18,40	6,77	47,35	100,00

TABLA XXI

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE FOSFORO
EN LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

	P-Ca fácilmente reemplazable	P-Ca no apatítico	P-Ca apatítico	Unido al Al	Unido al Fe	Orgánico	Inerte	Total
PRIMERA CAPA								
Máximo	0,75	54,75	254,20	93,26	98,50	93,55	593,82	660,92
Promedio	0,69	10,90	42,45	57,97	37,74	42,73	188,97	381,96
Mínimo	0,64	0,65	0,65	11,00	0,67	15,84	39,84	439,60
SEGUNDA CAPA								
Máximo	0,72	2,71	0,72	141,19	54,35	82,35	457,40	552,48
Promedio	0,67	1,24	0,67	56,63	32,86	30,23	209,77	332,14
Mínimo	0,64	0,66	0,64	7,22	7,90	2,17	44,50	124,82
TERCERA CAPA								
Máximo	0,69	1,37	0,69	32,55	30,83	28,58	95,22	142,80
Promedio	0,67	1,03	0,67	14,61	18,65	16,76	79,67	132,06
Mínimo	0,66	0,66	0,66	4,93	7,28	0,55	48,71	119,10

TABLA XXII

CONTENIDOS MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE FOSFORO
EN LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

	Fácilmente reemplazable	P-Ca no apatítico	P-Ca apatítico	Unido al Al	Unido al Fe	Orgánico	Inerte	Total
PRIMERA CAPA								
Máximo	6,20	8,95	0,71	134,75	9,18	34,43	264,81	447,57
Promedio	3,45	5,18	0,70	130,17	8,03	29,08	138,26	314,89
Mínimo	0,71	1,41	0,69	125,60	6,89	23,73	11,72	182,21
SEGUNDA CAPA								
Máximo	1,31	1,97	6,57	57,52	22,96	2,63	63,88	123,57
Promedio	0,98	1,77	3,61	49,27	15,09	2,23	39,97	112,95
Mínimo	0,66	1,58	0,66	41,02	7,23	1,84	16,07	102,33
TERCERA CAPA								
Máximo	9,10	1,30	0,67	40,40	20,19	66,32	109,94	206,76
Promedio	5,22	0,98	0,66	29,17	10,74	36,59	75,08	158,56
Mínimo	1,35	0,67	0,65	17,95	1,30	6,66	40,23	110,37

TABLA XXIII

COMPARACION DE LOS FOSFATOS CALCIICOS Y LOS FOSFATOS DE HIERRO Y ALUMINIO EXPRESADOS
EN PORCENTAJES DEL FOSFORO TOTAL Y DEL FOSFORO INORGANICO
EN CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE

C A P A S	FOSFATOS CALCIICOS (apatítico y no apatítico)		FOSFATOS DE HIERRO Y ALUMINIO	
	% del P-Total	% del P-Inorg.	% del P-Total	% del P-Inorg.
PRIMERA	15,96	15,69	25,03	40,00
SEGUNDA	0,57	0,63	23,94	29,60
TERCERA	1,28	1,46	25,19	28,84
PROMEDIO	5,27	5,92	24,72	32,81
B O S Q U E				
PRIMERA	1,90	2,05	40,71	47,00
SEGUNDA	4,25	4,85	56,86	58,13
TERCERA	1,03	1,34	25,80	32,80
PROMEDIO	2,92	2,74	41,12	45,91

TAMLA XXIV

POSTIGO APROVECHABLE (BRAY I), CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE

Resultados en ppm.

MUESTRA	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA	TERCERA CAPA
VILLAGARZON	0,28	0,09	0,09
CAPELINA	2,42	0,10	---
PUERTO CALCADO	3,99	4,85	---
CAMPO SANTANA	5,13	0,76	0,19
PUERTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	11,24	---	---
MOCOA	1,56	0,09	0,19
PROMEDIO	4,10	1,18	0,16
B O S Q U E			
PEPINO	0,77	0,09	0,09
UCHIPAYACO	2,58	0,09	0,09
PROMEDIO	1,67	0,09	0,09



TABLA XXV

RELACION N/P ORGANICO CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE
Resultados en ppm.

NOMBRE DE LA MUESTRA	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA	TERCERA CAPA
VILLAGARZON	137,05	61,49	7,59
CAFELINA	119,27	48,03	---
PUERTO CAICEDO	262,43	19,45	---
CERRO SANTANA	145,86	526,59	1.205,44
PUERTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	5,12	---	---
MOCOA	45,40	3,98	16,63
PROMEDIO	119,19	131,91	409,89
B O S Q U E			
PEPINO	77,98	342,77	9,42
UCHIPAYACO	132,64	230,89	26,29
PROMEDIO	105,31	286,33	18,85

TABLA XXVI

RELACION C/P ORGANICO CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE

Resultados en ppm.

NOMBRE DE LA MUESTRA	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA	TERCERA CAPA
VILLAGARZON	1.309,13	443,16	44,44
CAFELINA	1.136,03	1.326,08	-----
PUERTO CAICEDO	1.902,21	133,34	-----
CAMPO SANTANA	1.430,74	3.601,38	7.174,55
PUERTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	13,04	-----	-----
MOCOA	492,26	31,17	120,00
PROMEDIO	1.047,38	1.107,03	2.446,33
B O S Q U E			
PEPINO	691,14	4.791,30	18,82
UCHIPAYACO	1.028,57	2.399,24	376,68
PROMEDIO	859,86	3.595,27	197,75

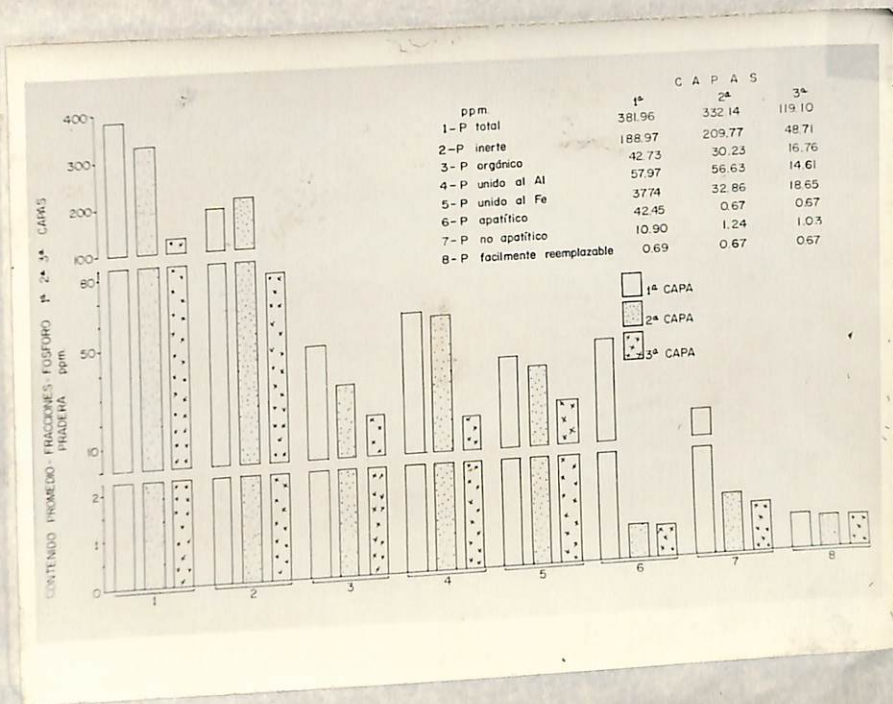


Figura 4

Contenido promedio de las fracciones de fósforo correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santacruz.

aluviales del área pacífica sur-occidental. Los contenidos en los perfiles de Pepino y Mocoa son medios (no alcanza el 1%) y los demás bajos.

En un promedio generalizado, se podría señalar, que el potasio estructural representa entre un 90 a 92% del potasio total, lo cual señala una resistencia a la meteorización de las fuentes potásicas. Indicativo de la abundancia de feldespatos potásicos, más resistentes en medios naturales a la descomposición que las micas (Arnold, 16; Demolón, 62).

Con la salvedad del caso de Puerto Asís, la fracción potásica no intercambiable es baja, tanto en su forma total como en su parte más soluble. Este dato parece confirmar que la dinámica del potasio en los suelos estudiados va a ser difícil por ser muy poca la cantidad que puede desplazarse a la fase intercambiable, si esta quedase agotada por lixiviación o extracción.

El anterior punto de vista concuerda con los datos presentados en las Tablas XXXII a XXXIV, que contemplan la lixiviación del potasio. En todos ellos, con la excepción mencionada de Puerto Asís, se agotó el potasio en los siete primeros días de lixiviación, o antes. Lo anterior puede ser también interpretado en

el sentido de que en condiciones naturales la movilidad del potasio no es muy grande, probablemente por déficit aniónico que impide su combinación.

El potasio intercambiable tiende a ser deficiente, aspecto contrastante con los resultados obtenidos por Angulo, Navas y Villamil (1) en los suelos tropicales de la Llanura del Pacífico, donde esta fracción es muy abundante debido a la influencia de los productos lixiviados en el flanco de la cordillera. Por los resultados obtenidos para la fracción soluble en agua, se puede decir que gran parte del potasio asquible se encuentra en la solución del suelo.

Por ser pocas las muestras, no se puede dar una norma de relación entre la fracción intercambiable y el potasio total, pero parece (Figura 16 a 18) que no existe una buena correlación en la región estudiada salvo en la tercera capa.

En las Tablas XXXV a XXXVIII se presentan los resultados para el sodio total e intercambiable y sus relaciones con el potasio. El potasio es más abun-

(1) Comunicación personal de Néstor Angulo, Luis Navas y Aloydes Villamil. Investigación en progreso. I.T.A. Universidad de Naríño. Pasto. 1.970.

dante que el sodio, situación que no se asemeja a la que se presenta en los suelos de la Llanura del Pacífico (Angulo, Navas, y Villamil (')), diferencia que se puede explicar por la mayor influencia marítima en el trópico húmedo nariñense.

La relación K/Na totales es más amplia que la relación K/Na intercambiables, significando que hay una mayor pérdida de sodio que de potasio intercambiable, o una liberación menor de sodio que de potasio a partir de los minerales originarios.

En las Tablas XXXIX a XLIII se presentan los datos para el calcio y magnesio, y su relación respectiva. Si se exceptúa la primera capa, la relación Ca/Mg es invertida. Curiosamente, en la Llanura del Pacífico ocurrió lo mismo. Es un hecho que necesariamente llama la atención, la inversión de la relación en dos áreas del trópico húmedo. Sería interesante realizar más comparaciones dentro de otras zonas ecológicas similares, para tratar de saber si es una característica de este tipo de suelos. Como la vegetación no parece ser afectada por una inversión, habría que revisar

(') Comunicación personal de Néstor Angulo, Luis Navas y Alcides Villamil. Investigación en progreso. IITA. Universidad de Nariño. Pasto. 1.970.

el concepto correspondiente de esa incidencia en la fertilidad.

En suelos básicos es conocido el efecto de primente que la relación Ca/Mg causa en las cosechas (1). Teniendo en cuenta que ese efecto no parece mostrarse en el trópico húmedo, podría resultar que fuese más limitante la presencia de altas cantidades de ambos elementos que su relación.

(1) Comunicación de Mario Masco L.

TABLA XXVII

FRACCIONES DE POTASIO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE
(primera capa)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	K-total	K-estructural	K no intercambiable		K- Intercambiable		K soluble en agua
			Total	Más soluble	NO ₃ -H O, 1N	NH ₄ O AcN	
VILLAGARZON	2.714,88	2.382,64	235,47	102,15	96,77	102,14	95,32
CAVELINA	2.411,00	2.119,37	188,30	41,34	103,33	93,00	84,37
PTO. CAICEDO	17.953,50	17.465,58	418,50	167,40	51,42	62,61	60,75
CAMPO SANTANA	1.531,38	1.151,84	195,29	73,93	184,25	179,30	185,55
PTO. ASIS (RIO PUTUMAYO)	10.879,76	8.942,76	1.804,82	1.235,40	132,18	73,72	84,40
MOCOA	4.500,38	4.168,60	253,28	92,12	78,50	112,51	98,75
PROMEDIO	6.665,15	6.038,46	515,94	285,39	107,74	102,21	101,52
% DEL K-TOTAL	100,00	90,60	7,74	4,28	1,62	1,53	1,52

	B	O	S	Q	U	B
PEPINO	5.949,18	5.623,24	235,77	72,71	90,17	83,94
UCHIPAYACO	1.751,50	1.554,83	149,21	70,01	47,46	50,85
PROMEDIO	3.850,34	3.589,03	192,49	71,36	68,81	67,39
% DEL K-TOTAL	100,00	93,21	5,00	1,85	1,79	1,75

TABLA XVIII

FRACCIONES DE POTASIO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE
(segunda capa)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	K-total	K-estructural	K no intercambiable		K-Intercambiable			K soluble en agua
			Total	Más soluble	NO ₃ H O, 1N	NH ₄	Ac N	
VILLAGARZON	4.183,69	3.966,85	156,84	68,40	60,00	39,47	26,31	
CAPELINA	3.332,75	3.080,03	193,87	30,01	58,85	47,16	35,25	
PTO. CAICEDO	2.557,76	2.009,36	520,77	240,43	27,62	26,60	25,58	
CAMPO SANTANA	1.112,53	912,80	172,59	59,71	27,14	22,80	20,14	
MOCOA	6.951,75	6.020,22	828,86	512,30	102,67	88,77	80,48	
PROMEDIO	3.627,89	3.197,85	374,59	182,17	55,25	44,96	37,55	
% DEL K-TOTAL	100,00	88,15	10,32	5,02	1,52	1,24	1,03	

B O S Q U E

PÉPINO	7.503,92	7.095,34	376,28	82,90	42,30	44,60	36,73
UCHIPAYACO	1.486,10	1.308,69	122,01	18,93	55,40	46,35	29,62
PROMEDIO	4.495,01	4.202,01	244,14	50,91	48,85	45,47	33,17
% DEL K-TOTAL	100,00	93,48	5,43	1,13	1,10	1,01	0,74

TABLA XXIX

FRACCIONES DE POTASIO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE
(tercera capa.)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	K-total	K-estructural	K no intercambiable		K-Intercambiable		K soluble en agua
			Total	Más soluble	NO ₃ H O, 1N NH ₄ Ac N	Ac N	
VILLAGARZON	5.280,30	5.000,82	253,01	58,23	26,47	24,77	22,57
CALPO SANTANA	1.452,46	1.300,08	130,46	27,42	21,92	15,90	34,81
MOCOA	6.743,89	6.315,50	362,81	79,33	65,58	67,26	47,69
PROMEDIO % DEL K-TOTAL	4.492,22 100,00	4.205,47 93,62	248,76 5,54	54,99 1,22	37,99 0,84	35,98 0,80	34,99 0,68
B O S Q U E							
PEPINO	8.582,47	8.171,15	362,02	49,24	49,30	62,42	52,02
UCHIPAYACO	3.580,36	3.377,02	165,64	42,84	37,70	18,84	26,92
PROMEDIO % DEL K-TOTAL	6.081,41 100,00	5.774,08 94,94	263,83 4,33	46,39 0,76	43,50 0,72	62,63 0,67	39,47 0,65

TABLA XXX

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO EN LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

C A P A S	K-total	K-estructural	K no intercambiable		K intercambiable		K soluble en agua
			Total Más soluble	NO ₃ H O ₃ LN	NH ₄ O Ac N		
PRIMERA CAPA							
Máximo	17.953,50	17.465,58	1.804,82	1.235,40	184,25	179,30	185,55
Promedio	6.665,15	6.058,46	515,94	285,39	107,74	102,21	101,52
Mínimo	2.411,00	1.151,84	195,79	41,34	51,42	52,61	60,75
SEGUNDA CAPA							
Máximo	6.951,75	6.020,22	828,86	512,30	102,67	88,77	80,48
Promedio	3.627,89	3.197,85	374,59	182,17	55,25	44,96	37,55
Mínimo	1.112,53	912,80	156,84	30,01	27,14	22,80	20,14
TERCERA CAPA							
Máximo	6.743,89	6.315,50	362,81	79,33	65,58	67,26	34,81
Promedio	4.492,22	4.205,47	248,76	54,99	37,99	35,98	34,99
Mínimo	1.452,46	1.300,08	130,46	27,42	21,92	15,90	22,57

TABLA XXXI

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO EN LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

CAPAS	K-total	K-estructural	K no intercambiable		K Intercambiable		K soluble en agua
			Total	Más soluble	NO ₃ , H ₂ O, 1N NH ₄ Ac N	Ac N	
PRIMERA CAPA							
Máximo	5.949,18	5.623,24	235,77	72,71	90,17	83,94	90,57
Promedio	3.850,34	3.589,03	192,49	71,06	68,81	67,39	59,43
Mínimo	1.751,50	1.554,83	149,21	70,01	47,46	50,85	28,40
SEGUNDA CAPA							
Máximo	7.503,92	7.095,34	366,28	82,90	55,40	46,35	36,73
Promedio	4.495,01	4.202,01	244,14	50,91	48,85	45,47	33,17
Mínimo	1.486,10	4.308,69	122,01	18,93	42,30	44,60	29,62
TERCERA CAPA							
Máximo	8.582,47	8.172,15	362,02	49,94	49,30	62,42	52,02
Promedio	6.081,41	5.774,08	263,83	46,39	43,50	40,63	39,47
Mínimo	3.850,36	3.377,02	165,74	42,84	37,70	18,84	26,92

TABLA XXXII

LIXIVIACION DEL POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 C.C./DIA DE HCL 0,01N CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE (primera capa)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	D I A S										Total lixiv.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
VILLAGARZON	43,01	13,44	4,84	1,08	0	0	0	0	0	0	0	62,37
CAFELINA	111,94	14,35	5,17	0	0	0	0	0	0	0	0	131,46
PTO. CAICEDO	45,44	8,97	5,38	1,79	0	0	0	0	0	0	0	61,58
CAMPO SANTANA	13,90	52,41	35,86	13,79	3,86	1,10	0	0	0	0	0	120,92
PTO. ASIS (RIO PUTUMAYO)	71,18	21,35	12,72	12,71	11,18	10,17	7,63	5,08	4,58	2,03	158,63	
MUGUA	83,73	23,55	15,18	4,71	41,7	2,09	1,05	0	0	0	0	135,02
TOTAL	369,20	134,07	79,15	34,08	19,75	13,36	8,68	5,08	4,58	2,03	669,98	
B O S Q U E												
PEPINO	79,87	33,05	14,87	5,51	5,51	2,75	1,65	0	0	0	0	143,21
UCHIPAYACO	42,38	8,48	2,26	1,70	0	0	0	0	0	0	0	45,82
TOTAL	122,25	41,53	17,13	7,21	5,51	2,75	1,65	0	0	0	0	198,03

TABLA XXXIII

LIXIVIACION DEL POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 C.C./DIA DE HCL 0,01N CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE

(segunda capa.)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	D I A S										Total Lixivia.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
VILLAGARZON	22,10	7,92	5,56	2,63	1,05	0	0	0	0	0	39,26
CAPILINA	46,16	14,44	5,19	1,73	1,73	1,15	0	0	0	0	70,40
PTO. CAICEDO	20,46	6,14	2,56	2,05	1,53	0	0	0	0	0	32,74
CAMPO SANTANA	5,43	4,88	2,71	1,63	1,10	0,09	0	0	0	0	15,84
MOCOA	122,99	14,44	10,70	2,14	2,14	2,14	1,07	0	0	0	155,62
TOTAL	217,14	47,82	26,72	10,18	7,55	3,38	1,07	0	0	0	313,86
B O S Q U E											
PEPINO	41,98	16,37	6,30	3,67	3,67	2,10	1,05	0	0	0	77,14
UCHIPAYAGO	10,52	2,63	1,58	1,58	0	0	0	0	0	0	16,31
TOTAL	52,50	21,00	7,88	5,25	3,67	2,10	1,05	0	0	0	93,45

TABLA XXXIV
 LIXIVIACION DEL POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 C.C./DIA DE HCL 0,01N
 CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA Y BOSQUE (TERCERA CAPA)

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	D I A S										Total Lixiv.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
VILLAGARZON	13,23	5,29	2,65	1,59	0	0	0	0	0	0	22,76
CAMPO SANTANA	10,96	5,48	4,93	1,64	0	0	0	0	0	0	23,01
MOCOA	55,53	14,28	14,28	6,88	5,29	4,76	2,12	0	0	0	103,14
TOTAL	78,72	25,05	21,86	10,11	5,29	4,76	2,12	0	0	0	148,91
B O S Q U E											
PEPLMO	44,21	15,08	5,20	2,60	2,08	0	0	0	0	0	71,25
UCHIPAYACO	6,46	2,69	2,15	1,72	0	0	0	0	0	0	12,92
TOTAL	50,67	17,77	7,35	4,22	2,08	2,08	0	0	0	0	84,17

TABLE XXXV

CONTENIDOS DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	PRIMERA CAPA		SEGUNDA CAPA		TERCERA CAPA	
	Na total	Intercambiable $\text{NH}_4 \text{ O Ac N}$	Na total	Intercambiable $\text{NH}_4 \text{ O Ac N}$	Na total	Interc. $\text{NH}_4 \text{ O Ac N}$
VILLAGARZON	327,94	17,20	705,17	16,31	301,70	12,77
CAFELINA	1.010,32	32,15	1.327,10	15,00	-----	-----
PTO. CAICEDO	5.500,22	25,11	977,06	10,74	-----	-----
CAMPO SANTANA	336,51	19,86	157,38	15,19	2.055,37	8,77
PTO. ASIS (RIO PUTUMAYO)	8.998,51	39,15	-----	-----	-----	-----
MOCOA	1.062,30	16,22	288,76	18,72	534,14	38,08
MAXIMO	8.988,51	39,15	1.327,10	18,72	2.055,37	38,08
PROMEDIO	2.870,97	24,95	691,10	15,19	963,73	19,87
MINIMO	336,51	16,22	157,38	10,74	301,70	8,77
Σ	100,00	0,87	100,00	0,22	100,00	0,21

TABLA XXVI

CONTENIDOS DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	PRIMERA CAPA		SEGUNDA CAPA		TERCERA CAPA	
	Na total	intercambiable $\text{NH}_4 \text{ Ac N}$	Na total	intercambiable $\text{NH}_4 \text{ Ac N}$	Na total	intercambiable $\text{NH}_4 \text{ Ac N}$
PEPINO	2.996,62	27,54	865,84	10,49	2.299,06	125,88
UCHIPAYACO	1.282,55	32,20	578,43	13,15	231,51	11,84
MAXIMO	2.996,22	32,20	865,84	13,15	2.299,06	125,88
PROMEDIO	2.139,58	29,78	722,13	11,82	1.265,28	68,86
MINIMO	1.282,55	27,54	578,43	10,49	231,51	11,84
%	100,00	1,40	100,00	0,16	100,00	5,44

TABLA XXVII
 RELACION K/Na EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS
 BAJO CONDICIONES DE PRADERA
 Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	PRIMERA CAPA		SEGUNDA CAPA		TERCERA CAPA	
	K/Na Total	K/Na Intercambiable	K/Na Total	K/Na Intercambiable	K/Na Total	K/Na Intercambiable
VILLAGARZON	8,28	5,63	5,93	4,68	17,50	2,17
CAPULINA	2,39	3,21	2,51	3,08	-----	-----
PTO. CAICEDO	3,26	2,06	2,62	2,57	-----	-----
CAMPO SANTANA	4,55	9,28	7,07	1,79	0,71	2,50
PTO. ASIS (RIO PUTUMAYO)	10,24	3,28	-----	-----	-----	-----
MUGUA	4,24	4,84	24,07	4,74	12,62	1,72
MAXIMO	10,24	9,28	24,07	4,74	17,50	2,50
PROMEDIO	5,49	4,71	8,44	3,17	10,28	2,13
MINIMO	2,39	2,05	2,51	1,79	0,71	1,72

TABLA XXXVIII

RELACION K/Na EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	PRIMERA CAPA		SEGUNDA CAPA		TERCERA CAPA	
	K/Na Total	K/Na Intercambiable	K/Na Total	K/Na Intercambiable	K/Na Total	K/Na Intercambiable
PEPINO	1,98	4,00	8,57	3,30	3,73	0,47
UCHIPAYACO	1,36	1,47	2,57	6,00	15,46	3,18
MAXIMO	1,98	4,00	8,67	6,00	15,46	3,18
PROMEDIO	1,67	2,73	5,62	4,75	9,59	1,82
MINIMO	1,36	1,47	2,57	3,30	3,73	0,47

TABLA XXXIX

CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/Mg CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA (Primera capa.)

Resultados en ppm.

NOMBRE DE LA MUESTRA	CALCIO		MAGNESIO		Ca/Mg
	NH ₄ O Ac N		NH ₄ O Ac N		
VILLAGARZON	22,58		14,71		1,53
CAPULINA	47,07		29,53		1,59
PUESTO CALCEDO	19,13		20,36		0,94
CAMPO SANTANA	206,87		39,91		5,18
PUESTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	305,04		36,78		8,29
MOCOA	222,40		35,63		6,24
MAXIMO	305,04		39,91		8,29
PROMEDIO	157,18		29,49		5,36
MINIMO	19,13		14,71		0,94

TABLA XI
 CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/Mg CORRESPONDIENTE A
 LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA (segunda capa.)

Resultados en ppm.

NOMBRE DE LA MUESTRA	CALCIO		MAGNESIO		Ca/Mg
	NH ₄ O AcN		NH ₄ O AcN		
VILLAGARZON	11,05		20,80		0,53
CAPULINA	12,12		19,65		0,62
PUERTO CALCEDO	10,74		14,00		0,77
CAMPO SANTANA	11,40		14,85		0,77
HOGGA	53,48		24,38		2,19
MAXIMO	53,47		24,38		2,19
PROMEDIO	19,76		18,74		0,98
MINIMO	10,74		14,00		0,53

TABLA XII

CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO O Y RELACION Ca/Mg CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA (tercera etapa)

Resultados en ppm.

NOMBRE DE LA MUESTRA	CALCIO	MAGNESIO	Ca/Mg
	$\frac{NH_4OAc N}{}$	$\frac{NH_4OAc N}{}$	
VILLAGARZON	14,82	18,02	0,82
CAMPO SANTANA	8,77	28,19	0,31
MOCOA	27,50	27,20	1,01
MAXIMO	27,50	28,19	1,01
PROMEDIO	17,03	24,47	0,71
MINIMO	8,77	18,02	0,51

CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/MG CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	CALCIO		MAGNESIO		Ca/Mg
	NH_4OAc	H_2O	NH_4OAc	N	
PRIMERA CAPA					
Pepino	81,53		34,83		2,34
Uchipayaco	9,04		29,06		0,31
SEGUNDA CAPA					
Pepino	22,04		17,87		1,23
Uchipayaco	5,26		14,39		0,36
TERCERA CAPA					
Pepino	5,20		31,62		0,16
Uchipayaco	5,38		14,73		0,36

TABLA XLIII

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/Mg
CORRESPONDIENTE A LOS SEUOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

	CALCIO		MAGNESIO		Ca/Mg
	$\text{NH}_4\text{O AcN}$	$\text{NH}_4\text{O AcN}$	$\text{NH}_4\text{O AcN}$	$\text{NH}_4\text{O AcN}$	
PRIMERA CAPA					
Máximo	81,53		34,83		2,34
Promedio	35,28		31,94		1,32
Mínimo	9,04		29,06		0,31
SEGUNDA CAPA					
Máximo	22,04		17,87		1,23
Promedio	13,65		16,13		0,79
Mínimo	5,26		14,39		0,36
TERCERA CAPA					
Máximo	5,38		31,62		0,36
Promedio	5,29		23,17		0,26
Mínimo	5,20		14,73		0,16

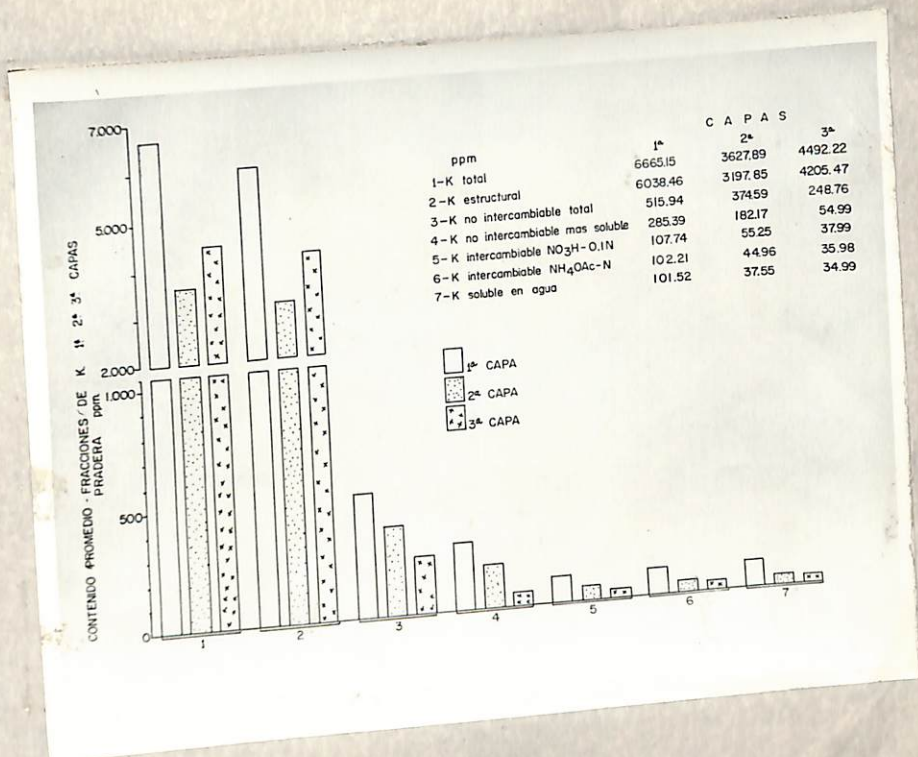


Figura 6

Contenido promedio de las fracciones de potasio correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santa Cruz.

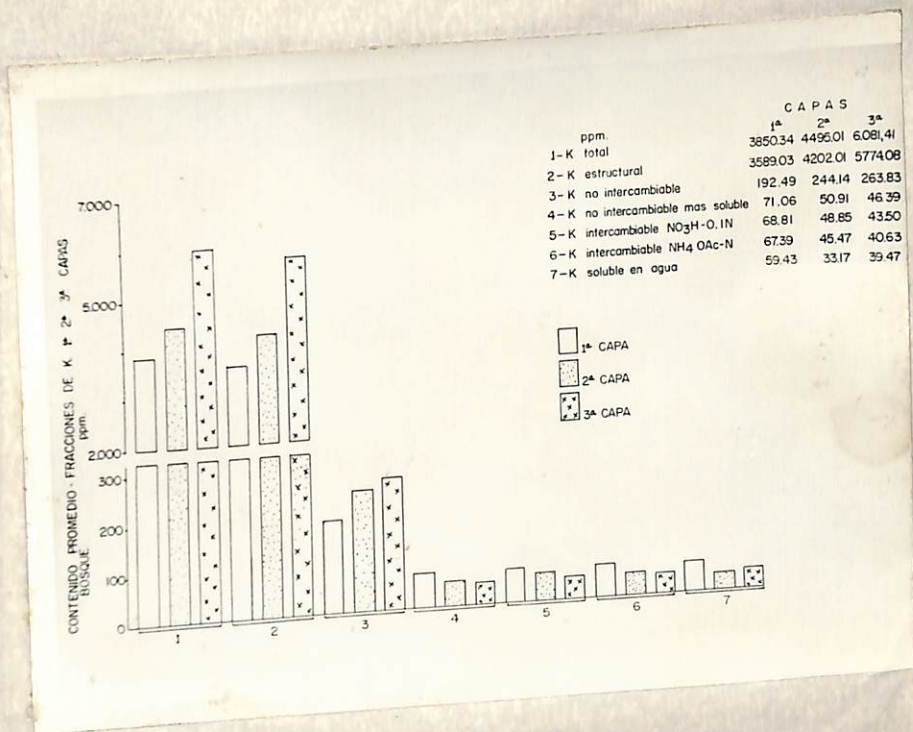


Figura 7

Contenido promedio de las fracciones de potasio correspondientes a los suelos, bajo condiciones de bosque. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santaeruz.

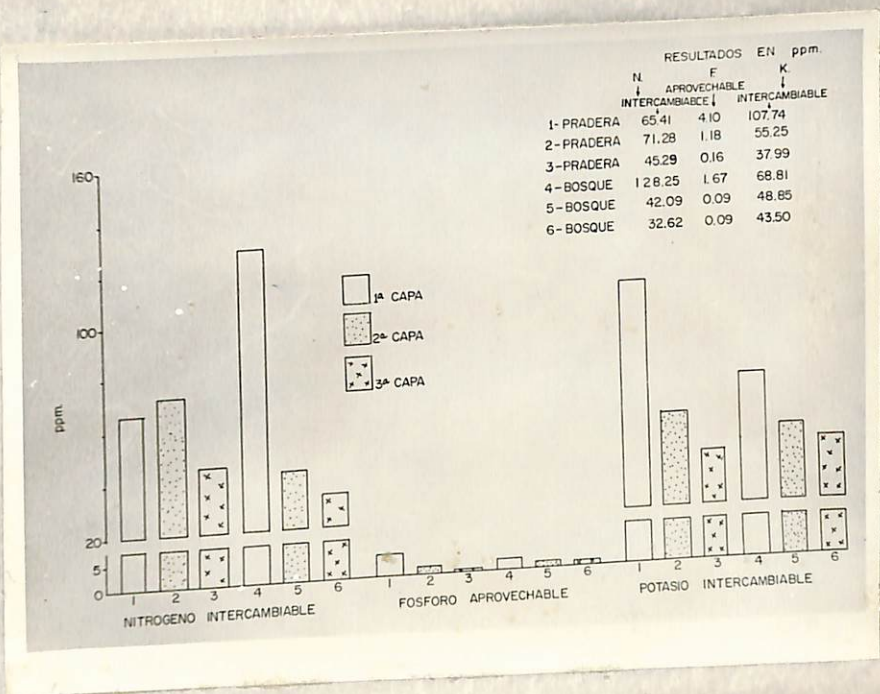


Figura 8

Comparación entre los contenidos promedios de nitrógeno intercambiable, fósforo aprovechable y potasio intercambiable correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera y bosque. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santa Cruz.

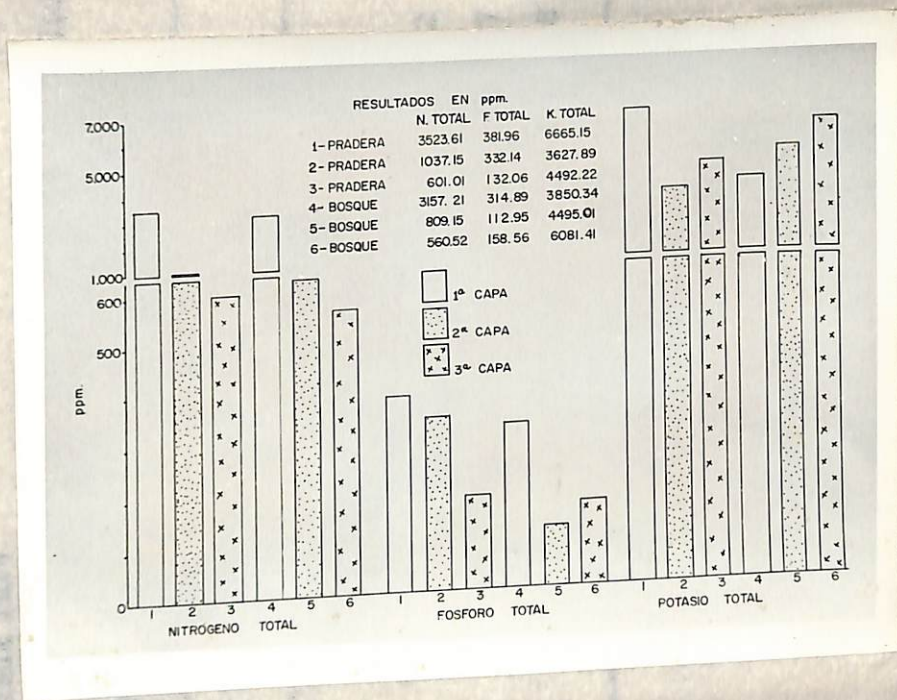


Figura 9

Comparación entre los contenidos de nitrógeno total, fósforo total y potasio total correspondientes a los suelos, bajo condiciones de pradera y bosque. (Primera, segunda y tercera capas).

Foto: I. Santa Cruz.

TABLA XLIV

RELACIONES ESTADISTICAS ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INTERCAMBIABLE,
BAJO CONDICIONES DE PRADERA

PRADERA	LINEA DE REGRESION	"r" obtenido		G.L.
		5%	1%	
Primera capa	$Y = - 23,39 + 0.0252X$	0,8716 +	0,8114	4
Segunda capa	$Y = - 21,28 + 0.0931X$	0,7360 N.S.	0,8783	3
Tercera capa	$Y = 18,25 + 0.0450X$	0,9392 N.S.	0,9969	1

+ = Significativo al nivel del 5%

N.S. = No significativo

G.L. = Grados de libertad

TABLA XLV
 RELACIONES ESTADISTICAS ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO
 BAJO CONDICIONES DE PRADERA

	LINBA DE REGRSSION	"r" obtenido	"r" tabulado 5%	"r" tabulado 1%	G.L.
PRADERA:					
Primera capa	$Y = 42,00 + 0,0023X$	0,1163 N.S.	0,8114	0,9172	4
Segunda capa	$Y = 24,12 + 0,0184X$	0,0934 N.S.	0,8783	0,9587	3
Tercera capa	$Y = 71,82 + 0,4927X$	0,4073 N.S.	0,9969	0,9998	1

N.S. = No significativo

G. L. = Grados de libertad

TABLA XLVI

RELACIONES ESTADISTICAS ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE
BAJO CONDICIONES DE PRADERA

PRADERA:	LINEA DE REGRESION	"r" tabulado			G.L.
		obtenido	5%	1%	
Primera capa	$Y = 82,41 + 0,0038X$	0,0170 N.S.	0,8114	0,9172	4
Segunda capa	$Y = 34,57 + 0,0057X$	0,1900 N.S.	0,8783	0,9587	3
Tercera capa	$Y = 7,44 + 0,0068X$	0,7794 N.S.	0,9969	0,9998	1

N.S. = No significativo

G.L. = Grados de libertad

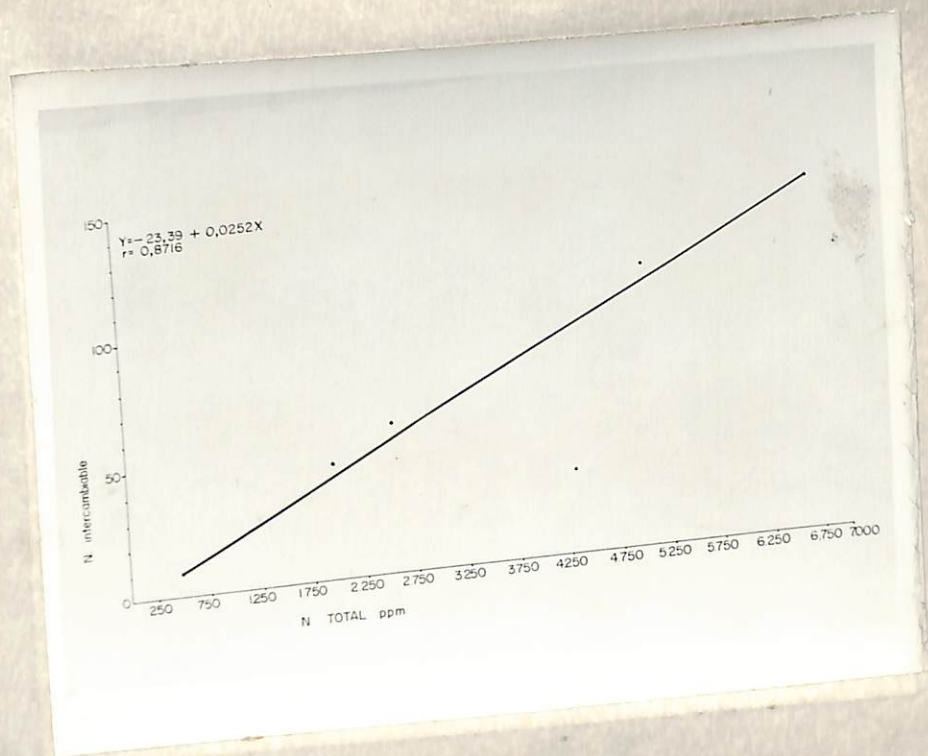


Figura 10

Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera capa).

Foto: I. Santacruz.

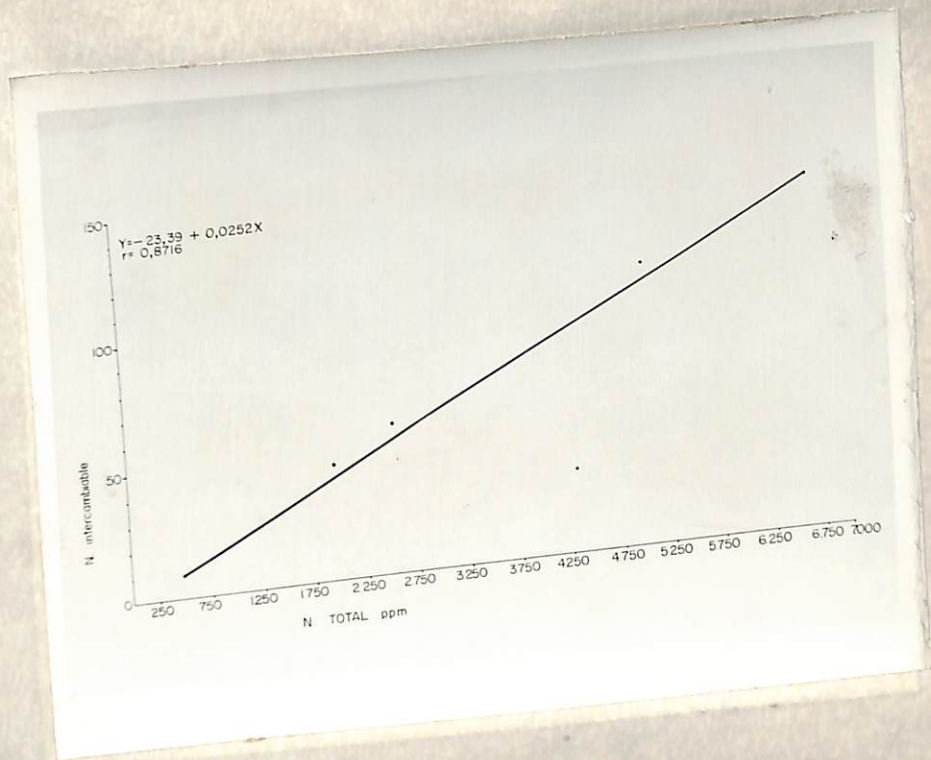


Figura 10

Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera capa).

Foto: I. Santacruz.

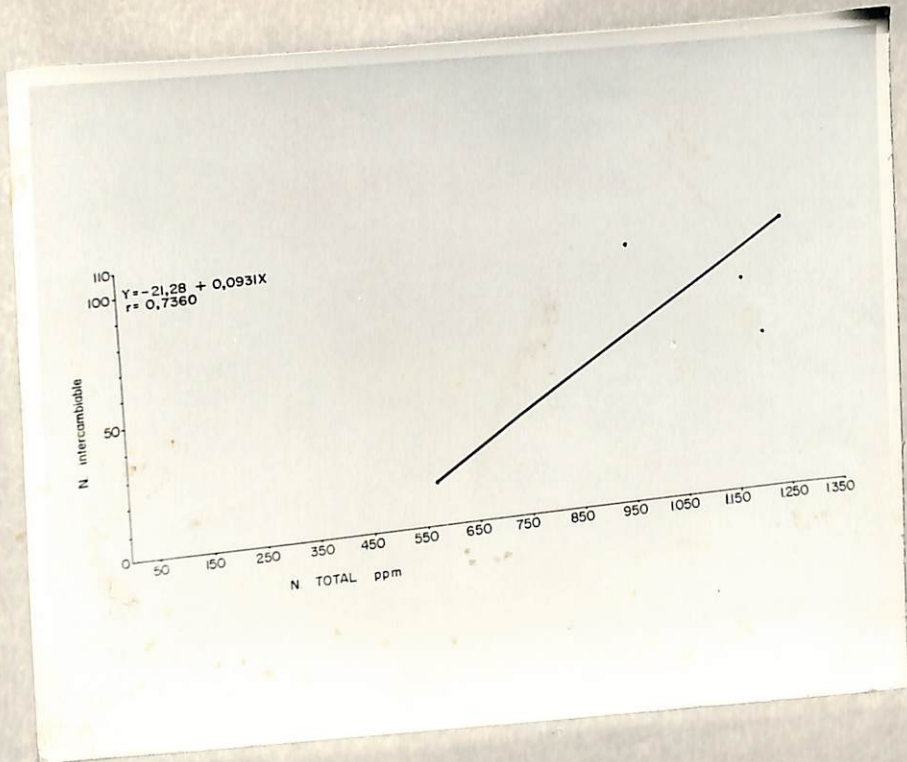


Figura 11

Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Segunda capa).

Foto: I. Santacruz.

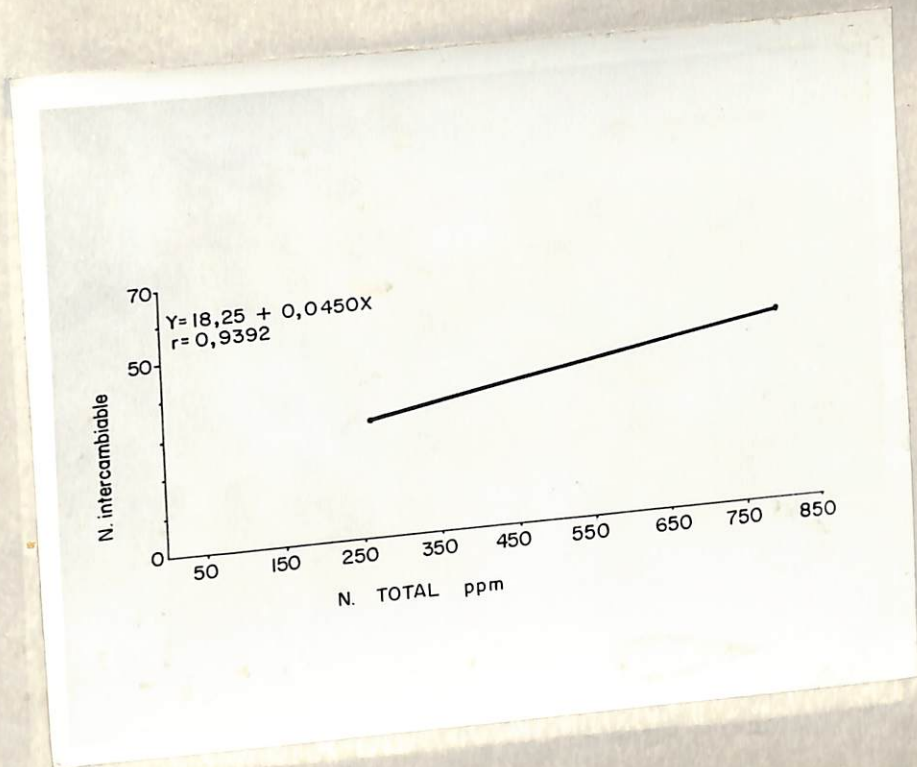


Figura 12

Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Tercera capa).

Foto: I. Santacruz.

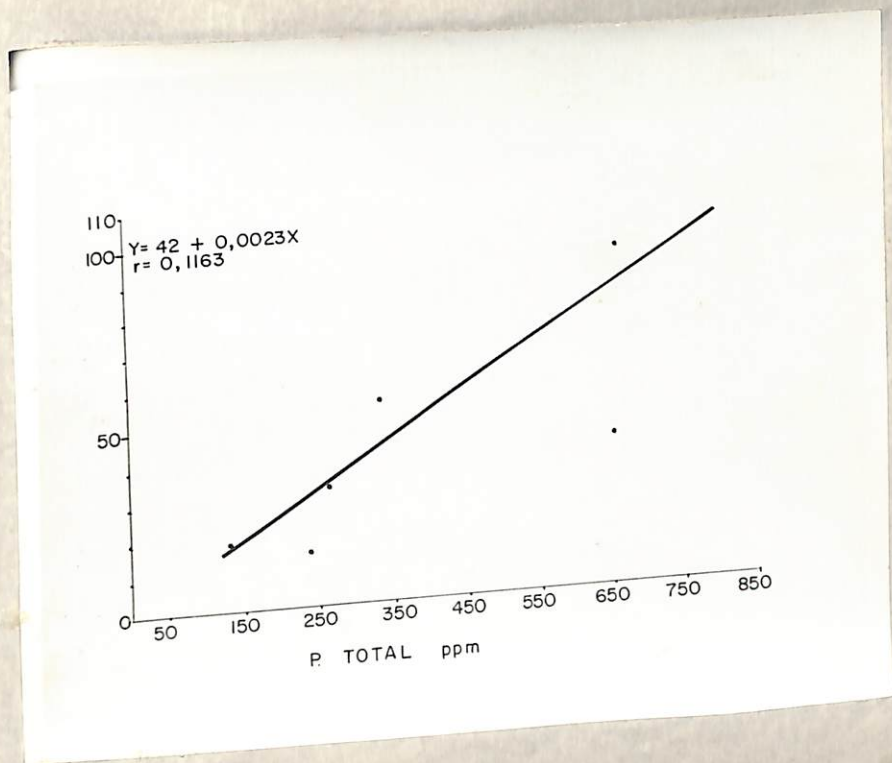


Figura 13

Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico, en los suelos bajo condiciones de pradera. (Primera capa).

Foto: I. Santacruz.

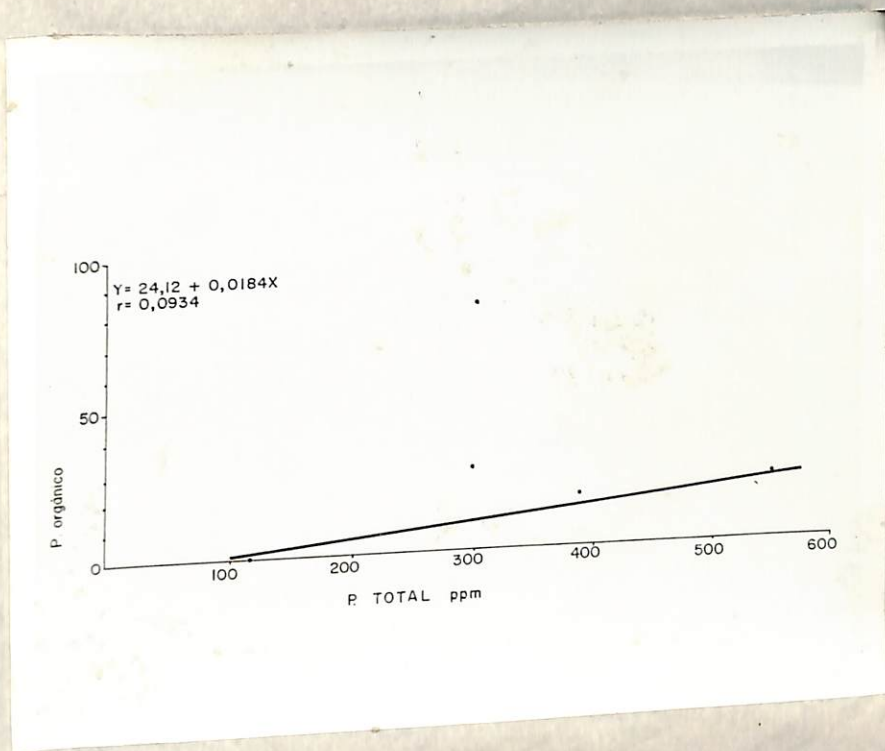


Figura 14
Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Segunda capa).

Foto: I. Santaerua.

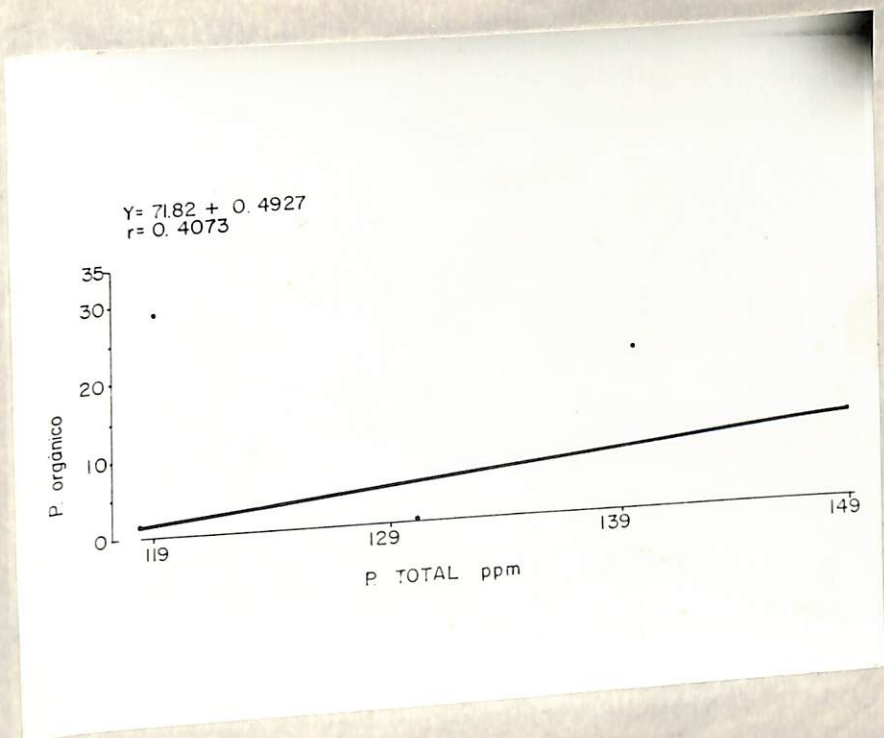


Figura 15

Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico en los suelos, bajo condiciones de pradera (Tercera capa).

Foto: I. Santacruz.

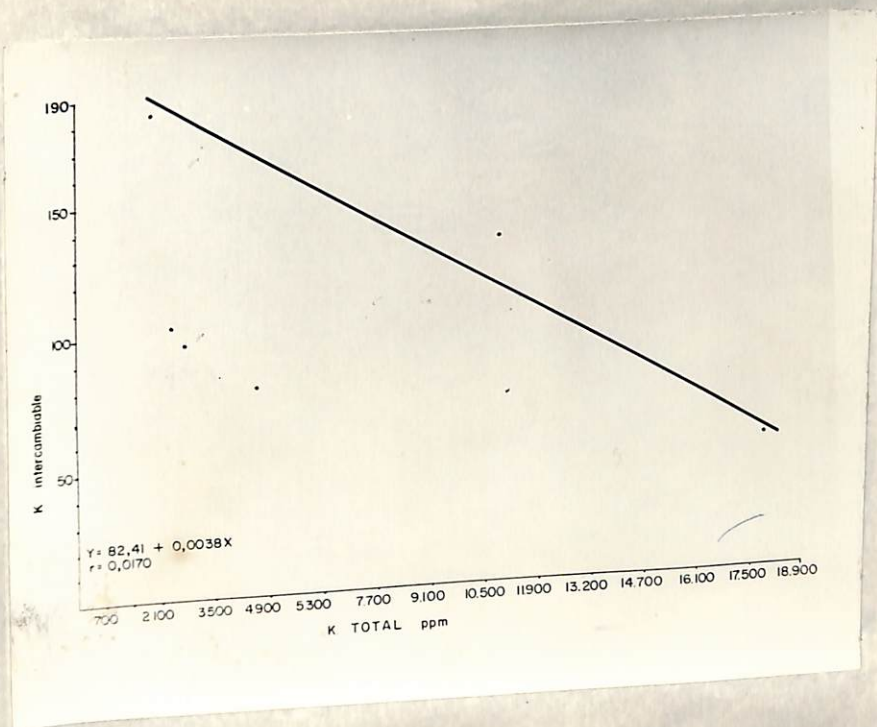


Figura 16

Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Primera capa).

Foto: I. Santaeruz.

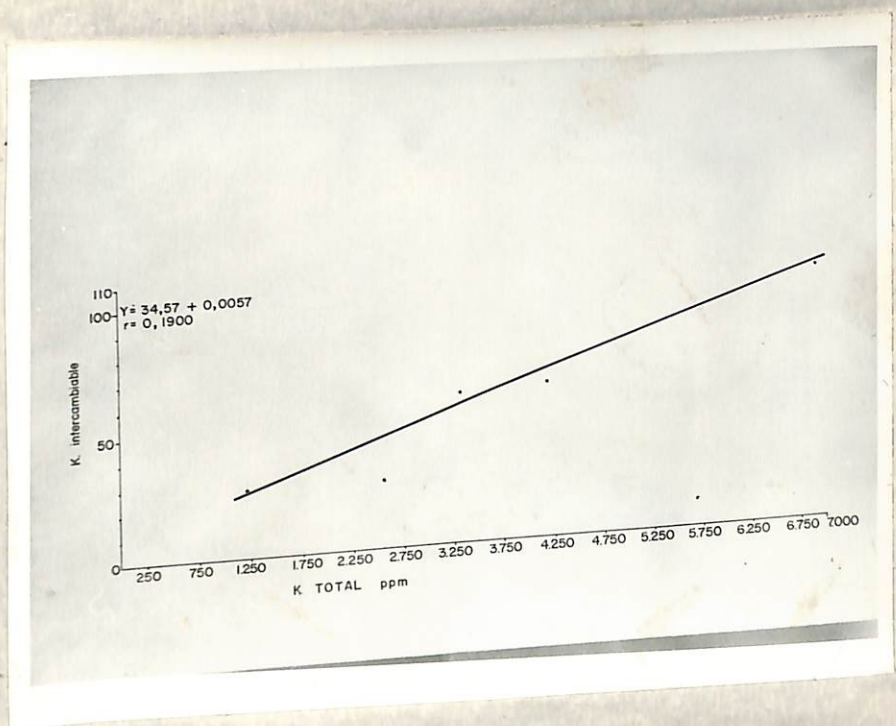


Figura 17

Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (segunda capa).

Foto: I. Santacruz.

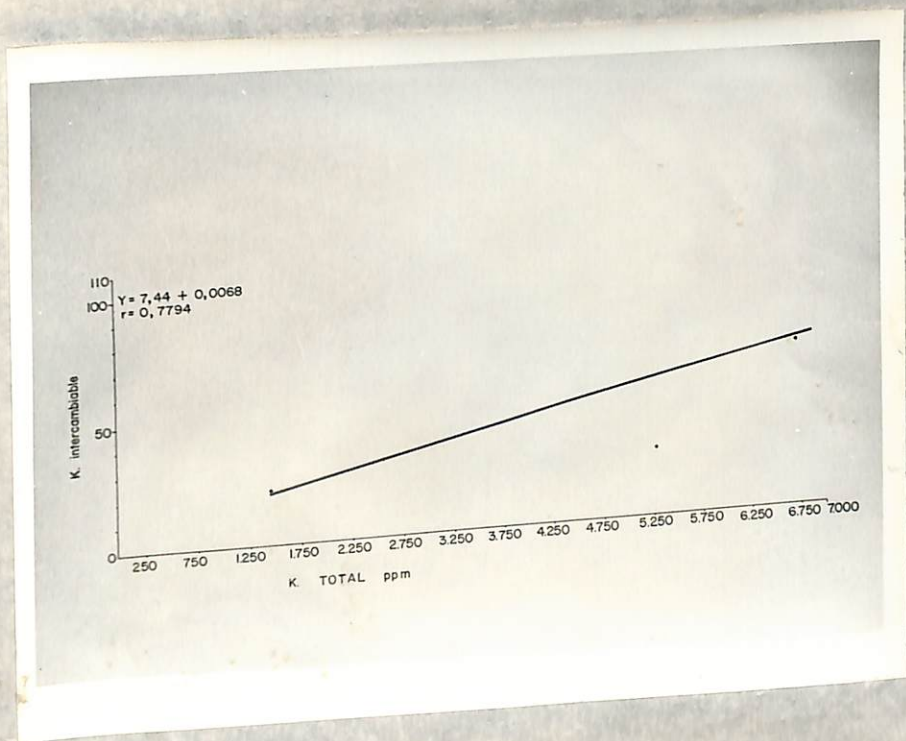


Figura 18

Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos, bajo condiciones de pradera. (Tercera capa).

Foto: I. Santacruz.

V. CONCLUSIONES

1.- El contenido de nitrógeno se aproxima a la normalidad que se espera para un área tropical húmeda, acumulándose la fracción nitrogenada orgánica en los primeros centímetros del perfil.

2.- El porcentaje relativo de la fracción nitrogenada inorgánica aumenta con la profundidad del perfil.

3.- Llama la atención que en el perfil de Mocoa el nitrógeno inorgánico supera al nitrógeno orgánico, primer caso registrado en la literatura. En el segundo horizonte el nitrógeno orgánico representó 328,17 ppm y el nitrógeno inorgánico 639,10 ppm. En el tercer horizonte el nitrógeno orgánico representó 351,82 ppm y el orgánico 447,80 ppm.

4.- En los perfiles estudiados se encontró correlación entre el nitrógeno total y su fracción intercambiable. En varios de los casos, el nitrógeno intercambiable se considera insuficiente para sostener las demandas de cosechas agrícolas.

5.- El contenido de fósforo es bajo. Su fracción asequible es prácticamente inexistente, lo cual significa la necesidad de fertilización fosfatada de la zona estudiada.

6.- Los fosfatos de hierro y aluminio son mucho más abundantes que los fosfatos cálcicos, señalando que la meteorización de estos suelos está muy adelantada.

7.- El porcentaje de fósforo orgánico es bajo mientras que la relación C/P orgánico es muy amplia. Se concluye que la materia orgánica es pobre en compuestos orgánicos fosforados.

8.- Esa amplia relación y la carencia casi completa, de las formas cálcicas son adversas para que se desarrolle una buena mineralización de fósforo en estos suelos.

9.- Los perfiles tomados en suelos del terciario son pobres en contenido de potasio total, mientras que los suelos aluviales muestran una gran concentración de potasio. El comportamiento del potasio intercambiable es irregular, con tendencia a ser deficiente.

10.- El potasio estructural representó 90-92% del potasio total, demostrando que los materiales potásicos son de difícil meteorización, pero el potasio liberado es rápidamente lixiviado en condiciones de laboratorio.

11.- El potasio total e intercambiable es mayor que el sodio total e intercambiable, siendo la relación K/Na totales más amplia que la relación K/Na intercambiables, lo cual significa una mayor pérdida de sodio que de potasio, o menor liberación de sodio a partir de sus minerales originarios.

✓ 12.- La relación Ca/Mg está invertida, a excepción del primer horizonte. Las cantidades absolutas de estos elementos son muy bajas, como cabe esperar en suelos altamente meteorizados.

13.- En conjunto los suelos son de menor fertilidad a medida que se alejan del pie de monte, salvo en las áreas aluviales.

14.- Los suelos del trópico húmedo del Putumayo requirieron mayor cantidad de fertilizantes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), que los suelos del trópico húmedo de la Llanura del Pacífico.

VI. RESUMEN

Los suelos usados en este estudio están localizados entre Mocoa y Puerto Asís (Río Putumayo), en el bosque húmedo tropical del Putumayo, S. O. de Colombia. (Hoya Amazónica).

Los resultados muestran que el contenido de nitrógeno total fue bajo. El nitrógeno orgánico representa el 96% (capa superficial) y el 68% (subsuelo) del nitrógeno total. El nitrógeno amoniacal nativo fijo e intercambiable como un porcentaje del nitrógeno total, aumentó desde 1.8 al 30% y desde el 1.8 al 7% respectivamente.

El contenido de fósforo total fue bajo. El hierro y aluminio ligado al fósforo fue más prevalente que el calcio ligado al fósforo. Esto indica que el estado de meteorización del perfil es avanzado. El fósforo orgánico fue más bajo que el inorgánico. De la relación C/Fósforo orgánico, se puede decir que la materia orgánica es muy pobre en compuestos fosforados.

El contenido de potasio total fue alto solamente en los suelos aluviales (más de 17.000 ppm). Los resultados demostraron un bajo contenido de las diferentes fracciones de potasio excepto para el potasio estructural.

SUMMARY

The soils used in this study are located between Mocoa and Puerto Asís (Putumayo River), in the tropical humid forest of Putumayo, S. W. Colombia (Amazon basin).

The results have shown that total and organic-N content are low. The organic - N. Native fixed and exchangeable NH_4 -N as a percentage of total-N, increased from 1.8% to 30% and from 1.8% to 7% respectively.

Total-P content was low. Fe and Al bound-P was more prevalent than Calcium bound-P; this indicates that the profile weathering stage is advanced. Organic-P relation it can be said that the organic matter is very poor in P-compounds.

Total-K content was high only in alluvial soils (up to 17,000 ppm). Results showed a low content of the different K-fractions except for structural-K.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ACQUAYE, D. K. Some significance of soil organic phosphorus mineralization in the phosphorus nutrition of cocoa in Ghana. *Plant. and soil.* 19: 65-80. 1.963.
2. ADAMS, A. P., V. W. BARTHOLOMEW and F. B. CLARK. Measurement of nucleic acid components in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 18: 40-46. 1.954.
3. ADAMS, R. and F. J. STEVENSON. Ammonium sorption and release from rocks and minerals. *Soil Sci. Amer. Proc.* 28: 345-351. 1.964.
4. AHMAD, N. and JONES, R. L. Forms of occurrence of inorganic phosphorus and its chemical availability in limestone soils of Barbados. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31: 184-188. 1.967.
5. ALBAREDA, J. M. V. HERNANDO y N. DEL PILAR. Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo. I. *An. Edafología y Agrobiología.* 17: 221-253. 1.958.
6.

Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo. III. *An. Edafología y Agrobiología.* 17: 893-934. 1.964.

7. AL-ABBAS, A. H. and S. A. BARBER. A soil test for phosphorus based upon fractionation of soil phosphorus. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 28: 218-220. 1.964.
8. ALEXANDER, L. T. and J. G. GADY. Genesis and hardening of laterite in soil. USDA. Tech. Bull. No. 1282. 90p. 1.962.
9. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. Wiley. New York. 472p. 1.961.
10. ALLISON, F. E., J. H. DOBTSCH and B. M. ROLLER. Availability of soil Sci. 75: 373-381. 1.953.
11. AMBERGER, A. Funciones que desempeña la potasa en la planta. *Revista de la potasa. Berna. Sección 3. Biología, Humus.* 27 a cont. 1.968.
12. ANDERSON, G. NUCLEIC acids, derivatives and organic phosphates. In McLaren, A. D. and Paterson, G. H. ed. *Soil biochemistry.* 67-90p. 1.967.
13. AOMINE, S. The fixation of ammonium in soils. II Ammonium fixation of some soils in Southeastern provinces of Japan. 23: 83-87. 1.951. (In Abs. *Soils and Fertilisers.* 15: 1569-1962).
14. AOMINE, S. and Y. KOBAYASHI. Effects of allophana on the enzymatic activity of a proteasa. *Soil Sci. Plant Nutr.* 10: 28-32.

- ① * 15. ARAMBARRI, P. y L. MADRID. Relación entre el fósforo total y el fósforo lábil de cuatro suelos característicos Andaluces. An. Edafol. Agrobiol. 24: 683-692. 1.965.
16. ARNOLD, P. W. Nature and mode of weathering of soil potassium reserves. Jour. Sci. Fd. Agric. 11: 286-292. 1.960.
17. _____ and B. M. and B. M. CLOSE. Release of nonexchangeable potassium, from some British soils cropped in the glasshouse. Jour. Agric. Sci. 57: 295-304. 1.961.
18. AUBERT, G. Les sols lateritiques. In 5 th Inter. Congr. Soil Sci. Leopoldville. 1: 103-118. 1.954.
19. AXLEY, J. H. and LEGG, J. O. Ammonium fixation in soils and the influence of potassium on nitrogen availability from nitrate and ammonium sources. Soil Sc. 90: 151-156. 1.960.
- ③ * 20. BASTIDAS, O., CAICEDO, A. y ROMO, F. Estudio de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos de Sibundoy. Intendencia Nacional del Putumayo. Tesis de Grado. ITA. Universidad de Narino. 219p. 1.970.

21. BASTIDAS, C., CAICEDO, A. y ROMO, F. y BLASCO, M.
Formas de fósforo en los suelos volcánicos del
Valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia. (Some-
tido a consideración Revista Turrialba). 1.970.
22. BARBIER, G. La fumure potasique dans le conditions
mediterrannes. La dynamique du potassium dans
le sol. Int. Inter. de la potasa. Symposium.
Atenas. pp. 231-258. 1.962.
23. ————. Introduction a l'étude des phosphates
du sol. VI Cong. Int. Cienc. Suels. Paris.
II. Vol. B: 387-408. 1.964.
24. BENNETT, J. The red and yellow soils of the tropi-
cal and subtropical uplands. Soil Sci. 25:
243-249. 1.963.
25. BLACK, C. A. and C. A. I. GORING. Organic phospho-
rus in soils. Agron. Monograph. 4: 123-152.
1.953.
26. BLANCHET, R. Absorption et dilution isotopique de
sions phosphoriques au contact des hydroxides
metalliques et des argiles. Ann. Agr. 1: 55-74.
1.960.
27. BLASCO, M. Estudio de suelos en la confluencia de
los Ríos Putumayo y Cotuhé. Fac. Agron. Palmi-
ra. 46p. 1.963.

28. BLASCO, M. Curso de suelos. Palmira, Fac. de Agron. Universidad Nacional. 427p. 1.963.
29. _____. Sinopsis edafológica del Amazonas Colombiano. IV Conf. Latin. Fertilidad Suelos. FAD. Bogotá. 21p. 1.968.
30. _____. Curso de Microbiología de suelos. IICA. Turrialba. 247p. 1.970.
31. _____. Informe preliminar del Amazonas Colombiano. Anales de Edafología y Agrobiología. 27: 47-55. 1.968.
32. _____. Formas de fósforo en los suelos del Amazonas Colombiano. Anales de Edafología y Agrobiología. 1.970. (En prensa).
33. _____. Conferencias de suelos. Palmira, Fac. de Agron. Universidad Nacional. pp.165-191. 1.968. (En mimeógrafo).
- 76 * 34. * _____. Studies on some aspects of nitrogen in the soils of Colombia. Thesis, Ph. D. University of London. 311p. 1.966.
35. _____. y M. BOHORQUEZ. Fractionation of phosphorus in tropical soils of Colombia. Agrochimica. 12: 173-178. 1.968.

36. BLASCO, M. y N. BOHORQUEZ y C. LLANOS. Transformaciones microbiológicas del fósforo en suelos volcánicos del Puracé. Acta Agron. (Palmira). 18: 1-6. 1.968. ✓
37. _____ and A. H. CORNFIELD. Fixation of added ammonium and nitrification of fixed ammonium in clays. Jour Sci. Food Agric. 17: 481-484. 1.966.
- ⑧ *38. _____ . Effet of soil moisture content during incubation on the nitrogen mineralising characteristics of the soils of Colombia. Geoderma. 1: 19-25. 1.967. *
39. BOHORQUEZ, N. Estudio de las fracciones y algunas reacciones del potasio en dos suelos del Valle del Cauca. Tesis de Grado. Fac. Agron., Palmira. Universidad Nacional de Colombia. 79p. 1.968.
40. BORNEMISZA, E. y R. FUENTES. Cation exchange capacity of Costa Rica soils and subsoils at different pH values in the presence of organic matter of after its destruction. Agron. Abst. Amer. Soc. Agron. New Orleans. pp.80. 1.968.
41. _____ y K. IGUE. Oxidos de hierro y aluminio en suelos tropicales. Turrialba. 17: 97-102. 1.967.

42. BORNEMISZA, E. y PINEDA, R. Minerales amorfos y mineralización del nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO/IICA, Turrialba. B-7, 1. 1969.
43. BOUYOUKOS, G. J. A comparison between the pipette method and the hidrometer method of making analysis of sucesaful. Soil Sci. 38: 335-345. 1.964.
44. BREMNER, J. M. Nitrogenous compounds. In McLaren, A. D. y Peterson, G. H. ed. Soil biochemistry. Dekkes. New York. pp.19-66. 1.967.
45. _____ The amino-acid composition of the protein material in soil. Biochem. Jour. 47: 538-542. 1.960.
46. _____ The nature of soil nitrogen complexes. Jour Sci. Food Agric. 3: 497-500. 1.952.
47. _____ Determination of nitrogen in soil by the Kjeldhal method. Jour. Agric. Sci. 52: 147-160. 1.959.
48. _____ Determination of fixed ammonium in soils. Jour. Agric. Sci. 52: 147-160. 1.959.

49. BREMNER, J. H. Amino-acids in soils. *Nature*.
165: 367p. 1.951.
50. _____ and K. SHAW. Studies on the es-
timation and decomposition of amino sugars
in the soil. *Jour. Agric. Sci.* 44: 152-159.
1.955.
51. _____ Determination of
ammonia and nitrate in soils. *Jour. Agric.*
Sci. 46: 320-328. 1.955.
52. BROADBENT, F. E., JACKMAN, R. H. y McNicoll, J.
Mineralization of carbon and nitrogen in so-
me New Zealand allophanic soils. *Soil Sci.*
28: 118-128. 1.964.
53. BURGS, W. D. y F. E. BROADBENT. Fixation of ammo-
nia by organic soils. *Soil Sci. Soc. Amer.*
Proc. 25: 199-204. 1.961.
- 9* 54. BUCKMAN, H. y H. C. BRADY. *Naturaleza y propieda-
des de los suelos*. Trad. de R. S. Barceló.
Unión Tipográfica. Editorial Hispanoamerica
na. México. 590p. 1.966.
55. CARRERA, G., G. CAICEDO., R. FORTICH y G. GUERRE-
RO. Estudio general de suelos y Socio-econó-
mico del Valle de Sibundoy. Universidad de
Nariño. ITA. 220p. 1.966. (Tesis de Grado sin
publicar).

56. CONYERS, E. S. and E. O. McLEAN. Plant up take and chemical extractions for evaluating potassium release characteristics of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33: 226-230. 1.969.
57. CORNFIELD, A. H. Laboratory manual agricultural chemistry. Imperial College. London University. 75p. 1.966.
58. _____ and A. G. POLLARD. The relative rates of release of potassium, calcium, and magnesium from soils during electrodialysis. Jour. Sci. Food. Agric. 3: 613-615. 1.952.
59. CHANG, S. C. and M. L. JACKSON. Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. 84: 133-137. 1.957.
60. _____. Soil phosphorus fractions in some representative soils. Jour. Soil Sci. 9: 109-119. 1.958.
61. DEAN, L. A. Fixation of soil phosphorus. Advances in Agronomy. 1: 391-411. 1.949.
62. DEMOLON, A. Dinámica del suelo. Trad. A. Pérez. Vol. I. Omega, Barcelona. 523p. 1.968.
63. DENNIS, B. J. and R. ELLIS. Potassium ion fixation, equilibria and lattice changes in vermiculite.

- culite. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26: 230-233. 1.962.
64. DUCHAUFOR, P. *Precis de pedologie*. 10 ed. Masson Ed. 499p. 1.965.
65. DURAN, N. Principales características de los suelos de la región algodonera de la Guajira. Tesis de Grado. Fac. Agron. Palmira. Universidad Nacional. 75p. 1.968.
66. _____ y M. BLASCO. Fractionation of nitrogen in the soils of Guajira, Caribbean area of Colombia. Tropical Agric. (Trinidad). En prensa.
67. DUTHION, C. El potasio en el suelo. Revista de la potasa. Berna. Sección 4. Ciencia del suelo. 43a cont. 1.968.
68. ENWESOR, W. O. Significance of the C:P organic ratio in the mineralisation of soil organic phosphorus. Soil Sci. 103: 62-66. 1.957.
69. _____ y A. W. MOORE. Phosphorus status of some nigerian soils. Soil Sci. 102: 322-328. 1.966.
70. FABRY, G. Transformación biológica del ácido fólico en chernosom con un horizonte húmedo de grosor medio. Agrokon. Talajt. 12: 577-592. (En húngaro). 1.963.

71. FASSBRUNDER, H. W. Formas de los fosfatos en algunos suelos de la zona oriental de la Meseta Central y de las Llanuras Atlánticas de Costa Rica. Fito. Latin. 3: 187-202. 1.966.

49 * 72. ~~_____~~. La absorción de los fosfatos en suelos fuertemente ácidos y su evaluación usando la isoterma de legumin. Fito. Latin 3: 202-216. 1.966.

73. ~~_____~~. Phosphate-retention and its different chemical forms under laboratory conditions for 14 Costa Rica soils. Agrochimica. 12: 512-521. 1.968.

74. ~~_____~~. Deficiencias y fijación del fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO/IICA, Turrialba. B-4, 1. 1.969.

75. ~~_____~~. Retención y transformación de fosfatos en ocho latosoles de la Amazonía del Brasil. Fito. Latin. 6: 1-10. 1.969.

76. ~~_____~~. Química de suelos. IICA, Turrialba. 266p. 1.969.

77. ~~_____~~. Phosphorus fixation in tropical soils. Agri-Digest. 18: 20-28. 1.969.

78. FASSBENDER, H. W. y L. MULLER y L. BALERDI. Estu
dios del fósforo en suelos de América Central.
II. Formas y sus relaciones con las plantas.
Turrialba. 18: 333-347. 1.968.
79. GARCIA, B. Estudio sobre el potasio en algunos
suelos de clima medio del Departamento de Nari
ño. Tesis de Grado. ITA. Universidad de Nari
ño. 129p. 1.969.
80. GARMAN, W. L. Potassium release characteristics
of several soils from Ohio and New York. Soil
Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 52658. 1.957.
81. GOEL, K. N. y AGARWAL, R. R. Total an organic
phosphorus in different size-fractions in gene
tically related soils of Kampur in the Indian
Gangetic alluvion. Jour. Indian Soc. Soil Sci.
8: 17-22. 1.960.
82. GOMBZ, B. Diccionario geográfico del sur. 20p.
1.962.
83. HANOTIAUX, G. Studies on the dynamics⁶⁵ of phospho
rus and potassium in soil. V. Fractionation of
soil phosphorus and potassium. Pedologie, Gand.
14: 160-178. 1.974.
84. _____ . L'estude de la dynamique du phospho
re du sol par le methode du fractionnement

Meeting Inter. Soc. Soil Sci. Transac. Aberdeen.
pp.161-173. 1.967.

85. HANWAY, J. H. and A. B. SCOTT. Ammonium fixation
and release in certain Iowa soils, Soil Sci.
82: 379-386. 1.966.

86. HARADA, T. and K. KUTSUNA. Ammonium fixation by
residual soil from crystalline schists at Ya-
hatahama. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Jap.
3-B: 17-41. 1954.

87. HANSEN, G. W. and G. J. COLMIBRANDE. Soil in or-
ganic nitrogen. Soil nitrogen. 43: 92. 1.965.

88. HENNWALL, J. B. The fixation of phosphorus by soils
Advances in Agronomy. 2: 95-112. 1.957.

89. HOGT, D. E. The assessment of available potassium
in soils. New Zealand, Journal Science Of Tech-
nology. 38: 101-102. 1.957.

90. HOSSNER, L. R. and G. B. RICARDS. The effects of
phosphorus source on the movement and uptake
of band applied manganese. Soil Sci. Soc. Amer.
Proc. 32: 83-85. 1.968.

91. HOYOS, A. y R. GARCIA. Distribución de las distin-
tas clases de fósforo en las fracciones del sug-
lo de varios perfiles. Agrochimica. 3: 191-197.
1.959.

92. HSU, P. H. y M. L. JACKSON. Inorganic phosphate transformation by chemical weathering of soil as influenced by pH. Soil Sci. 90: 16-32. 1.960.
93. IGNATIEFF, V. y LIMOS, M. Some management aspects of more important tropical soils. Soil Sci. 95: 243-249. 1.963.
94. IDARRAGA, H. Informe agropecuario sobre la Comisaría del Putumayo correspondiente al fin de 1.964. (Separata de la Revista del Banco de la República, correspondiente al año de 1.965).
95. IVANOV, T. Non-exchangeable absorption of the ammonium cation by some soils. C2v. Dobrud 2H, Inst. Tolbukhin. 3: 5-19. (In abs, soils and fertilizers. 27: 30. 1.964).
96. JACKSON, M. L. Análisis químico de suelos. Trad. J. B. Martínez, Omega, Barcelona. 662p. 1.964.
97. _____ Soil chemical analysis, 2nd. ed. Prentice Hall Inc. N. J. 498p. 1.960.
98. _____ and G. D. SHERMAN. Chemical weathering of minerals in soils. Advances in agronomy. 5: 296-297. 1.953.

- 11 * 99. KAILA, A. Phosphorus conditions at various depths in some mineral soils. Jour. Sci. Agric. Soc. Finland, 35: 69-79. 1.963.
100. ———. Fractions of inorganic phosphorus in Finnish mineral soils. Jour. Sci. Agric. Soc. Finland. 36: 1-13. 1.964.
101. ———. Fijación del potasio en suelos finlandeses. Revista de la potasa. Berna. Sección 5. Ciencia del suelo. 35a. Cont. 1.966.
- X 102. KATZNELSON, E. A., A. PETERSON and J. W. ROWALT. Phosphate dissolving microorganisms used and in the root zone plants. Canad. Jour. Botanic. 40: 1181-1189. 1.962.
103. KAUFFMAN, M. D. and D. R. BOULDIN. Relations hips of non-exchangeable potassium in soils adjacent to cation exchange resins and plants. Soil Sci. 104: 145-150. 1.967.
104. KERRIAN, R. P. Acumulación del potasio por los vegetales. Revista de la potasa. Berna. Sección 3. Biología, humus. 21a cont. 1.966.
105. KOJIMA, T. Soil organic nitrogen. I. Nature of the organic nitrogen in a muck soil from Geneva. Soil Sci. New York. 64: 157-165. 1.947.

106. KOWONOVA, M. M. Soil organic matter. Pergamon Press. 450p. 1.961.
107. KOSAKA, J., C. HONDA y A. ISEKI. Transformation of humus in upland soils, Japan. Soil Sci. Plant Ntr. 8: 23-28. 1.962.
108. KOTER, Z. and M. WARCHLOWA. The role of sodium in de nutrition of seradella. Acta Agrob. 11: 131-150. Inst. Soil. Cultiv., Ulszy, poland. (en Abs. Soils and fertilizers. 25: 3.465. 1.962).
109. LAVERTY, J. C. and E. O. McLEAN. Factors affecting yields and uptake of phosphorus by different crops. 3. Kind of phosphate-native, applied and formed. Soil Sci. 21: 166-171. 1.961.
110. LEON, L. A. y N. P. COLEMAN. Características químicas de algunos suelos ácidos de Colombia en relación a la fijación de fosfatos. Contribución a la VI confer. latinoamericana de la FAO, Bogotá Colombia. (Sin paginación).
111. LOTERO, J. Forma de fósforo en el suelo, fijación y aprovechamiento. Agric. Trop. 22: 275-284. 1.966.

112. Mc LEM, A. J. Potassium supplying power of some canadian soils. *Canad. Jour. Soil Sci.* 41: 192-206. 1.961.
113. _____ . Fixation of potassium added to soils and its recovery by plants. Soil research Institute Canada Department of Agricultura. Ontario No. 260 16p. (En mimeógrafo). 1.966.
114. MARTINEZ, A. y F. LUCENA. Determinación y formas de fósforo en la Provincia de Salamanca. Nota I. Estudio comparativo de 12 soluciones extragoras de fósforo asimilable. *An. Edafol. Agrp biol.* 18: 81-95. 1.959.
115. _____ . Nota II. Formas de fósforo. *An. Edafol. Agrobiol.* 19: 59-68. 1.960.
116. MARTINI, J. A. Caracterización del estado de potasio en seis suelos de Panamá. *Pito. Latin.* 3: 163-186. 1.966.
117. McCONAGHY, S., STEWART, J. W. B. y MALBOH, M. Soil phosphate status measured by isotopic exchange and other techniques. Meeting Inter. Soc. Soil Sci. Transac. Aberdeen. pp. 151-160. 1.967.

118. MERWE, C. R. van der. A few type of lateritic soil in the Unión of Scoth Africa. Soil Africans. 2: 353-356. 1.952.

119. MIKANI, D. T. y KANSHIRO, Y. Native fixed ammonium in Hawaiian Soils. Soil Sci. Amer. Proc. 32: 481-485.

120. MILLIOT, G. Geologie des argiles. Masson Editeurs. Paris. 499p. 1964.

13 * 121. MOLINA, G. y BLASCO, M. El nitrógeno en los suelos derivados de cenizas volcánicas del Altiplano de Pasto, Colombia. Turrialba. 20: (en prensa)

122. MOORE, A. W. y AYRES, C. A. HF. extractable ammonium nitrogen in four nigerian soils. Soil Sci. 99: 335-338. 1965.

123. MORILLO, R. M. y FASSBENDER, H. W. Formas y disponibilidad de fosfatos en algunos suelos de la cuenca baja del Río Choluteca, Honduras, Turrialba. 19: 26-33. 1.968.

124. MORTLAND, M. M. and A. R. WOLCOTT. Sorption of inorganic nitrogen Compounds by soil materials Soil Nitrogen. 150-197p. 1.965.

125. MUNSELL. Soil color charts. Baltimore. Mund. Col; Co. Inc. s.p.

126. NOMMIK, H. y K. O. NILSSON. Fixation of ammonia by organic fraction of soil. Acta Agric. Scand. 13: 371-390. 1.963.
127. NORRISH, K. The swelling of montmorillonite Faraday Soc. Dis. 18: 120-134. 1.954.
128. OKANENKO, A. S. and B. BERNSTEIN. Potassium and sodium in the vital activity of sugar beet. Sol'khoz. Biol. 391-404. 1.966.
129. ORDÓÑEZ, H. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Tesis de Grado. ITA. Universidad de Nariño. 114p. 1.969.
130. PANTOJA, C. Fraccionamiento del fósforo en algunos suelos de clima medio del Departamento de Nariño. Tesis de Grado. ITA. Universidad de Nariño. 111p. 1.969.
131. PEREZ, A. La Intendencia del Putumayo, su potencialidad minera, forestal, agrícola y pecuaria. 15-36p. 1.966.
132. REITENSIEP, R. F. Soil potassium. Adv. in Agronomy. Acad. Press. New York. 3: 113-164. 1.951.
133. RODRIGUEZ, J. Radioactividad en suelos y determinación radiométrica de K_4O . I. An. Edafol. Agrobiol. 18: 389-405. 1.959.

134. RODRIGUEZ, G. Fixed ammonia in tropical soils. Jour. Soil Sci. 5: 264-274. 1.954.
135. RONDINE, M. A. de y H. C. Cordero de Deval. Análisis fraccionado de los compuestos fosforados en suelos argentinos. Rev. Investigac. Agric. (Buenos Aires). 27: 51-78. 1.963.
136. ROUSE, R. D. The potassium status of Hartaells fine sandy loam as affected by potassium fertilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 334-336. 1.958.
137. ROYO y GOMEZ. Datos para la geología económica de Nariffo y Alto Putumayo. Copilación de estudios geológicos en Colombia. (Bogotá). 5: 53-160. 1.942.
138. RUSSELL, E. W. Soil conditions and plant growth. Ninth ed. Longmans. London. 688p. 1.961.
139. SAIZ DEL RIO, J. F. y E. BORNEMISZA. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. Turrialba, Costa Rica. IICA. 107p. 1.961.
140. SAMBL, INGENIEROS. Proyecto Putumayo No. 1 INCORA. 225p. 1.967.
141. SANCHEZ, J. A., M. G. GUILLÉN y F. G. FERNANDEZ. El potasio en los suelos de Vega. An. Edafol. Agrobiología. 21: 395-404. 1.962.

142. SAUNDERS, H. M. and E. G. WILLIAMS. Determination of total organic phosphorus in soils. Jour. Soil Sci. 6: 254-260. 1.955.
143. SAVANT, N. K. y R. ELLIS. Changes in redox potential and phosphorus availability in submerged soils. Soil Sci. 98: 388-393. 1.954.
144. SCHOLLENBERGER, C. J. and M. SIMON. Determination of exchange properties of soil by the ammonium acetata method. Soil Sci. 59: 14. 1.945.
145. SCHUPPELEN, A. C. and W. H. MAREL. 1.955. Potassium fixation in soils. Potassium Symp. Ann. Meeting. Intern. Potash Instit. pp.157-201.
146. SEMENENKO, G. I. and I. A. KRASIL'NIKOVA. Effect of some elements of mineral nutrition of metabolism of ribonucleic acid and protein in cytoplasmic structures of the plant cell. Fisiologiya Rast. 13. 640-644 (R. e.) (Khar'kov. Univ). (En Abs. Soils and Fertilizers. 30: 454. 1.967.
147. SEN GUPTA, M. B. and A. H. CORNFIELD. Phosphorus in calcareous soils. I. The inorganic phosphorus fractions and their relations to the amount of calcium carbonate present. Jour. Sci. Food. Agric. 13: 652-655. 1.962.

148. SEN GUPTA, M. B. and A. H. CORNFIELD. II. Detex-
mination of the organic phosphorus contents
of calcareous soils and its relation to soil
calcium carbonate content. Jour. Sci. Food.
Agric. 13: 655-658. 1.962.

149. SHILOVA, Y. I. Availability to plants to nitro-
gen fixed in the soil under field conditions.
Soviet Soil Sci. No. 1: 48-55. 1.969.

17 *150. SIEW, K. N. Estado del potasio en algunos sue-
los malayos. Revista de la potasa. Berna.
Sección 4. Ciencia del suelo. 36a. cont.
1.966.

151. SILVA, F. et al. Métodos analíticos de labora-
torio de suelos. 2a. ed. Agustín Codassi.
(Bogotá). 138p. 1.963.

152. SMITH, A. N. The supply of soluble phosphorus to
the wheat plant from inorganic soil phosphorus.
Plant and soil. 22: 314-316. 1.965.

153. SOHN, J. B. and M. FEECH. Retention and fixa-
tion of ammonia by soils. Soil Sci. 85: 1-9.
1.959.

154. STEVENSON, F. A. Chemical state of the nitrogen
in rocks. Geochim. Cosmochim. Acta. 26:
797-809. 1.962.

155. STEVENSON, F. J. Distribution of the forms of nitrogen in some profiles. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 283-287. 1.957.
156. SUTTON, P. and W. A. SEAY. Relationships between potassium removed by millot and red glove and the potassium extracted by four chemical methods from six Kentucky soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 110-115. 1.958.
157. SWINDALE, L. D. The properties of volcanic ash soils. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. B-10: 1-9. 1.969.
158. SYBRS, J. K. Inorganic phosphorus transformations with time. New Zealand Soils News. No. 1: 11-18. 1.967.
159. TAFUR, N. Principales características químicas de los suelos de la región algodonera del Valledupar (Cesar). Tesis de Grado. Fac. Agron. Palmira. Universidad Nacional. 121p. 1.967.
160. TAFUR, N y ELASCO, M. El nitrógeno en los suelos del Valle del Cesar. Acta Agronómica. 18: 7-16. 1.968.
161. _____ . Fósforo en los suelos de Valledupar (Cesar), Agricultura Tropical. 25: 151-159. 1.969.

162. TAHINI, Y. N., Y. KANSHIRO and G. SHEPHERD. Ammonium fixation in amorphous. Hawaiian soils. Soil Sci. 25: 436-439. 1.963.
163. TIRADO, G. Propiedades morfológicas, físicas y químicas y clasificación de ocho latosoles de Panamá. Tesis M. Sc. IICA, Turrialba. 58p. 1.970.
164. TISDALE, L. y B. L. NELSON. Soil Fertility and fertilizers. 2nd. ed. New York, Mc-Millan. 694p. 1.966.
165. TOKUDOME, S. y KANNO, I. Nature of the humus of some Japanese soils. Trans. Int. Congr. Soil Sci. 9th. Congr. Adelaide. 3: 163-174. 1.968.
166. VIEIRA, L. S. y BORNEMISZA, E. Categorias de fósforo en los principales grandes grupos de suelos en la Amazonia del Brasil. Turrialba. 18: 242-248. 1.968.
167. WADA, K. e INOUE, T. Retention of humic substances derived from rotted clovers leaves in soils containing montmorillonite and allophane. Soil Sci. Plant. Ntr. 13: 10-16. 1.967.
168. WALSH, L. M. Native fixed ammonium and fixation of applied ammonium in several Wisconsin soils. Soil Sci. 89: 183-193. 1.960.

169. WALLACE, C. B. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. 3rd. ed. London, Curwen Press. 125p. 1.961.
170. WEIR, C. C. and R. J. SOPER. Solubility studies of phosphorus in some calcareous Manitoba soils. Jour. Soil Sci. 14: 256-261. 1.963.
171. WELTS, S. and E. A. NIEDERBUDRE. Fixation and availability of potassium in loess derived and alluvial soils. Jour. Soil Sci. 16: 116-130. 1.965.
172. WESTIN, F. C. and C. J. BUNTLEY. Soil phosphorus in South Dakota. III. Phosphorus fractions of some Borolls and Ustella. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31: 521-528. 1.966.
173. WEY, R. Etude de la retention des anions phosphoriques par les argiles. Ann. Agric. 1: 55-74. 1.956.
174. WIKLANDER, I. Forms of potassium in the soil. Symposium potassium. Berna. pp.109-123. 1.964.
175. WILCOX, J. S. and W. N. TOUSEND. An introduction to agricultural chemistry. 2ed. ed. Arnold Publ. London. 243p. 1.963.

176. WILLIAMS, C. H. Y J. R. SIMPSON. Some effects of cultivation and waterlogging on the availability of phosphorus in pasture soils. Australian Jour. Agric. Res. 16: 413-420. 1.965.
177. WINOGRADSKY, S. N. Microbiologie. du sol. Masson Univ., et Cie. 861p. 1.959.
178. WLOTZKA, F. Untersuchungen sur geochemie des stickstoffs. Geochimica et Cosmochimica Acta. 24: 106-145. 1.961.
179. YOUNG, J. L. and B. L. McNEAL. Ammonia and ammonium reaction with some layer-silicates minerals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 334-339. 1.964.

APPENDICE

TABLA I
RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA
(Primera capa)

Nombre de la muestra	N-Total ppm. X	N-Intercambiable ppm. Y	X ²	Y ²	XY
VILLAGARZON	2.528,87	57,80	6.395.183,47	3.340,84	146.168,69
CAFELINA	6.750,83	138,81	45.573.705,69	19.268,22	937.082,51
PUERTO CAICEDO	4.318,87	32,14	18.652.638,07	1.032,98	138.808,48
CAMPO SANTANA	5.066,35	110,04	25.667.902,32	12.108,80	557.501,15
PUERTO ASIS	484,00	9,11	234.256,00	82,99	4.409,24
(RIO PUTUMAYO)	1.992,72	44,54	3.970.933,00	1.983,81	88.775,75
MOJOA					
	21.141,64	392,44	100.494.618,56	37.817,64	1.872.726,02

$$Y = -23,39 + 0,0252X$$

"r" obtenido = 0,8715⁺

"r" tabulado a nivel del 5% para 4 G.L. = 0.8114

"r" tabulado a nivel del 1% para 4 G.L. = 0.9172

+ = Significativo a nivel del 5%.

TABLA II
RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA
(Segunda capa)

Nombre de la muestra	N-Total ppm. X	N-Intercambiable ppm. Y	X ²	Y ²	XY
VILLAGARZON	1.176,60	81,32	1.389.659,44	6.612,94	95.860,02
CAPULINA	1.260,17	103,40	1.588.028,43	10.691,56	130.201,58
PUNO CAICEDO	572,89	15,12	328.191,49	228,61	8.661,94
CAMPO SANTANA	1.215,65	58,35	1.477.804,92	3.404,72	70.933,18
MOCOA	958,27	98,22	918.281,39	9.647,17	94.121,28
	5.185,77	356,41	5.701.875,67	30.685,00	399.778,00

$Y = - 21,28 + 0,0931X$
 "r" obtenido = 0.7360 N.S. "r" tabulado a nivel del 5% para 3 G.L. = 0.8783
 "r" obtenido = 0.7360 N.S. "r" tabulado a nivel del 1% para 3 G.L. = 0.8587

N.S. = No significativo.

TABLA III

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA
(Tercera capa)

Nombre de la muestra	N-Total ppm. X	N-Intercambiable ppm. Y	X ²	Y ²	XY
VILLAGARZON	266,77	29,64	71.166,23	878,53	7.907,06
CAMPO SANTANA	736,65	56,48	542.653,25	3.189,99	41.605,99
MOCOA	799,62	49,75	639.392,14	2.475,06	39.781,09
	1.803,04	135,87	1.253.211,72	6.543,58	89.294,14

$Y = 18,25 + 0.0450X$

"r" obtenido = 0.9392 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 1 G.L. = 0.9969

"r" tabulado a nivel del 1% para 1 G.L. = 0.9998

N.S. = No significativo.

TABELA IV
RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO EN SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA
(Primera capa)

Nombre de la muestra	P-Total ppm. \bar{X}	P-Organico ppm. \bar{Y}	\bar{X}^2	\bar{Y}^2	$\bar{X}\bar{Y}$
VILLAGARZON	137,10	17,74	18.796,41	314,71	2.432,15
CAPULINA	335,82	54,53	112.775,07	2.975,52	18.312,26
PUERTO CAICEDO	237,74	15,84	56.462,77	259,90	3.764,21
CAMPO SANTANA	266,17	33,93	70.846,67	1.151,24	9.031,15
PUERTO ASIS (RIO PUTUMAYO)	660,92	93,55	446.815,25	8.751,70	61.829,07
MOGOA	654,13	40,82	427.886,06	1.666,27	26.701,59
	2.291,78	256,41	1.123.592,03	15.108,24	122.070,43

$r = 42 + 0.0023X$

"r" obtenido = 0.1163 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 4 G.L. = 0.8114

"r" tabulado a nivel del 1% para 4 G.L. = 0.9162

N.S. = No significativo.

TABLA V

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO EN SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA

(Segunda capa)

Nombre de la muestra	P-Total ppm. \bar{X}	P-Organico ppm. \bar{Y}	X^2	Y^2	XY
VILLAGARZON	362,85	17,10	14.657,12	292,41	6.456,73
CAPULINA	552,48	21,93	305.234,15	480,92	12.115,89
PUERTO CAICEDO	299,66	27,62	89.856,06	762,86	8.279,37
CAMPO SANTANA	224,82	2,17	15.580,03	4,71	270,86
MOCOA	300,80	82,35	90.480,64	6.781,52	24.770,88
	1.660,71	151,17	647.725,00	8.322,42	51.983,73

$Y = 24,12 + 0.0184X$

"r" obtenido = 0.0934 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 4 G.L. = 0.8783

"r" tabulado a nivel del 1% para 4 G.L. = 0.9587

N.S. = No significativo.

TABLA VI

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO EN SUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA
(Tercera capa.)

Nombre de la muestra	P-Total ppm. \bar{X}	P-Organico ppm. \bar{Y}	X^2	Y^2	XY
VILLAGARZON	119,10	28,58	14.184,81	816,82	3.403,98
CAMPO SANTANA	134,28	0,55	18.031,12	0,30	73,85
MOCOA	142,80	21,15	20.391,84	447,32	3.020,22
	396,18	50,28	52.607,77	1.264,44	6.497,95

$r = 71,82 + 0.4927$

"r" tabulado a nivel del 5% para 1 G.L. = 0.9969

"r" obtenido = 0.4073 N.S.

"r" tabulado a nivel del 1% para 1 G.L. = 0.9998

N.S. = No significativo.

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE
EN SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

(Primera capa.)

Nombre de la muestra.	K-Total ppm. \bar{X}	K-Intercambiable NH_4O_3 0.1N ppm. \bar{Y}	\bar{X}^2	\bar{Y}^2	$\bar{X}\bar{Y}$
VILLAGARZON	2.714,88	96,77	7.370.573,41	9.364,43	262.718,94
CAFELINA	2.411,00	103,33	5.812.921,00	10.677,09	249.128,63
PUERTO CAICEDO	17.953,50	51,42	322.328.162,25	2.644,02	923.168,97
CAMPOS SAN TANA	1.531,38	184,25	2.345.124,70	33.948,06	282.156,76
PUERTO ASIS	10.879,76	132,18	118.369.177,76	17.471,55	1.438.086,68
MOCOA	4.500,38	78,50	20.253.420,14	5.162,25	357.279,83
	39.990,90	646,45	276.479.379,16	80.267,40	3.508.539,81

$Y = 82,41 + 0.0028X$

"r" obtenido = 0.0170 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 4 G.L. = 0.8114

"r" tabulado a nivel del 1% para 4 G.L. = 0.9173

N.S. = No significativo.

TABLA VIII

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE
EN SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA
(Segunda capa.)

Nombre de la muestra	K-Total ppm. \bar{X}	K-Intercambiable HNO ₃ 0.1N ppm. \bar{Y}	X^2	Y^2	XY
VILLAGARZON	4.183,69	60,00	17.503,262,02	3.600,00	251.021,40
CAPELINA	3.332,75	58,85	11.107,222,56	3.463,32	120.132,34
PUERTO CAICEDO	2.557,75	27,62	6.542.085,06	762,86	70.645,05
CAMPO SANTANA	1.112,53	27,14	1.237.723,00	736,58	30.194,06
MOCOA	6.951,75	102,67	483.266.828,06	10.541,13	713.736,17
	18.138,47	276,28	519.657.120,70	19.103,89	1.261.729,02

$Y = 34,57 + 0.0057X$

"r" obtenido = 0.1900 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 3 G.L. = 0.8783

"r" tabulado a nivel del 1% para 3 G.L. = 0.8587

N.S. = No significativo.

TABLA IX
 RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE
 EN SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA
 (tercera capa)

Nombre de la muestra	K-Total ppm. \bar{X}	K-Intercambiable HNO_3 0.1N ppm. Y	\bar{X}^2	Y^2	XY
VILLAGARZON	5.280,30	26,47	27.881.568,09	700,66'	139.779,54
CAMPO SAN TANA	1.452,46	21,92	2.109.640,05	480,49	31.837,92
MOCOA	6.743,89	65,58	45.480.052,33	4.400,74	442.264,31
	13.476,75	113,97	75.471.250,48	5.451,89	613.871,77

$Y = 7,44 + 0,0068X$

"r" obtenido = 0.7794 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 1 G.L. = 0.9969

"r" tabulado a nivel del 1% para 1 G.L. = 0.9998

N.S. = No significativo.