

ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
EN ALGUNOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE JAMUNDI
VALLE DEL CAUCA

Por

LUIS A. CHAMORRO GUERRERO
ENRIQUE J. SANCHEZ ARTEAGA
EDGAR H. ZARANA ROSERO

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

Presidente de Tesis
MARIO BLASCO L., I. A., Ph. D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
Pasto - Colombia

1.971

AN
T
631.41
Ch 942
Ej. 1

- II -

"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
1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Uni
versidad de Nariño.

"Investigación realizada con la ayuda del Departamento
Agropecuario, Sección de Suelos, de la Corporación
Autónoma Regional del Cauca CVC".

A LA MEMORIA DE MI MADRE

A MI PADRE

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

D E D I C O

LUIS CHANORRO GUERRERO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

D E D I C O

ENRIQUE SANCHEZ ARTEAGA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJA

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

D E D I C O

EDGAR ZARAH ROSERO

AGRADECIMIENTOS A :

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

FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA

EFREN CORAL QUINTERO I.A.

HERNAN BURBANO ORJUELA I.A.

EDUARDO MORA TOBAR I.A.

HERNANDO ANGEL CHAUX

MARIA EUGENIA BASTIDAS DE Z.

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

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.. . . .	3
2.1 Generalidades de la zona estudiada	3
2.1.1 Localización y extensión.	3
2.1.2 Ecología y Climatología	3
2.1.3 Vías de comunicación.	3
2.1.4 Población.	4
2.1.5 Geología	4
2.1.6 Posiciones fisiográficas	55
2.1.7 Suelos.	8
2.1.8 Hidrografía	10
2.1.9 Uso actual de la tierra	10
2.2 Nitrógeno.	11
2.2.1 Generalidades	11
2.2.2 Nitrógeno total	12
2.2.3 Nitrógeno orgánico.	12
2.2.4 Nitrógeno inorgánico.	13
2.2.5 Nitrógeno nativo fijo e intercambiable.	13
2.3 Fósforo.	14
2.3.1 Generalidades	14
2.3.2 Fósforo total	14
2.3.3 Fósforo orgánico	15
2.3.4 Fósforo inorgánico.	16
2.3.4.1 Fósforo inerte	16
2.3.4.2 Fósforo unido al hierro y al aluminio.	17
2.3.4.3 Fósforo unido al calcio	17

	Pág.
2.3.4.4 Fósforo aprovechable.	17
2.4 Potasio.	18
2.4.1 Generalidades.	18
2.4.2 Potasio total.	19
2.4.2.1 Potasio soluble en agua . . .	19
2.4.2.2 Potasio intercambiable. . . .	20
2.4.2.3 Potasio no intercambiable . .	20
2.4.2.4 Potasio estructural.	20
2.4.3 Lixiviación del potasio	21
III, MATERIALES Y METODOS.	22
3.1 Materiales.	22
3.1.1 Muestreo.	22
3.2 Metodos.	22
3.2.1 Determinación de los análisis físico- químicos de caracterización general. .	22
3.2.1.1 Humedad.	22
3.2.1.2 Color.	23
3.2.1.3 Textura.	23
3.2.1.4 Reacción del suelo	23
3.2.1.5 Carbón orgánico.	23
3.2.1.6 Materia orgánica	23
3.2.1.7 Relación Carbono-nitrógeno .	23
3.2.1.8 Capacidad catiónica de cambio	23
3.2.1.9 Cationes intercambiables. . .	24
3.2.2 Fraccionamiento del nitrógeno. . . .	24
3.2.2.1 Nitrógeno total.	24
3.2.2.2 Nitrógeno inorgánico	24

3.2.2.3	Nitrógeno orgánico.	25
3.2.2.4	Nitrógeno intercambiable. . .	25
3.2.2.5	Nitrógeno nativo fijo. . . .	25
3.2.2.6	Nitrógeno amoniacal.	25
3.2.3	Fraccionamiento del fósforo.	26
3.2.3.1	Fósforo fácilmente reemplaza ble.	26
3.2.3.2	Fósforo unido al calcio no a patítico.	26
3.2.3.3	Fósforo unido al aluminio . .	26
3.2.3.4	Fósforo unido al hierro. . . .	27
3.2.3.5	Fósforo unido al calcio apa títico.	27
3.2.3.6	Determinación del fósforo orgá nico.	27
3.2.3.7	Determinación del fósforo to tal.	28
3.2.3.8	Fósforo inerte	28
3.2.3.9	Fósforo aprovechable.	28
3.2.4	Fraccionamiento del potasio.	28
3.2.4.1	Potasio total.	28
3.2.4.2	Potasio soluble en agua. . . .	29
3.2.4.3	Potasio intercambiable. . . .	29
3.2.4.4	Potasio intercambiable (NHO_3 0,1 N).	29
3.2.4.5	Potasio no intercambiable. . .	30
3.2.4.6	Lixiviación de potasio. . . .	30
3.2.4.7	Fracción estructural de pota sio.	30

	Pág.
3.2.4.8 Sodio total.	31
3.2.4.9 Calcio total	31
3.2.4.10 Magnesio total	31
3.2.5 Métodos estadísticos.	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	32
4.1 Características generales.	32
4.2 Fraccionamiento del nitrógeno.	33
4.3 Fraccionamiento del fósforo.	44
4.4 Fraccionamiento del potasio.	55
4.5 Estudios adicionales para el sodio, calcio y magnesio.	96
4.6 Correlaciones estadísticas.	97
V. CONCLUSIONES.	111
VI. RESUMEN.	113
SUMMARY.	114
VII. BIBLIOGRAFIA.	115
APENDICE.	130

ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1.	Localización del Valle del Cauca en Colombia y el Municipio de Jamundí en éste. (Mapa). .	6
Figura 2.	Municipio de Jamundí. Localización de las muestras estudiadas. (Mapa).	140
Figura 3.	Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondiente a los suelos estudiados. (Primera capa).	51
Figura 4.	Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondiente a los suelos estudiados. (Segunda capa).	52
Figura 5.	Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera capa).	53
Figura 6.	Contenido promedio de las fracciones de fósforo correspondiente a los suelos estudiados. (Primera capa).	68
Figura 7.	Contenido promedio de las fracciones de fósforo correspondiente a los suelos estudiados. (Segunda capa).	69
Figura 8.	Contenido promedio de las fracciones de fósforo correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera capa).	70
Figura 9.	Contenido promedio de las fracciones de po	

	Pág.
tasio correspondiente a los suelos estudia dos. (Primera capa).	93
Figura 10. Contenido promedio de las fracciones de po tasio correspondiente a los suelos estudia dos. (Segunda capa).	94
Figura 11. Contenido promedio de las fracciones de po tasio correspondiente a los suelos estudia dos. (Tercera capa).	95
Figura 12. Relación entre el nitrógeno total y el ni trógeno intercambiable de los suelos estu diados. (Primera capa).	101
Figura 13. Relación entre el nitrógeno total y el ni trógeno intercambiable de los suelos estu diados. (Segunda capa).	102
Figura 14. Relación entre el nitrógeno total y el ni trógeno intercambiable de los suelos estu diados. (Tercera capa).	103
Figura 15. Relación entre el fósforo total y el fós foro orgánico en los suelos estudiados. , (Primera capa).	104
Figura 16. Relación entre el fósforo total y el fós foro orgánico en los suelos estudiados. (Segunda capa).	105
Figura 17. Relación entre el fósforo total y el fós foro orgánico en los suelos estudiados. (Tercera capa).	106

Figura 18. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos estudiados. (Primera capa).	107
Figura 19. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos estudiados. (Segunda capa).	108
Figura 20. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable en los suelos estudiados (Tercera capa).	109

TABLAS

	Pág.
Tabla I. Algunas características físicas correspondientes a los suelos estudiados. (primera capa).	34
Tabla II. Algunas características físicas correspondientes a los suelos estudiados. (Segunda capa).	35
Tabla III. Algunas características físicas correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera capa).	36
Tabla IV. Algunas características químicas correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa).	37
Tabla V. Algunas características químicas correspondientes a los suelos estudiados (Segunda capa).	38
Tabla VI. Algunas características químicas correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera capa).	39
Tabla VII. Contenido máximo, promedio y mínimo de algunas características químicas correspondientes a los suelos estudiados (Primera y segunda capas).	40
Tabla VIII. Contenido máximo, promedio y mínimo de algunas características químicas correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	41

		Pág.
Tabla	IX. Fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa). . .	46
Tabla	X. Fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos estudiados. (Segunda capa). . .	47
Tabla	XI. Fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	48
Tabla	XII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	49
Tabla	XIII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	50
Tabla	XIV. Fracciones de fósforo correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa). .	56
Tabla	XV. Fracciones de fósforo correspondientes a los suelos estudiados. (Segunda capa). .	57
Tabla	XVI. Fracciones de fósforo correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	58
Tabla	XVII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de fósforo en los suelos estudiados. (Primera y segunda capas). .	59
Tabla	XVIII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de fósforo en los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas). .	60
Tabla	XIX. Comparación de los fosfatos cálcicos y	

	los fosfatos de hierro y aluminio expresados en porcentajes de fósforo total y del fósforo inorgánico. (Primera y cuarta capas).	61
Tabla XX.	Fósforo aprovechable (Bray I), correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	62
Tabla XXI.	Fósforo aprovechable (Bray I), correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	63
Tabla XXII.	Relación N/P orgánico correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	64
Tabla XXIII.	Relación N/P orgánico correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	65
Tabla XXIV.	Relación C/P orgánico correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	66
Tabla XXV.	Relación C/P orgánico correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	67
Tabla XXVI.	Fracciones de potasio correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa). .	73
Tabla XXVII.	Fracciones de potasio correspondientes a los suelos estudiados. (Segunda capa). .	74
Tabla XXVIII.	Fracciones de potasio correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	75

Tabla	XXIX.	Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio en los suelos estudiados. (Primera y segunda capas). .	76
Tabla	XXX.	Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio en los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas). .	77
Tabla	XXXI.	Lixiviación del potasio mediante la adición de 100 C C/día de HCl 0,01 N correspondiente a los suelos estudiados. (Primera capa).	78
Tabla	XXXII.	Lixiviación del potasio mediante la adición de 100 C C/día de HCl 0,01 N correspondiente a los suelos estudiados. (Segunda capa).	79
Tabla	XXXIII.	Lixiviación del potasio mediante la adición de 100 C C/día de HCl 0,01 N correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	80
Tabla	XXXIV.	Contenido de sodio total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	81
Tabla	XXXV.	Contenido de sodio total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	82
Tabla	XXXVI.	Contenido de calcio total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	83
Tabla	XXXVII.	Contenido de calcio total e intercambiable	

	correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	84
Tabla XXXVIII.	Contenido de magnesio total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas). .	85
Tabla XXXIX.	Contenido de magnesio total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas). . . .	86
Tabla XL.	Relación K/Na en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas)	87
Tabla XLI.	Relación K/Na en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas)	88
Tabla XLII.	Relación Ca/Mg en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	89
Tabla XLIII.	Relación Ca/Mg en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	90
Tabla XLIV.	Relación K/Ca en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los suelos estudiados. (Primera y segunda capas).	91
Tabla XLV.	Relación K/Ca en sus fracciones total e intercambiable correspondiente a los	

	suelos estudiados. (Tercera y cuarta capas).	92
Tabla XLVI.	Relaciones estadísticas entre el nitró geno total y el nitrógeno intercambia ble estudiados. (Primera a tercera ca pas).	98
Tabla XLVII.	Relaciones estadísticas entre el fósforo total y el fósforo intercambiable estu diados. (Primera a tercera capas). . .	99
Tabla XLVIII.	Relaciones estadísticas entre el potasio total y potasio intercambiable estudia dos. (Primera a tercera capas).	100

ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
EN ALGUNOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE JAMUNDI
VALLE DEL CAUCA (+)

Por

Luis A. Chamorro Guerrero

Enrique José Sánchez Arteaga

Edgar H. Zarama Rosero

I. INTRODUCCION

La caracterización de las distintas formas en que los tres elementos mayores, nitrógeno, fósforo y potasio, se presentan en los suelos, es esencial para cualquier programa de producción agrícola. El fraccionamiento de estos tres elementos, permite conocer la concentración de cada uno en las distintas formas en que se encuentran en el suelo, y de su interpretación resultan normas prácticas para el buen uso de las tierras agrícolas.

Aún cuando en la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la Universidad de Nariño, se viene trabajando consistentemente sobre este tipo de investigación, todavía falta un largo camino para llegar a caracterizar los suelos más representativos de Colombia, como por ejemplo los del Valle del Cauca, aspecto que se contempla, al menos en parte, en

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

la presente investigación, al estudiarse los suelos del área de Jamundi.

Por otra, esta tesis contribuye a la serie de estudios que la Corporación Autónoma Regional del Cauca CVC, a través de la sección de suelos del Departamento Agropecuario, está realizando en el Valle del Cauca, para conseguir un mejor uso y producción de los suelos de esa región.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la zona estudiada.

2.1.1 Localización y extensión.

La zona se encuentra localizada al sur del Departamento del Valle del Cauca, a la margen izquierda del río Cauca. Los límites son: por el Norte con el sector Cali, por el Este con el río Cauca, por el Sur con el río Timba y por el Oeste con las estribaciones de la Cordillera Occidental. Comprende una extensión de 24.000 Ha aproximadamente.

Las coordenadas geográficas de Jamundí son: 3° 15' 40" latitud norte; 76° 27' 17" longitud oeste de Bogotá (Ruiz et al, 97).

2.1.2 Ecología y climatología.

Jamundí se encuentra situado a una altura de 985 m s n m. Corresponde a la zona climática cálida moderada, con una temperatura media anual de 24,5°C, máxima extrema de 36°C y mínima extrema de 10°C. La pluviosidad es de 2.271 mm/año (promedio 12 años) (Sandoval, 101).

La humedad relativa es del 64%. Los vientos predominantes son norte - oeste. Los meses lluviosos en la zona son: Marzo, Abril y Mayo en el primer semestre, y Septiembre y Noviembre en el segundo (Ruiz et al, 97).

2.1.3 Vías de comunicación.

Se encuentran buenas vías de comunicación: carre

terras y ferrocarril que unen a Jamundí con Cali y sus principales corregimientos. La carretera Cali - Jamundí está en su totalidad pavimentada, con una longitud de 28 Kms.; también lo unen con algunas de sus veredas así: Jamundí, el crucero del Paso de la Bolsa, el crucero de Potrerito, Guachinte, Robles y Timba, carreteras en regular estado.

El ferrocarril del Pacífico en su ruta Cali - Popayán, une a Cali con Jamundí y a este Municipio con su corregimiento de Timba. En la actualidad está en servicio la carretera Panamericana en el trayecto Cali - Popayán. (Ruiz et al, 97).

2.1.4 Población.

Según el Censo de 1964 y los cálculos del DANE para 1968, citado por Ruiz et al (97), la población de la zona estudiada es así:

Censo de 1964		Julio 15 de 1968
Cabecera	Total	Total
5.693	28.179	33.324

2.1.5 Geología.

El Valle del Cauca forma una gran depresión entre las cordilleras Occidental y Central. Forma parte de ella la región de este estudio. La planicie de Popayán y la del Quindío se han formado con depósitos volcánicos, denominándose "Formación Popayán" y corresponde a la edad del Plioceno y Pleistoceno. Esta planicie está separada de la parte plana del Valle del Cauca por la formación Cauca del Eoceno al Oligoceno, que tiene formaciones carboníferas, ya que una estrecha faja de formación Popayán corre a lo largo del límite

oriental de la cordillera Occidental hasta Cali. Esta faja tiene probablemente, estrecha relación con el área de Jamundí (Reese y Goosen, 93).

Las rocas mas antiguas, en general, son diabasas, tobas diabásicas, areniscas diabásicas, sobre las cuales se encuentran pliegues de areniscas eozoicas y estratos carboníferos, posiblemente del oligoceno. Parece que estos últimos se depositaron en el hundimiento secular del Foso del Cauca. Después de la deposición, ocurrieron dislocaciones, los estratos horizontales se irguieron y se separaron, en parte también sufrieron sobrecurrimientos e inversiones (Vallejo, 117).

2.1.6 Posiciones fisiográficas.

Según Reese y Goosen (93), en esta región encontramos las siguientes posiciones fisiográficas: a.- Abanicos y planos aluviales, b.- Área delta abanico. c.- Abanico pedregoso, d. Planicie de inundación del río Cauca, y e.- Suelos misceláneos.

a.- Suelos de los abanicos y planos aluviales.

Formación cuaternaria en el holoceno reciente, paisaje formado por múltiples tributarios del río Cauca, que desembocan en éste, al bajar desde la cordillera. Al principio por sedimentación del material más liviano, forman la planicie aluvial. El drenaje varía desde rápido en la parte alta, hasta pobre o muy pobre en la parte mas baja.

b.- Área delta abanico.

En el periodo del Holoceno reciente ocurrió otra trans

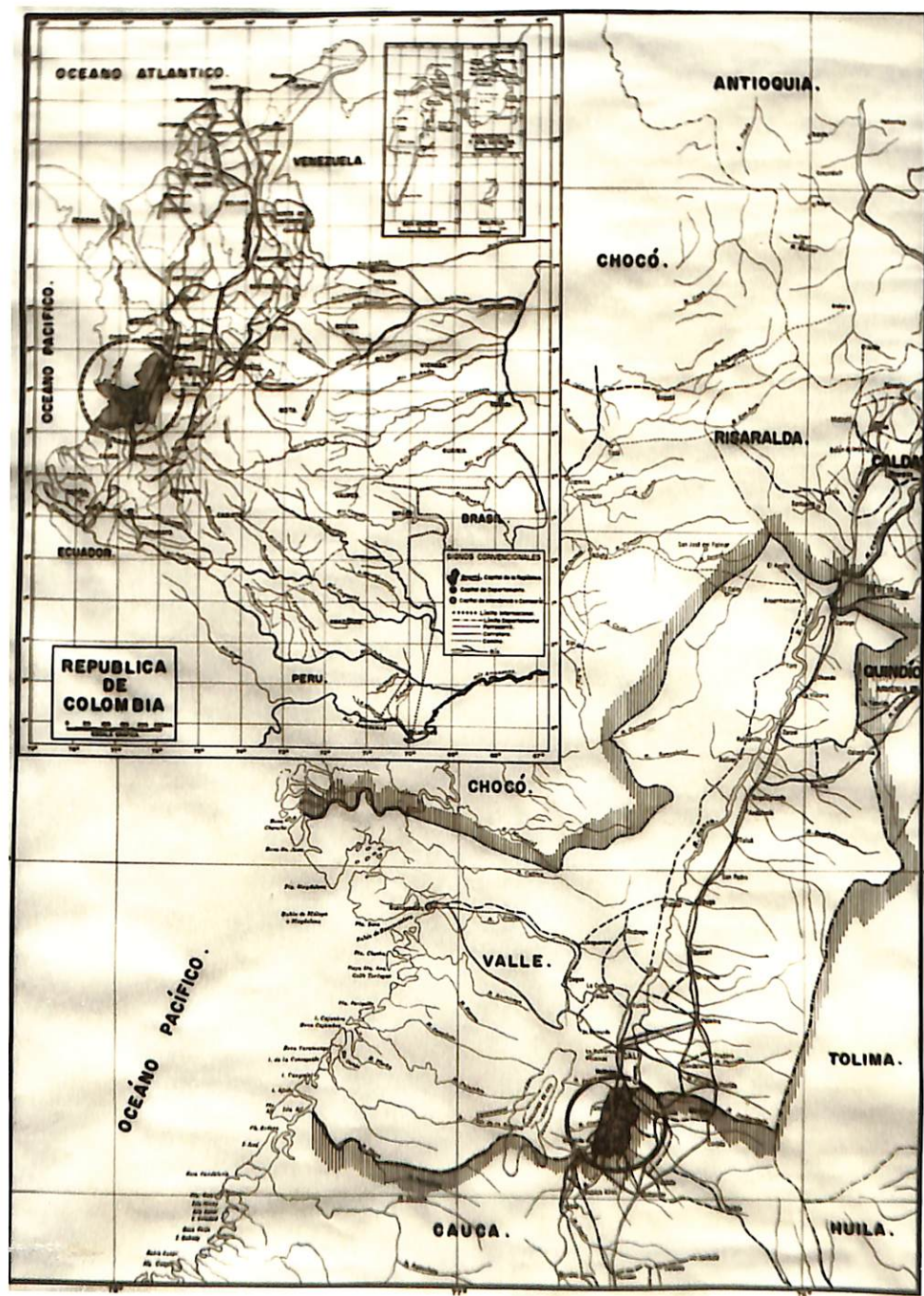


Figura 1

Localización del Valle del Cauca en Colombia y
el municipio de Jamundí en éste.

Foto: Manz

gresión. En consecuencia, las aguas del río Cauca inundaron el Vallo convirtiéndolo en un lago, en donde se depositaron materiales finos hasta dar origen al delta.

La fisiografía del área delta abanico, es muy parecida a la de los abanicos aluviales en lo que respecta a los modelos de distribución, de los cursos de agua y a la pendiente suave hacia la planicie de inundación del río Cauca (Reese y Goosen, 93).

c.- Abanico pedregoso.

Dentro del área delta abanico y en la parte superior, tiene lugar la formación de un abanico pedregoso, formado por el río Pance al bajar de la cordillera Occidental para entrar en el Vallo.

d.- Planicie de inundación.

El río Cauca al entrar en la planicie, ha formado una gran red de meandros, cambiando el curso varias veces dejando como resultado viejos cauces que se han llenado de sedimentos posteriormente. Al lado de éstos aparecen los diques naturales y en las partes más bajas, los basinos.

e.- Suelos misceláneos.

Según Reese y Goosen (93), se encuentran las tierras aluviales mezcladas, las onduladas y pedregosas y las pantanosas:

1. Tierras aluviales mezcladas.

Son aluviones recientemente depositados por las corrientes y están sujetos a cambios debidos a las inundaciones.

2. Tierras onduladas y pedregosas.

Se presentan en esta zona, en forma de cordones más o menos anchos, comunicando un aspecto de ondulaciones al terreno. Consisten en afloramientos de rocas o lechos de piedra aglutinada por arcillas, que en la mayoría de los casos afloran a la superficie y hacen difícil las labores agrícolas.

3. Tierras pantanosas.

Se encuentran próximas al río Cauca, generalmente, en la zona de los basines de la planicie de inundación antes descrita. Permanecen inundados por largos períodos y podrían recuperarse mediante obras de drenaje.

2.1.7 Suelos.

Los suelos de esta planicie están formados en gran parte, por el arrastre que hicieron los ríos al descender de la cordillera. Se tiene así que el área Cali - Jamundí participa de la característica de los materiales volcánicos de tobas y cenizas de la formación Popayán. En el área plana se puede observar que hay dos secuencias de desarrollo geomórfico con relación a las características de los suelos (Otero, 90).

a.- Desarrollo perpendicular.

1. Cerca al pie de monte se encuentran suelos con texturas superficiales, finas medias y sustratos pedregosos, poseen drenaje de imperfecto a pobre.

2. Hacia la parte media de la planicie, se encuentran suc

los de textura fina a muy fina, que descansan sobre las arcillas compactas o lechos de rocas más profundas y fuertemente meteorizadas; el drenaje dominante es pobre y los encharcamientos superficiales más frecuentes que en la anterior.

3. Suelos más bajos que los anteriores, compuestos de texturas muy finas, compactos y los cuales son encharcables en alta capacidad o inundables. Relieve definido como plano-cóncavo. Como se ve existe una toposcuencia en las características de composición general de los suelos y del drenaje natural.

b. Desarrollo longitudinal.

Existe un desarrollo longitudinal en el cual se alternan las áreas plano-cóncavas con las plano-convexas.

Las primeras corresponden a aquellas áreas sobre las cuales no trabajó la denudación de las corrientes sobre el cuerpo de los depósitos lacustres originales; ocupan posiciones ligeramente más altas. Dentro de este grupo de suelos, por posición, se incluyen aquellos formados por sedimentación posterior, hecha por los ríos en su trabajo sobre la planicie, rellorando zonas que en un principio fueron denudadas.

En posición plano-convexas, existen zonas erodadas posteriormente por los ríos, una vez que se retiraron las aguas del lago, las cuales se encuentran con perfiles muy arcillosos y zonas cubiertas por arcillas de deposición más reciente pero con menos compactación que en las primeras (Otero, 90).

Mineralógicamente, según Blasco et al (27), en la fracción

50-250 micras de los suelos de Jamundi hay abundancia de cuarzo (59%) y limonita (29%), y a diferencia de la mayoría de los suelos del Valle, casi no contienen hornblenda (0,8%). Según esos mismos autores, la fracción arcillosa (menor de 2 micras) es abundante en caolinita (40%), mientras que otros tipos de arcilla, como montmorillonita y vermiculita, solo llegan a representar un 10% cada una. La gibbsita y la goethita también son características de estos suelos.

Blasco et al (27), teniendo en cuenta la mineralogía de los suelos, concluyen que el área Jamundi (conjuntamente con Villarica), es aquella que presenta mayor meteorización en el Valle. Originalmente estos suelos tuvieron alguna influencia volcánica, demostrada por la ocurrencia de tridimita, mineral resistente a la meteorización.

2.1.8 Hidrografía.

Esta zona cuenta con numerosos ríos, quebradas y zanjones. Entre los ríos se pueden citar, los siguientes: Cauca, Timba, Guachinto, Pancó, los afluentes del Jamundi (Lili, Melendez, Cañaveralejo). Entre las quebradas se pueden citar: Tortugas, Las Piedras, San Vicente, Guabinas y entre los zanjones: Cañasgordas, Potrerillo, Cascajal.

Todas estas fuentes descienden de la cordillera Occidental hacia las partes bajas para llegar directa o indirectamente al río Cauca. En su recorrido recogen las aguas del área delta abanico, de la planicie aluvial y de las otras posiciones fisiográficas de la región (Ruiz et al, 97).

2.1.9 Uso actual de la tierra.

El área de Jamundi, en gran parte se halla dedicada a la

ganadería, encontrándose pastos naturales como: Trench (Paspalum notatum Flugge), pasto Parí (Panicum purpurascens Raddi), pasto Puntero (Hyparrhenia rufa Stapf), pasto Guinea (Panicum maximum Jacq), pasto Angleton (Andropogon nodosus L.), pasto Pangola (Digitaria decumbens Stent). En cuanto a cultivos para explotación agrícola encontramos: Maíz (Zea mays L.), Soya (Glycine max L.), Caña de azúcar (Saccharum officinalis L. y otros), Frijol (Phaseolus vulgaris L.), Plátano (Musa sp. L.), Sorgo (Sorghum vulgare L.), Arroz (Oryza sativa L.); algunos frutales como: Maracuyá (Passiflora edulis Benth).

Se encuentran también arbustos como: Mortiño (Clidonia hirta L), Pelá (Vauchelia farnesiana L.); los cuales preservan al suelo de la erosión (Ruiz et al, 97).

2.2 Nitrógeno

2.2.1 Generalidades.

El estudio del nitrógeno tiene mucha importancia en los suelos tropicales porque las condiciones climatológicas provocan una rápida oxidación y, por lo tanto, pérdida de los compuestos nitrogenados orgánicos (Russell, 99; Blasco, 24).

La materia orgánica de los suelos, determina el contenido de nitrógeno (Bremner, 32).

El nitrógeno se encuentra presente en los suelos en dos formas: orgánica e inorgánica. Quedando representadas entre el 78 y 95% del nitrógeno total por la fracción orgánica, y del 5 al 22% por la inorgánica (Bastidas et al, 16; Blasco, 24, 25; Durán y Blasco, 43; Molina y Blasco, 83; Tafur y Blasco, 115).

En la Llanura del Pacífico, Angulo et al (9), encontraron

que el nitrógeno orgánico en el primer horizonte representa un 96% del total, lo que indica la presencia de materiales volcánicos en los suelos estudiados; mientras que para el mismo horizonte el nitrógeno inorgánico varió entre 4 a 12,27%.

2.2.2 Nitrógeno total.

En suelos tropicales, el contenido de nitrógeno total es menor que en las zonas templadas, debido a la alta temperatura que favorece la descarboxilación de la materia orgánica y la volatilización del nitrógeno (Blasco, 28).

En suelos de Nariño, Angulo et al (9), y Bastidas et al (16), encontraron un alto contenido de nitrógeno total debido a la abundancia de materia orgánica. La gran abundancia de nitrógeno total en suelos tropicales influenciados por cenizas volcánicas, parece deberse a la presencia de alófana que impide en cierto grado la descomposición de los materiales orgánicos (Bornomisz y Pinoda, 30).

2.2.3 Nitrógeno orgánico.

El nitrógeno orgánico tiende a aumentar cuando las condiciones ambientales son propicias para la acumulación de materia orgánica (Alexander, 6). Esta a su vez disminuye con la profundidad del perfil debido a la remoción de los materiales orgánicos (Angulo et al, 9).

Dentro de la fracción orgánica se considera que entre el 24 y 37% del nitrógeno orgánico tiene constitución proteínica (Standford y Pierro, 110; Stevenson et al, 111; Allison y Roller, 8; Jackson, 69; Bremner, 35).

2.2.4 Nitrógeno inorgánico.

Las rocas son fuentes de nitrógeno inorgánico. Adams y Stevenson (2), encontraron nitrógeno en algunas rocas ígneas, granitos, pegmatitas y silicatos primarios como feldespatos y micas; también se lo puede encontrar en materiales inorgánicos amorfos.

El nitrógeno inorgánico es retenido en suelos cuyas arcillas son del tipo 2:1 principalmente en los grupos montmorillonita y vermiculita (Blasco y Cornfield, 26; Young y McNeal, 123; Sohn y Pooch, 109).

En estudios de suelos colombianos se encontraron cantidades promedias de nitrógeno inorgánico como 4,10%, 6,16%, 21,84%, 10,3% del nitrógeno total (Molina y Blasco, 83; Blasco y González, 19; Tafur y Blasco, 115; Durán, 44).

2.2.5 Nitrógeno nativo fijo o intercambiable.

Parte del nitrógeno inorgánico se considera como nitrógeno nativo fijo, retenido en forma no intercambiable por los coloides inorgánicos de los suelos. Dentro de esta fracción también se encuentra el nitrógeno intercambiable ($N-NH_4$) considerado como la cantidad extraída con sales solubles, especialmente cloruros de calcio y potasio normales (Blasco, 25; Bremner, 33; Allison et al, 7).

Se ha observado que el nitrógeno nativo fijo varía entre 3 y 18% del nitrógeno total, mientras que la fracción intercambiable oscila entre 1 y 4% (Bastidas et al, 16; Blasco, 24, 25; Durán y Blasco, 43; Molina y Blasco, 83; Tafur y Blasco, 115).

2.3 Fósforo

2.3.1 Generalidades.

El fósforo es un elemento de gran importancia en el crecimiento de las plantas, puesto que sus funciones son muchas y muy complejas en la fisiología de las mismas, por lo tanto es un factor limitante en la producción, debido a los problemas de fijación (Alexander, 6; Buckman y Brady, 37; Wallance, 120).

Es sabido, que los sesquióxidos de hierro y aluminio fijan el fósforo, en mayor cantidad que las arcillas. En relación a las arcillas, el ion PO_4^{++} es adsorbido por los iones de calcio intercambiable o por el aluminio de las láminas cristalinas (Barbier, 14; Hemmwall, 63).

En suelos ácidos colombianos, se encontró que aquellos que contenían alofana fijaban más el fósforo que los suelos de alto contenido de goetita y hematita (León y Coleman, 74; Fassbender, 50, 51, 52, 53).

Según Muñoz y Fabregas (86), la fijación de fósforo es mayor en suelos arcillosos ácidos que en los arenosos-neutros y básicos, por lo tanto, la erosión es el principal factor de disminución del fósforo, puesto que del 25 al 30% del fósforo total, se encuentra en la fracción arcillosa de los suelos y la más susceptible de erodarse (Ensminger, 46).

2.3.2 Fósforo total.

Blasco y Bohórquez (18), encontraron en suelos del Valle del Cauca, que la cantidad de las distintas formas de fósforo expresa

das como porcentaje del fósforo total del suelo disminuyeron en el orden: P-Inerte, P-Orgánico, P-Unido al hierro, P-Unido al aluminio, P-Unido al calcio no apatítico, P-Unido al calcio apatítico y P-fácilmente reemplazable. Los sub-suelos siguen la misma secuencia anterior excepto, que la fracción P-Unido al calcio no apatítico es mayor que el P-Unido al aluminio. La misma secuencia encontró Tafur (114), para los suelos de Valledupar.

De acuerdo con muchas investigaciones, se ha demostrado que el fósforo total disminuye con la profundidad del perfil (Blasco y Bohórquez, 18; Tafur y Blasco, 113; Ahmad and Jones, 3).

Se ha encontrado que el contenido de fósforo total en los suelos es muy variable, debido a la presencia de factores tales como: textura, grado de desarrollo del suelo, material parental y profundidad (Gool y Agarwal, 59; Kaila, 70; McConaghy et al, 79).

Según McConaghy et al (79), el fósforo es más abundante en suelos originados de basalto que de granito o sesquioxidos micáceos.

2.3.3 Fósforo orgánico.

En investigaciones realizadas en Colombia, se halló que la mayor parte de fósforo, a excepción de la fracción inerte, estaba presente en forma orgánica, tanto en suelos como en sub-suelos, acumulándose no solamente en suelos ácidos sino también en suelos con alto pH (Blasco y Bohórquez, 18; Blasco, 24; Tafur, 114).

Enwesor (47), encontró en suelos de Nigeria, que el 50% o más del fósforo en el suelo ocurría en forma orgánica.

El fósforo orgánico del suelo está representado en su forma primaria, de Fitina, Ácidos Nucleicos, Fosfolípidos e Inositol fosfatos y proporcionan las fracciones fosfatadas más importantes del suelo (Acuaye, 1; Enwesor, 47; Blasco y Bohórquez, 18).

El fósforo orgánico del suelo, se encuentra en relación directa con el contenido de materia orgánica del mismo, influenciado por la precipitación y la temperatura (Alexander, 6; Westin and Buntley, 121).

2.3.4 Fósforo inorgánico.

Esta fracción existe en su totalidad como sales del ácido orto-fosfórico, y se clasifican como fluoruros, oxi o hidroxifosfatos de hierro, aluminio, magnesio y manganeso (Henwall, 63).

2.3.4.1 Fósforo inerte.

El fósforo inerte corresponde a formas mineralógicas muy estables, no participan de la dinámica del fósforo en el suelo, sino a medida que se produce la meteorización (Loter, 75; Tafur, 114). El fósforo inerte presenta sus más altos porcentajes en suelos poco meteorizados, mientras que en los suelos cuya meteorización química es drástica, como ocurre en zonas tropicales, su porcentaje disminuye (Sen Gupta y Cornfield, 105; Blasco, 20).

En Nariño, Angulo et al (9), determinaron que en la fracción inerte es probable que abunden más los fosfatos combinados con el hierro y el aluminio, con una disminución considerable del primer al tercer horizonte.

2.3.4.2 Fósforo unido al hierro y al aluminio.

El fósforo unido al hierro y al aluminio, en suelos tropicales prevalece a la fracción fósforo unido al calcio, debido a la fuerte meteorización que causa lixiviación del catión calcio (Blasco y Bohórquez, 18; Hsu y Jackson, 67; Ahmad y Jones, 3; Morillo y Fasbender, 84).

En estudios realizados en suelos del Valle del Cauca por Blasco y Bohórquez (18), se demostró, que la fracción de fósforo unido al hierro ocurrió en mayor proporción que el fósforo unido al aluminio y aumenta la meteorización química de los suelos.

2.3.4.3 Fósforo unido al calcio.

Kaila (71), encontró que el fósforo unido al calcio, es menor en la superficie del suelo, esto puede deberse a la mayor actividad microbiana en este horizonte.

Según Blasco y Bohórquez (18), el bajo contenido de fósforo unido al calcio probablemente juega un papel importante en los micro-organismos del suelo. En caso de que haya una deficiencia de calcio en suelos tropicales, los micro-organismos pueden utilizar los fosfatos insolubles de calcio para su propio crecimiento celular.

2.3.4.4 Fósforo aprovechable.

El fósforo aprovechable se encuentra retenido en la superficie de los coloides del suelo (Duchaufour, 42). Arambarri y Madrid (11), afirman que el fósforo más fácilmente cambiante se encuentra ligado a la fracción arcillosa de los suelos.

Por lo tanto, la disminución del fósforo aprovecha-
ble es mayor en los suelos arcillosos ácidos que en los suelos de tex-
tura franca o arenosa (Kelly y Midgler, 72; Muñoz y Fabregas, 86).

2.4 Potasio

2.4.1 Generalidades.

De acuerdo con investigaciones realizadas sobre este ele-
mento, el potasio toma parte en gran número de funciones metabólicas
del vegetal, lo mismo que, interviene en la formación del ARN, como
neutralizante de ácidos orgánicos y como un factor de resistencia a
enfermedades en las plantas (Alberger, 5; Duthion, 45; Albareda et al,
4; Semenenko y Krasilnikova, 104; Hidrata, 64; Fujiwara and Ilida, 56;
Patiño, 92).

El potasio, en general, presenta un porcentaje promedio que
se estima entre 3.1 a 3,2% (Duthion, 45; Holmes, 66). En su mayor par-
te no asequible por la planta (Antoniani, 10; Attoc and Troug, 12).

La fuente principal de este elemento en la naturaleza se
encuentra especialmente en rocas ígneas y sedimentarias (Rodríguez,
94).

En los suelos jóvenes del trópico, debido a la presencia
de rocas ígneas básicas, con climas húmedos, de rápida meteorización,
generalmente se liberan apreciables cantidades de potasio asequible
por las plantas (Russell, 98). El potasio por su gran radio iónico y
rápida hidratación es fácilmente fijado en el suelo (Morrish, 87; Ro-
dríguez, 94).

En cuanto a la materia orgánica, se puede decir que no fija potasio, o incluso puede impedirla (Ordóñez, 88). Pero parece que la materia orgánica humificada, al asociarse con las arcillas, retiene entre otros los cationes potásicos, en razón de la alta capacidad de cambio (Chaminade, 40; Korman, 73).

2.4.2 Potasio total.

Considerando las diferentes regiones en las cuales se han hecho fraccionamientos de potasio la cantidad total de este elemento, supera a las encontradas en suelos tropicales, debido a la rápida meteorización y fácil lavado (Bohórquez, 29; Blasco, 24; Ordóñez, 88).

La diferencia de cantidades, en algunos suelos de Nariño y otras regiones colombianas en potasio, estriba en que, mientras el Altiplano es húmedo y en conjunto mal drenado, la zona de temperatura media, es relativamente seca y tiene un drenaje rápido (García, 57).

Aunque no existen estudios completos sobre la secuencia de pérdida de potasio, sí parece desprenderse de lo encontrado en suelos nariñenses (García, 57; Ordóñez, 88). Relacionando los contenidos de potasio total en suelos del Valle (Bohórquez, 29), con la mineralogía de los mismos (Blasco et al, 27), se observa que los suelos con halloisita y caolinita tienen menor cantidad de potasio.

2.4.2.1 Potasio soluble en agua.

Fracción que se encuentra presente en la solución del suelo, prácticamente libre, representa alrededor del 0,5% del potasio total (Bohórquez, 29; Korman, 73; Ordóñez, 88; Tafur, 114).

Según Rousse (96), Hogg (65) y Sutton y Seay (112),

ésta es la fracción, conjuntamente con el potasio intercambiable, que es más fácilmente asquirible por la planta.

2.4.2.2 Potasio intercambiable.

Fracción retenida entre las láminas de las arcillas. Químicamente es reemplazable por la acción de sales neutras u otros cationes (Duchaufour, 42; Wiklander, 122).

Angulo et al (9), demostraron en suelos de la llanura del Pacífico, que existe una gran cantidad de potasio intercambiable, procedente de la meteorización insitu, de las otras fracciones, además parece muy probable que venga aumentado por la lixiviación de los flancos de la cordillera.

2.4.2.3 Potasio no intercambiable.

Denominado también potasio fijo, se encuentra retenido entre las láminas de las arcillas y no entra en el complejo o capacidad de cambio de los suelos (Barbier, 15; Duchaufour, 42; Wiklander, 122).

McLean (77), afirma que dentro del potasio fijo total, existe una fracción más soluble pasando dentro del equilibrio dinámico fácilmente a potasio intercambiable.

2.4.2.4 Potasio estructural.

Denominada también fracción compleja, que forma parte de los cristales en los minerales primarios y secundarios (Bohorquez, 29; Tafur, 114).

Según García (57), el potasio estructural representa aproximadamente el 75% del potasio total y la cantidad de esta fracción aumenta a medida que domina en el suelo la illita, debido a que el potasio actúa como balanceador de estas arcillas.

2.4.3 Lixiviación del potasio.

Según García (57), la lixiviación del potasio está relacionada directamente con el contenido de potasio intercambiable del suelo.

Angulo et al (9), afirman que este fenómeno ocurre de manera diferente en suelos bajo condiciones de campo y laboratorio.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.

3.1.1 Muestreo

El estudio se realizó en seis unidades de repificación, localizadas en el municipio de Jamundí; siendo ellas: Sachamate, Guachinte, la Victoria, Tortugas, Quinamayó y Paso de la Bolsa. En estos sitios se tomaron muestras de la primera, segunda, tercera y cuarta capas de los suelos bajo condiciones de pradera. Los sitios de muestreo aparecen señalados en la figura No. 2.

Las muestras representativas se tomaron efectuando una mezcla homogénea de los diferentes cateos, realizados en las unidades identificadas con el nombre del lugar localizado en el sitio de recolección. Las muestras se llevaron al laboratorio utilizando bolsas de polietileno, se sacaron al aire, se pasaron a través de un tamiz de 2 mm y se guardaron en frascos de vidrio.

3.2 Métodos.

Los análisis físico-químicos se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

3.2.1 Determinación de los análisis físico-químicos de caracterización general.

3.2.1.1 Humedad.

Se calculó en base de suelo seco. Por el método de permanencia de éste en estufa a 105°C, durante 24 horas (Silva et al, 1977).

3.2.1.2 Color.

Se lo determinó en el laboratorio, bajo condiciones de humedad y en seco. Se identificó el color por medio de la carta de colores Munsell (85).

3.2.1.3 Textura.

Se la determinó por medio del hidrómetro de Bouyoucos (31).

3.2.1.4 Reacción del suelo.

El pH se determinó mediante un potenciómetro tipo Beckman H-2, utilizando una relación suelo; agua, 1:1 (Jackson, 69).

3.2.1.5 Carbón orgánico.

Se procedió según el método de Walkley y Black (119).

3.2.1.6 Materia orgánica.

Se calculó multiplicando el porcentaje de carbón orgánico por el factor 1,724 (Jackson, 69).

3.2.1.7 Relación Carbono-Nitrógeno.

Se determinó dividiendo el porcentaje de carbón orgánico por el porcentaje de nitrógeno total.

3.2.1.8 Capacidad catiónica de cambio.

Se la obtuvo por el método del Acetato de Amonio normal y neutro, descrito por Schollenberger y Simon (Jackson, 69).

3.2.1.9 Cationes intercambiables.

Calcio, potasio, magnesio y sodio. Se los determinó por medio del espectrofotómetro de llama Coleman a partir del extracto obtenido anteriormente y según las indicaciones de Jackson (69).

3.2.2 Fraccionamiento del Nitrógeno.

3.2.2.1 Nitrógeno total.

Se determinó siguiendo el método de Kjeldhal modificado, mediante oxidación del material nitrogenado, llevando a digestión con ácido sulfúrico concentrado y posterior destilación con hidróxido de sodio al 40% y colección del $N-NH_3$ en una solución de ácido bórico al 40%. Luego se valora el amoníaco destilado con ácido sulfúrico, 0,1 (Brenner, 36; Cornfield, 39).

3.2.2.2 Nitrógeno inorgánico.

Se procedió según el método de Brenner (36), agitando 5 grs de suelo con 100 ml de la mezcla extractora $HCl\ N: HF\ N$, durante 24 horas. Se filtró y se tomó 25 ml de filtrado, neutralizándolos con hidróxido de sodio 2N, usando un potenciómetro Beckman para determinar el pH.

Los 25 ml de la alícuota se los llevó a destilación

con 50 ml de borato amortiguado y el volumen en el balón de destilación se completó a 300 ml con agua destilada, adicionándose antiespumante. El destilado se recogió en 15 ml de ácido bórico al 1%, se tituló con ácido clorhídrico 0.01 N, usando como indicador rojo de metilo y azul de metileno.

3.2.2.3 Nitrógeno orgánico.

Se lo obtiene por la sustracción entre la determinación del nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico de los suelos (Blasco, 25).

3.2.2.4 Nitrógeno intercambiable (N-NH_4 intercambiable).

Se siguió la marcha analítica propuesta por Blasco y Cornfield (21). Se pesaron 5 grs de suelo, se colocaron en botellas de polietileno, luego se adicionaron 100 ml de Cloruro de Calcio normal, se mantuvo la mezcla en agitación durante 24 horas y luego se filtró. Para la destilación se utilizó el procedimiento indicado en el nitrógeno inorgánico.

3.2.2.5 Nitrógeno nativo fijo (N-NH_4 nativo fijo).

Se lo obtiene mediante la diferencia entre el nitrógeno inorgánico y el nitrógeno intercambiable (Blasco, 25).

3.2.2.6 Nitrógeno amoniacal (N-NH_3).

Obtenido por medio del método de microdifusión realizado por Bremner y Shaw (34). Se procedió a agitar 5 grs de suelo con 25 ml de cloruro de sodio normal durante 15 minutos y se filtró. Se tomó una alícuota de 5 ml del extracto que se pipetea en la celda

exterior de la cámara de Conway mezclándolos con 3 ml de una suspensión de óxido de magnesio (12% P/V), preparada al momento de ser utilizada; previamente se adicionaron 2 ml de ácido bórico al 2% en la celda interior.

Las cámaras se cerraron inmediatamente después de adicionar los reactivos, se sellaron con vaselina y se mezcló a continuación los reactivos y el extracto por rotación; se mantuvo por 48 horas a temperatura ambiente de laboratorio, finalmente se tituló la celda interior con ácido clorhídrico 0.01 N utilizando el rojo metil azul de metileno como indicador.

3.2.3 Fraccionamiento del fósforo.

Se realizó por medio del método sugerido por Chang y Jackson (41), con las respectivas modificaciones propuestas por Sen Gupta y Cornfield (105, 106), para distinguir las fracciones unidas al calcio.

3.2.3.1 Fósforo fácilmente reemplazable.

Un gramo de suelo se agitó durante 30 minutos, con 50 ml de cloruro de amonio normal, se centrifugó para tomar una alícuota de 2 ml se hizo la lectura colorimétrica empleando la técnica de cloruro stannoso-cloromolibdico.

3.2.3.2 Fósforo unido al calcio no apatítico.

Se obtuvo mediante la agitación del suelo residual obtenido anteriormente, con 50 ml de ácido acético 0.5 N durante una hora.

3.2.3.3 Fósforo unido al aluminio.

El suelo residual se lavó con agua destilada, se centrifugó, se agitó durante una hora con fluoruro de amonio 0.5 N y neutro. Se adicionaron 2 ml de ácido bórico 0.8 molar para evitar las interferencias del fluor en el complejo fosfomolibdico azul.

3.2.3.4 Fósforo unido al hierro.

Con una solución saturada de cloruro de sodio se lavó el suelo de la extracción anterior, se sometió a agitación durante 15 minutos, se centrifugó, se bota el líquido sobrenadante. Sobre el suelo se añadieron 50 ml de hidróxido de sodio 0.1 N y se agitó durante 17 horas, se centrifugó; el líquido sobrenadante se transfirió, añadiéndose gotas de ácido sulfúrico concentrado para remover la materia orgánica presente en el extracto alcalino.

3.2.3.5 Fósforo unido al calcio apatítico.

Al suelo residual se lo trató con 50 ml de ácido sulfúrico 0.5 N, se agitó durante una hora, luego se centrifugó.

3.2.3.6 Determinación del fósforo orgánico.

Se llevó a cabo mediante el método de ignición de Saunders y Williams (102), se pesó 1 gr de suelo y se agitó con 50 ml de ácido acético normal durante 5 minutos, se centrifugó, el líquido sobrenadante se desechó. El suelo residual se trató con 50 ml de ácido sulfúrico 0.2 N, se agitó durante 30 minutos, se filtró utilizando papel filtro SS - cinta azul, se lavó luego con agua destilada con el objeto de remover todo el fósforo inorgánico y los carbonatos libres presentes en el suelo.

El suelo lavado se sometió a ignición con todo papel filtro en crisoles de arcilla, durante 2 horas y a temperatura de 500°C.

Se llevó a agitación con 10 ml de ácido sulfúrico 0.2 N, durante 30 minutos, se filtró y se tomó una alícuota de 2 ml, para hacer la respectiva lectura en el colorímetro Coleman Universal.

3.2.3.7 Determinación del fósforo total.

Se utilizó el método de fusión con carbonato de sodio descrito por Jackson (69). Se tomó un gramo de suelo molido y se le adicionaron 5 gramos de carbonato de sodio anhidro, se fundió en un crisol de platino. Se dejó enfriar, se añadieron 20 ml de ácido clorhídrico 6 N, se filtró y se lavó con agua destilada, se tomó una alícuota de 2 ml, se hizo la lectura empleando la técnica del cloro-romo-stannoso-cloromolibdica.

3.2.3.8 Fósforo inerte.

Se lo determinó restando el fósforo total la suma de las fracciones inorgánicas incluido el fósforo orgánico.

3.2.3.9 Fósforo aprovechable.

Se utilizó para su determinación el método Bray 1, descrito por Saiz y Bornemisza (100).

3.2.4 Fraccionamiento del potasio.

3.2.4.1 Potasio total.

Se lo determinó siguiendo el proceso descrito por Jackson y Sherman (68). 1 gramo de suelo se colocó en un crisol de platino, se humedeció con unas gotas de ácido sulfúrico 18 N, se adicionó 1 ml de ácido perclórico y 5 ml de ácido sulfúrico del 48%. El crisol se tapó con tapa de platino y se dejó una abertura para la salida de

los gases. Se llevó a una temperatura de 200 - 225°C hasta sequedad.

El procedimiento se repitió 3 veces, luego se agregaron gotas de ácido sulfúrico 18 N y se llevó a calentamiento hasta la producción de humos. Se dejó enfriar el crisol, se agregaron 5 ml de ácido clorhídrico 6 N y 15 ml de agua destilada. El crisol se pasó a una plancha caliente hasta completa ebullición. Se filtró y se llevó a volumen conocido para su lectura en el espectrofotómetro de llama Coleman.

3.2.4.2 Potasio soluble de agua.

Se obtuvo siguiendo el proceso descrito por McLean (77), ligeramente modificado. Se tomó una relación suelo-agua 1:4, se mantuvo en agitación durante 2 horas y en reposo 16 horas. Se filtró, se llevó a volumen conocido, quedando listo para la lectura en el espectrofotómetro de llama.

3.2.4.3 Potasio intercambiable.

Se siguió la técnica descrita por Schollenberger y Simon (103), método de extracción con acetato de amonio normal y neutro.

3.2.4.4 Potasio intercambiable (NH_4^+ 0.1N).

Según la técnica descrita por Haylock (62), con modificaciones de McLean (76). A 5 gramos de suelo colocados en un vaso de precipitado, se agregaron 50 ml de ácido nítrico 0.1N, manteniéndose en reposo durante la noche. Se filtró, se llevó a volumen conocido y se hizo la lectura respectiva en el espectrofotómetro.

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, se agregaron 50 ml de ácido nítrico 1 N, manteniéndose en ebullición durante 10 minutos, llevándose a volumen conocido y efectuándose la lectura espectrofotométrica.

En el mismo filtro anterior se volvió a repetir la extracción por tres veces consecutivas. La suma de las 4 extracciones según McLean (76), equivalen al potasio no intercambiable total. En cada extracción se llevó a volumen conocido.

B. Fracción más soluble de potasio intercambiable. De acuerdo a las 4 extracciones anteriores según McLean (76), la suma de las extracciones 1 y 2, menos la suma de las extracciones 3 y 4, o equivalen a la fracción más soluble de potasio no intercambiable.

3.2.4.6 Lixiviación de potasio.

Se procedió de acuerdo a la técnica sugerida por Garman (58), ligeramente modificada. Se colocaron 10 gramos de suelo en un embudo con papel filtro Whatman, No. 1. Diariamente y por 10 días consecutivos se adicionaron 100 ml de ácido clorhídrico 0.01 N, y se determinó diariamente en la fracción lixiviada, la cantidad de potasio por medio del espectrofotómetro.

3.2.4.7 Fracción estructural de potasio.

La diferencia entre el potasio total y la suma de las fracciones intercambiables y no intercambiables obtenidas con ácido nítrico produce como resultado la fracción estructural del potasio (Bas

tidas et al, 16).

3.2.4.8 Sodio total.

Se hizo la determinación de la técnica del potasio total.

3.2.4.9 Calcio total.

Se lo obtuvo siguiendo la técnica anterior.

3.2.4.10 Magnesio total.

Se determino siguiendo la técnica para la obtención del fósforo total (Jackson, 69).

3.2.5 Métodos estadísticos.

Para el cálculo de correlación y regresión simple, se utilizó el método de mínimos cuadrados de Fisher (55).



IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características generales.

Los resultados obtenidos para la caracterización de los suelos, se presentan en las tablas I a VIII. Llama la atención la reacción del suelo que, en general, tiende a la disminución a medida que aumenta la profundidad del suelo. Sin embargo, no es un hecho extraño, por que el proceso de alteración de los suelos tropicales es una hidrólisis alcalina. Como señala Duchaufour (42), al meteorizarse las rocas, la sílice se disuelve, y migra en profundidad en compañía de las bases, mientras que el Al_2O_3 y el Fe_2O_3 se insolubilizan y quedan en el sitio original.

La capacidad catiónica de cambio es mediana o moderadamente alta. Es explicable porque como señalan Blasco et al (27), en estos suelos, además de la caolinita existen arcillas tipo 2:1 (Montmorillonita y vermiculita), que tienen una elevada capacidad de cambio catiónica. Además, y al menos en algunos casos, puede influir la relativa abundancia de materia orgánica.

Los porcentajes de materia orgánica son más elevados de lo que tradicionalmente se les asigna a los suelos tropicales altamente meteorizados. Probablemente se debe, por una parte, a que el muestreo se realizó en suelos cubiertos con pastos, y por otro lado, el concepto tradicional debe considerarse con cierta reserva, ya que como es sabido el aluminio, tan abundante en los suelos latosolizados (feralíticos u oxisoles), estabiliza los materiales orgánicos, impidiendo su descomposición y consiguiente pérdida (Tan, 116; Wada e Inoue, 118).

En relación a las bases, los resultados demuestran un predominio de magnesio sobre los otros cationes determinados. Podría su

TABLA I

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Primera capa.)

Muestra	Prof en cms	Humedad %	COLOR		Tex tura	%		
			en seco	en húmedo		Arenas	Limos	Arcillas
As Río Claro								
Sachamate	0-40	8,04	7.5YR-4/2	10YR-3/2	Far	44,72	23,28	32,00
As Río Claro								
Guachinte	0-25	5,99	10YR-5/4	10YR-4/4	Far	42,36	18,64	39,00
As Río Claro								
La Victoria	0-30	5,10	10YR-5/3	10YR-4/2	Far	34,36	37,64	28,00
As Tortugas								
Tortugas	0-35	5,45	10YR-5/4	10YR-5/3	Ar	27,36	29,74	43,00
As Navarro								
Quinamayó	0-40	6,06	10YR-6/2	10YR-4/2	Ar	35,00	27,00	38,00
As Cauquita								
Paso de la Bolsa	0-20	4,34	10YR-5/3	10YR-4/3	F	40,36	37,28	22,36

F = Franco; Ar = Arcilloso; L = Limoso.

As= asociación.

TABLA II

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Segunda capa)

MUESTRA	Prof en cms	Humedad %	COLOR		Tex tura	%		
			en seco	en húmedo		arenas	limos	arcillas
As Río Claro								
Stahamate	40-60	4,91	10YR-5/3	10YR-4/3	Ar	36,72	21,28	42,00
As Río Claro								
Guachinte	25-75	4,90	10YR-6/4	7.5YR-4/4	Ar	20,36	9,64	64,00
As Río Claro								
La Victoria	30-50	5,35	10YR-4/3	10YR-3/2	Far	41,36	25,64	28,00
As Tortugas								
Tortugas	35,70	5,78	10YR-6/3	10YR-5/4	Ar	15,36	28,64	56,00
As Navarro								
Quinamayó	40-70	3,96	10YR-6/3	10YR-4/3	Ar	19,00	25,00	56,00
As Cauquita								
Paso de la Bolsa	20-60	3,28	10YR-5/4	10YR-4/4	F	44,36	30,92	24,72

TABLA III

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Tercera capa)

Muestra	Prof en cms	Humedad %	COLOR		Tex tura	%		
			on seco	en húmedo		Arenas	Limos	Arcillas
As Río Claro								
Sachamate	60-100	4,76	10YR-7/6	10YR-5/8	Ar	28,36	22,34	50,00
As Río Claro								
La Victoria	50-75	6,37	10YR-5/6	10YR-4/3	Ar	30,36	28,64	41,00
As Tortugas								
Tortugas	70-100	5,87	2,5Y -6/4	10YR-5/4	Ar	16,36	22,64	61,00
As Navarro								
Quinamayó	70-110	4,49	10YR-7/3	7.5YR-7/3	Far	21,00	22,64	56,36
As Cauquita								
Paso de la Bolsa	60-100	4,48	10YR-6/4	10YR-5/6	ArL	12,36	42,92	44,72
(Cuarta capa)								
As Río Claro								
La Victoria	75-X	6,91	10YR-6/6	10YR-5/6	Ar	22,36	31,64	46,00

TABLE IV

ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Primera capa)

Muestra	pH	C %	N %	MO %	C/N	C C C meq/ 100g	Bases cambiables en ppm			
							K	Ca	Mg	Na
As Río Claro										
Sachamate	5,50	3,36	0,130	5,79	25,85	33,71	157,74	752,61	2.627,53	20,53
As Río Claro										
Guachinte	5,00	3,61	0,206	6,22	17,52	25,86	129,84	211,98	2.443,79	64,12
As Río Claro										
La Victoria	5,20	3,41	0,156	5,88	21,86	33,21	39,41	882,84	5.845,66	30,48
As Tortugas										
Tortugas	5,50	1,72	0,120	2,79	14,33	36,91	64,54	1.244,31	8.911,79	15,34
As Navarro										
Quinamayó	5,40	1,73	0,170	2,98	10,18	34,36	79,55	710,60	2.610,35	43,48
As Cauquita										
Paso de la Bolsa	5,30	1,86	0,174	3,21	10,69	46,54	1.370,71	1.481,63	8.373,31	18,26

TABLA V

ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (segunda capa)

Muestra	pH	C %	N %	MO %	C/N	C C C meq/ 100g	Bases cambiables ex. ppm			
							K	Ca	Mg	Na
As Río Claro										
Sachamate	5,50	1,46	0,100	2,55	14,60	29,37	61,87	220,31	1.339,46	23,60
As Río Claro										
Guachinte	5,00	1,92	0,093	3,31	20,65	25,18	36,72	115,39	829,13	8,92
As Río Claro										
La Victoria	5,60	2,38	0,093	4,10	25,59	35,82	24,76	1.000,83	8.454,37	34,24
As Tortugas										
Tortugas	6,60	0,31	0,083	0,53	3,73	44,85	51,30	1.248,20	9.775,76	92,56
As Navarro										
Quinamayó	5,20	1,26	0,110	2,17	11,45	32,85	44,18	41,58	442,45	37,43
As Cauquita										
Paso de la Bolsa	6,80	0,77	0,111	1,33	6,94	33,88	1044,37	836,57	6.623,55	17,04

TABLA VI

ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (tercera capa)

Muestra	pH	C %	N %	MO %	C/N	C C C mg/ 100g	Bases cambiables en ppm		
							K	Ca	Mg Na
As Río Claro	5,60	1,04	0,082	1,79	12,68	19,90	50,81	345,71	1.910,02 51,86
La Victoria	6,60	0,90	0,083	1,55	10,84	45,74	67,54	1.021,15	9.118,89 76,05
Tortugas	7,70	0,15	0,074	0,25	2,03	57,59	43,62	1.243,70	5.304,09 124,93
Quinamayá	5,70	0,53	0,070	0,91	7,57	25,91	33,96	62,69	444,71 43,89
Paso de la Bolsa	6,80	0,47	0,090	0,81	5,22	39,28	1.359,49	961,22	5.430,03 38,66

(Cuarta capa)

As Río Claro	6,20	0,91	0,080	1,57	11,38	48,32	40,09	1.625,03	16.665,20 102,10
La Victoria									

Tabla VII

CONTENIDO MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Características Químicas	Primera capa			Segunda capa		
	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo
Reacción del suelo	5,50	5,25	5,00	6,80	7,73	5,00
Carbono orgánico %	3,61	2,62	1,72	11,46	3,02	0,31
Nitrógeno total %	0,206	0,159	0,120	0,111	0,98	0,083
Materia orgánica %	6,22	4,48	2,79	4,10	2,33	0,53
Relación C/N	25,85	16,74	10,18	25,59	13,83	3,73
C C C meq/100g	46,54	35,10	25,86	44,85	33,66	25,18
K de cambio ppm	1.370,71	306,97	39,41	1.044,37	210,53	24,76
Ca de cambio ppm	1.481,63	850,66	211,98	1.248,20	577,15	41,58
Mg de cambio ppm	8.911,79	5.136,34	2.448,79	9.775,76	4.577,55	442,45
Na de cambio ppm	64,12	37,03	18,36	92,56	35,63	8,92

TABLA VIII

CONTENIDO MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICAS CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Características químicas	Tercera capa			Cuarta capa
	Máximo	Promedio	Mínimo	
Reacción del suelo	7,70	6,48	5,60	6,20
Carbono orgánico %	2,04	0,62	0,15	0,91
Nitrógeno total %	0,090	0,80	0,070	0,080
Materia orgánica %	1,79	1,06	0,25	1,57
Relación C/N	12,68	7,67	2,03	11,37
C C C meq/100g	57,59	37,68	19,90	48,32
K de cambio ppm	1.359,49	331,08	33,96	40,09
Ca de cambio ppm	1.545,70	787,29	62,69	1.625,03
Mg de cambio ppm	9.118,89	4.441,71	444,71	16.666,20
Na de cambio ppm	124,93	67,07	38,66	102,10

Esto contrasta con los resultados reportados para otros suelos latosolizados, en donde el nitrógeno total se concentra en la primera capa (Blasco, 24; Angulo et al, 9; Matta y Palacios, 78).

Esta diferencia de comportamiento podría atribuirse, al menos en parte, al hecho de que los suelos de Jamundí están influenciados por transportes coluviales. Por otra parte, como lo demuestra la concentración de nitrógeno orgánico, los compuestos orgánicos nitrogenados aparecen en todas las capas del perfil, lo cual evidencia una fácil lixiviación desde la primera capa.

Es curioso anotar que esto ocurre en suelos bajo pradera, mientras que en los suelos amazónicos cubiertos por bosques no ocurre lo mismo (Blasco, 24; Matta y Palacios, 78). Probablemente, los compuestos orgánicos nitrogenados, que son rápidamente mineralizados en suelos de la vertiente Amazónica (Escobar y Martínez, 49) y en el Valle del Cauca, son tomados por las raíces de los árboles (muy superficiales en el trópico húmedo) (Blasco y Cornfield, 21), pasando de nuevo a formar tejidos vegetales, mientras que cuando hay pastos no ocurre ese proceso de "re-ciclación" de los nutrientes, y por lo tanto pueden perderse por lixiviación.

Esta hipótesis puede ayudar a entender por qué hay relativa abundancia de nitrógeno en los subsuelos estudiados.

Con relación al nitrógeno inorgánico, con un rango de variación comprendido entre 37,1 y 245,7 ppm, se puede decir que su distribución en los perfiles es irregular, concordando así con otras investigaciones realizadas en suelos colombianos (Molina y Blasco, 83; Tafur y Blasco, 115; Durán y Blasco, 43; Rosero, 95; Bastidas et al, 16; Matta y Palacios, 78; Angulo et al, 9).

La distribución irregular del nitrógeno inorgánico en suelos colombianos parece ser una de sus características típicas, que contrasta con los resultados de otros autores, quienes señalan que los suelos de las zonas templadas que estudiaron la concentración de nitrógeno inorgánico aumenta con la profundidad del perfil (Hanway y Scott, 61; Axley y Legg, 13; Smirnov y Frutkova, 108; Mogilevskina, 82).

El nitrógeno inorgánico nativo fijo ($N-NH_4$) como fracción más importante del nitrógeno inorgánico total, sigue las mismas fluctuaciones de éste. Su concentración varía entre 13,3 y 219,9 ppm. Estos resultados, en promedio, son inferiores a los reportados por Angulo et al (9), para los suelos tropicales de Mariño, y similares a los encontrados por Tafur y Blasco (115), y Blasco (25), en los suelos del Cesar y Valle respectivamente.

Considerando que en estos suelos domina la caolinita sobre la montmorillonita e illita, su capacidad de fijación del nitrógeno será de mediana a baja, ya que la caolinita es el mineral que muestra menos poder de fijación del $N-NH_4$ adicionado (Mela, 80; Allison et al, 7). De acuerdo a Blasco y Cornfield (26), aún en condiciones extremadamente favorables para la fijación del nitrógeno (100°C y 5 ciclos alternos de humedecimiento - Secamiento), los suelos de Jamundí fijaron 2.95 mg de $N-NH_4$ /100 gramos de arcilla, comparados con los 7.19 mg que retuvieron las arcillas salinas de Palmaseca (montmorillonita). Es decir, en fijación es notable la influencia del tipo de arcilla.

El nitrógeno intercambiable muestra una concentración definitivamente baja. Los resultados obtenidos son inferiores a los promedios reportados para los otros suelos tropicales estudiados en Co

lombia e incluso estan por debajo del promedio general correspondiente al Valle del Cauca (Blasco, 25; Allison et al, 7; Matta y Palacios, 78; Tafur y Blasco, 115; Durán y Blasco, 43).

Los datos para el N-NH_4 intercambiable, demuestran agotamiento de nitrógeno asequible a las plantas. Si se considera que los suelos del Valle requieren tener un nivel aproximado a 75 ppm, para sostener adecuadamente el crecimiento de las plantas (Blasco, 25), es lógico sugerir que estos suelos necesitan una adición del orden de 40-50 ppm de nitrógeno.

Como además el potencial de amonificación de los suelos de Jamundí es bueno y, por el contrario, la nitrificación prácticamente inexistente (Blasco y Cornfield, 21), las recomendaciones de fertilidad deberán basarse en fuentes que aporten nitratos.

Salvo para el caso de la asociación Río Claro Guachinte, en las dos primeras capas estudiadas, las determinaciones de N-NH_3 dan valores satisfactorios, habida cuenta de que las determinaciones se realizaron en muestras secas al aire. Como se sabe, un déficit de humedad causa efecto detrimental en la mineralización del nitrógeno (Blasco y Cornfield, 21; Miller y Johnson, 81).

4.3 Fraccionamiento del fósforo.

Los datos obtenidos para el fraccionamiento del fósforo se presentan en las tablas XIV a XVIII. La concentración de fósforo total en los suelos de Jamundí, es igual a la promedia obtenida para el Valle por Blasco y Bohórquez (22), mientras que disminuye casi a la mitad en los subsuelos en relación a ese promedio. La cantidad de fósforo total es mayor en los suelos de Jamundí que en los del Putu

mayo (Matta y Palacios, 78). pero inferior en comparación con los suelos tropicales de Nariño (Angulo et al, 9).

En todo caso, el problema del fósforo de los suelos estudiados no radica en la concentración total, que se aproxima a la cantidad generalizada media para los suelos sino en la forma como está distribuido. (Fassbender, 54). Como puede apreciarse en los resultados, el P-inerte equivale aproximadamente, al 50% del fósforo total.

Como demostraron Cabala y Fassbender (38), un alto contenido de fosfatos inactivos (incluso porcentajes menores al encontrado) causan deficiencias fosforadas en las cosechas.

Por otro lado el P-orgánico que se considera como la reserva de fósforo de los suelos tropicales (Enwezor y Moore, 48; Russell 98; Blasco 24), dió porcentajes bajos, lo cual significa que el potencial de mineralización de estos suelos, es muy reducido.

Así mismo, una cantidad apreciable de fósforo está retenida por el aluminio y hierro (33,5% del P-total en la capa arable), si bien se debe anotar que la fracción P-unido al aluminio, de acuerdo a algunos investigadores (Hanotiaux, 60; Ortega, 89), presenta menos problemas de los previstos para su asequibilidad por las plantas. Ortega (89), es muy concreto al especificar que el P-unido al aluminio es el suministrado con mayor intensidad ($r = 0,702^{++}$) a las plantas.

Es interesante observar que los fosfatos de aluminio son muy escasos en los suelos estudiados (a excepción del Paso de la Bolsa), y que toda la fracción fijada está relacionada con el hierro. En relación con esto se anota que la ausencia, o casi ausencia de fosfatos de aluminio de estos suelos coincide con los datos suministrados

TABLA X

FRACCIONES DE NITROGENO CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Segunda capa)

Resultados en ppm

Muestra	N-Total	N-Organico	N-NH ₄ Inorgánico		N-NH ₃
			Total	Nat. Fijo	Intero,
As Río Claro					
Sachamate	1.000,00	748,60	251,40	210,28	41,12
As Río Claro					5,87
Guachinte	930,00	859,51	70,49	57,57	12,92
As Río Claro					1,00
La Victoria	930,00	863,65	61,35	21,24	40,11
As Tortugas					14,68
Tortugas	832,00	760,92	71,08	40,28	30,80
As Navarro					29,61
Quinanayó	1.100,00	987,10	112,90	66,33	46,57
As Cauquita					14,55
Paso de la Bolsa	1.110,00	1.075,30	34,70	15,04	19,66
					8,67
Promedio	983,67	883,35	100,32	68,46	31,86
% del N. Total	100,00	89,80	10,20	6,96	3,24
					1,26

TABLA XI

FRACCIONES DE NITROGENO CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Tercera capa)

Resultados en ppm

Muestra	N-Total	N-Orgánico	N-NH ₄		Interc.	N-NE ₃
			Total	Nat. Fijo		
As Río Claro	820,00	761,34	58,66	20,45	38,21	60,00
Sachamate						
As Río Claro	832,00	776,01	55,99	33,36	22,63	11,89
La Victoria						
As Tortugas	740,00	662,93	77,07	55,73	21,34	12,82
Tortugas						
As Navarro	700,00	618,08	81,92	45,65	36,27	2,95
Quinamayó						
As Cauquita	900,00	654,27	245,73	219,99	25,74	17,55
Paso de la Bolsa						
Promedio	789,40	694,53	103,87	75,04	28,83	10,04
% del N. Total	100,00	86,99	13,01	9,40	3,61	1,26
(Cuarta capa)						
As Río Claro						
La Victoria	800,00	762,89	37,11	13,34	23,77	5,82
% del N-Total	100,00	95,36	4,64	1,67	2,97	0,74

TABLA XII

CONTENIDOS MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE NITRÓGENO
EN LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

Fracciones	Primera capa		Segunda capa	
	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
N-Total	2.063,40	1.594,13	1.110,00	983,67
N-Orgánico	1.820,10	1.468,35	1.075,30	883,35
N-NH ₄ ⁺ Inorg	243,30	125,78	251,40	100,32
N-NH ₄ ⁺ Nat Fijo	208,25	91,76	210,28	68,46
N-NH ₄ ⁺ Interc	47,24	34,02	46,57	31,86
N-NH ₃	23,75	13,59	29,61	12,40
				1,00

1

49

1

TABLA XIII

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE NITROGENO
EN LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

Fracciones	Tercera capa		Cuarta capa
	Máximo	Promedio Minimo	
N-Total	900,00	798,40 700,00	800,00
NH-Orgánico	776,01	694,53 618,08	762,89
N-NH ₄ Inorgánico	245,73	103,87 55,99	37,11
N-NH ₄ Nat Fijo	219,99	75,04 20,45	13,34
N-NH ₄ Interc	38,89	10,04 00,00	5,89

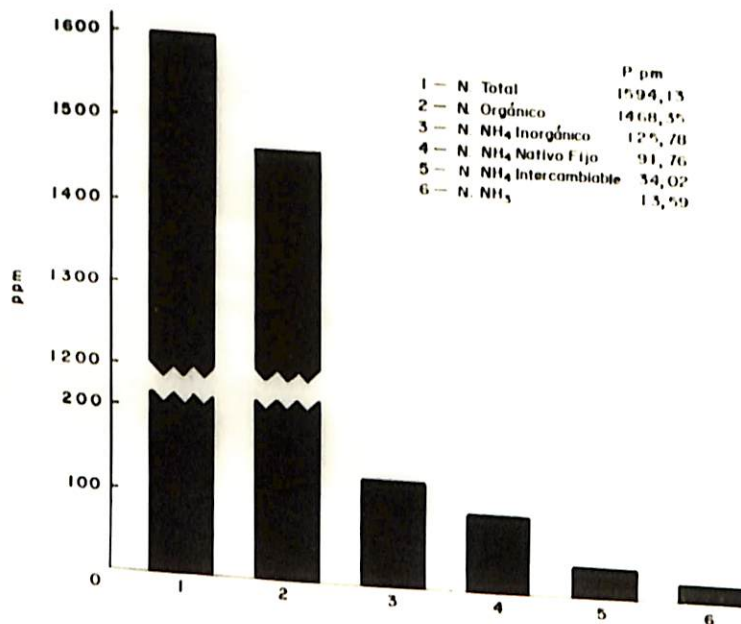


Figura 3

Contenido promedio de las fracciones de Nitrógeno correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa)

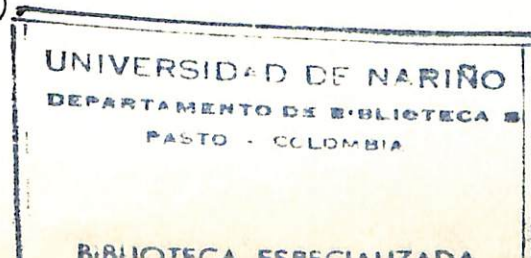


Foto: Manz

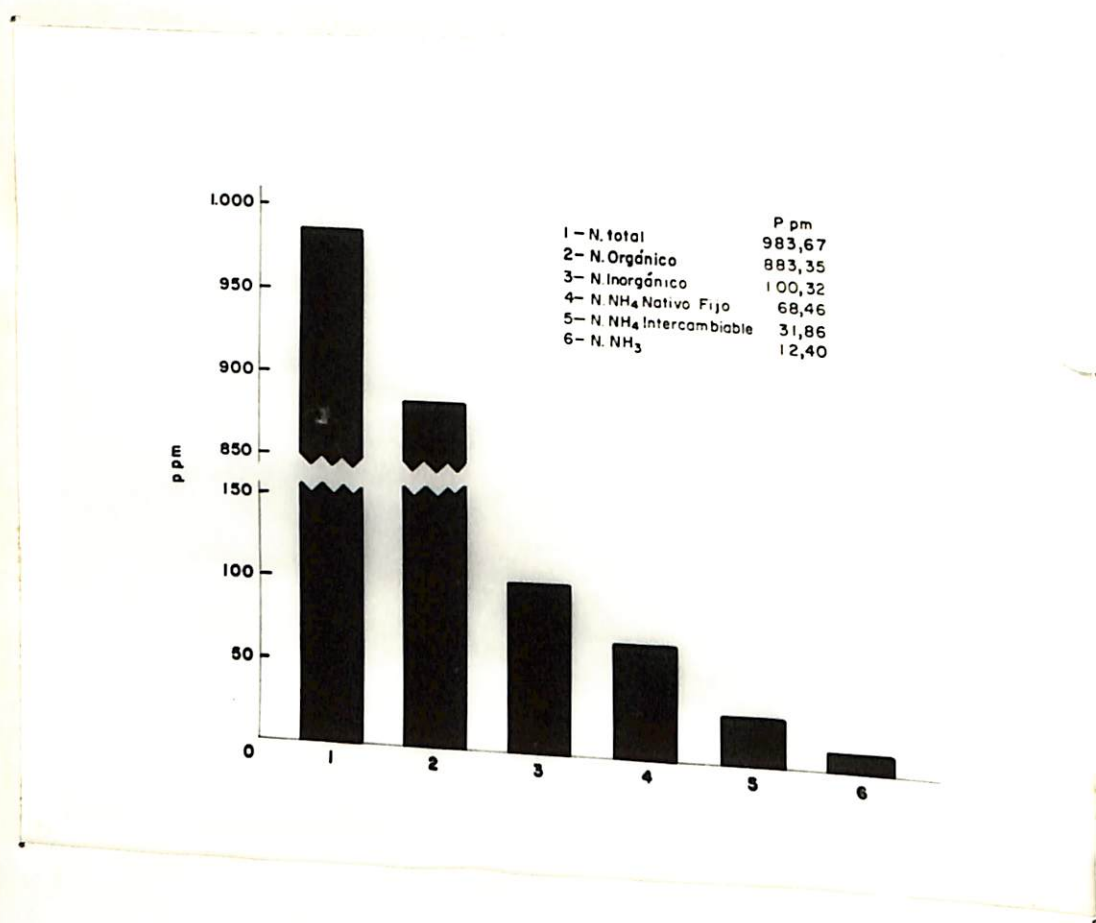


Figura 4

Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno correspondientes a los suelos estudiados. (Según la capa).

Foto: Manz

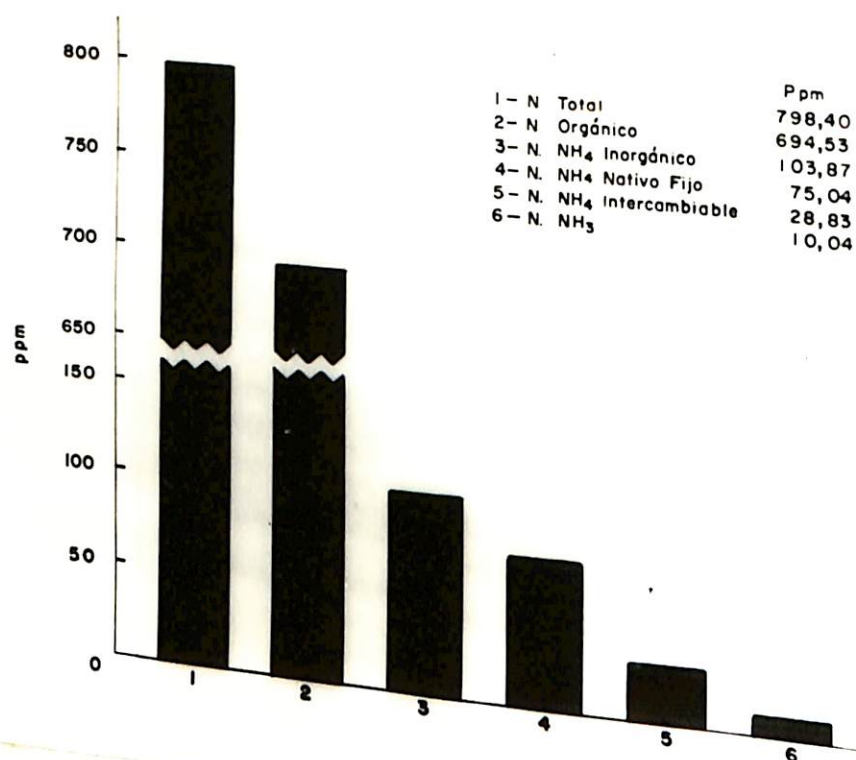


Figura 5

Contenido promedio de las fracciones de Nitrógeno correspondientes a los suelos estudiados. (Tercera capa).

por Blasco (23), Cobala y Fassbender (38), para los suelos del Ana-
zonas y de Bahía (Brasil) respectivamente.

Al respecto se podría ofrecer la siguiente explicación:
a medida que la meteorización de los suelos es mas intensa, la preci-
pitación del aluminio con el fósforo es más drástica. El fluoruro de
amonio no sería capaz de extraer los fosfatos de aluminio del suelo
que, así, quedarían englobados en la fracción inerte. Vale decir que
en un suelo latosolizado sí existen fosfatos de aluminio, pero en
gran parte no son detectables con la metodología que se viene emplean-
do.

Como se demuestra en la tabla XIX, la suma de los fosfatos
de hierro y aluminio superan a las de los fosfatos cálcicos. Era un
resultado esperado ya que como señalan Bastidas et al (16), Hsu y
Jackson (67), Morillo y Fassbender (84), entre otros, a medida que
aumenta el envejecimiento y descomposición de los suelos, el fósforo
unido al aluminio y hierro domina a los fosfatos de calcio. Esto en
razón de que el calcio se pierde por lixiviación, mientras el hierro
y el aluminio se insolubilizan.

A excepción del Paso de la Bolsa, las restantes muestras
analizadas presentan una gran pobreza en fosfatos cálcicos y asimila-
bles. Es normal que ocurra así, dado que en los suelos ácidos de Ja-
mundi hay poco calcio, y esa misma acidez influye para que los nive-
les de la fracción fácilmente reemplazable sean bajos, ya que el
hierro y el aluminio, presentes en la solución del suelo, constante-
mente fijarán el poco fósforo que se solubilice. Como puede observar
se en las tablas XX y XXI el método Bray I, dió menor extracción que
el cloruro de amonio recomendado por Chang y Jackson (41), similar re-
lación de extracción fue obtenida por Pantoja (91).

La relación nitrógeno-fósforo orgánico y carbono-fósforo orgánico, se presentan en las tablas XXII a XXV. Teóricamente podrían significar una rápida liberación del poco fósforo orgánico existente, según lo indicado por Alexander (6), en la relación mineralización inmovilización. Sin embargo, no es muy probable que esta liberación del fósforo de fuentes orgánicas tenga importancia, debido a la acidez del medio que influirá para que el fósforo mineralizado sea nuevamente fijado por el aluminio o hierro.

4.4 Fraccionamiento del potasio.

Los distintos datos obtenidos en el laboratorio se presentan en las tablas XXVI a XXX. La concentración de potasio total es baja, similar a la reportada por Angulo et al (9), para los suelos de la Llanura del Pacífico. Estas dos zonas, hasta ahora, son las de menor contenido de potasio total, comparadas con otros estudios realizados en el Valle del Cauca, parte occidental (Bohórquez, 29) y Cesar (Tafur, 114; Durán, 44). Únicamente superan a las cantidades reportadas por Blasco (24), para la zona del territorio amazonense.

La poca cantidad de potasio total puede explicarse por dos causas: la primera es el avanzado estado de meteorización de los suelos de Jamundí. Como es sabido (Bohórquez, 29), el potasio es uno de los elementos que mas fácilmente se lixivian de los suelos cuando forman compuestos con aniones. Esta lixiviación es facilitada por la descomposición de los suelos. La otra causa se desprende de la escasez de micas y feldospatos potásicos que Blasco et al (27), encontraron en los suelos de Jamundí. Estos minerales son las principales fuentes potásicas, que en el área estudiada aparecen ausentes.

La excepción, al igual que ocurría con el fósforo, es la

FRACCIONES DE FOSFORO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Primera capa)

Resultados en ppm

Muestra	Fácilmente reemplazab.	No Apatítico	Ápa titico	Unido al Al	Unido al Fe	Orgánico	Inerte	Total
As Río Claro Sachamate	5,40	1,35	17,56	2,43	64,15	51,72	78,09	220,70
As Río Claro Guachinte	7,29	7,95	8,61	0,32	56,31	47,96	250,47	378,91
As Río Claro La Victoria	3,94	4,60	12,48	0,32	70,94	81,45	412,73	586,46
As Tortugas Tortugas	6,59	7,25	9,23	0,79	49,43	38,23	261,77	373,29
As Navarro Quinamayó	3,98	0,66	8,62	37,39	39,77	39,77	247,91	378,10
As Cauquita Paso de la Bolsa	31,30	172,81	101,08	325,54	431,68	87,91	106,13	1.256,45
Promedio	9,75	32,44	26,26	61,13	118,71	57,84	226,13	532,31
% del P-total	1,83	6,10	4,93	11,48	22,30	10,87	42,43	100,00

FRACCIONES DE FOSFORO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Segunda capa.)

Resultados en ppm

Muestra	Fácilmente reemplazab.	No Apatítico	Áp- títico	Unido al Al	Unido al Fe	Orgánico	Inerte	Total
As Río Claro								
Sachamate	8,26	1,97	11,15	16,52	55,73	68,19	215,86	377,68
As Río Claro								
Guachinto	0,33	9,18	10,49	0,79	34,09	15,74	127,33	198,00
As Río Claro								
La Victoria	13,82	6,58	4,61	2,37	56,63	36,61	129,53	250,21
As Tortugas								
Tortugas	11,23	1,98	7,27	0,38	39,67	10,18	102,77	173,48
As Navarro								
Quinanayó	4,55	0,26	9,10	14,81	18,84	35,48	185,96	263,00
As Cauquita								
Paso de la Bolsa	14,85	33,57	83,92	120,84	118,77	45,19	108,24	525,38
Promedio	8,84	8,92	21,09	25,95	53,95	35,23	144,97	298,95
% del P-Total	2,96	2,98	7,06	8,68	18,65	11,78	48,49	100,00

Muestra	Fácilmente reemplazab.	No apatítico	Ap títico	Unido al Al	Unido al Fe	Orgánico	Inerte	Total
As Río Claro	0,79	3,93	19,64	0,31	66,78	29,33	238,02	358,80
Sachamate								
As Río Claro								
La Victoria	5,33	2,66	8,64	0,38	47,20	13,30	7,59	358,80
As Tortugas								
Tortugas	8,60	1,99	3,97	0,38	23,16	10,59	64,06	112,75
As Noverro								
Quinamayó	7,18	5,57	12,41	15,67	32,65	12,67	138,20	223,35
As Cauquita								
Paso de la Bolse.	2,61	3,27	22,86	5,49	60,08	33,43	214,43	342,17
Promedio	4,90	3,28	13,50	4,45	45,98	19,86	132,46	224,43
% del P-total	2,18	1,46	6,02	1,98	20,49	8,85	59,02	100,00
Cuarta capa)								
As Río Claro								
La Victoria	4,01	0,67	16,70	0,38	19,38	11,36	178,43	230,93
% del P-total	1,74	0,29	7,23	0,16	8,39	4,92	77,27	100,00

CONTENIDO MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE FOSFORO
EN LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

	Primera capa			Segunda capa		
	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo
P. Fácilmente reempl.	31,30	9,75	3,94	14,85	8,84	0,33
P. Ca no apatítico	172,81	34,44	0,66	33,57	8,92	0,26
P. Ca apatítico	101,08	26,26	8,61	83,92	91,09	4,61
P. Unido al Al	325,54	61,13	0,32	120,84	25,95	0,38
P. Unido al Fe	431,68	118,71	39,77	118,77	53,95	18,84
P. Orgánico	87,91	57,84	38,23	68,19	35,23	10,18
P. Inerte	412,37	226,18	78,09	215,86	144,97	102,77
P. Total	586,46	532,31	220,70	525,38	298,95	173,48

CONTENIDO MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE FOSFORO
EN LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

Fracciones	Tercera capa			Cuarta capa	
	Máximo	Promedio	Mínimo		
P. fácilmente reemplaz.	8,60	4,90	0,79	4,01	
P. Ca no apatítico	4,57	3,28	1,99	0,67	
P. Ca apatítico	22,86	13,50	3,97	16,70	
P. Unido al Al	15,67	4,45	0,31	0,38	
P. Unido al Fe	66,78	45,98	23,16	19,38	
P. Orgánico	33,43	19,86	10,59	11,36	
P. Inerte	238,02	132,46	7,59	178,43	
P. Total	358,80	224,43	85,10	230,93	

TABLE XIX

COMPARACION DE LOS FOSFATOS CALCICOS Y LOS FOSFATOS DE HIERRO Y
ALUMINIO EXPRESADOS EN PORCENTAJES DEL FOSFORO TOTAL
Y DEL FOSFORO INORGANICO

CAPAS	Fosfatos calcicos (apatiticos y no apatiticos)		Fosfatos de hierro y aluminio	
	% del P.Total	% del P.Inorgán	% del P.Total	% del P.Inorg.
Primera capa	11,03	12,37	33,78	37,89
Segunda capa	10,04	11,38	26,73	30,30
Tercera capa	7,48	8,20	22,47	24,65
Cuarta capa	7,52	7,90	8,55	8,99
Promedio	9,02	9,96	22,88	25,46

TABLA XX

FOSFORO APROVECHABLE (Bray I), CORRESPONDIENTE A LOS
SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

Muestra	Primera capa	Segunda capa
Asociación Río Claro Sachamato	2,18	1,21
Asociación Río Claro Guachinte	0,04	0,37
Asociación Río Claro La Victoria	0,28	0,83
Asociación Tortugas Tortugas	0,04	0,04
Asociación Navarro Quinanayó	0,47	0,04
Asociación Cauquita Paso de la Bolsa	0,46	56,89
Promedio	0,58	9,90

TABLA XXI

FOSFORO APROVECHABLE (Bray I), CORRESPONDIENTE

A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

Muestra	Tercera capa	Cuarta capa
Asociación Río Claro		-
Sachanate	0,04	-
Asociación Río Claro		0,05
La Victoria	0,05	
Asociación Tortugas		-
Tortugas	0,04	
Asociación Navarro		-
Quinanayó	0,55	
Asociación Cauquita		-
Paso de la Bolsa	11,45	
		0,05
Promedio	22,43	

TABLA XXII

RELACION N/P ORGANICO CORRESPONDIENTE
A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Muestra	Primera capa	Segunda capa
Asociación Río Claro		
Sachamate	25,14	14,66
Asociación Río Claro		
Guachinte	43,02	59,09
Asociación Río Claro		
La Victoria	19,15	25,40
Asociación Tortugas		
Tortugas	31,39	81,73
Asociación Navarro		
Quinanayó	42,78	31,00
Asociación Cauquita		
Paso de la Bolsa	19,79	24,56
		39,41
Promedio	30,21	

TABLA XXIII

RELACION N/P ORGANICO CORRESPONDIENTE
A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Muestra	Tercera capa	Cuarta capa
Asociación Río Claro		
Sachanate	27,06	-
Asociación Río Claro		
La Victoria	62,56	70,42
Asociación Tortugas		
Tortugas	69,88	-
Asociación Navarro		
Quinanayó	55,25	-
Asociación Cauquita		
Paso de la Bolsa	26,92	-
Promedio	48,51	70,42

TABLA XXIV

RELACION C/P ORGANICO CORRESPONDIENTE
A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Muestra	Primera capa	Segunda capa
Asociación Río Claro		
Sachamato	649,65	217,04
Asociación Río Claro		
Guachinto	725,65	121,98
Asociación Río Claro		
La Victoria	418,66	630,10
Asociación Tortugas		
Tortugas	449,90	304,52
Asociación Navarro		
Quinamayó	435,00	355,13
Asociación Cauquita		
Paseo de la Bolsa	211,58	170,39
Promedio	486,25	274,80

TABLA XXV

RELACION C/P ORGANICO CORRESPONDIENTE
A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Muestra	Tercera capa	Cuarta capa
Asociación Río Claro		
Sachanate	354,58	-
Asociación Río Claro		
La Victoria	676,69	801,06
Asociación Tortugas		
Tortugas	141,64	-
Asociación Navarro		
Quinamayó	418,31	-
Asociación Cauquita		
Paso de la Bolsa	140,59	-
Promedio	346,36	801,06

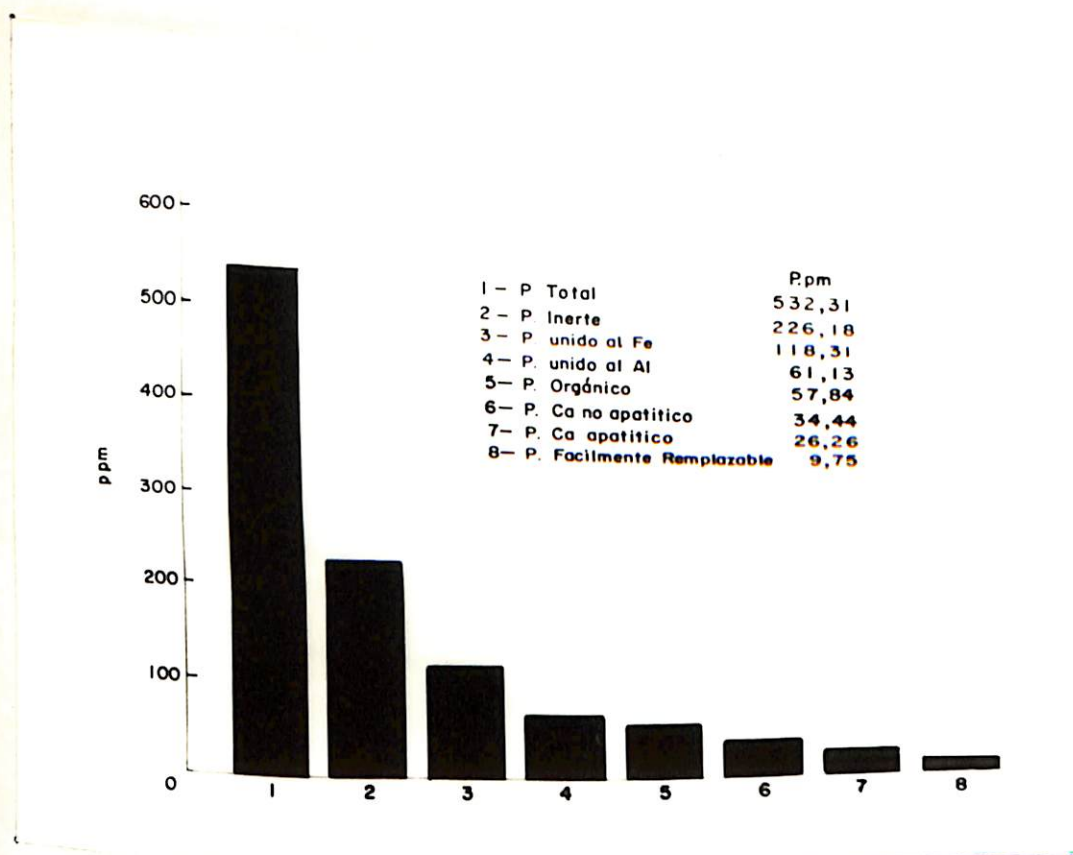


Figura 6

Contenido promedio de las fracciones de Fósforo correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa).

Foto: Manz

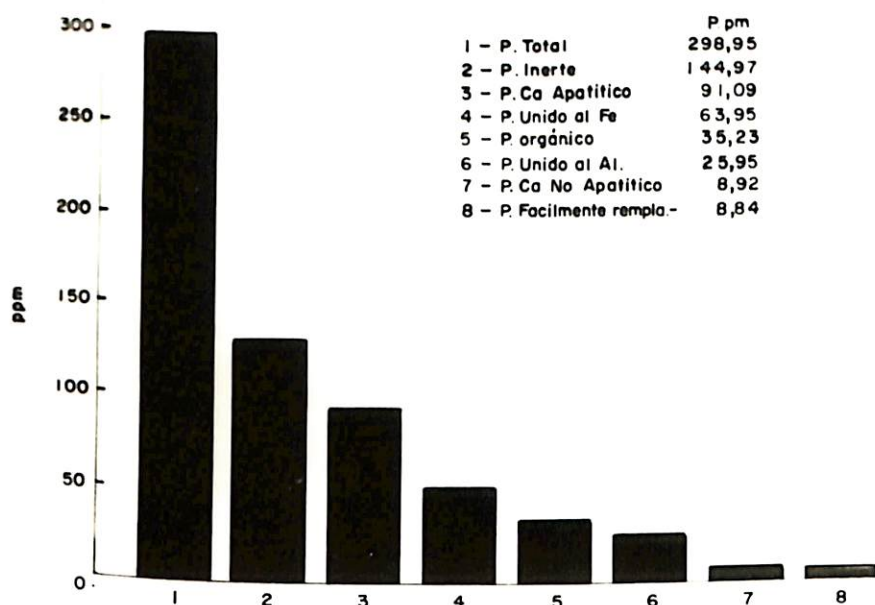


Figura 7

Contenido promedio de las fracciones de Fósforo correspondientes a los suelos estudiados. (Segunda capa).

Foto: Manz

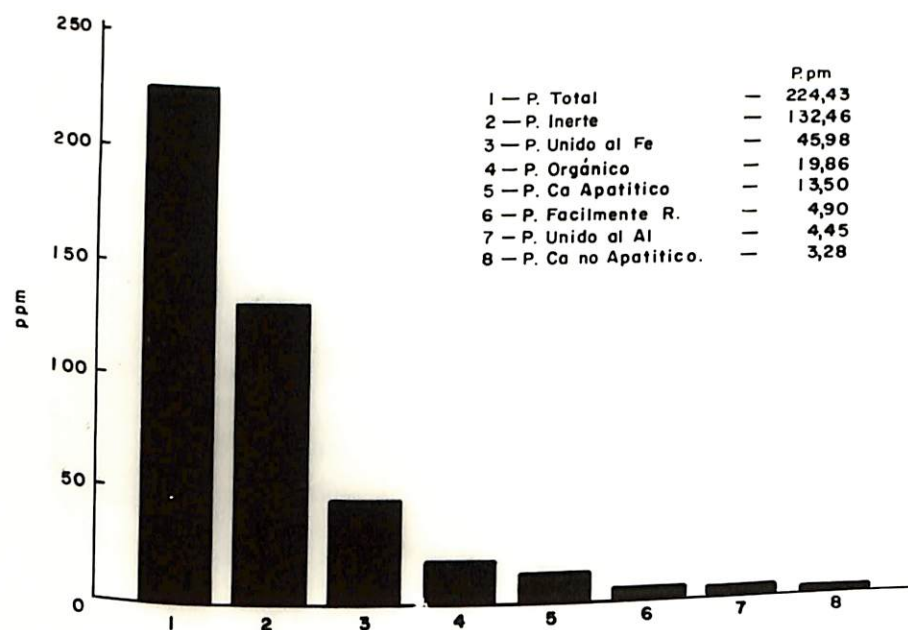


Figura 8

Contenido promedio de las fracciones de Fósforo correspondientes a los suelos estudiados. (Ter cera capa).

Asociación Cauquita, Paso de la Bolsa. La explicación más probable, es que en esta Asociación dominan los materiales aluviales arrastrados por el río Cauca. Los resultados demuestran que los aluviones son ricos en fósforo y potasio. Similares resultados encontró Blasco (24), al comparar los suelos aluviales y terciarios del Amazonas.

Los distintos resultados coinciden en señalar que la Asociación Cauquita, Paso de la Bolsa, es aquella que tiene mejores características químicas para el aprovechamiento agrícola.

Comparativamente con las otras regiones tropicales colonizadas estudiadas, el potasio estructural encontrado en la región de Jamundí, es el que presenta menor porcentaje respecto del potasio total (Angulo, 9; Matta y Palacios 78; Bohórquez, 29; Tafur, 114; Durán, 44). Mientras en las otras regiones el potasio estructural significa entre el 72 y 93% del potasio total, un promedio generalizado para Jamundí es del orden del 50%, que se aproxima a lo obtenido por Blasco (24), en los suelos del terciario amazonense.

La disminución del contenido de potasio estructural en ambas regiones aparece relacionado con la intensidad de meteorización. Es decir, el resultado es una confirmación del avanzado estado de meteorización de la región de Jamundí.

A la inversa de lo que ocurre para el potasio estructural, el porcentaje de potasio total no intercambiable es el más alto encontrado en suelos colombianos. Sin embargo, en cifras absolutas (ppm), las cantidades son bajas, reflejo del bajo contenido de potasio total. La excepción vuelve a ser la Asociación Cauquita, que desvirtúa los promedios de esta fracción, lo mismo que todos los restantes más accesibles a las plantas.

Lo mas interesante de la fracción no intercambiable es que la concentración de su fracción mas soluble es muy similar a la fracción intercambiable extraída con ácido nítrico 0,1 N, lo cual significa que la capacidad de suministro de potasio de estos suelos es muy baja. En términos prácticos, significa que la mayoría de las Asociaciones estudiadas, requirieron un complemento potásico para obtener una mejor producción.

Los niveles de potasio intercambiable, por ambos métodos de las Asociaciones Río Claro - La Victoria, Tortugas y Navarro, son deficientes en potasio. Dado el estado de la fracción más soluble del potasio no intercambiable, estas asociaciones apenas tienen niveles de sustentación. Para obtener, una nueva producción los niveles de potasio intercambiable por el método común del acetato de amonio deberían ser de 100 - 150 ppm. La deficiencia potásica tiende a aumentar con la profundidad del perfil. Vale decir que cultivos de raíces profundas mostrarán mas deficiencias potásicas que los de raíces superficiales.

El contenido de potasio soluble de agua tiende a ser bajo. Con la excepción repetida de la muestra representativa del Paso de la Bolsa, el promedio es mas bajo que los obtenidos en las zonas del trópico húmedo de Nariño y Putumayo (78, 9). Es conocido que entre el potasio intercambiable y la fracción soluble en agua existe un equilibrio dinámico constante. Por tanto la debilidad de esta fracción en los suelos estudiados es consecuencia de la escasez de las formas intercambiables (Babier, 15).

La tendencia mostrada por la lixiviación del potasio (Tablas XXXI a XXXIII), es similar a la reportada en los otros suelos tropicales estudiados (Angulo et al, 9; Matta y Falacios, 78; Tafur,

FRACCIONES DE POTASIO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Primera capa)

Resultados en ppm

Muestra	K-Total	K estructural	K-no intercambiable		K Intercambiable		K soluble
			Total	Mas Sol	NH ₃ H O, 1N	NH ₄ OAc N	
As Río Claro	4.524,72	3.855,95	379,65	158,39	289,12	157,74	5,40
Sachanete							
As Río Claro	4.173,89	3.469,27	323,06	148,38	381,56	129,84	34,58
Guachinte							
As Río Claro	4.808,33	4.312,68	408,84	235,46	86,81	39,41	24,17
La Victoria							
As Tortugas	1.687,20	1.316,66	268,68	131,60	101,86	64,54	11,60
As Navearro							
Quinanayó	2.903,92	2.119,07	625,76	159,08	159,09	79,55	14,85
As Canguita							
Paso de la Bolsa	9.350,75	1.248,13	5.374,13	2.925,91	2.728,49	1.370,71	191,99
Promedio	4.574,80	2.720,32	1.230,00	626,47	624,48	306,96	47,16
% del K-Total	100,00	59,46	26,89	13,69	13,65	6,70	1,03

TABLA XXVII

FRACCIONES DE POTASIO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (segunda capa)

Resultados en ppm

Muestra	K-Total	K-No intercambiable		K Intercambiable		% Soluble
		Total	Más Sol	$\text{NH}_3\text{H O, 1N}$	$\text{NH}_4\text{OAc N}$	
As Río Claro						
Sachamate	2.610,16	2.266,89	70,71	131,14	61,87	13,13
As Río Claro						
Guachinte	1.482,24	1.155,58	97,98	146,86	36,72	4,62
As Río Claro						
La Victoria	1.606,59	1.124,51	215,54	57,94	21,36	10,03
As Tortugas						
Tortugas	1.230,22	772,10	61,44	68,76	51,30	2,12
As Navarro						
Quinamayó	1.663,36	1.396,40	51,56	85,86	44,18	10,40
As Cauquita						
Paso de la Bolsa	7.578,69	1.539,68	1.841,06	2.432,24	1.044,37	181,77
Promedio	2.695,21	1.375,86	389,72	487,10	210,53	37,01
% del K-Total	100,00	51,05	14,45	18,07	7,81	1,37

TABLA XXVIII

FRACCIONES DE POTASIO CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS
ESTUDIADOS (Tercera capa)

Resultados en ppm

Muestra	K-Total	K estructural	K no intercambiable		K intercambiable		K Soluble
			Total	Mas Sol	$\frac{NH_3}{H_2O, 1N}$	$\frac{NH_4OAc}{N}$	
As Río Claro							
Sachanate							
As Río Claro	3.156,42	2.912,96	183,12	52,38	60,34	50,81	2,61
La Victoria							
As Tortugas	1.848,71	1.371,97	426,75	172,39	49,99	67,54	7,87
Tortugas							
As Navarro	1.601,81	1.192,72	364,20	27,52	44,89	43,62	1,61
Quinamayó							
As Cauquita	927,87	763,61	127,69	28,63	26,57	33,96	6,27
Paso de la Bolsa	2.247,78	1.112,21	4.423,31	2.222,53	2.711,26	1.259,49	205,83
Promedio	3.156,31	1.470,69	1.105,01	500,69	580,61	311,08	44,81
% del K-Total	100,00	46,59	35,01	15,86	18,40	9,86	1,42
(Cuarta capa)							
As Río Claro							
La Victoria	1.697,73	1.223,27	413,95	205,69	60,51	40,09	1,07
% del K-Total	100,00	72,05	24,39	12,11	3,56	2,36	0,06

TABLA XXIX

CONTENIDO MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO
EN LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

Fracciones	P r i m e r a c a p a		S e g u n d a c a p a	
	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
K-Total	9.350,75	4.574,80	1.687,66	1.230,22
K-Estructural	3.855,95	2.720,32	1.248,13	1.275,86
K-No intercambiable total	5.374,13	1.230,00	268,68	832,25
K-No intercambiable más soluble	2.925,13	626,47	131,60	389,72
K-Intercambiable	2.728,49	624,48	101,86	487,10
NO ₃ H O, 1 N	1.370,71	306,96	39,41	210,53
K-Intercambiable	191,99	47,16	181,77	37,01
NE O ₄ c N				
K-Sc soluble en agua				

Tabla XXX

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO
EN LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

Fracciones	Tercera capa			Cuarta capa
	Máximo	Promedio	Mínimo	
K-Total	8.246,78	3.156,31	927,87	1.697,73
K-Estructural	2.912,96	1.470,69	763,61	1.223,27
K-No intercambiable total	4.423,31	1.105,01	127,69	413,95
K-No intercambiable mas soluble	2.222,53	500,69	27,52	205,69
K-Intercambiable $\text{NO}_3\text{H O, } \frac{1}{2}\text{N}$	2.711,26	580,61	36,57	60,51
K-Intercambiable $\text{NH}_4\text{OAc N}$	1.359,49	311,08	33,96	40,09
K-Soluble en agua	205,83	44,84	1,61	1,07

TABLA XXXI

LIXIVIACION DEL POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 G C/DIA DE HCl 0,01 N
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS (Primera capa)

Resultados en ppm

Muestra	D I A S										Total Lixiv
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
As Río Claro	90,43	33,71	21,61	14,80	8,10	4,00	4,00	1,30	0	0	181,95
Guachinto	131,11	45,05	10,60	4,24	1,27	0	0	0	0	0	192,27
La Victoria	29,74	8,72	7,88	4,20	6,52	2,63	2,63	1,26	0	0	63,58
As Tortugas	18,45	11,81	8,75	7,91	6,54	2,64	6,54	1,27	0	0	63,91
As Navarro	45,08	25,14	14,53	10,61	5,30	2,65	0	0	0	0	103,31
Paso de la Bolsa	799,45	511,27	345,57	213,90	212,54	154,74	71,26	50,40	35,16	32,55	2.226,84
Total	1.114,26	635,70	412,94	255,66	249,27	166,66	84,43	54,23	35,16	32,55	3.031,86

TABLA XXXII

LIXIVIACION DEL POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 C C/DIA DE HCl 0,01 N
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS (Segunda capa)

Resultados en ppm

Muestra	D I A S										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Litv
As Río Claro											
Sachanato	35,35	14,37	10,49	7,87	3,88	0	0	0	0	0	71,96
As Río Claro											
Guachinto	48,83	19,20	11,75	5,25	2,62	0	0	0	0	0	88,35
As Río Claro											
La Victoria	26,34	6,53	6,53	5,27	4,21	1,26	1,26	0	0	0	51,40
As Tortugas											
Tortugas	8,78	4,23	2,64	2,64	3,91	2,64	2,64	2,64	0	0	30,12
As Navarro											
Quinanayó	18,19	8,63	6,45	3,85	2,60	0	0	0	0	0	39,72
As Cauquita											
Paso de la Bolsa	823,66	390,71	259,44	130,34	100,70	73,54	39,56	26,24	14,15	14,15	1.859,49
Total	962,15	443,67	297,30	155,22	117,92	77,44	43,46	28,88	14,15	14,15	2.151,34

LIXIVIACION DEL POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 G G/DIA DE HCl 0,01 N
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS (tercera capa.)

Resultados en ppm

Muestra	D I A S										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lixiv
As Río Claro											
Sachamate	11,73	7,86	6,50	6,50	5,24	2,62	4,19	1,26	0	0	45,90
As Río Claro											
La Victoria	14,57	5,32	5,32	6,59	5,32	2,66	3,94	2,66	0	0	16,38
As Tortugas											
Tortugas	11,86	3,92	1,27	1,27	2,65	2,65	1,27	2,65	0	0	27,54
As Navarro											
Quinamayó	13,06	7,84	3,87	2,61	0	0	0	0	0	0	27,38
As Cauquita											
Paso de la Bolsa	810,97	475,38	417,92	339,56	266,42	154,11	78,36	43,05	28,73	24,76	2.639,26
Total	862,19	500,32	432,88	356,53	279,63	162,04	87,76	49,62	28,73	24,76	2.780,46
(Cuarta capa.)											
As Río Claro											
La Victoria	11,97	4,28	6,63	7,66	5,35	3,96	6,63	8,02	0	0	54,50
Total	11,97	4,28	6,63	7,66	5,35	3,96	6,63	8,02	0	0	54,50

TABLA XXXIV

CONTENIDOS DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	Na Total	Na Intercan N-NH ₄ Ac	Na Total	Na Intercan N-NH ₄ Ac
Asociación Río Claro				
Sachamate	599,62	20,53	681,92	23,60
Asociación Río Claro				
Guachinte	1.934,32	64,12	2.438,93	8,92
Asociación Río Claro				
La Victoria	6.148,35	30,48	7.637,88	34,24
Asociación Tortugas				
Tortugas	3.690,75	45,34	5.209,77	92,56
Asociación Navarro				
Quinanayó	1.670,45	43,48	1.585,39	37,43
Asociación Cauquita				
Pase de la Bolsa	4.982,24	18,26	3.408,24	17,04
Máximo	6.148,35	64,12	7.637,88	92,56
Promedio	3.170,96	37,04	3.493,67	35,63
Mínimo	599,62	18,26	681,92	8,92
%	100,00	1,17	100,00	1,02

TABLA XXXV

CONTENIDO DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	Na Total	Na Intercan N-NH ₄ Ac	Na Total	Na Intercan N-NH ₄ Ac
Asociación Río Claro				
Sachamato	576,18	15,86	-	-
Asociación Río Claro				
La Victoria	6.302,42	76,05	3.554,76	102,10
Asociación Tortugas				
Tortugas	3.705,45	124,93	-	-
Asociación Navarro				
Quinanayó	579,92	43,80	-	-
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	2.951,56	38,86	-	-
Máximo	6.302,42	124,93		
Promedio	2.823,11	59,88		
Mínimo	576,18	15,86		
%	100,00	2,12	100,00	2,87

TABLA XXXVI

CONTENIDO DE CALCIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	Ca Total	Ca Intercan	Ca Total	Ca Intercan
Asociación Río Claro				
Sachanato	8.859,28	572,61	8.707,53	220,31
Asociación Río Claro				
Guachinto	5.829,45	211,93	8.287,10	115,39
Asociación Río Claro				
La Victoria	7.567,20	882,84	6.637,05	1.000,83
Asociación Tortugas				
Tortugas	5.588,85	1.224,31	7.404,60	1.248,20
Asociación Navarro				
Quinanayó	5.727,24	710,60	5.301,96	41,58
Asociación Cauquita				
Faso de la Bolsa	4.799,66	1.481,63	2.995,12	836,57
Máximo	8.859,28	1.481,63	8.707,53	1.248,20
Promedio	6.395,28	850,66	6.555,56	577,15
Mínimo	4.799,66	211,98	2.995,12	41,58
%	100,00	13,30	100,00	8,80

TABLA XXXVII

CONTENIDO DE CALCIO TOTAL E INTERCAMBIABLE

CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Tercera capa		Cuarta capa	
	Ca Total	Ca Intercan	Ca Total	Ca Intercan
Asociación Río Claro				
Sachamate	5.657,04	345,71	-	-
Asociación Río Claro				
La Victoria	4.784,65	1.021,15	7.376,79	1.625,03
Asociación Tortugas				
Tortugas	7.305,03	1.545,70	-	-
Asociación Navarro				
Quinanayó	5.120,01	62,69	-	-
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	5.432,96	961,22	-	-
Máximo	7.305,03	1.545,70		
Promedio	5.660,34	787,29		
Mínimo	4.786,65	62,69		
%	100,00	13,91	100,00	22,03

TABLA XXXVIII

CONTENIDO DE MAGNESIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	Mg Total	Mg Intercan NH ₄ O Ac 4	Mg Total	Mg Intercan NH ₄ O Ac 4
Asociación Río Claro				
Sachamate	10.996,17	2.627,53	15.946,38	1.339,49
Asociación Río Claro				
Guachinte	16.909,57	2.448,79	12.169,61	829,13
Asociación Río Claro				
La Victoria	21.087,26	5.845,66	33.307,46	8.454,97
Asociación Tortugas				
Tortugas	13.938,28	8.911,79	17.197,64	9.775,76
Asociación Navarro				
Quinamayó	9.995,16	2.620,35	6.156,49	442,45
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	12.205,60	8.373,91	11.453,64	6.623,55
Máximo	21.087,26	8.911,79	33.307,46	8.454,97
Promedio	14.188,67	5.136,34	16.038,54	4.577,55
Mínimo	9.995,16	2.448,79	6.156,49	442,45
%	100,00	36,20	100,00	28,54

TABLA XXXIX

CONTENIDO DE MAGNESIO TOTAL E INTERCAMBIABLE

CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Tercera capa		Cuarta capa	
	Mg Total	Mg Intercamb NH ₄ O Ac	Mg Total	Mg Intercamb NH ₄ O Ac
Asociación Río Claro				
Sachamate	21.974,46	1.910,82	-	-
Asociación Río Claro				
La Victoria	33.138,43	9.118,89	19.981,43	16.666,20
Asociación Tortugas				
Tortugas	20.108,87	5.304,09	-	-
Asociación Navarro				
Quinamayó	3.811,80	444,71	-	-
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	11.904,40	5.430,03	-	-
Máximo	33.138,43	9.118,89		
Promedio	18.187,60	4.441,71		
Mínimo	3.811,80	444,71		
%	100,00	24,42	100,00	83,41

TABLA XL

RELACION K/Na EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	K/Na Total	K/Na Intercan	K/Na Total	K/Na Intercan
Asociación Río Claro				
Sachanate	7,55	0,263	3,83	0,091
Asociación Río Claro				
Guachinte	2,16	0,064	0,61	0,015
Asociación Río Claro				
La Victoria	0,78	0,006	0,21	0,003
Asociación Tortugas				
Tortugas	0,46	0,017	0,24	0,010
Asociación Navarro				
Quinamayé	1,74	0,048	1,05	0,028
Asociación Cauquita				
Paseo de la Palsa	1,38	0,275	2,22	0,306
Maximo				
Promedio	7,55	0,275	3,33	0,306
Minimo	2,43	0,111	1,36	0,076
	0,46	0,006	0,21	0,003

TABLA XII

RELACION K/Na EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Tercera capa		Segunda capa	
	K/Na Total	K/Na Intercan	K/Na Total	K/Na Intercan
Asociación Río Claro				
Sañamate	5,48	0,088	-	-
Asociación Río Claro				
La Victoria	0,29	0,011	0,48	0,001
Asociación Tortugas				
Tortugas	0,43	0,012	-	-
Asociación Navarro				
Quinamayó	1,60	0,059	-	-
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	2,79	0,460	-	-
Máximo				
Promedio	5,48	0,460		
Mínimo	2,12	0,126		
	0,29	0,011		

TABLA XLIII

RELACION Ca/Mg EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBLABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	Ca/Mg Total	Ca/Mg Intercan	Ca/Mg Total	Ca/Mg Intercan
Asociación Río Claro				
Sachamate	0,81	0,22	0,54	0,16
Asociación Río Claro				
Guachinte	0,34	0,08	0,68	0,13
Asociación Río Claro				
La Victoria	0,36	0,15	0,20	0,12
Asociación Tortugas				
Tortugas	0,40	0,13	0,43	0,13
Asociación Navarro				
Quinamayó	0,57	0,27	0,86	0,93
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	0,39	0,17	0,26	0,13
Máximo				
Promedio	0,81	0,27	0,86	0,93
Mínimo	0,48	0,17	0,51	0,27
	0,34	0,08	0,20	0,12

TABLA XLIII

RELACION Ca/Mg EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS

Resultados en ppm

MUESTRA	Tercera capa		Cuarta capa	
	Ca/Mg Total	Ca/Mg Intercan	Ca/Mg Total	Ca/Mg Intercan
Asociación Río Claro				
Sachamato	0,26	0,18	-	-
Asociación Río Claro				
La Victoria	0,14	0,11	0,37	0,10
Asociación Tortugas				
Tortugas	0,36	0,29	-	-
Asociación Navarro				
Quinamayó	1,34	0,14	-	-
Asociación Cauquita				
Paso de la Bolsa	0,45	0,17	-	-
Maximo				
Promedio	1,34	0,29		
Minimo	0,51	0,18		
	0,14	0,11		

TABLA XLIV

RELACION K/Ca EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

MUESTRA	Primera capa		Segunda capa	
	K/Ca Total	K/Ca Intercan	K/Ca Total	K/Ca Intercan
Asociación Río Claro				
Sachanato	0,51	0,73	0,29	0,28
Asociación Río Claro				
Guachinte	0,27	0,71	0,18	0,32
Asociación Río Claro				
La Victoria	0,64	0,45	0,24	0,02
Asociación Tortugas				
Tortugas	0,30	0,05	0,17	0,04
Asociación Navarro				
Quinanayó	0,51	0,11	0,31	1,06
Asociación Cauquita				
Paseo de la Bolsa	1,95	0,93	2,53	1,25
Máximo				
Promedio	1,95	0,93	2,53	1,25
Minimo	0,78	0,48	0,63	0,50
	0,30	0,05	0,17	0,02

TABLA XLV

RELACION K/Ca EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE
CORRESPONDIENTE A LOS SUELOS ESTUDIADOS
Resultados en ppm

MUESTRA	Tercera capa		Cuarta capa	
	K/Ca Total	K-Ca Intercan	K/Ca Total	K/Ca Intercan
Asociación Río Claro				
Sacharato	0,91	0,47	-	-
Asociación Río Claro				
La Victoria	0,39	0,06	0,23	0,03
Asociación Tortugas				
Tortugas	0,22	0,02	-	-
Asociación Navarro				
Quinamayó	0,18	0,54	-	-
Asociación Cauquita				
Paseo de la Bolsa	1,52	1,41	-	-
Mixino				
Promedio	1,52	1,41		
Minimo	0,64	0,50		
	0,18	0,02		

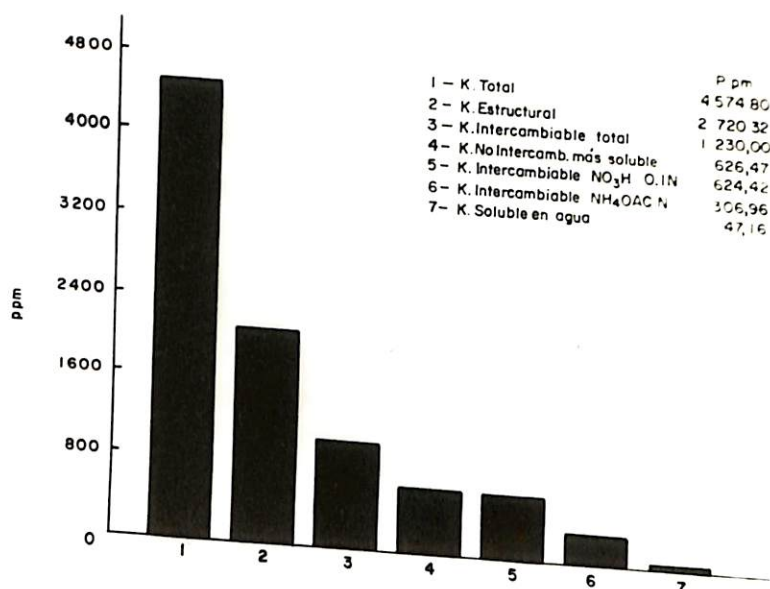


Figura 9

Contenido promedio de las fracciones de Potasio correspondientes a los suelos estudiados. (Primera capa).

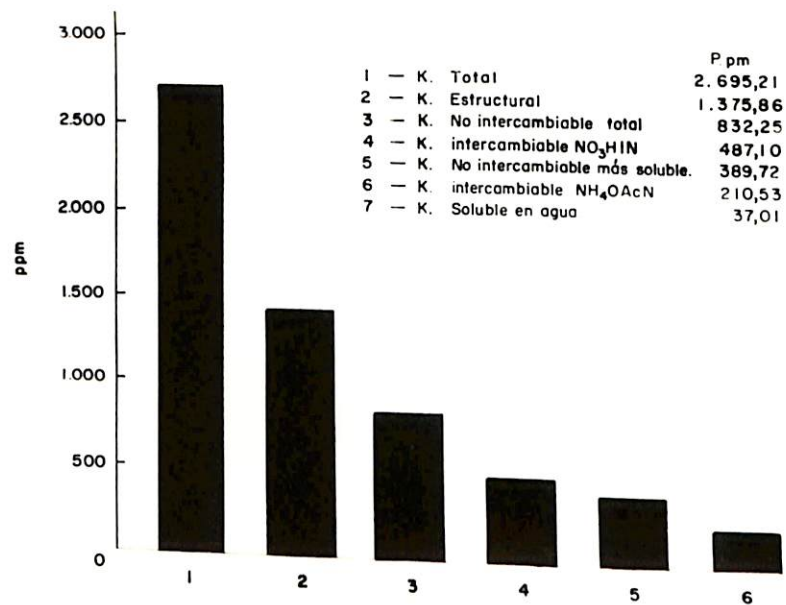


Figura 10

Contenido promedio de las fracciones de Potasio correspondientes a los suelos estudiados. (Segunda capa).

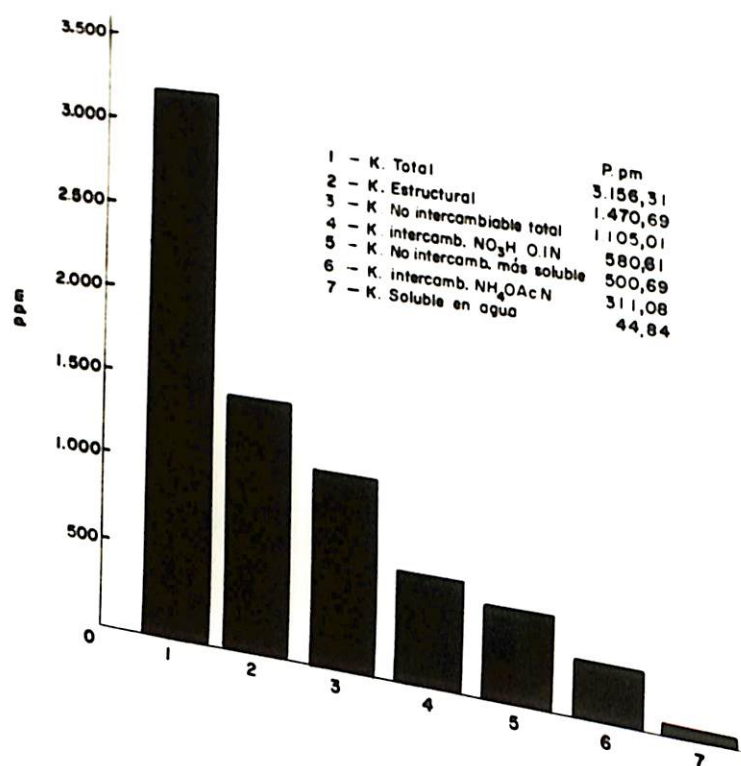


Figura 11

Contenido promedio de las fracciones de Potasio correspondientes a los suelos estudiados. (Ter cera capa).

Foto: Hana

114; Durán, 44; Bohórquez, 29). En cualquiera de los casos, salvo la asociación Favarro en la segunda capa, la pérdida de potasio en las dos primeras capas es mayor que la cantidad de potasio intercambiable medido por el método del acetato de amonio. Una vez más se comprueba que el potasio de los suelos tropicales es fácilmente removible, lo cual significa un peligro de agotamiento en aquellos casos que se mantengan superficies limpias o cultivos de hileras.

4.5 Estudios adicionales para el sodio, calcio y magnesio.

En las tablas XXXIV a XLV se muestran algunos datos correspondientes a los cationes sodio, calcio y magnesio. A la vista de los resultados se puede señalar que el magnesio muestra una elevada concentración en sus distintas formas, el sodio es normal y el calcio bajo.

Las relaciones K/Na parecen sugerir una abundancia de sedimentación en la Asociación Río Claro, Sachamate, seguido de el Paso de la Bolsa, mientras que en los otros casos, la relación sugiere una acumulación de rocas cristalinas, posiblemente transportadas, que se están descomponiendo en el sitio de su deposición.

La relación Ca/Mg es invertida, hecho que coincide con los resultados obtenidos por Angulo et al (9), y Matta y Palacios (78), en los suelos tropicales húmedos. Parece ser consenso generalizado, que la inversión de esta relación es sumamente perjudicial para las plantas. No obstante, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en algunos suelos intolizados, la posición anterior es discutible, al menos su influencia no parece ser la misma en suelos afectados por sales, donde si es detrimental para las cosechas, y en suelos ácidos, en donde parece ser que su efecto, si es que existe es mucho menor.

Sería importante hacer algunas pruebas de invernadero con parando los efectos de la relación Ca/Mg invertida en suelos básicos y en suelos ácidos para concretar la posición anterior.

4.6 Correlaciones estadísticas.

En las Tablas LV a LVII, y en las figuras 12 a 20, se presenta la síntesis de las correlaciones establecidas en el presente estudio.

Como ha ocurrido en otras regiones volcánicas colombianas y tropicales, no hay correlación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable (Molina y Blasco, 83; Rosero, 95; Angulo et al, 9; Matta y Palacios, 78). Se considera que hay suficiente base para decir que, al menos en los suelos colombianos, no existe ningún soporte científico para considerar el nitrógeno total como índice de la disponibilidad de ese nutrimento a las plantas. Por tanto las recomendaciones que se vienen realizando con base en el N-total dependen de la experiencia del técnico únicamente.

Con el fósforo se observa que solamente en la capa 3 hay correlación entre el P-total y el P-orgánico. En general, en los distintos suelos colombianos estudiados se observa que la correlación entre esas dos formas de fósforo es muy pobre, y por lo tanto no está tan claro que el P-orgánico sea la reserva directa del fósforo en los tropicales como generaliza Russell (98).

A diferencia de lo que ocurrió en los otros suelos tropicales estudiados (Angulo et al, 9; Matta y Palacios, 78), en la región de Jamundí sí existe correlación entre el K-total y el K-intercambiable. Es un dato interesante que demuestra que la liberación de potasio,

TABLA XLVI

RELACIONES ESTADÍSTICAS ENTRE EL NITROGENO TOTAL
Y NITROGENO INTERCAMBIABLE ESTUDIADOS

Ecuación de regresión	"r"	"r" Tabulado		Grados Libertad
		5%	1%	
Primera capa	$Y = 93,5716 - 0,03767 X$	0,8114	0,9172	4
Segunda capa	$Y = 14,1083 + 0,01860 X$	0,8114	0,9172	4
Tercera capa	$Y = 48,4600 - 0,02456 X$	0,8783	0,9587	3

NS = No significativo.

TABLA XLVII

RELACIONES ESTADISTICAS ENTRE EL FOSFORO TOTAL
Y EL FOSFORO INTERCAMBIABLE ESTUDIADOS

	Línea de regresión	"r" Obtenido	"r" Tabulado 5%	1%	Grados Libertad
Primera capa	$Y = 33,1133 + 0,04645 X$	0,8102 NS	0,8114	9,9172	4
Segunda capa	$Y = 1,1400 + 0,11404 X$	0,7147 NS	0,8114	0,9172	4
Tercera capa	$Y = 2,8880 + 0,07561 X$	0,8958 ⁺	0,8783	0,9587	3

NS = No significativo.

+ = Significativo al 5%.

TABLA XLVIII

RELACIONES ESTADÍSTICAS ENTRE EL POTASIO TOTAL
Y POTASIO INTERCAMBIABLE ESTUDIADOS

	Línea de regresión	"r" Obtenido	"r" Tabulado		Grados Libertad
			5%	1%	
Primera capa	$Y = 1.026,05 - 0,36079 X$	$0,9092^{+}$	0,8114	0,9172	1
Segunda capa	$Y = 549,908 - 0,38476 X$	$0,9837^{++}$	0,8114	0,9172	4
Tercera capa	$Y = 644,294 - 0,38808 X$	$0,9638^{++}$	0,9587	0,8783	3

+ = Significativo al 5%

++ = Significativo al 1%

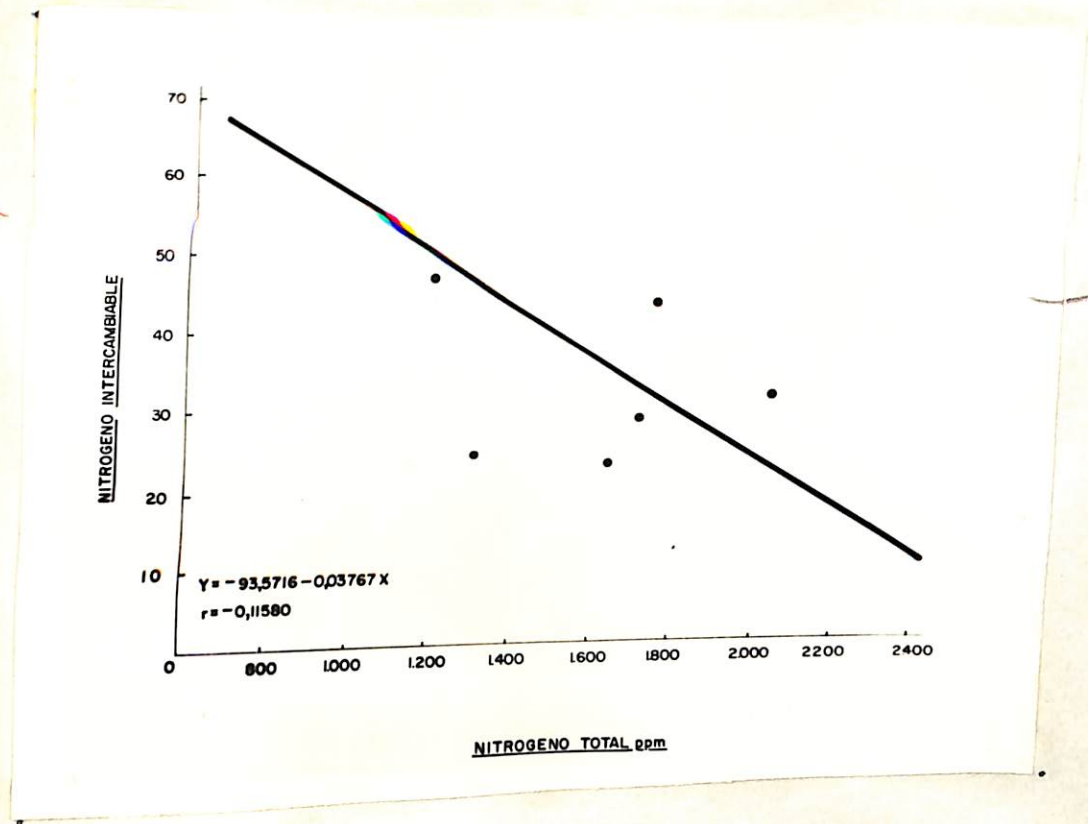


Figura 12

Relación entre el Nitrógeno total y el Nitrógeno intercambiable en los suelos estudiados. (Primera capa).

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA S
PASTO - COLOMBIA

Foto: Manz

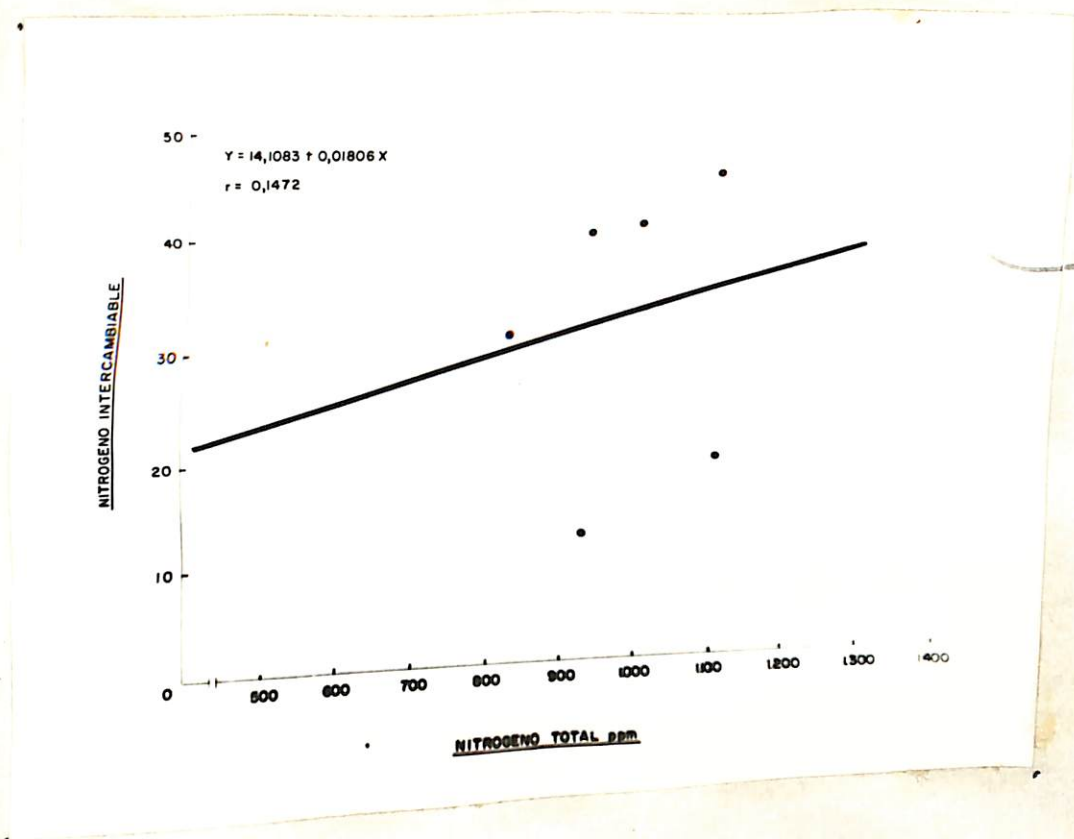


Figura 13

Relación entre el Nitrógeno total y el Nitrógeno intercambiable en los suelos estudiados. (Segunda capa).

Foto: Manz

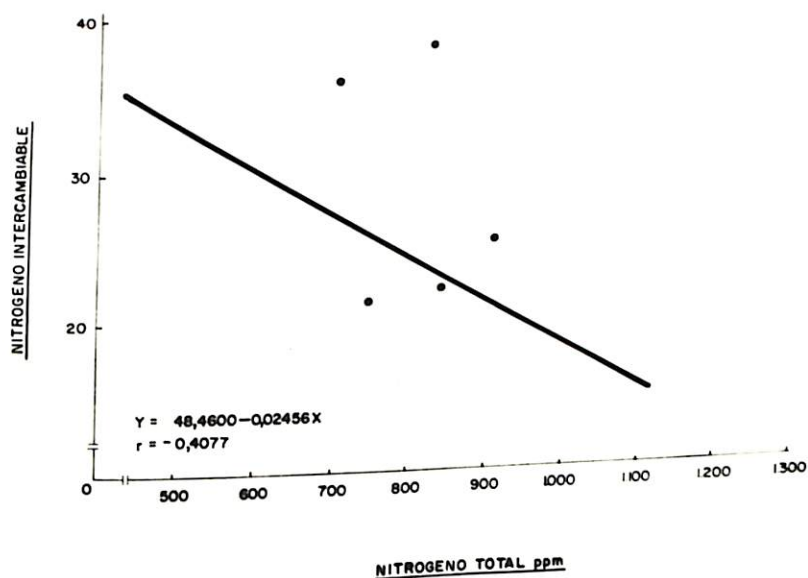


Figura 14

Relación entre el Nitrógeno total y el Nitrógeno intercambiable en los suelos estudiados. (Tercera capa).

Foto: Manz

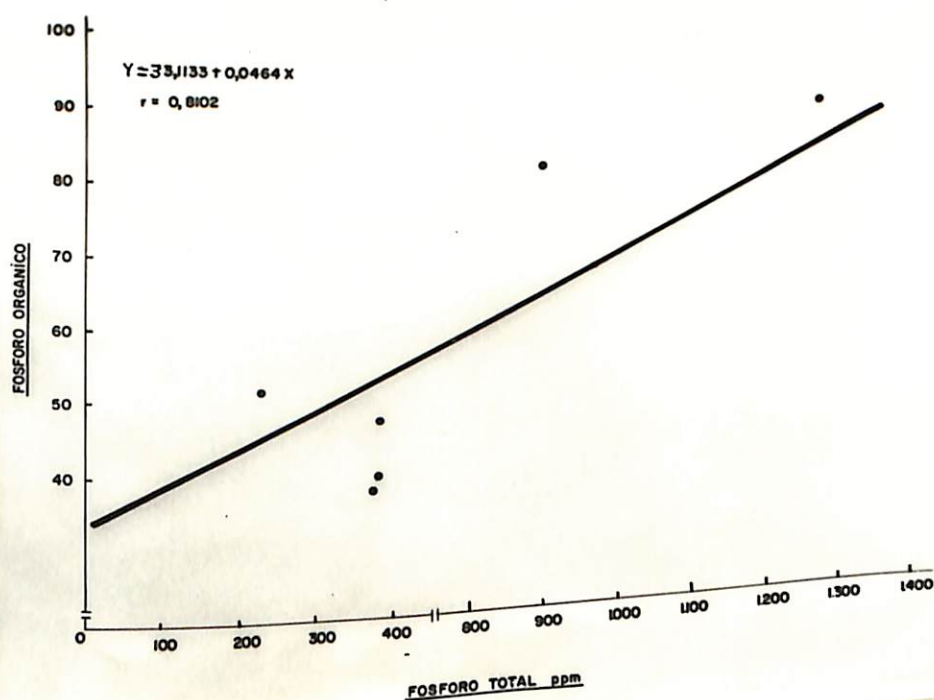


Figura 15

Relación entre el Fósforo total y el Fósforo orgánico en los suelos estudiados. (Primera capa).

Foto: Manz

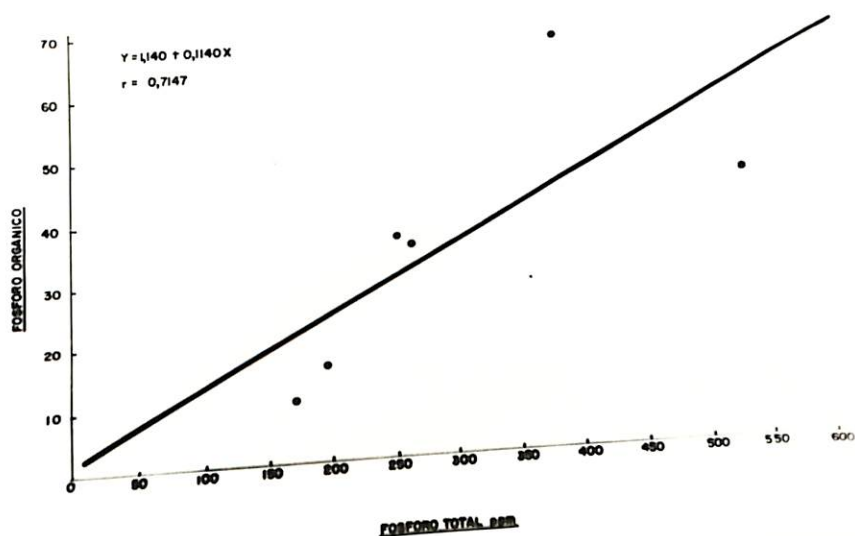


Figura 16

Relación entre el Fósforo total y el Fósforo orgánico en los suelos estudiados. (Segunda capa).

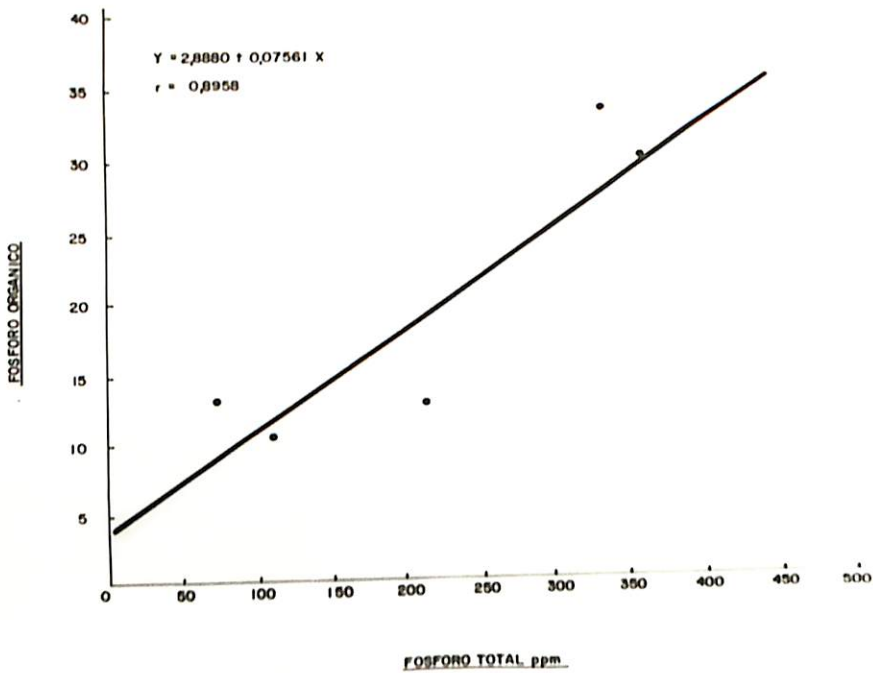


Figura 17

Relación entre el Fósforo total y el Fósforo orgánico en los suelos estudiados. (Tercera capa).

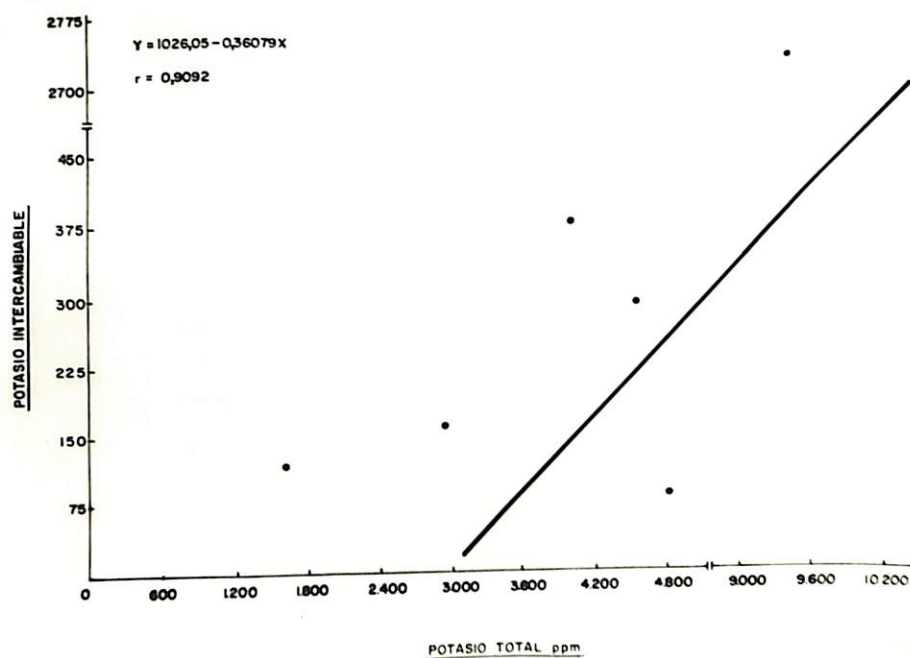


Figura 18

Relación entre el Potasio total y el Potasio intercambiable en los suelos estudiados. (Primera capa).

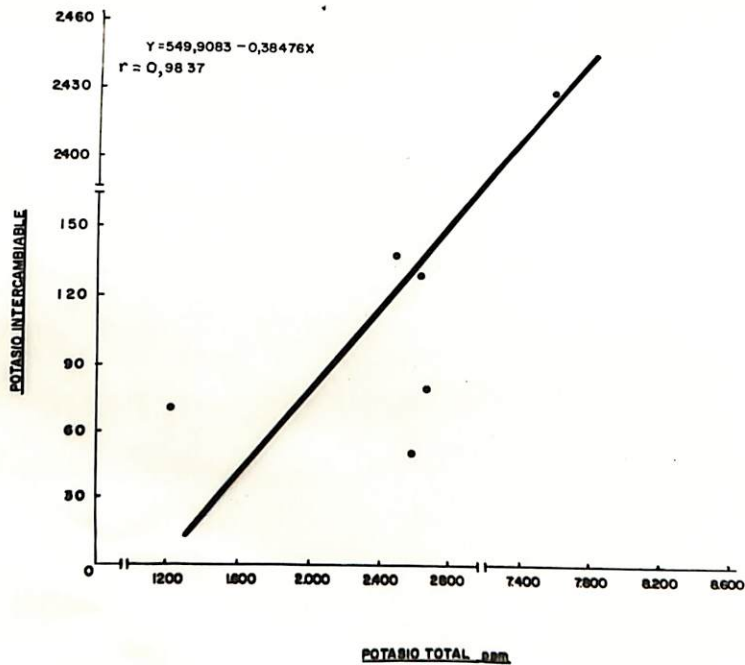


Figura 19

Relación entre el Potasio total y el Potasio intercambiable en los suelos estudiados. (Segunda capa).

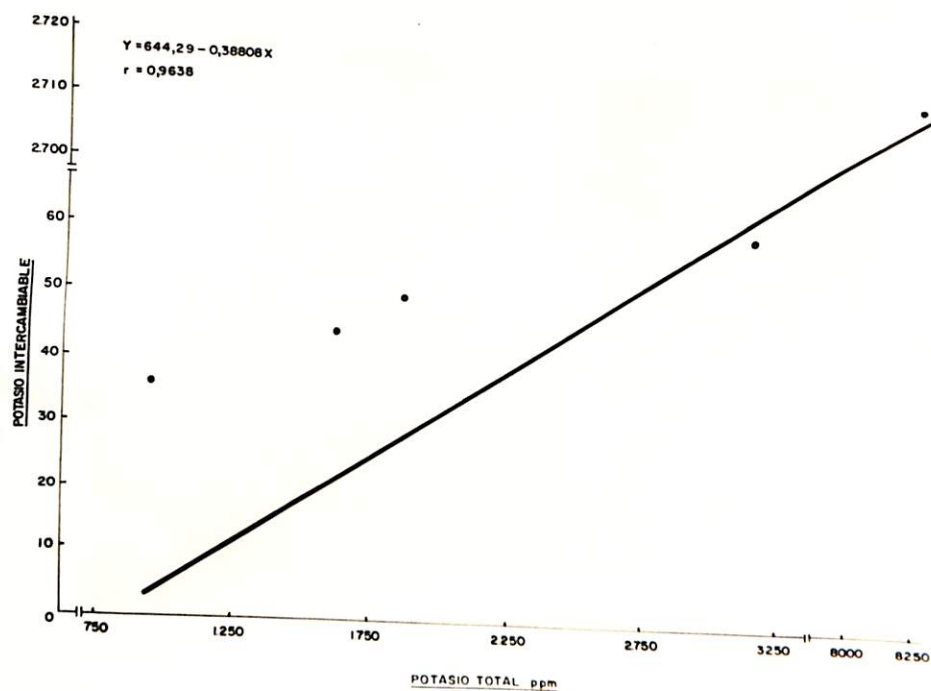


Figura 19

Relación entre el Potasio total y el Potasio intercambiable en los suelos estudiados. (Tercera capa).

en estos suelos, hacia posiciones de intercambio viene gobernada por la cantidad de potasio total que se encuentra en los suelos.

V. CONCLUSIONES

1. Los suelos de Janundí, como características generales, presentan acidez, una capacidad media de intercambio catiónico, debido a la presencia de cierto porcentaje de arcilla tipo 2:1, además de la caolinita que es dominante, y relativa abundancia de materia orgánica. Son también abundantes en contenido de magnesio.
2. El contenido de nitrógeno total es más alto que el promedio establecido para el Valle del Cauca, hecho que se atribuye a que el muestreo se realizó en suelos cubiertos por pradera.
3. El nitrógeno orgánico disminuye con la profundidad del perfil, mientras que la distribución del nitrógeno inorgánico es irregular.
4. El nitrógeno intercambiable se considera definitivamente bajo para sostener cultivos agronómicos. Para un buen funcionamiento, los suelos estudiados requieren entre una adición promedio de 40 a 50 ppm. Entre el N-total y el N-intercambiable no hubo correlación estadística.
5. La concentración promedio de P-total en los suelos estudiados, se aproxima a la media establecida para los suelos tropicales. El problema de la deficiencia fosfórica de estos suelos radica mayormente en que el 50% del P-total es inerte.
6. Estos suelos presentan una casi ausencia de fosfatos de aluminio, en contraposición a la abundancia de los fosfatos de hierro. La suma de estas dos fracciones supera a la de los fosfatos cálcicos, hecho que demuestra un avanzado estado de meteorización de los suelos de Janundí.

7. A excepción de la Asociación Cauquita, Paso de la Bolsa, estos suelos son pobres en fósforo asequible a las plantas. Requerimientos adicionales comprendidos entre 300 y 500 kilos de P_2O_5 se hacen necesarios para un buen manejo de estos suelos.

8. La concentración de potasio total es baja, resultado que se atribuye a la pobreza de micas y feldespatos potásicos en la región de Jamundí.

9. El K-estructural representa solamente el 50% del K-total, mientras que el K-total no intercambiable se aproxima a 26-30% del K-total.

10. Los niveles de K-intercambiable en las Asociaciones de Río Claro - La Victoria, Tortugas y Navarro, son deficientes, requiriéndose aplicaciones entre 30 y 70 ppm de potasio, para adecuar la productividad de esos suelos.

11. Se estableció una correlación estadística significativa entre el K-total y el K-intercambiable, aspecto que no ocurre entre otros suelos colombianos estudiados hasta la fecha.

12. En general, los suelos estudiados, presentan problema en cuanto a fertilidad. Suelos no utilizables agrícolamente; a pesar de esto, se puede considerar como una zona potencial de mercadeo.

VI. RESUMEN

La presente investigación se realizó en suelos de Jamundí, al suroeste del Valle del Cauca. Una región de bosque seco tropical con 24°C de temperatura y 2.271 mm de precipitación. El área, situada a 1.000 msnm, es en su mayoría un delta originado de la cordillera Occidental. Un proceso predominante en la región de Jamundí es la latosolización (oxisoles).

Los suelos mostraron una concentración normal de N-total (aproximadamente 0.4% en el suelo). Se observó que el N-orgánico disminuyó con la profundidad del perfil, mientras que el N-inorgánico, se comportó de manera irregular. El N-NH₄ intercambiable se considera adecuado, 23 a 34 ppm en promedio.

El P-total se encuentra alrededor de 500 ppm, de los cuales el 50% es inerte. El P-orgánico representa únicamente el 10% del P-total. El P-unido al hierro, fue mucho más prominente que el P-unido al aluminio. Los niveles de P-unido al calcio y el P-rápidamente reemplazable fueron bajos.

El K-total representa alrededor de 4.500 ppm en el suelo y entre 2.700 y 3.000 ppm en los subsuelos. El K-estructural representa cerca del 50% del K-total. El K-intercambiable, se encuentra en niveles inadecuados. Se estableció una correlación significativa entre K-total e intercambiable.

SUMMARY

The soils studied in the present investigation are located in Jamundi, southwestern part of the Cauca Valley, a Tropical dry forest with an average temperature and precipitation of 24°C and 2271 mm respectively. The area, which lies at about 1,000 m above sea level, is mostly a delta fan originated from the Western Andes Mountains. The latosolization (oxisols) is predominant process in the Jamundi region.

Soils showed a normal concentration of total N (about 0.4% in topsoils). Organic-N was found to decrease with the profile depth while inorganic-N behaved irregularly. Exchangeable N-NH_4 level, on average 23 to 34 ppm, was considered inadequate.

Total-P was about 500 ppm, from which 50% was inert. Organic-P only amount 10% of total-P. Fe-bound P was much more prominent than Al-bound P. Levels of Ca-bound P and readily replaceable - P were low.

Total-K was about 4,500 ppm in surface soils and about 2,700 - 3,000 ppm in subsoils. Structural-K represented near 50% of total-K. Levels of exchangeable-K were found inadequate. A significant correlation was established between total and exchangeable-K.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ACQUAYE, E.K. Some significance of soil organic phosphorus mineralization in the phosphorus nutrition of cocoa in Ghana. Plant. and soil 19:65-80. 1963.
2. ADAMS, R. and F.J. STEVENSON. Ammonium sorption and release from rocks and minerals. Soil Sci. Amer. Proc. 28:345-351. 1964.
3. AHMAD, N. and R.L. JONES. Forms of occurrence of inorganic phosphorus and its chemical availability in limestone soils of Barbados. Soil Sci. Amer. Proc. 31:184-188. 1967.
4. ALBAREDA, J.M. et al. Intercacción Ca/K en absorción de estos elementos por la planta de trigo. I. An. Edafología y Agrobiología. 17:221-253. 1958.
5. ALBERGER, A. Funciones que desempeña la potasa en la planta. Revista de la potasa. Berna. Sección 3. Biología, humos. 27 a cont. 1968.
6. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. Wiley. New York. 472p. 1961.
7. ALLISON, F.E. et al. Ammonium fixation in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17:107-110. 1953.
8. _____. Availability of soil. Soil Sci. 75:373-381. 1953.
9. ANGULO, N. et al. Fraccionamiento de nitrógeno, fósforo y potasio

en el piso tropical del departamento de Nariño, llanura del Pacífico. Tesis de grado (no publicada). ITA. Universidad de Nariño. Pasto. 116p. 1970.

10. ANTONIANI, C. La liberación del potasio. Inst. Inter. de la potasa. Symposium. Berna. 145-156pp. 1955.
11. ARAMBARRI, P. y L. MADRID. Relación entre el fósforo total y el fósforo lábil de cuatro suelos característicos andaluces. An. Edafol. 24:683-692. 1965.
12. ATTOE, J. and E. TROUG. Exchangeable acid soluble potassium as regard availability and reciprocal relations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10:81-85. 1945.
13. AXLEY, J.H. and J.O. LEGG. Ammonium fixation in soils and the influence of potassium on nitrogen availability from nitrate and ammonium sources. Soil Sci. 90:151-156. 1960.
14. BARBIER, G. Introduction a l'étude des phosphates du sol. VI Cong. Int. Cienc. Suel. Paris. II Vol. B:387-408. 1960.
15. . La Fixation potassique dans les conditions méditerranéennes. La dynamique du potassium dans le sol. Inst. Inter. de la potasa. Symposium, Atenas. 231-258pp. 1962.
16. BASTIDAS, O. et al. Estudio de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos de Sibundoy. Intendencia Nacional del Putumayo. Tesis de grado (no publicada). ITA. U. de Nariño. Pasto. 212p. 1970.

17. BASTIDAS, O. et al. Formas de fósforo en los suelos volcánicos del Valle de Sibundoy. Putumayo, Colombia. Turrialba. 20: 434-438. 1970.
18. BLASCO, M. y N. BOHORQUEZ. Fractionation of phosphorus in tropical soils of Colombia. Agrochimica. 12:173-178. 1968.
19. _____. et al. Relación entre el carbono orgánico, nitrógeno total y nitrógeno intercambiable en diferentes formaciones ecológicas colombianas. Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. Palmira. I. Vol. 41-44pp. 1967.
20. _____. Conferencias de fertilidad de suelos. Palmira. Fac. de Agron. U. Nacional. 165-191pp. 1968. (En mimeógrafo).
21. _____. and A.H. CORNFIELD. Effect of soil moisture content during incubation on the nitrogen mineralising characteristics of the soils of Colombia. Geoderma. 1:19-25. 1967.
22. _____. et al. Transformaciones microbiológicas del fósforo en los suelos volcánicos del Puracé. Acta Agron. (Palmira). 18:1-6. 1968.
23. _____. Formas de fósforo en el Amazonas colombiano. Anales de Edafología y Agrobiología. 29:643-650. 1970.
24. _____. Sinopsis edafológica del Amazonas colombiano. IV. Conf. Latin. Fertilidad suelos FAO. Bogotá. 21p. 1968.
25. _____. Studies on some aspects of nitrogen in the soils of Colombia. Thesis, Ph.D. University of London. 311p. 1966.

26. _____. and A.H. CORNFIELD. Fixation of fixed ammonium in clays. Jour Sci. Food Agric. 17:481-484. 1966.
27. _____. et al. Mineralogy of the soils of the Rio Cauca Valley, Colombia. Turrialba. 19:332-339. 1969.
28. _____. Informe preliminar del Amazonas Colombiano. Anales de Edafologia y Agrobiologia. 27:47-55. 1968.
29. BOHORQUEZ, N. Estudio de las fracciones y algunas relaciones del potasio en los suelos del Valle del Cauca. Tesis de Grado. Fac. de Agron. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. 79p. 1968.
30. BORNEMISZA, y R. PINEDA. Minerales amorfos y mineralización del nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO/IICA. Turrialba. B-7, 1. 1969.
31. BOUYOUCUS, G.J.A. Comparison between the pippette method of the hidrometer method for making mechanical and proposed modification of the cone acid titration method. Soil Sci. 37:29-38. 1934.
32. BREMMER, J.M. Nitrogenous compounds. In McLaren, A.D. y Peterson, G.H. ed. Soil biochemistry. Dekkes. New York. 19-66pp. 1967.
33. _____. Amino-acids in soils. Nature. 165-367p. 1951.
34. _____. and K. SHAW. Determination of ammonio and nitrate

- in soils. Jour. Agric. Sci. 46:320-328. 1955.
35. _____. Determination of fixed ammonium in soils. Jour. Agric. Sci. 52:147-160. 1969.
36. _____. Determination of nitrogen in soil by the Kjendhal method. Jour. Agric. Sci. 55:11-33. 1960.
37. BUCKMAN, H.O. y M.C. BRADY. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. S. Barceló. México, Uteha. 590p. 1965.
38. CABALA, P. y H.W. FASSBENDER. Formas de fósforo en los suelos de la región cacaotera de Bahía Brasil. Turrialba, 20:439-444. 1970.
39. CORNFIELD, A.N. Laboratory manual agricultural chemistry. Imperial Collage. London University. 75p. 1966.
40. CHAMINADE, R. La potassium et le matiere organique. Inst. Inter. de la potasa. Symposium. Berna. 203-214pp. 1955.
41. CHANG, S.A. and M.L. JACKSON. Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. 84:133-137. 1957.
42. DUCHAUFOR, P. Precis de pedologie. 10 ed. Masson Ed. 499p. 1965.
43. DURAN, H. y M. BLASCO. Fractionation of nitrogen in the soils of Guajira, Caribbean area of Colombia. Tropical Agric. (Trinidad). En prensa.

44. DURAN, N. Principales características químicas de los suelos de la región aldononera del sur de la Guajira. U. Nacional. Fac. de Agron. Palmira. 50p. 1968. (Tesis no publicada).
45. DUTHION, C. El potasio en el suelo. Revista de la potasa. Ber na. Sección 4. Ciencia del suelo. 43 acont. 1968.
46. ENSMINGER, L.E. Loss of phosphorus by erosion. Soil Sci. Amer. Proc. 16:338-342. 1952.
47. ENWEZOR, W.O. Significance of the C:P organic ratio in the mineralization of soil organic phosphorus. Soil Sci. 103:62-66. 1967.
48. _____. y A.W. WOORE. Phosphorus Status of some nigerian soils. Soil Sci. 102:322-328. 1966.
49. ESCOBAR, E.H. y N. MARTINEZ. Efectos de las adiciones de calcio y celulosa, en la amonificación y nitrificación de los suelos del Putumayo, Colombia. Tesis de grado. ITA. U. de Nariño. 200p. 1970. (no publicada).
50. FASSBENDER, H.W. La adsorción de fosfatos en suelos fuertemente ácidos y su evaluación usando la isoterma de Langmuir. Fito. Latin. 3:202-216. 1966.
51. _____. Phosphate retention an its different chemical. Agroquímica. 12:512-521. 1968.
52. _____. Deficiencia y fijación del fósforo en suelos

- derivados de cenizas volcánicas de Centro América. In. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, FAO/IICA. Turrialba, Costa Rica. E.A. 1. 1969.
53. . Retención y transformación de fosfatos en ocho latosoles de la Amazonia de Brasil. Fito. Latín. 6: 1-10. 1969.
54. . Química de suelos. IICA, Turrialba. 266p. 1969.
55. FISHER, A.R. y F. YATES. Tablas estadísticas para investigadores científicos. 3a. ed. Madrid, Edit. Aguilar. 131p. 1963.
56. FUJIMURA, A. and S. ILIDA. Problems of biochemistry of potassium. Faculty of Agriculture. Tohoku. Univ. Sendai. Symposium. Rev. Inter. de la potasa. Berna. 23p. 1957.
57. GARCIA, B. Estudio sobre el potasio en algunos suelos de clima medio del departamento de Nariño. Tesis de grado. ITA. U. de Nariño. 129p. 1969. (No publicada).
58. GARMAN, W.L. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. Soil Sci. Amer. Proc. 21:52-58. 1957.
59. GOEL, K.N. and R.R. AGARWAL. Total and organic phosphorus in different size-fractions in genetically related soils of Kampur in the Indian Gangetic alluvion. Jour. Indian. Soc. Soil Sci. 8:17-22. 1960.

60. HANOTILLUX, G. Studies on the dynamics of phosphorus and potassium in soil. V. Fractionation of soil phosphorus and potassium. *Pedologie, Gand.* 14:160-178. 1964.
61. HANWAY, J.H. and A.B. SCOTT. Ammonium fixation and release in certain Iowa soils. *Soil Sc.* 82:379-386. 1966.
62. HAYLOCK, O.F. A method for intimating the availability of non-exchangeable potassium. *Inter, Congr. Soil Sci.* 6th. Congr., Paris. 13:403-403. 1956.
63. HEMWALE, J.B. The fixation of phosphorus by soils. *Advances in Agronomy.* 2:95-112. 1957.
64. HIRATA, H. The dynamics of nutrients by crop plants. Specific inhibition of potassium uptake of rice by EDTA treatment. *J. Soil Sci. Tokio.* 32:527-532. (En. Abs. Soils and fertilizers. 25:3.462. 1962.
65. HOGG, D.E. The assessment of available potassium in soil. New Zealand. *Journal Science of Technology.* 38:1.015-1024. 1957.
66. HOLMES, A. *Geologia física.* 6a. ed. Trad. R. Candel y L. De Candel. (Trad. Sec. ed.). Omega. Barcelona. 115p. 1952.
67. H-SU, P.H. y M.L. JACKSON. Inorganic phosphate transformation by chemical weathering of soil as influenced by pH. *Soil Sci.* 20:16-32. 1960.
68. JACKSON, M.L. and G.D. SHERMAN. Chemical weathering of minerals in soils. *Advances in Agronomy.* 5:296-297. 1953.

69. JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. 3a. ed. Prentice Hall. Inc. New York. 498p. 1964.
70. KAILI, A. Total content of phosphorus in some Finnish soils. Jour. Sci. Agric. Soc. Finland. 35:19-25. 1963.
71. _____. Phosphorus conditions at various depths in some mineral soils. Jour. Sci. Agric. Soc. Finland. 35:69-79. 1963.
72. KELLY, J.B. and A.R. MIDGLER. Phosphate fixation and exchange of phosphate and hidroxyl ions. Soils Sci. 55:167. 1953.
73. KERLIN, R.T. Acumulación del potasio por los vegetales. Revis ta de la potasa. Berna. Sección 3. Biología, Humus. 21a. Cent. 1966.
74. LEON, L.A. y N.T. COLEMAN. Características químicas de algunos suelos ácidos de Colombia en relación a la fijación de fosfa tos. Contribución a la IV Conferencia Latinoamericana de la FAO, Bogotá, Colombia. 1968. (Sin publicación).
75. LOTERO, I. Formas de fósforo en el suelo, fijación y aprovecha bilidad. Agric. Trop. 22:275-284. 1966.
76. McLELLAN, A.J. Potassium supplying power of some canadian soils. Canadá. Jour. Soil Sci. 41:192-206. 1961.
77. _____. Fixation of potassium added to soils and its reno very by plants. Soil research. Institute, Canadá. Depart ment of Agriculture Outorio. No. 260. 16p. 1966. (En mi catálogo).

78. MATTA, A.G. y J. PALACIOS. Estudio del nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos tropicales de la Intendencia Nacional del Purisima. Tesis de grado. I.T.A. U. de Nariño. 168p. 1970.
(No publicada).
79. McCONAGHY, S. et al. Soil phosphate status as measured by isotopic exchange and other techniques. Meeting. Inter. Soc. Soil Sci. Trausac. Aberdeen. 151-160p. 1967.
80. MELA, P. Fixation of ammonium by clay minerals in relation to some probable effect on the vegetative development of plants. Soil Sci. 93:189-194. 1962.
81. MILLER, R.D. and D.D. JOHNSON. The effect of soil moisture tension on carbon dioxide evolution. Nitrification and nitrogen mineralization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:644-647. 1964.
82. MOGILEVKINA, I.A. Fixed ammonium in soil and a method for determining it. Pochvovedenie. No. 2:94-105. 1964.
83. MOLINA, C. y M. BLASCO. El nitrógeno en los suelos derivados de cenizas volcánicas del Altiplano de Pasto, Colombia. Turrialba. 20: (En prensa). 1970.
84. MORILLO, R.M. y H.W. BASSBENDER. Formas y disponibilidad de fosfatos en algunos suelos de la cuenca baja del río Choluteca, Honduras, Turrialba. 19:25-33. 1968.
85. MUNSELL, Soil color charts. Baltimore. Mun. Col. Co. Inc. sp. 1954.

86. MUÑOZ, T. y R. ELBREGAS. Fósforo y potasio en suelos de cultivo de Gallegos. *An. Edafol. Agrobiol.* 21:415-423. 1962.
87. NORRISH, K. The swelling of montmorillonite. *Faraday. Soc. Dis.* 18:120-134. 1954.
88. ORDOÑEZ, H. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Tesis de grado. ITA. U. de Nariño. 96p. 1969. (No publicada).
89. ORTEGA, J.E. Estudio comparativo de tres fuentes de fósforo a diferentes niveles de aplicación en relación a su "absorción y fijación" en un suelo rojo de Nariño. Tesis de grado. ITA. U. de Nariño. 122p. 1970. (No publicada).
90. OTERO, C.A. Bases geomórficas para la calcificación de los suelos del área plana de Cali-Jamundí y el uso adecuado de éstos. Palmira. 10p. (En mimeógrafo).
91. PANTOJA, C. Fraccionamiento del fósforo en algunos suelos de clima medio del Departamento de Nariño. Tesis de grado. ITA. U. de Nariño. 111p. 1969. (No publicada).
92. PATIÑO, H. Conferencias de Fitopatología. Fac. de Agronomía. Pasto (Manuscrito). Sin paginación.
93. REESE, W. y D. GOOSEN. Reconnaissance soil survey of the flat part of the Cauca Valley. CVC. Cali. 158pp. 1957.
94. RODRIGUEZ, J. Radiactividad en los suelos y determinación ra

diométrica de K 40. I. An Edafol. Agrobiol. 18:389-405.
1959.

95. ROSERO, L.G. Fraccionamiento de nitrógeno en algunos suelos de clima medio en el Departamento de Nariño. Tesis de Grado. ITA. U. de Nariño. 90p. 1970. (No publicada).
96. ROUSE, R.D. The potassium status of hartsellsfine Sandy loam as affected by potassium fertilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22:334-336. 1958.
97. RUIZ, E. et al. Estudio detallado de los suelos del sector plano de los municipios de Cali y Jamundí, para fines agrícolas. Inst. Geo. Agustín Codazzi. Vol. V. Bogotá. No. 2:283p. 1969.
98. RUSSELL, W. Soil conditions and plants growth, Ninth ed. Longmans. London. 668p. 1961.
99. RUSSELL, E.J. The ammonia in soils. Jour. Agric. Soc. 3:233-257. 1910.
100. SAIZ DEL RIO, J.F. y E. BORNEHISZA. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. IICA. Turrialba, Costa Rica. 107p. 1961.
101. SANDOVAL, A. Estudio geoeconómico del Departamento del Valle del Cauca. Instituto Vallecaucano de Estadística. Cali. 20p. 1960.
102. SAUNDERS, S.H. and E.G. WILLIAMS. Determination of total organic

- phosphorus in soils. Jour. Soil Sci. 6:254-260. 1955.
103. SCHOLLEMBERGER, C.J. and M. SIMON. Determination of exchange properties of soil by the ammonium acetate method. Soil Sci. 52:14-18. 1945.
104. SEMENENKO, G.I. and I.A. KRASILNIKOVA. Effect of some elements of mineral nutrition of metabolism of Ribonucleic acid and protein in cytoplasmic structures of the plant cell. Fiziko logiya Rast. 13:640-644. (R.c) (Kharkov Univ). (En Abs. So ils and fertilizers. 30:454-1567). 1966.
105. SEN GUPTA, M.B. and A.H. CORNFIELD. Determination of the organic phosphorus contents of calcareous soils and its relation to soils calcareous carbonate content. Jour. Sci. Food Agric. 13:655-658. 1962.
106. 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. 1962.
107. SILVA, F. et al. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. 2a. ed. Inst. Geo. "Agustín Codazzi". Bogotá. 138p. 1954.
108. SMIRNOV, P.M. y N.I. FRUTKOVA. Non exchangeable fixation of ammonia by soils. Pchvonedicene. No. 3:83-93. 1963.
109. SOHN, J.B. and M. PEECH. Retention and fixation of ammonia by soil. Soil Sci. 85:1-9. 1958.

110. STANFORD, G. and W.H. PIERRE. The relation of potassium fixation to ammonium fixation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11:115-160. 1946.
111. STEVENSON, F.G., et al. Further evidence for naturally occurring fixed ammonium in soils. Soil Sci. 85:42-46. 1958.
112. SUTTON, P. and W.A. SEAY. Relationships between potassium removed by millet and red clover and potassium extracted by four chemical methods from six Kentucky Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22:110-115. 1958.
113. TAFUR, N. y M. BLASCO. Fósforo en los Valles de Valledupar (Cesar). Agric. Trop. 25:151-159. 1969.
114. TAFUR, V.N. Principales características químicas de los suelos en la región algodñera de Valledupar. (Cesar). Tesis de grado. Fac. de Agronomía de Palmira. U. Nat. de Colombia. 135p. 1968. (No publicada).
115. y M. BLASCO. El nitrógeno en los suelos del Valle del Cesar. Acta Agronómica. 18:7-16. 1968.
116. TAN, K.H. On the pedogenetic role of organic matter in volcanic ash soils under tropical conditions. Soil Sci. Plant. Nutr. 12:34-38. 1966.
117. VALLEJO, J. Estudio geológico del Valle del Cauca. Dyna. A3. No. 4. 68p. 1953.
118. WADI, K. and T. INOUE. Retention of humic substances derived

from rotted clovers leaves in soils containing montmorillonite and allophane. Soil Sci. Plant. Ntr. 13:10-16. 1967.

119. WALKLEY, A. and I.A. BLACK. An Examination of the Dogtjarev method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38. 1934.
120. WALLANCE, C.B. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. 3a. ed. London, Curwen Press. 125p. 1961.
121. WESTIN, F.C. and G.J. BUNTLEY. Soil phosphorus in South Dakota. III Phosphorus fractions of some Berolls and Ustolls. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31:521-528. 1966.
122. WIKLANDER, L. Forms of potassium in the soil. Symposium. Atenas. 321-385p. 1962.
123. YOUNG, J.L. and B.L. McNEAL. Ammonia and ammonium reaction with some layer - silicate minerals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:334-338. 1964.

A P P E N D I C E

TABLA I

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y EL NITROGENO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
ESTUDIADOS (primera capa)

Muestra	N-Total en ppm X	N-Intercamb en ppm Y	X ²	Y ²	XY
As Río Claro	1.300,00	24,20	1'690.000,00	585,64	31.450,00
Sachamate					
As Río Claro	2.063,40	32,05	4'257.619,56	1.027,20	66.131,97
Guachinte					
As Río Claro	1.560,00	23,54	2'433.600,00	554,13	36.722,40
Ia Victoria					
As Tortugas	1.200,00	47,24	1'440.000,00	2.231,62	56.685,00
Tortugas					
As Navarro	1.701,40	29,69	2'894.761,96	881,50	50.514,57
Quinamayó					
As Cauquita	1.740,00	44,40	3'027.600,00	1.971,36	77.256,00
Paso de la Bolsa					
	9.564,80	201,12	15'743.581,52	7.251,45	318.772,94

Y = -93,5716 - 0,03767 X

"r" Obtenido = -0,11580 NS

NS = No significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 4GL = 0,8114

"r" Tabulado al nivel del 1% 4GL = 0,9172

TABLA II

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y EL NITROGENO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
ESTUDIADOS (Segunda capa)

Muestra	N-total en ppm X	N-Intercamb en ppm Y	ΣX^2	ΣY^2	ΣXY
As Río Claro	1.000,00	41,12	1'000.000,00	1.690,85	41.120,00
Sachamate					
As Río Claro	930,00	12,92	864.900,00	166,93	12.015,60
Guachinte					
As Río Claro	930,00	40,11	864.900,00	1.608,81	37.302,30
La Victoria					
As Tortugas	832,00	30,80	692.224,00	948,64	25.625,60
Tortugas					
As Navarro	1.100,00	46,57	2'210.000,00	2.168,76	51.227,00
Quinamayó					
As Cauquita	1.110,00	19,66	1'232.100,00	386,52	21.822,60
Paso de la Balsa					
	5.902,00	191,18	5'864.124,00	6.970,51	189.113,10

Y = 14,1083 + 0,01806

"r" Obtenido = 0,1472 NS

NS = No significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 4 GL = 0,1114

"r" Tabulado al nivel del 1% 4 GL = 0,9172

TABLA III

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y EL NITROGENO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
ESTUDIADOS (Tercera capa)

Muestra	N-Total en ppm X	N-Intercamb en ppm Y	X ²	Y ²	XY
As Río Claro					
Sachamate	820,00	38,21	672.400,00	1.460,00	31.332,20
As Río Claro					
La Victoria	832,00	22,63	692.224,00	512,12	13.828,16
As Tortugas					
Tortugas	740,00	21,34	547.600,00	455,40	15.721,60
As Navarro					
Quinamayó	700,00	36,27	490.000,00	1.315,51	25.389,00
As Cauquita					
Paso de la Bolsa	900,00	25,74	810.000,00	662,55	23.160,00
	3.992,00	144,19	3'212.224,00	4.405,58	114.506,96

Y = 48,4600 - 0,02456 X

"r" Obtenido = -0,4077 NS

NS = No significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 3GL = 0,8783

"r" Tabulado al nivel del 1% 3GL = 0,9587

TABLA IV

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y EL FOSFORO ORGANICO EN SUELOS

ESTUDIAIOS (Primera capa)

Muestra	P-Total en ppm X	P-Organico en ppm Y	X^2	Y^2	XY
As Río Claro					
Sachamate	220,70	51,72	48.708,49	2.674,96	11.414,60
As Río Claro					
Guachinte	378,91	47,96	143.572,79	2.300,16	18.172,52
As Río Claro					
La Victoria	586,46	81,45	343.935,33	6.634,10	47.767,17
As Tortugas					
Tortugas	373,29	38,23	139.345,42	1.461,53	14.270,88
As Navarro					
Quinamayó	378,10	39,77	142.959,61	1.581,65	15.037,04
As Cauquita					
Paso de la Bolsa	1.256,45	87,91	1'578,666,60	7.728,17	110.454,52
	3.193,91	347,04	2'397.188,24	22.380,57	217.116,73

6

Y = 33,1133 + 0,04645

"r" Obtenido = 0,08102 NS

NS = No significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 4GL = 0,8114

"r" Tabulado al nivel del 1% 4GL = 0,9172

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y EL FOSFORO ORGANICO EN SUELOS
ESTUDIADOS (Segunda capa)

Muestra	P-Total en ppm $\bar{X}$	P-Organico en ppm $\bar{Y}$	$\bar{X}^2$	$\bar{Y}^2$	$\bar{XY}$
As Río Claro	377,68	68,19	142.642,18	4.649,88	25.754,00
Sachamate					
As Río Claro	198,00	15,74	39.204,00	247,05	3.116,52
Guachinte					
As Río Claro	250,21	36,61	62.605,04	1.340,29	9.160,18
La Victoria					
As Tortugas	173,48	10,18	30.095,31	103,63	1.766,03
Tortugas					
As Navarro	269,00	35,48	72.361,00	1.258,83	9.544,12
Quinamayó					
As Cauquita	525,38	45,19	276.031,38	2.042,14	23.741,92
Paso de la Bolsa					
	1.793,75	211,39	622.938,91	9.640,52	73.082,77

$Y = 1,1400 + 0,11404 X$

"r" Obtenido = 0,7147 NS

NS = No significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 4GL = 0,8114

"r" Tabulado al nivel del 1% 4GL = 0,9172

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y EL FOSFORO ORGANICO EN SUELOS
ESTUDIADOS (Tercera capa)

Muestra	P-Total en ppm X	P-Organico en ppm Y	X ²	Y ²	XY
As Río Claro					
Sachamate	358,80	29,33	128.737,44	860,25	10.523,60
As Río Claro					
Ia Victoria	85,10	13,30	7.242,01	179,89	1.131,83
As Tortugas					
Tortugas	112,75	10,59	12.712,56	112,15	1.194,02
As Navarro					
Quinamayó	223,75	12,67	50.064,06	160,53	2.834,91
As Cauquita					
Paso de la Bolsa	342,17	33,43	117.080,31	1.117,56	11.438,74
	1.122,57	99,32	315.846,38	2.427,38	27.123,10

Y = 2,8880 + 0,07561 X

"r" Obtenido = 0,8958⁺

+ = significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 3GL = 0,8783

"r" Tabulado al nivel del 1% 3GL = 0,9587

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y EL POTASIO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
ESTUDIADOS (Primera capa)

Muestra	K-Total en ppm X	K-Intercam HNO_3 0,1 N en ppm Y	X^2	Y^2	XY
As Río Claro	4.524,72	289,12	20'483.091,08	83.590,37	1.308.187,05
Sachamate					
As Río Claro	4.173,89	381,56	17'421.357,73	145.588,03	1'592.589,47
Guachinte					
As Río Claro	4.808,33	86,81	23'120.037,39	7.535,98	417.411,13
Ia Victoria					
As Tortugas	1.687,20	101,86	2'846.643,84	10.375,46	171.856,19
Tortugas					
As Navarro	2.903,92	159,09	8'432.751,37	25.309,63	461.984,63
Quinamayó					
As Cauquita	9.350,75	2.728,49	87'436.525,56	7'444.657,68	25'513.427,87
Paso de la Balsa					
	27.448,81	3.746,93	159'730.406,97	7'717.057,15	29'465.458,34

"r" Tabulado al nivel del 5% 4GL = 0,8114
"r" Tabulado al nivel del 1% 4GL = 0,9172

Y = 1.026,05 - 0,36079 X
"r" Obtenido = 0,9092+
+ = Significativo

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE EN SUELOS
ESTUDIADOS (Segunda capa)

Muestra	K-Total en ppm X	K-Intercam HNO ₃ O, 1N en ppm Y	X ²	Y ²	XY
As Río Claro Sachamate	2.610,16	131,14	6'812.935,23	17.197,70	342.296,38
As Río Claro Guachinte	1.482,24	146,86	2'197.035,42	21.567,86	217.681,77
As Río Claro La Victoria	1.606,59	57,94	2'581.131,43	3.357,04	93.085,82
As Tortugas Tortugas	1.230,22	68,76	1'513.441,25	4.727,94	84.589,93
As Navarro Quinamayó	1.663,36	85,66	2'766.766,49	7.337,64	142.483,42
As Cauquita Paso de la Bolsa	7.578,69	2.432,24	57'436.542,12	5'915.791,42	18'433.192,97
	16.171,26	2.922,60	73'307.851,94	5'969.979,60	19'313.330,29

Y = 549,9083 - 0,38476 X

"r" Obtenido = 0,9837++

++ = Altamente significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 4GL = 0,8114

"r" Tabulado al nivel del 1% 4GL = 0,9172

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y EL POTASIO INTERCAMBIABLE EN SUELOS

ESTUDIADOS (Tercera capa.)

Muestra.	k-Total en ppm X	K-Intercam HNO ₃ 0,1N en ppm Y	X ²	Y ²	XY
As Río Claro Sachamate	3.156,42	60,34	9'962.987,22	3.640,92	190.458,38
As Río Claro La Victoria	1.848,71	49,99	3'417.728,66	2.499,00	92.417,01
As Tortugas Tortugas	1.601,81	44,89	2'565.795,28	2.015,11	71.905,25
As Navarro Quinamayó	927,87	36,57	860.942,74	1.337,36	33.932,21
As Cauquita Paso de la Bolsa	8.246,78	2.711,26	68'009.380,37	7'350.930,79	22'359.164,74
	15.781,59	2.903,05	84'816.834,18	7'360.423,18	22'747.877,59

Y = 644,2940 - 0,38808 X

"r" Obtenido = 0,9638++

++ = Altamente significativo

"r" Tabulado al nivel del 5% 3GL = 0,9587

"r" Tabulado al nivel del 1% 3GL = 0,8783

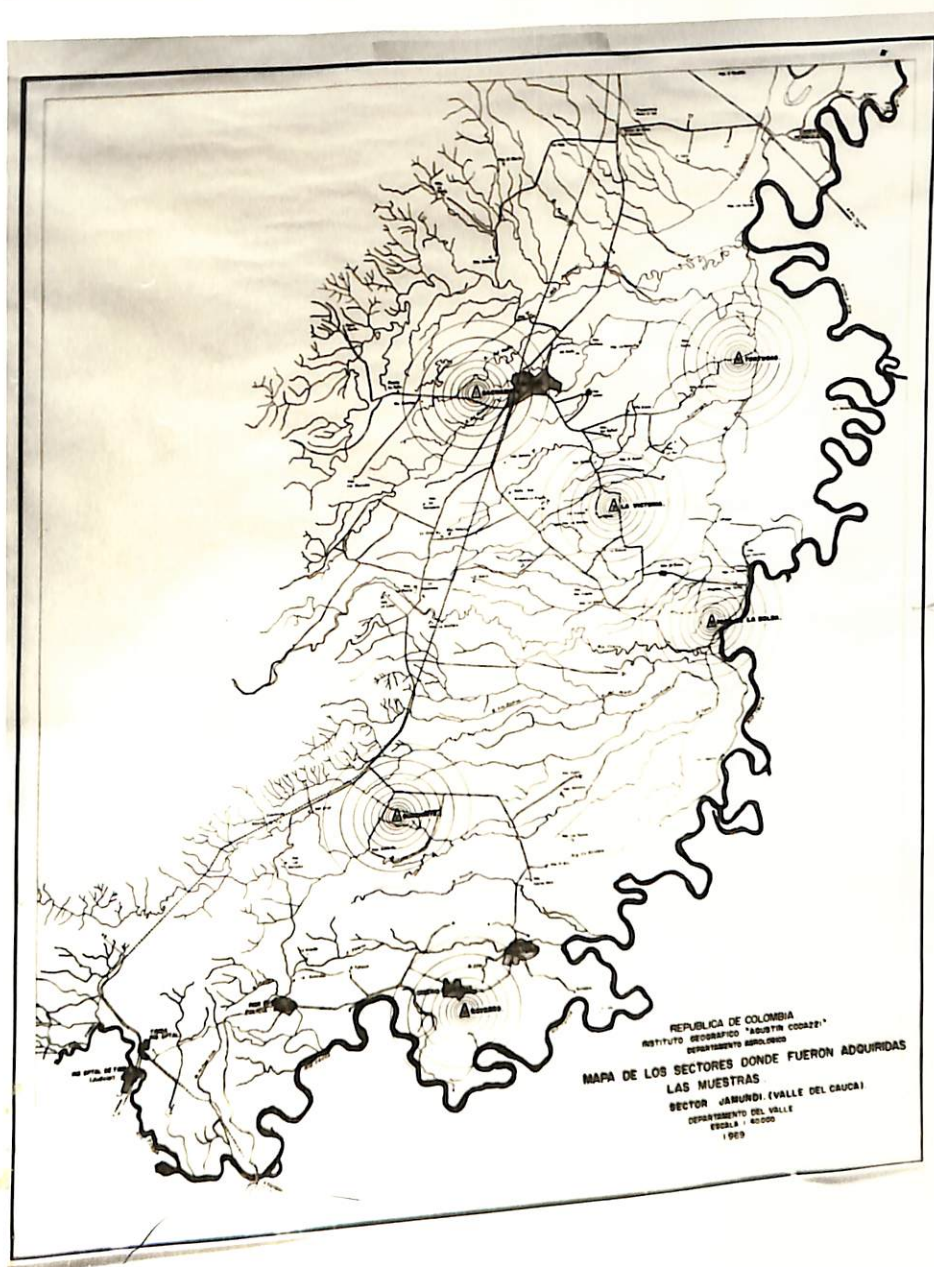


Figura 2

Foto: Manz

AN	15137
T	Chamorro Guerrero, LUIS
631.41	Estudio de los elemen
Ch442	tos nitrógeno, fósforo...
Ej. 1	
	VENCE
NOMBRE	aida Ruano R.
No. del Carnet	30'716.279 Paslo.
NOMBRE	LORENA IBARRA
No. del Carnet	179
NOMBRE	Carolina Jojoa
No. del Carnet	222

AN
T
631.41
Ch442
Ej.1

Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

15137

15137-

Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO