

ESTUDIO SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DEL NITROGENO
EN LOS SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO
- NARIÑO - COLOMBIA

Por

Cruz Enrique Molina Abonía

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
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA

Pasto - Colombia

1.969

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

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

A LOS ESFUERZOS DE MI MADRE

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MIS HERMANOS

A DORYS

A MIS AMIGOS

D E D I C O

Cruz Molina Abonía

UNIVERSIDAD DE NARIÑO			
BIBLIOTECA			
ALBERTO DELANO GUERRERO			
No.	212839--	Fac.	_____
Ej.	_____	Vol.	_____
		Lib.	_____
Valor \$	_____	Don.	_____
		Can.	_____
		Com.	_____
Fecha	05/10/2023	Resp.	Alis 17

AGRADECIMIENTOS A:

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

FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA

VICTOR MONTENEGRO GALVEZ I.A.

ARCESIO TOVAR ANDRADE I.A.

Laboratorio Químico Regional de
Suelos de la C.V.C. - Palmira.

Personal del Laboratorio de Suelos
del Instituto Tecnológico Agrícola

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

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Naturaleza del nitrógeno de los suelos	3
2.2 Trabajos en Colombia	7
III. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 Materiales	9
3.2 Métodos	10
3.2.1 Análisis Físico-Químico de caracte rización general.	10
3.2.1.1 Determinación de textura	10
3.2.1.2 Determinación de pH	10
3.2.1.3 Determinación del carbono orgánico.	10
3.2.1.4 Determinación de la CCC y Cationes intercambiables.	13
3.2.1.5 Determinación de la Humedad	13
3.2.1.6 Cationes Cambiables	13
3.2.1.7 Fósforo aprovechable	13
3.2.2 Análisis Químico del nitrógeno	13
3.2.2.1 Determinación del nitrógeno total.	13
3.2.2.2 Determinación del nitrógeno orgánico	14

	Pag.
3.2.2.3 Determinación del nitrógeno inorgánico.	14
3.2.2.4 N-NH ₄ intercambiable	14
3.2.2.5 N-NH ₄ fijo	14
3.2.2.6 N-NH ₃	15
IV. DISCUSION Y RESULTADOS	16
4.1 Generalidades	16
4.2 Formas del nitrógeno	16
4.2.1 Nitrógeno total	16
4.2.2 Nitrógeno orgánico	40
4.2.3 N-NH ₄ inorgánico total	42
4.2.4 N-NH ₄ intercambiable	43
4.2.5 N-NH ₄ nativo fijo	45
4.2.6 N-NH ₃	47
4.3 Correlación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable.	48
V. CONCLUSIONES	57
VI. RESUMEN	59
SUMMARY	61
VII. BIBLIOGRAFIA	62

ILUSTRACIONES

	Pag.
Figura 1. Localización del Municipio de Pasto en el Departamento de Nariño, en la República de Colombia.	11
Figura 2. Municipio de Pasto con las zonas del Altiplano estudiadas.	12
Figura 3. Contenidos promedios de las formas del <u>ni</u> trógeno en diez suelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de cultivo.	50
Figura 4. Contenidos promedios de las formas del <u>ni</u> trógeno en diez subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de cultivo.	51
Figura 5. Contenidos promedios de las formas del <u>ni</u> trógeno en diez suelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de bosque.	52
Figura 6. Contenidos promedios de las formas del <u>ni</u> trógeno en diez subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de bosque.	53
Figura 7. Contenidos promedios de las formas del <u>ni</u> trógeno en diez suelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de pradera.	54

- Figura 8. Contenidos promedios de las formas del nitrógeno en diez subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de pradera. 55
- Figura 9. Comparación entre los contenidos promedios de $N-NH_4$ intercambiable en los suelos y subsuelos del Altiplano de Pasto bajo las condiciones de bosque, pradera y cultivo. 56

TABLAS

Pag.

Tabla	I. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de La Laguna bajo <u>con</u> diciones de cultivo, pradera y bosque.	17
Tabla	II. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Mocondino bajo <u>con</u> diciones de cultivo, pradera y bosque.	18
Tabla	III. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Obonuco bajo <u>condi</u> ciones de cultivo, pradera y bosque.	19
Tabla	IV. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Anganoy bajo <u>condi</u> ciones de cultivo, pradera y bosque.	20
Tabla	V. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Aranda bajo <u>condi</u> ciones de cultivo, pradera y bosque.	21
Tabla	VI. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Catambuco bajo <u>con</u> diciones de cultivo, pradera y bosque.	22
Tabla	VII. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Yacuanquer bajo <u>con</u> diciones de cultivo, pradera y bosque.	23

	Pag.
Tabla VIII. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Totana bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.	24
Tabla IX. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Mapachico bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.	25
Tabla X. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Jongobito bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.	26
Tabla XI. Formas de nitrógeno en los suelos estudiados bajo condiciones de cultivo.	27
Tabla XII. Formas de nitrógeno en los subsuelos estudiados bajo condiciones de cultivo.	28
Tabla XIII. Formas de nitrógeno en los suelos estudiados bajo condiciones de bosque.	29
Tabla XIV. Formas de nitrógeno en los subsuelos estudiados bajo condiciones de bosque.	30
Tabla XV. Formas de nitrógeno en los suelos estudiados bajo condiciones de pradera.	31
Tabla XVI. Formas de nitrógeno en los subsuelos estudiados bajo condiciones de pradera.	32

	Pag.
Tabla XVII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en suelos bajo condiciones de cultivo.	33
Tabla XVIII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los subsuelos bajo condiciones de cultivo.	34
Tabla XIX. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los suelos bajo condiciones de bosque.	35
Tabla XX. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los subsuelos bajo condiciones de bosque.	36
Tabla XXI. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los suelos bajo condiciones de pradera.	37
Tabla XXII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno en los subsuelos bajo condiciones de pradera.	38
Tabla XXIII. Correlación de resultados entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable -Suelos bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera.	49

ESTUDIO SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DEL NITROGENO
EN LOS SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO
- NARIÑO - COLOMBIA (°).

Por
CRUZ MOLINA ALONIA

I. INTRODUCCION

El nitrógeno es uno de los elementos que mayor atención ha recibido por parte de los investigadores si bien su interés ha sido concentrado mayormente en los problemas de mineralización y en las determinaciones del nitrógeno en su forma total.

Llama la atención de que a pesar de tantos estudios acerca del nitrógeno, todavía se ignora en buena parte cual es la naturaleza de sus diversas fracciones. Precisamente en la presente investigación se trata de aportar alguna ayuda para dilucidar algunas de las formas del nitrógeno en los suelos volcánicos de Nariño.

Muy escasa información se encuentra sobre el nitró-

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

geno y su comportamiento en suelos volcánicos, en los cuales debido a la capacidad fijadora de la alófana, casi todos los esfuerzos en el campo de la edafología han sido dirigidos hacia el fósforo.

Por muchas otras razones se consideró necesario iniciar esta investigación acerca del nitrógeno en los suelos volcánicos de Nariño, ya que fuera de su contenido total no se conocían otros datos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Naturaleza del nitrógeno de los suelos.

Según Bremner (19,20,21), la naturaleza química de una parte considerable del nitrógeno del suelo es desconocida, indicando que un tercio del nitrógeno orgánico se presenta en forma de proteínas, aunque en algunos suelos puede llegar al 50% tal como señala Kojima (35).

Entre el 5 y 10% del nitrógeno del suelo puede considerarse como amino-azúcares (Bremner y Shaw, 25). Por otra parte Matson y Koutler - Anderson, citados por Stevenson (48), indican que pequeñas cantidades de nitrógeno, resistentes a la hidrólisis mediante el uso de ácidos o álcalis, ocurren como un complejo ligno-amoniacoal. Adams, Bartholomew y Clark (1), demostraron que solamente cantidades muy pequeñas de nitrógeno aparecen como ácidos nucleicos en el suelo.

En general la fracción orgánica del nitrógeno representa alrededor del 95% del nitrógeno total, correspondiendo a la fracción inorgánica aproximadamente un 5% del nitrógeno total (Blasco, 14; Bremner, 22; Kononova, 36).

Evidentemente esos porcentajes varían no solamente con relación a las diversas variables que inciden en los suelos, sino también con relación a los métodos utilizados. Así por ejemplo, el método de Rodríguez (45), utilizado para

determinar el nitrógeno inorgánico, mediante extracción con $\text{HF}:\text{H}_2\text{SO}_4$, puede dar cantidades superiores al 20% del nitrógeno total como fracción inorgánica.

Las rocas son fuentes de nitrógeno inorgánico. Adams y Stevenson (2), concluyeron que algunas rocas ígneas (granito, pegmatita) y silicatos primarios (feldespatos, micas), contenían nitrógeno.

Wlotzka (55), determinó que casi la totalidad de las rocas magmáticas contenían entre 5 y 50 g./ton. de N-NH_3 . En las rocas sedimentarias el contenido de N-NH_3 fué mayor que en las rocas magmáticas, 135 g./ton. en areniscas, 580 g./ton. en arcilláceas. Las rocas metamórficas dieron las mas bajas cantidades. También encontró N-NO_3 en cantidades variables (5 a 20 g./ton.) en sedimentos superficiales y en rocas calcáreas.

Stevenson (48), en una serie de análisis encontró que el nitrógeno total varió entre 17 y 78 p.p.m. en granitos, el basalto contenía 20 p.p.m. y los gabros 21 p.p.m..

En suelos hawaiianos compuestos de materiales inorgánicos amorfos, Tamini, Kanehiro y Sherman (51), encontraron que la retención inorgánica de amonio se debía a la formación de tarakanitas, complejos relativamente insolubles de amonio con sílice, hierro hidratado y fósforo.

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

No solamente puede ser nativo sino que la fijación del $N-NH_4$ puede ser inducida en los suelos. Uno de los factores es la repetición de ciclos de humedecimiento y secado (Barshad,12; Blasco y Cornfield,16). La mayor fijación ocurre cuando los suelos o arcillas se secan a la temperatura alrededor de $100^{\circ} C$ (Blasco y Cornfield,16; Ivanov, 33; Young y McNeal,56). Por otra parte Walsh y Murdock (53) e Ivanov (33), encontraron que los suelos fijan mas $N-NH_4$ en condiciones de congelamiento que de humedad.

De las arcillas la caolinita es aquella que presenta menor poder de fijación de $N-NH_4$, mientras que las de mayor poder de fijación son illita, vermiculita y montmorillonita (Allison, Doetsch y Koller,4; Blasco y Cornfield,16; Hanway y Scott,31).

Bajo condiciones de humedad la vermiculita y las micas hidratadas son también capaces de fijar $N-NH_4$ (Hara da y Kutsuna,32; Allison,Doetsch y Koller,51).

La fijación del $N-NH_4$ aumenta con la profundidad del perfil (Aomine,8; Walsh,52). Por otra parte a medida que aumenta la concentración de hidrógeno en los suelos dis-

minuye la fijación de $N-NH_4$ (Nommik, 41). Barshad (11), indica que la fijación del $N-NH_4$, de todos los cationes que estudió, solamente el potasio produce gran interferencia. De acuerdo a Keitemeier (44), la fijación de $N-NH_4$ o K, tiene un efecto depresivo en la subsecuente fijación del otro.

Esta relación NH_4-K es tan importante que Barshad (13) y Allison y Koller (7), definieron $N-NH_4$ fijo como el adsorbido por el suelo que no es reemplazable por soluciones conteniendo potasio.

Otra de las fracciones del nitrógeno es su forma intercambiable que se presenta retenida en las superficies de las arcillas (Blasco, 14). El $N-NH_4$ intercambiable ha sido determinado por medio de extracciones con sales solubles como $N-KCl$ (Axley y Legg, 9; Bremner, 22). También se ha usado $N-KCl$ acidificado a pH 1,0 con HCl (Olsen, 42; Rodríguez, 45), mientras que otros investigadores han utilizado para el intercambio $N-CaCl_2$ (Allison, Kefauver y Koller, 6; Blasco y Cornfield, 16).

Otra de las fracciones estudiadas en la presente investigación ($N-NH_3$), es resultante de la mineralización o amonificación de los compuestos orgánicos nitrogenados (Alexander, 3; Blasco, 14; Winogradsky, 54).

Como es bien conocido (Alexander, 3; Winogradsky, 54),

una gran diversidad de bacterias, hongos y actinomicetos pueden liberar amoníaco de los compuestos orgánicos, siendo posteriormente nitrificado por microorganismos especializados.

El $N-NH_3$ puede ser absorbido por los sistemas coloidales por medio de procesos físicos o químicos. De acuerdo a Mortland (40), en forma química se presenta mediante la combinación con hidrógeno, y físicamente debido a que el amoníaco es una molécula tetraedral en cuyos vértices aparecen el nitrógeno y los hidrógenos, pudiéndose así producir una unión entre el hidrógeno de la molécula de amoníaco y un átomo de oxígeno situado en la superficie de la arcilla.

2.2 Trabajos en Colombia.

Para los suelos del Valle del Cauca, Blasco (14), encontró que en promedio el nitrógeno total era 2.454 p.p.m., y el 93,8% de esa cantidad era nitrógeno orgánico. El nitrógeno inorgánico total representó el 6,16% del N-total, el $N-NH_4$ nativo fijo 4,42% y el intercambiable el 1,74%. El $N-NH_3$ osciló entre 19,5 y 5,9 p.p.m. mientras que el $N-NO_3$ varió entre 18,8 y 2,8 p.p.m..

Tafur y Blasco (50), estudiando el nitrógeno de los suelos del Valle del Cesar, para la primera capa obtuvieron un promedio de 1.319,6 p.p.m. siendo el nitrógeno orgánico

nico el 78,16% del N-total y el inorgánico 21,84%. El N-NH₄ fijo llegó a ser el 15,85% y el intercambiable el 5,99%. El N-NH₃, representó el 0,59% del N-total. Estos autores observaron que el porcentaje de nitrógeno orgánico disminuía al aumentar la profundidad, ocurriendo lo inverso con el nitrógeno inorgánico.

En la Guajira, Durán (29), encontró que el promedio del nitrógeno total era de 1.948,6 p.p.m. correspondiendo a la fracción orgánica el 89,7% y el nitrógeno inorgánico llegó al 10,2% . El N-NH₄ nativo fijo fué el 7,5% y el intercambiable 2,7%.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.

Siguiendo en forma consistente el estudio de los suelos de Mariño, para esta investigación se utilizaron muestras provenientes del Altiplano de Pasto, Mariño, S.O. de Colombia.

El Altiplano de Pasto es de origen volcánico, influenciado directamente por el Volcán Galeras (4.200 m. s.n.m.), y está situado a una altura comprendida entre los 2.500 y 2.800 m.s.n.m.. Su temperatura promedio se aproxima a los 13,5 ° C y la precipitación a los 700 mm. anuales.

Ecológicamente pertenece a los bosques Montano bajo seco y húmedo. Geológicamente, el Altiplano de Pasto está formado por una mezcla de material volcánico cascajoso, las rocas eruptivas neovolcánicas están constituidas de brechas con cantos de andesita, bombas andesíticas, tobas de lapilis, cenizas de diversos grados de compactación y derrames andesíticos (Bueno, 27; Grosse, 30).

Las muestras se tomaron en las áreas de La Laguna, Mocondino, Obonuco, Anganoy, Aranda, Catambuco, Yacuanquer, Dota-na, Mapachico y Jongobito, estudiándose los suelos y subsuelos bajo condiciones de bosque, cultivo y pradera.

Se puede hacer la observación de que aunque geográficamente Yacuanquer no pertenece al Altiplano de Pasto, por lo demás presenta las mismas condiciones ecológicas y es una de las regiones más importantes en el cultivo de cereales.

Es de anotarse que aunque agronómicamente se ha pensado conservar la denominación de suelos y subsuelos para el Altiplano, desde el punto de vista de clasificación estos suelos son del tipo A-C, es decir, en propiedad hay suelo y material parental.

3.2 METODOS

Las determinaciones efectuadas y los métodos empleados fueron los siguientes:

3.2.1 Análisis Físico-Químico de caracterización general.

3.2.1.1 Determinación de la textura: Método de Bouyoucos (18).

3.2.1.2 Determinación, del pH, mediante un potenciómetro Beckman, utilizando una mezcla suelo-agua 1:1 (Jackson, 34).

3.2.1.3 Determinación del carbono orgánico: Método de Walkley-Black (Jackson, 34).

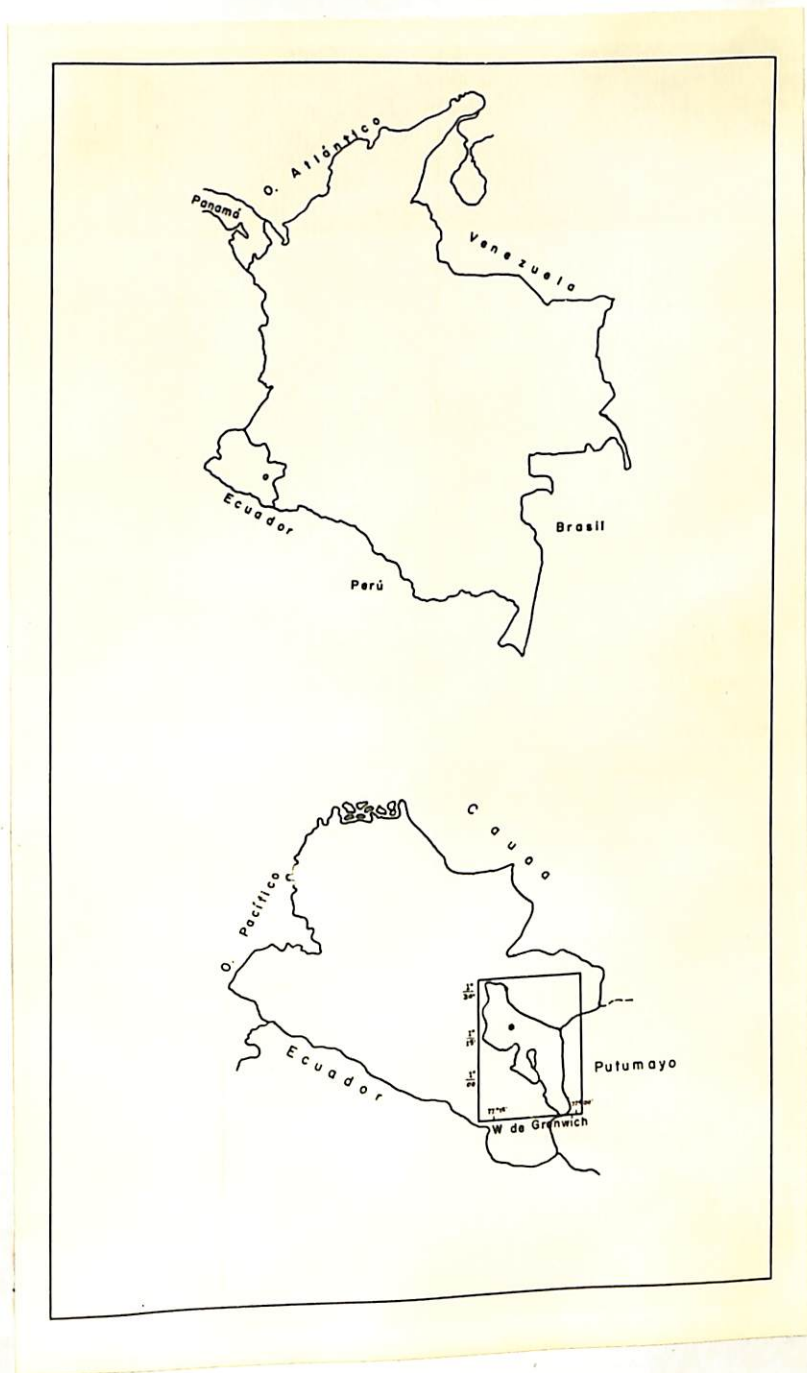


Figura 1. Localización del Municipio de Pasto en el Departamento de Nariño, en la República de Colombia.

Foto: Ismael Santacruz

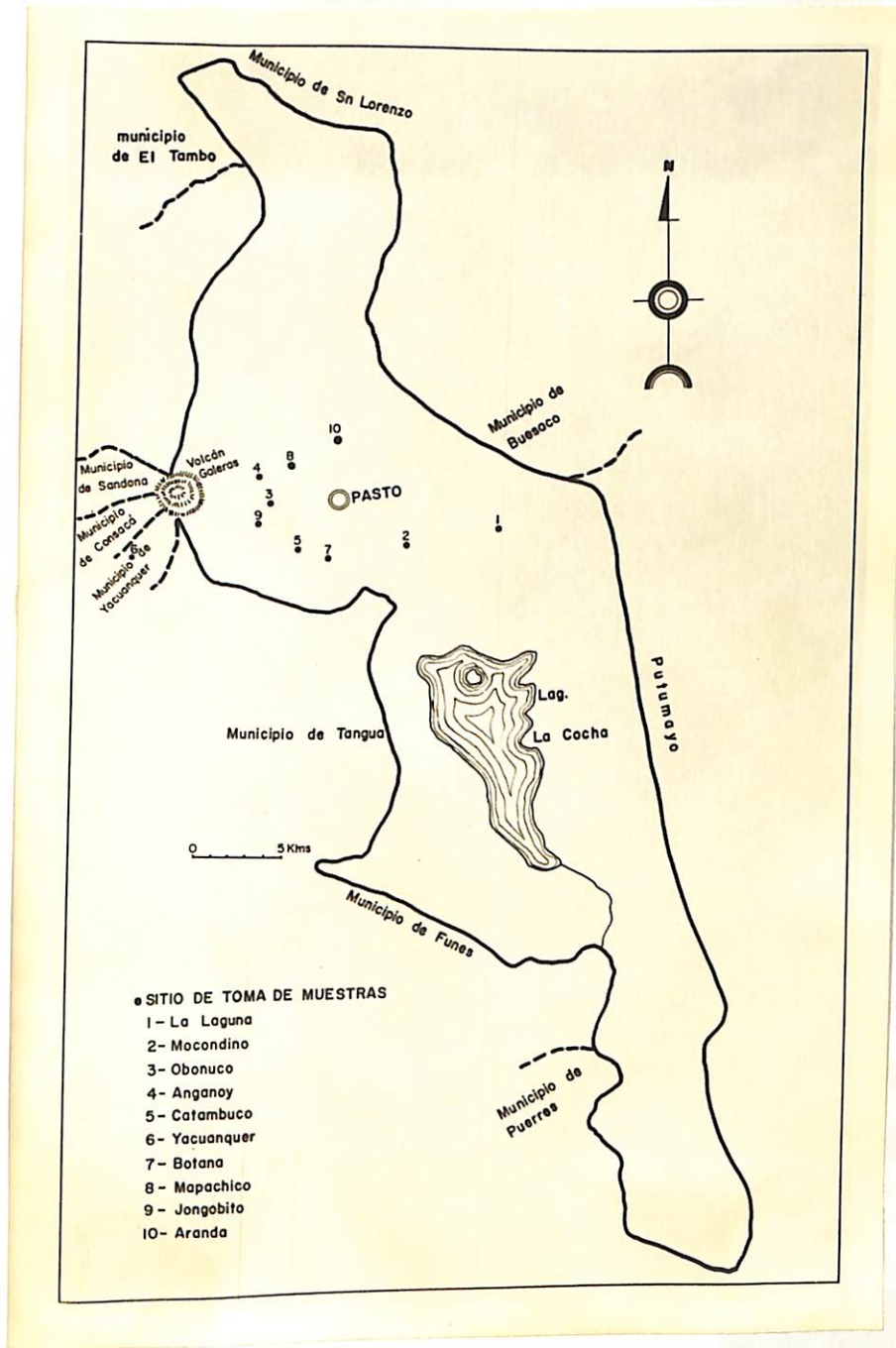


Figura 2. Municipio de Pasto con las zonas del Altiplano estudiadas.

Foto: Ismael Santacruz

Para la materia orgánica, se calculó multiplicando el porcentaje de carbón orgánico por 1,724 (Jackson, 34).

3.2.1.4 Determinación de la Capacidad Catiónica de Cambio y Cationes Intercambiables: según el método de Schollenberger y Simon (Jackson, 34).

3.2.1.5 Humedad: Se determinó el porcentaje de agua retenido por el suelo por diferencia de peso, expresado en base seca, desecando las muestras en la estufa a 105 ° C durante 24 horas (Silva, et al., 47).

3.2.1.6 Cationes Cambiables: Por medio de un espectrofotómetro de llama Coleman, siguiendo las pautas indicadas por Jackson (34).

3.2.1.7 Fósforo aprovechable: Se determinó empleando el método Bray I, descrito por Saiz del Río y Bornemisza (46).

3.2.2 Análisis Químico del Nitrógeno.

3.2.2.1 Determinación del nitrógeno total: Se efectuó siguiendo el método de Kjeldhal modificado, mediante la digestión de la muestra en ácido sulfúrico concentrado y posterior destilación del amoníaco en medio básico (hidróxido de sodio), para recogerlo en ácido bórico, titulándose con ácido sulfúrico 1/10 N (Bremner, 23; Cornfield, 28).

3.2.2.2 Determinación del nitrógeno orgánico: Se obtuvo por diferencia entre el nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico.

3.2.2.3 Determinación del nitrógeno inorgánico: Utilizando botellas de polietileno, se agitan 5 g. de suelo con 100 ml. de la mezcla $\text{HCl-N}:\text{HF-N}$, por espacio de 24 horas. Se filtra y se toma una alícuota de 25 ml. neutralizados mediante la adición de $\text{NaOH } 2\text{N}$, usando un potenciómetro Beckman para determinar el pH.

La alícuota así neutralizada se destila con 50 ml. de borato amortiguado, enrasando a 300 ml. de volumen total con agua y adicionando parafina para evitar la formación de espuma. El tiempo de destilación fué de 30 minutos, y el destilado se atrapó en ácido bórico al 1%, titulándose a continuación. Como indicadores se utilizaron el azul de metileno y el rojo de metilo.

3.2.2.4 N-NH_4 intercambiable: Se siguió la marcha analítica propuesta por Blasco y Cornfield (17). En botellas de polietileno se agitaron 5 g. de suelo con 100 ml. de $\text{Cl}_2\text{Ca-N}$ por 24 horas. Después de filtrado se destila la alícuota igual a lo indicado previamente (3.2.2.3).

3.2.2.5 N-NH_4 nativo fijo: Se obtuvo por diferencia entre el nitrógeno inorgánico (3.2.2.3) y el nitrógeno

intercambiable (3.2.2.4).

3.2.2.6 $N-NH_3$: Se procedió de acuerdo al sistema de microdifusión de Bremner y Shaw (26): 5 g. de suelo se agitan con una solución de 25 ml. de $ClNa-N$ por 15 minutos . Se filtra y se toma una alícuota de 5 ml. que se pipetea en la cámara exterior de la celda de Conway, adicionando 3 ml. de una suspensión de MgO al 12%, y en la cámara interior se colocan 2 ml. de H_2O al 2%. Se tapa, se agita y se deja en reposo por 48 horas. Después se titula utilizando azul de metileno y rojo de metilo como indicadores.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Generalidades.

Las características generales de los suelos y sub-suelos estudiados aparecen en las Tablas I a X. Es de advertir que como la presente investigación es una parte del estudio total de los suelos del Altiplano de Pasto, los comentarios acerca de las características generales ya aparecieron en las investigaciones de Barros (10) y Ordoñez (43). Por tanto no se cree conveniente repetir la discusión al respecto.

4.2 Formas de nitrógeno.

Los resultados obtenidos para las distintas formas de nitrógeno se muestran en las tablas XI a XVI, y sus distintos promedios en los máximos y mínimos de cada fracción se encuentran en las tablas XVII a XXII.

4.2.1 Nitrógeno total.

A la vista de los resultados se puede decir que en general el contenido de nitrógeno total de los suelos y sub-suelos del Altiplano es bastante adecuado.

En promedio el nitrógeno total de los suelos presenta las cantidades de 4.000,8 , 4.709,7 y 4.043,6 p.p.m. para las condiciones de cultivo, bosque y pradera respectivamente.

TABLA I

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de La Laguna bajo condiciones de Cultivo, Pradera y Bosque

Características	S U E L O S			S U B S U E L O S		
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-30	0-30	0-25	40-90	40-90	40-80
Humedad %	14,16	5,27	9,20	17,79	16,23	10,29
pH.	5,50	5,55	5,30	5,70	5,60	5,10
Arenas %	37,98	43,61	38,31	57,98	41,39	39,31
Limos %	25,33	44,70	46,00	32,00	51,00	49,00
Arcillas %	36,69	11,69	15,69	10,02	7,69	11,69
Textura	Fr.Arc.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.Limoso	Fr.
C. Orgánico %	4,62	6,39	5,40	2,64	3,13	4,46
N. Total %	0,2944	0,6226	0,5022	0,2924	0,4508	0,3787
C/N.	15,69	10,26	10,75	9,02	6,94	11,77
M. O. %	7,96	11,01	9,30	4,55	5,39	7,68
C. I. C. me/100gr.	24,65	45,41	37,12	27,32	52,30	28,01
P. aprov. ppm (Bray I)	2,01	0,10	0,62	0,60	0,05	0,05
K. cambiabile ppm	279,69	144,09	690,68	447,80	284,76	670,02
Na. cambiabile ppm	26,25	36,88	39,31	40,04	49,97	30,88
Ca. cambiabile ppm	867,61	311,22	1.441,44	1.837,52	313,82	727,91
Mg. cambiabile ppm	152,70	98,11	172,53	200,52	84,80	107,29
Ca/Mg.	5,68	3,17	8,35	9,16	3,69	6,78

TABLA III

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Obonuco bajo condiciones de Cultivo, Pradera y Bosque

Características	S U E L O S		S U B S U E L O S		S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-25	0-25	0-30	40-70	40-60	40-80
Humedad %	7,33	6,75	9,03	11,02	11,51	7,73
pH.	6,35	5,95	5,60	6,50	6,15	5,90
Arenas %	26,31	40,86	43,64	38,98	42,64	40,98
Limos %	42,00	39,12	34,67	29,00	28,67	35,33
Arcillas %	31,69	20,02	21,69	32,02	28,69	23,69
Textura	Fr.Arc.	Fr.	Fr.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.
C. Orgánico %	1,44	2,24	3,92	0,50	2,17	2,58
N. Total %	0,3006	0,2797	0,3442	0,2850	0,2327	0,2783
C/N.	4,79	8,00	11,38	1,75	9,32	9,27
M. O. %	2,48	3,86	6,75	0,86	3,74	1,44
C. I. C. me/100gr.	19,60	28,50	30,31	36,19	23,08	31,45
P.aprov.ppm (Bray I)	15,55	3,53	61,54	0,28	6,43	31,28
K. cambiabile ppm	942,03	394,97	368,00	538,45	345,68	166,98
Na.cambiabile ppm	30,05	32,02	32,70	57,73	47,94	114,19
Ca.cambiabile ppm	837,17	960,75	2.158,79	1.099,09	2.107,53	1.777,54
Mg.cambiabile ppm	104,11	246,59	397,95	337,50	202,94	274,71
Ca/Mg.	8,04	3,89	5,42	3,25	10,38	6,47

TABLA IV

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Anganoy bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque

Características	S U E L O S		S U B S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Bosque
Prof. cms.	0-35	0-40	0-30	50-80
Humedad %	7,74	13,53	8,99	8,57
pH.	6,40	6,20	5,00	6,40
Arenas %	31,98	34,85	44,64	27,31
Limos %	32,63	34,79	31,34	37,00
Arcillas %	35,39	30,36	24,02	35,69
-Textura	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.	Fr.Arc.
C. orgánico %	1,77	2,55	4,90	1,46
N. Total %	0,6631	0,4783	0,5678	0,3391
C/N.	2,66	5,33	8,62	4,30
M. O. %	3,05	4,39	8,44	2,51
C. I. C. ^{me} /100gr.	24,99	35,42	24,63	27,25
P. aprov. ppm (Bray I)	97,10	3,23	5,33	3,08
K. cambiabile ppm	456,22	550,62	205,36	293,14
Na. cambiabile ppm	36,63	86,28	39,23	67,31
Ca. cambiabile ppm	1.260,55	2.486,30	1.732,94	1.433,12
Mg. cambiabile ppm	353,38	220,24	583,09	223,65
Ca/Mg	3,55	11,27	2,97	6,40

TABLA V

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Aranda bajo condiciones de cultivo, Pradera y Bosque

Características	S U E L O		S U B S U E L O		S U B S U E L O	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-35	0-30	0-25	40-60	50-80	50-80
Humedad %	6,14	5,91	7,23	17,55	22,28	7,51
pH.	5,90	6,00	5,30	6,10	6,00	5,40
Arena %	35,23	36,86	41,23	14,23	27,64	43,86
Limos %	27,41	32,37	14,41	22,00	36,34	31,38
Arcillas %	37,36	30,77	44,36	63,77	36,02	24,36
Textura	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Ar.	Arc.	Fr.Arc.	Fr.
C. Orgánico %	2,54	2,06	2,09	0,52	1,65	1,45
N. Total %	0,6794	0,3873	0,5658	0,4760	0,1942	0,3583
C/N.	3,73	5,31	3,69	1,09	8,49	4,04
M. O. %	4,37	3,55	3,60	0,89	2,84	2,49
C.I.C. me/100gr.	32,70	21,39	28,97	29,76	22,25	27,70
P.aprov.ppm (Bray I)	21,76	4,79	2,13	14,05	2,00	0,50
K. cambiabile ppm	467,85	222,41	380,66	717,66	501,35	258,02
Na.cambiabile ppm	21,22	38,12	49,32	72,94	88,04	62,35
Ca.cambiabile ppm	2.642,88	1.493,33	1.061,57	1.482,39	1.540,72	838,57
Mg.cambiabile ppm	153,90	270,07	417,12	170,59	401,07	326,83
Ca/Mg.	17,17	5,52	2,54	8,68	3,84	2,56

TABLA VI

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Catambuco bajo condiciones de Cultivo, Pradera y Bosque

Características	S U E L O S		S U B S U E L O S		S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-30	0-35	0-25	40-60	40-70	40-60
Humedad %	4,91	6,43	7,82	9,74	9,08	7,12
pH.	5,80	5,80	5,30	5,90	6,00	5,45
Arenas %	40,48	34,31	27,98	38,31	61,14	23,72
Limos %	31,83	41,00	42,63	34,00	11,17	34,59
Arcillas %	27,69	24,69	29,39	27,69	27,69	41,69
Textura	Fr.Arc.	Fr.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.Ar.	Ar.
C. Orgánico %	3,46	2,87	2,91	0,98	2,61	2,08
N. Total %	0,3534	0,3434	0,5713	0,2676	0,2227	0,3332
C/N.	9,79	8,35	5,09	3,66	11,71	6,24
M. O. %	5,96	4,94	5,01	1,68	4,49	3,58
C. I. C. me/100gr.	19,40	29,80	28,78	18,98	25,30	23,56
P. aprov. ppm (Bray. I)	16,54	12,38	15,04	2,69	2,47	0,45
K. cambiabile ppm	561,27	319,29	700,83	478,60	365,42	300,15
Na. cambiabile ppm	25,17	51,08	43,12	39,50	95,99	87,83
Ca. cambiabile ppm	818,29	2.075,38	711,61	1.185,19	2.028,88	835,53
Mg. cambiabile ppm	178,34	504,47	249,06	212,89	357,78	207,81
Ca/Mg.	4,58	4,11	2,85	5,56	5,67	4,02

TABLA VII

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Yacuanquer bajo condiciones de Cultivo, Pradera y Bosque

Características	S U E L O S		S U B S U E L O S		S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-30	0-30	0-25	40-60	40-60	50-90
Humedad %	7,00	10,42	9,34	6,49	9,03	10,12
pH.	5,60	5,70	5,60	5,80	5,70	5,70
Arenas %	33,64	44,64	39,23	35,64	34,98	35,23
Limos %	31,97	27,34	33,08	29,97	31,33	33,38
Arcillas %	34,39	28,02	27,69	34,39	33,69	31,39
Textura	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.
C. Orgánico %	1,60	1,82	2,95	1,43	1,63	1,15
N. Total %	0,3327	0,4463	0,3468	0,3307	0,2121	0,3008
C/N.	4,80	4,07	8,50	4,32	7,68	3,82
M.O. %	2,75	3,13	5,08	2,46	2,81	1,98
C. I. C. me/100gr.	24,27	24,62	21,97	20,50	30,52	29,07
P.aprov.ppm (Bray I)	32,00	23,45	20,18	0,15	0,05	2,04
K. cambiabile ppm	369,15	369,91	616,67	178,04	136,28	356,67
Na. cambiabile ppm	29,96	30,91	32,80	66,02	39,25	39,64
Ca. cambiabile ppm	674,10	861,27	1.869,71	1.213,98	1.373,77	1.255,36
Mg. cambiabile ppm	181,90	160,10	278,81	504,76	304,19	361,19
Ca/Mg.	3,70	5,37	6,70	2,40	4,51	3,47

TABLA VIII

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Botana bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque

Características	S U E L O S		S U B S U E L O S		S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-30	0-25	0-30	40-60	40-70	50-90
Humedad %	13,62	22,00	10,80	22,11	19,96	14,76
pH.	6,30	5,55	6,00	5,70	5,50	6,40
Arenas %	30,64	32,23	33,23	20,98	25,61	27,64
Limos %	31,97	38,08	35,08	49,33	38,00	40,67
Arcillas %	37,39	29,69	31,69	29,69	36,39	31,69
Textura	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.
C. orgánico %	2,38	3,66	2,82	1,09	2,33	1,89
N. Total %	0,3540	0,3414	0,6145	0,2134	0,1712	0,4841
C/N.	6,72	10,72	4,58	5,10	13,60	3,90
M. O. %	1,89	4,01	3,25	1,89	4,01	3,25
C. I. C. me/100gr.	31,58	30,74	33,79	22,71	32,62	32,70
P. aprov. ppm (Bray I)	12,62	12,72	14,80	0,72	0,05	0,05
K. cambiabile ppm	1.329,35	103,70	454,28	1.816,48	83,97	871,52
Na. cambiabile ppm	24,99	48,80	17,72	43,95	69,57	60,02
Ca. cambiabile ppm	1.397,52	1.098,00	1.362,84	1.282,15	1.187,60	895,12
Mg. cambiabile ppm	179,51	251,32	107,47	520,18	173,94	167,54
Ca/Mg.	7,78	4,36	12,68	2,46	6,82	5,34

TABLA IX

Algunas características Generales de los Suelos y Subsuelos de Mapachico bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque

Característica	S U E L O S		S U B S U E L O S		L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-30	0-30	0-30	40-60	40-60	40-60
Humedad %	5,69	6,86	8,75	13,44	8,11	9,63
pH.	5,50	5,55	5,50	5,40	5,40	5,20
Arenas %	36,86	34,28	34,86	30,28	29,64	42,48
Limos %	37,45	36,03	40,12	26,03	43,34	27,16
Arcillas %	25,69	29,69	25,02	43,69	27,02	30,36
Textura	Fr.	Fr.Arc.	Fr.	Arc.	Fr.	Fr.Arc.
C. orgánico %	2,85	2,88	4,24	1,87	2,30	3,40
N. Total %	0,1769	0,2500	0,4013	0,1572	0,1336	0,3227
C/N.	16,11	11,52	10,56	11,89	17,21	10,53
M. O. %	4,90	4,96	7,30	3,22	3,96	5,86
C. I. C.me/100 gr.	21,34	22,86	34,46	19,42	26,27	30,31
P.aprov.ppm (Bray I)	0,12	0,50	3,87	0,62	0,59	0,10
K. cambiabile ppm	524,92	331,27	520,00	255,24	156,76	730,23
Na.cambiabile ppm	16,91	32,05	32,62	60,00	38,91	35,08
Ca.cambiabile ppm	634,14	961,74	848,25	422,41	1.329,75	822,22
Mg.cambiabile ppm	133,16	129,30	105,48	68,06	222,70	160,05
Ca/Mg.	4,76	7,43	8,04	6,50	5,97	5,13

TABLA X

Algunas Características Generales de los Suelos y Subsuelos de Jongobito bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque

Características	S U E L O S		S U B S U E L O S		S U B S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-25	0-30	0-35	40-60	40-70	40-70
Humedad %	4,55	7,97	5,13	26,42	28,82	26,34
pH.	6,15	6,00	6,10	6,15	6,60	6,35
Arenas %	33,31	32,61	35,98	30,31	33,98	28,31
Limos %	37,00	43,70	34,33	36,00	34,33	38,00
Arcillas %	29,69	23,69	29,69	33,69	31,69	33,69
Textura	Fr.Arc.	Fr.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.	Fr.Arc.
C. orgánico %	1,56	3,23	2,36	1,26	3,11	1,42
N. Total %	0,3862	0,5444	0,2320	0,3539	0,4395	0,8084
C/N	4,03	5,93	10,17	3,56	7,07	1,75
M. O. %	2,68	5,56	4,06	2,17	5,36	2,44
C. I. C. me/100 gr.	17,25	26,34	30,72	16,00	17,29	23,70
P. aprov. ppm (Bray I)	18,07	3,50	7,38	3,25	4,04	3,88
K. Cambiable ppm	353,15	340,10	570,70	153,26	80,69	500,46
Na. Cambiable ppm	31,36	41,02	35,74	42,28	83,00	37,92
Ca. Cambiable ppm	1.505,52	1.813,89	1.198,48	1.109,85	2.075,04	1.928,08
Mg. Cambiable ppm	254,05	381,13	408,95	244,16	405,78	524,69
Ca/Mg.	5,92	4,75	2,93	4,54	5,11	3,67

TABLA AI
 Formas de Nitrógeno en los Suelos Estudiados
 bajo condiciones de Cultivo
 Resultados en ppm

Nombre	N Total	N Orgánico	N-NH ₄ Inorgánico	N-NH ₄ Fijo	N-NH ₄ Intercambiable	N-NH ₃
La Laguna	2.944	2.775.6	168.4	101.2	67.2	18.89
Mocondino	4.601	4.404.7	196.3	134.7	61.6	16.51
Obonuco	3.006	2.837.1	168.9	124.1	44.8	14.28
Anganoy	6.631	6.358.4	272.6	208.6	64.0	5.64
Aranda	6.794	6.625.0	169.0	112.9	56.1	3.46
Catambuco	3.534	3.399.5	134.5	67.2	67.3	5.59
Yacuanquer	3.327	3.204.3	122.7	51.0	71.7	13.19
Botana	3.540	3.380.7	159.3	97.4	61.9	11.43
Mapachico	1.769	1.610.2	158.8	74.8	84.0	2.38
Jongovito	3.862	3.748.6	113.4	56.9	56.5	9.88
Promedio	4.000.8	3.834.41	166.39	102.88	63.51	10.12
% N-Total	100	95.84	4.15	2.56	1.58	0.25

TABLA XII
Formas de Nitrógeno en los Subsuelos Estudiados
bajo condiciones de Cultivo
Resultados en ppm

Nombre	N Total	N Orgánico	N-NH ₄ Inorgánico	N-NH ₄ Fijo	N-NH ₄ Intercambiable	N-NH ₃
La Laguna	2.924	2.666.7	257.3	190.3	67.0	14.63
Mocondino	4.566	4.413.9	152.1	96.1	56.0	3.12
Obonuco	2.850	2.659.9	190.1	146.8	43.3	3.52
Anganoy	4.771	4.580.6	190.4	136.4	54.0	12.06
Aranda	4.760	4.620.0	140.0	85.5	54.5	1.40
Catambuco	2.676	2.569.5	106.5	62.5	44.0	2.86
Yacuanquer	3.307	3.081.3	255.7	169.7	56.0	20.72
Botana	2.134	2.005.0	124.0	68.0	61.0	14.56
Mapachico	1.572	1.441.6	130.4	97.4	33.0	1.39
Jongovito	3.539	3.436.3	102.7	41.3	61.4	1.30
Promedio	3.309.9	3.147.48	162.42	109.40	53.02	7.55
% N-Total	100	95.09	4.90	3.49	1.60	0.22

TABLA XIII
Formas de Nitrógeno en los Suelos Estudiados
bajo condiciones de Bosque
Resultados en ppm

Nombre	N Total	N Orgánico	N-NH ₄ Inorgánico	N-NH ₄ Fijo	N-NH ₄ Intercambiable	N-NH ₃
La Laguna	5.022	4.843.8	178.2	100.0	78.0	14.55
Mocondino	5.638	5.466.8	171.2	87.2	84.0	10.17
Obonuco	3.442	3.281.1	160.9	71.4	89.5	1.33
Anganoy	5.678	5.550.6	127.4	32.4	95.0	10.10
Aranda	5.658	5.506.1	151.9	73.5	78.4	0.19
Catambuco	5.713	5.551.6	161.4	100.4	61.0	0.89
Yacuanquer	3.468	3.297.7	170.3	126.3	44.0	29.53
Botana	6.145	5.919.8	225.2	141.2	84.0	7.87
Mapachico	4.013	3.818.4	194.6	105.6	89.0	16.49
Jongovito	2.320	2.218.7	101.3	57.0	44.3	4.54
Promedio	4.709.7	4.545.46	164.24	89.52	74.72	9.11
% N-Total	100	96.51	3.27	1.90	1.58	0.19

TABLA AIV
Formas de Nitrógeno en los Subsuelos Estudiados
bajo condiciones de Bosque
Resultados en ppm

Nombre	N Total	N Orgánico	N-NH ₄ Inorgánico	N-NH ₄ Fijo	N-Nh ₄ Intercambiable	N-NH ₃
La Laguna	3.787	3.535.0	252.0	179.5	72.5	6.12
Mocondino	3.583	3.416.5	166.5	98.8	67.7	5.67
Obonuco	2.783	2.580.5	202.5	134.6	67.9	4.99
Anganoy	4.817	4.682.6	134.4	78.4	56.0	3.54
Aranda	2.442	2.198.0	244.0	167.5	56.5	8.88
Catambuco	3.332	3.186.7	145.3	100.6	44.7	5.63
Yacuanquer	3.008	2.904.8	103.2	64.2	39.0	1.34
Botana	4.841	4.628.5	212.5	145.5	67.0	6.85
Mapachico	3.227	3.086.4	140.6	90.6	50.0	10.43
Jongovito	8.084	7.959.0	125.0	85.3	39.7	13.13
Promedio	3.990.4	3.817.8	172.6	116.50	56.1	6.65
% N-Total	100	95.72	4.27	2.86	1.40	0.16

TABLA XV
Formas de Nitrógeno en los Suelos Estudiados
bajo condiciones de Pradera
Resultados en ppm

Nombre	N Total	N Orgánico	N-NH ₄ Inorgánico	N-NH ₄ Fijo	N-NH ₄ Intercambiable	N-NH ₃
La Laguna	6.226	6.041.4	184.6	112.6	72.0	17.18
Mocondino	3.502	3.336.3	165.7	109.4	56.3	21.69
Obonuco	2.797	2.574.8	222.2	138.2	84.0	11.02
Anganoy	4.783	4.558.7	224.3	168.3	56.0	10.11
Aranda	3.873	3.694.5	178.5	11.3	67.2	35.77
Catambuco	3.434	3.315.9	118.1	62.0	56.1	14.25
Yacuanquer	4.463	4.316.8	146.2	74.2	72.0	25.25
Botana	3.414	3.157.9	256.1	128.1	128.0	13.67
Mapachico	2.500	2.300.0	200.0	155.0	45.0	4.33
Jongovito	5.444	5.196.0	248.0	176.0	72.0	13.22
Promedio	4.043.6	3.849.23	194.3	123.51	70.86	16.64
% N-Total	100.00	95.31	4.80	3.05	1.75	0.41

TABLA XVI
 Formas de Nitrógeno en los Subsuelos Estudiados
 bajo condiciones de Pradera
 Resultados en ppm

Nombre	N Total	N Orgánico	N-NH ₄ Inorgánico	N-NH ₄ Fijo	N-NH ₄ Intercambiable	N-NH ₃
La Laguna	4.508	4.365.6	142.4	70.4	72.0	12.38
Mocondino	2.710	2.473.7	236.3	181.3	55.0	0.83
Obonuco	2.327	2.134.1	192.9	125.6	67.3	12.24
Anganoy	3.391	3.144.3	246.7	196.7	50.0	0.40
Aranda	1.944	1.809.5	134.5	73.5	61.0	7.00
Catambuco	2.227	2.114.7	112.3	70.3	42.0	5.88
Yacuanquer	2.121	1.974.5	146.5	79.5	67.0	6.53
Botana	1.712	1.576.0	136.0	58.0	78.0	14.49
Mapachico	1.336	1.168.8	167.2	139.2	28.0	14.43
Jongovito	4.395	4.216.0	179.0	109.0	70.0	11.48
Promedio	2.667.10	2.497.72	169.38	110.35	59.03	8.56
% N-Total	100	93.64	6.34	4.13	2.43	0.32

TABLA XVII

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO EN ppm. DE LAS
FRACCIONES DE NITROGENO EN SUELOS BAJO CONDICIONES
DE CULTIVO.

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
Nitrógeno total	6.794.00	4.000.80	1.769.00
Nitrógeno orgánico	6.625.00	3.834.41	1.610.20
Nitrógeno inorgánico, N-NH ₄	272.60	166.39	113.40
Nitrógeno fijo, N-NH ₄	208.6	102.88	51.00
Nitrógeno intercambiable, N-NH ₄	84.0	63.51	44.80
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₃	18.89	10.12	2.38

TABLA XVIII

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO EN ppm. DE LAS
FRACCIONES DE NITROGENO EN LOS SUBSUELOS BAJO CON-
DICIONES DE CULTIVO.

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
Nitrógeno total	4.771.00	3.309.90	1.572.00
Nitrógeno orgánico	4.620.00	3.147.50	1.441.60
Nitrógeno inorgánico, N-NH ₄	257.30	162.42	102.70
Nitrógeno fijo, N-NH ₄	190.30	109.40	41.30
Nitrógeno intercambiable, N-NH ₄	67.00	53.02	33.00
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₃	20.72	7.55	1.30

TABLA XIX

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO EN ppm. DE LAS
FRACCIONES DE NITROGENO EN SUELOS BAJO CONDICIONES
DE BOSQUE.

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
Nitrógeno total	6.145.00	4.709.70	2.320.00
Nitrógeno orgánico	5.919.80	4.545.46	2.218.70
Nitrógeno inorgánico, N-NH ₄	225.20	164.24	101.30
Nitrógeno fijo, N-NH ₄	141.20	89.52	32.40
Nitrógeno intercambiable, N-NH ₄	95.00	74.72	44.30
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₃	29.53	9.11	0.19

TABLA XX

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO EN ppm. DE LAS
FRACCIONES DE NITROGENO EN LOS SUBSUELOS BAJO CON-
DICIONES DE BOSQUE.

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
Nitrógeno total	8.084.00	3.990.40	2.442.00
Nitrógeno orgánico	7.959.00	3.817.80	2.198.00
Nitrógeno inorgánico, N-NH ₄	252.00	172.60	103.20
Nitrógeno fijo, N-NH ₄	179.50	116.50	64.20
Nitrógeno intercambiable, N-NH ₄	72.50	56.10	39.00
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₃	13.13	6.65	1.34

TABLA XXI

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO EN ppm. DE LAS
FRACCIONES DE NITROGENO EN SUELOS BAJO CONDICIONES
DE PRADRA

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
Nitrógeno total	6.226.00	4.043.60	2.500.00
Nitrógeno orgánico	6.041.40	3.849.23	2.300.00
Nitrógeno inorgánico, N-NH ₄	256.10	194.30	118.10
Nitrógeno fijo, N-NH ₄	176.00	123.51	62.00
Nitrógeno intercambiable, N-NH ₄	128.00	70.86	45.00
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₃	25.25	16.64	4.33

TABLA XXII

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO EN ppm DE LAS
FRACCIONES DE NITROGENO EN SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE PRAEDERA

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
Nitrógeno total	4.508.00	2.667.10	1.336 00
Nitrógeno orgánico	4.365.60	2.497.72	1.168.80
Nitrógeno inorgánico, N-NH ₄	246.70	169.38	112.30
Nitrógeno fijo, N-NH ₄	196.70	110.35	58.00
Nitrógeno intercambiable, N-NH ₄	78.00	59.03	28.00
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₃	14.49	8.56	0.40

La cantidad mas baja es de 1.769 p.p.m. (Mapachico, condiciones de cultivo) y el máximo es de 6.794 p.p.m. (Aranda, condiciones de cultivo).

Los subsuelos presentan los promedios de 3.309,9 , 3.990,4 y 2.667,1 p.p.m. para las condiciones de cultivo, bosque y pradera respectivamente. La cantidad mínima corresponde a Mapachico, (pradera), con 1.336 p.p.m., mientras que el máximo con 8.084 p.p.m. está en Jongobito (bosque).

La existencia de una cantidad relativamente alta de nitrógeno total en los suelos del Altiplano de Pasto es un resultado que puede calificarse de normal, si se tienen en cuenta las condiciones ambientales que van a favorecer la acumulación del nitrógeno orgánico, como se discutirá inmediatamente.

Mas llamativos son los resultados correspondientes a la presencia del nitrógeno total en el subsuelo. Las cantidades son decididamente altas y a veces muy altas, como sucede por ejemplo con Jongobito (8.084 p.p.m., bosque), Anganoy (4.771 p.p.m., cultivo) y La Laguna (4.508 p.p.m., pradera).

Algunas explicaciones se pueden intentar al respecto. Como indican Zambrano, Erazo y Nicholls (57), hay registro de muchas erupciones del Volcán Galeras (22 en el presente siglo), que han podido influir cubriendo vegetaciones anteriores que aparecen actualmente mezcladas con el material e-

ruptivo a niveles inferiores al suelo.

Por otra parte, como ya fué observado por Mora y Le guarda (39), en esta clase de suelos volcánicos nariñenses se presenta cierta similitud de la relación C/N para suelos y subsuelos. Esto indicaría una lixiviación de materia orgánica, fuente principal de nitrógeno. Según Kononova (36), la acumulación de materiales orgánicos a ciertas profundidades es un hecho normal en zonas frías donde se producen distintos grados de podsolización.

4.2.2 Nitrógeno orgánico.

Como era de esperarse y siendo alto el contenido de nitrógeno total, su fracción mas importante, el nitrógeno orgánico presenta la misma característica cuantitativa.

En promedio el nitrógeno orgánico de los suelos muestra un contenido de 3.834,4 (95,84% del N-total), 4.545,4 (96,51% del N-total) y 3.854,2 p.p.m. (95,31% del N-total) para las condiciones de cultivo, bosque y pradera respectivamente. El contenido mínimo se presentó en Mapachico (cultivos) con 1.610,2 p.p.m. y el máximo con 6.625,0 p.p.m. correspondió a Aranda (cultivos).

Los promedios para los subsuelos también son altos con 3.147,5 (95,09% del N-total), 3.187,8 (95,72% del N-total) y 2.497,7 p.p.m. (93,64% del N-total) para condiciones

de cultivo, bosque y pradera respectivamente, con un máximo de 7.959,0 p.p.m. para Jongobito (bosque) y un mínimo de 1.441,6 p.p.m. para Mapachico (cultivo).

Las cantidades absolutas y los porcentajes del nitrógeno orgánico, con relación al nitrógeno total, son más altas que las encontradas en el Valle del Cauca (Blasco, 14), Cesar (Tafur y Blasco, 50), Guajira (Durán, 29) y Amazonas (Blasco, 15).

Muy posiblemente la causa principal de la acumulación de materiales orgánicos nitrogenados venga relacionada con la baja temperatura media de la región. Como indica Alexander (3), las bajas temperaturas influyen en que la actividad microbiológica de los suelos disminuya, por tanto la acumulación de materiales orgánicos es mayor.

Al igual que sucedía con el nitrógeno total, el nitrógeno orgánico presenta altas cantidades en el subsuelo, siendo sus porcentajes en la mayoría de los casos prácticamente iguales a los correspondientes al suelo.

Obviamente este hecho está señalando que la fracción orgánica es relativamente más abundante en algunos subsuelos, lo cual corrobora la tesis de que las erupciones volcánicas han cubierto vegetaciones anteriores mezclando la materia orgánica con los materiales inorgánicos extrusivos a diversas profundidades.

4.2.3 N-NH₄ inorgánico total.

En promedio los contenidos de N-NH₄ inorgánico total para los suelos fueron 166,39 (4,15% del N total), 164,24 (3,27% del N total) y 194,3 p.p.m. (4,80% del N total), para condiciones de cultivo, bosque y pradera.

En promedio para los subsuelos los resultados fueron 162,42 (4,90% del N total), 172,6 (4,27% del N total) y 169,38 p.p.m. (6,34% del N total) para condiciones de cultivo, bosque y pradera.

Para los suelos el máximo fue de 272,6 p.p.m. en An ganoy (cultivo) y el mínimo contenido fue de 101,3 p.p.m., presentado en Jongobito (bosque). En subsuelos el contenido máximo fue de 257,3 p.p.m. en La Laguna (cultivo) y el mínimo se registró en Jongobito (cultivo) con 102,7 p.p.m..

De acuerdo a estos resultados se puede decir que el porcentaje de nitrógeno inorgánico total en los suelos volcánicos del Altiplano de Pasto es inferior a los registrados para los suelos del Valle del Cauca (Blasco, 14), Cesar (Ta - fur y Blasco, 50) y Guajira (Durán, 29). Por otra parte se observa que el porcentaje del nitrógeno inorgánico total aumenta con la profundidad.

Es interesante también observar que en el subsuelo bajo condiciones de pradera se da el porcentaje máximo de ni.

trógeno total inorgánico, aproximadamente un 2% más que en subsuelos de cultivo y bosque. Incluso en los suelos ocurre lo mismo aunque en mucho menor proporción.

Debido a la escasez de estudios al respecto no se ve una explicación clara. Observando las dos fracciones del nitrógeno inorgánico, nitrógeno nativo fijo e intercambiable, posiblemente las gramíneas de pastoreo sean menos hábiles para extraer el nitrógeno nativo y/o requieran menos cantidades de nitrógeno intercambiable.

Se considera que las plantas pueden obtener parte del nitrógeno nativo fijo ya que Blasco y Cornfield (16), demostraron que parte del mismo era asequible a los microorganismos del suelo.

4.2.4 N-NH₄ intercambiable.

Para los suelos y en promedio las cantidades de nitrógeno intercambiable fueron 63,51 (1,58% del N-total); 74,72 (1,58% del N-total) y 70,86 p.p.m. (1,75% del N-total) para cultivo, bosque y pradera, respectivamente. El máximo y el mínimo de 44,3 p.p.m. en Jongobito, bosque.

El promedio para los subsuelos fué de 53,02 (1,06% del N-total); 56,1 (1,40% del N-total) y 59,03 p.p.m. (2,43% del N-total) para cultivo, bosque y pradera respectivamente.

El máximo correspondió a Botana (pradera) con 78,0 p.p.m. y el mínimo a Mapachico (pradera) con 28,0 p.p.m..

Al igual que sucedía con las otras fracciones inorgánicas, también se puede decir que el porcentaje de nitrógeno intercambiable en los suelos volcánicos del Altiplano de Pasto es inferior al registrado en los otros suelos colombianos estudiados (Blasco, 14; Durán, 29; Tafur y Blasco, 50).

Posiblemente los resultados obtenidos en los suelos volcánicos estudiados estén indicando que la mineralización y el paso de nitrógeno inorgánico fijo a intercambiable es lento. Como causas podrían sugerirse las siguientes:

Para la mineralización lenta, el hecho de que posiblemente debido a las bajas temperaturas y a la reacción ácida del suelo no haya una adecuada proliferación y ataque de los microorganismos a los materiales orgánicos. O bien que éstos, además, son resistentes a la mineralización por abundar materiales de naturaleza lignica.

Para el paso lento del nitrógeno nativo fijo a intercambiable habrá que suponer que la alófana es una fuerte fijadora de nitrógeno, aspecto que debe investigarse adecuadamente.

Si se comprueba la alta fijación de la alófana para el nitrógeno se deduciría que difícilmente podría haber gran

des cantidades de nitrógeno intercambiable en los suelos volcánicos.

Desde el punto de vista agronómico y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y los resultados obtenidos, se puede indicar que a pesar del alto contenido de nitrógeno total los suelos del Altiplano de Pasto muy probablemente responderán a aplicaciones nitrogenadas de aproximadamente 75 Kg/N/ha..

4.2.5 N-NH₄ nativo fijo.

En promedio, las cantidades de N-NH₄ nativo fijo fueron de 102,88 (2,56% del N-total); 89,52 (1,90% del N-total) y 123,51 p.p.m. (3,05% del N-total) para los suelos bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera.

En los subsuelos los promedios fueron de 109,40 (3,49% del N-total); 116,50 (2,86% del N-total) y 110,35 p.p.m. (4,13% del N-total).

En los suelos el máximo se obtuvo en Anganoy (cultivos) con 272,6 p.p.m. y el mínimo también en Anganoy (bosque) con 32,4 p.p.m.. Para los subsuelos el máximo correspondió a Anganoy (pastos) con 196,7 p.p.m., y el mínimo a Jongobito (cultivos) con 41,3 p.p.m..

Estos porcentajes son inferiores a los encontrados

en los suelos del Cesar (Blasco y Tafur, 50), Guajira (Durán, 29) y Valle del Cauca (Blasco, 14).

En concordancia con lo anterior Mikami y Kanehiro (37), indican que los suelos volcánicos de Hawaii tienen menor cantidad de $N-NH_4$ nativo fijo que suelos basálticos.

Posiblemente este resultado similar entre las dos investigaciones indican que las cantidades de nitrógeno nativo fijo, y posiblemente el nitrógeno inorgánico total, sean menores en suelos volcánicos que en otras clases de suelos.

El porcentaje de nitrógeno nativo fijo aumenta con la profundidad. Similares resultados han encontrado en otros suelos Moore y Ayeke (38), en Nigeria; Durán (29) y Tafur y Blasco (50), en Colombia.

Se discrepa un tanto de los resultados encontrados por Mikami y Kanehiro (37), en los suelos volcánicos de Hawaii quienes indican una disminución de nitrógeno nativo fijo al aumentar la profundidad. Sin embargo anotan que esa disminución fué muy poca comparada con la registrada en suelos basálticos.

Teniendo en cuenta así mismo los datos obtenidos en esta investigación para las distintas fuentes de nitrógeno y lo indicado por Mikami y Kanehiro (37), se podría pensar que

en los suelos volcánicos hay una distribución del nitrógeno en el perfil bastante más homogénea que en las otras clases de suelos donde la mayor parte del nitrógeno se concentra en el horizonte A.

4.2.6 N-NH₃ .

En promedio, los valores para el nitrógeno amoniacal en los suelos fué de 10,12 (0,25% del N-total); 9,11 (0,19% del N-total) y 16,64 p.p.m. (0,41% del N-total) para las condiciones de cultivo, bosque y pradera. El máximo correspondió a Yacuanquer (bosque) con 29,53 p.p.m. y el mínimo a Aranda (bosque) con 0,19 p.p.m..

Los promedios para los subsuelos fueron de 7,55 (0,22% del N-total); 6,65 (0,16% del N-total) y 8,56 p.p.m. (0,32% del N-total) para condiciones de cultivo, bosque y pradera, respectivamente. El máximo se obtuvo en Yacuanquer (cultivo) con 20,72 p.p.m. y el mínimo en Anganoy (bosque) con 0,40 p.p.m..

Aunque las cifras totales son adecuadas, el porcentaje de nitrógeno amoniacal es bajo. Cabe deducir que la nitrificación subsiguiente será muy débil, lo cual volvería a hacer ver la necesidad de fertilizantes nitrogenados para sostener los cultivos. Es conveniente que en otra investigación se compare la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados amoniacales y nítricos. Probablemente, además de úrea, co

munmente utilizada en Nariño, podrían usarse fertilizantes nitrícos.

4.3 Correlación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable.

En la Tabla XXIII se presenta el estudio estadístico de la relación entre el nitrógeno total y el intercambiable. Para la condición de bosque no se encontró correlación entre ambas formas de nitrógeno. Esto significa que es errático usar las cifras de nitrógeno total como base para recomendar en el campo de la fertilidad. Es interesante hacer la anotación de que los laboratorios colombianos mientras expresan siempre en sus formas aprovechables al fósforo y al potasio, olvidan la correspondiente al nitrógeno intercambiable que es igual de importante.

De la figura 3 a la 9, se presentan fotografías que muestran los contenidos promedios de las diferentes formas de nitrógeno en los suelos y subsuelos del Altiplano de Pasto, bajo las condiciones de cultivo, bosque y pradera.

Cálculo de coeficientes de correlación y líneas de regresión para w -total y N -intercambiable.

en las siguientes condiciones de

	Cultivo	Losque	Pradera
Coefficiente de correlación (r)	0,09	0,103	0,075
Línea de regresión (Y)	$Y = 0,000403X + 61,89$	$Y = 0,0075X + 39,39$	$Y = 0,00010X + 70,45$
"t" calculado	0,30 (NS)	0,34 (NS)	0,25 (NS)
"t" tabulado	5% 2,26	2,26	2,26
	1% 3,25	3,25	3,25

NS = No significativo.

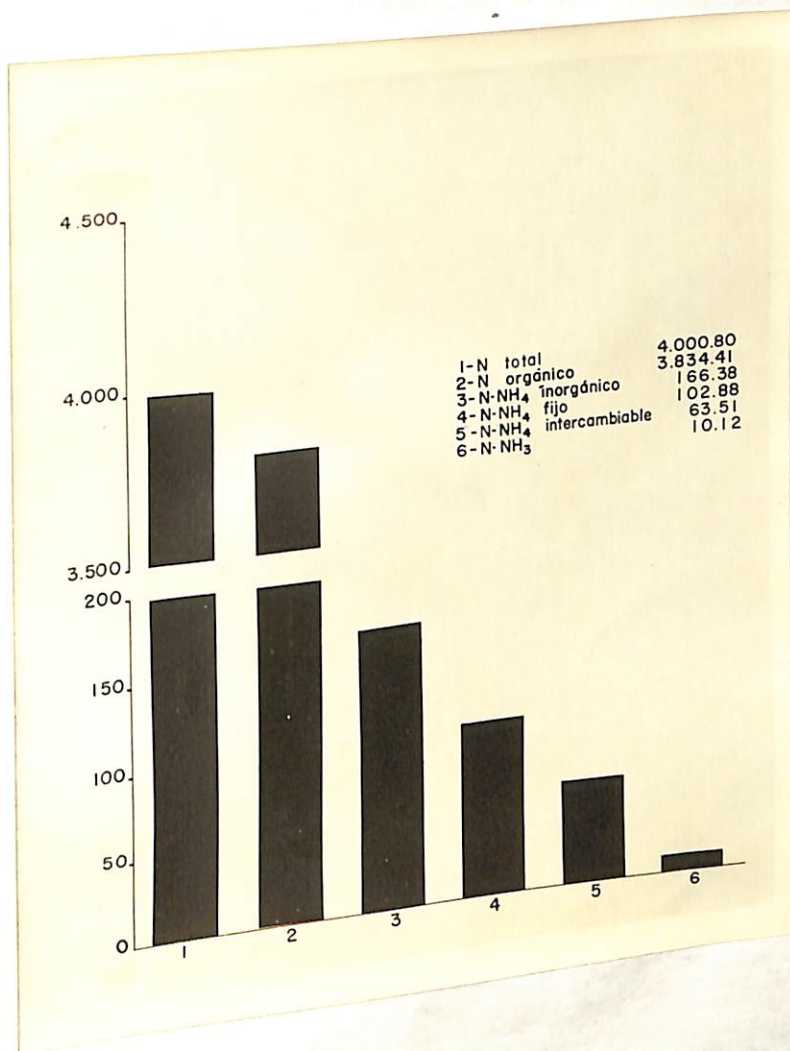
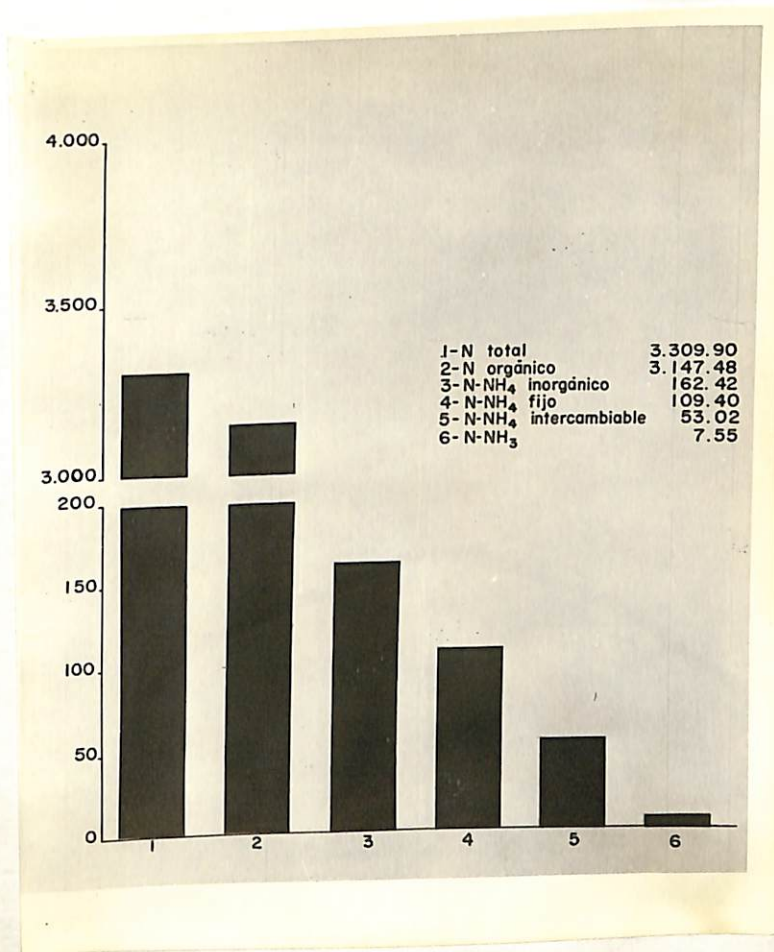


Figura 3. ✓ Contenidos promedios (en p.p.m.) de las formas del nitrógeno en diez suelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de cultivo.

Foto: I. Santacruz

14



15

Figura 4. Contenidos promedios (en p.p.m.) de las formas del nitrógeno en diez subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de cultivo.

Foto: I. Santacruz

Universidad de Narino

BIBLIOTECA ALBERTO GULIANO GUERRERO

212839

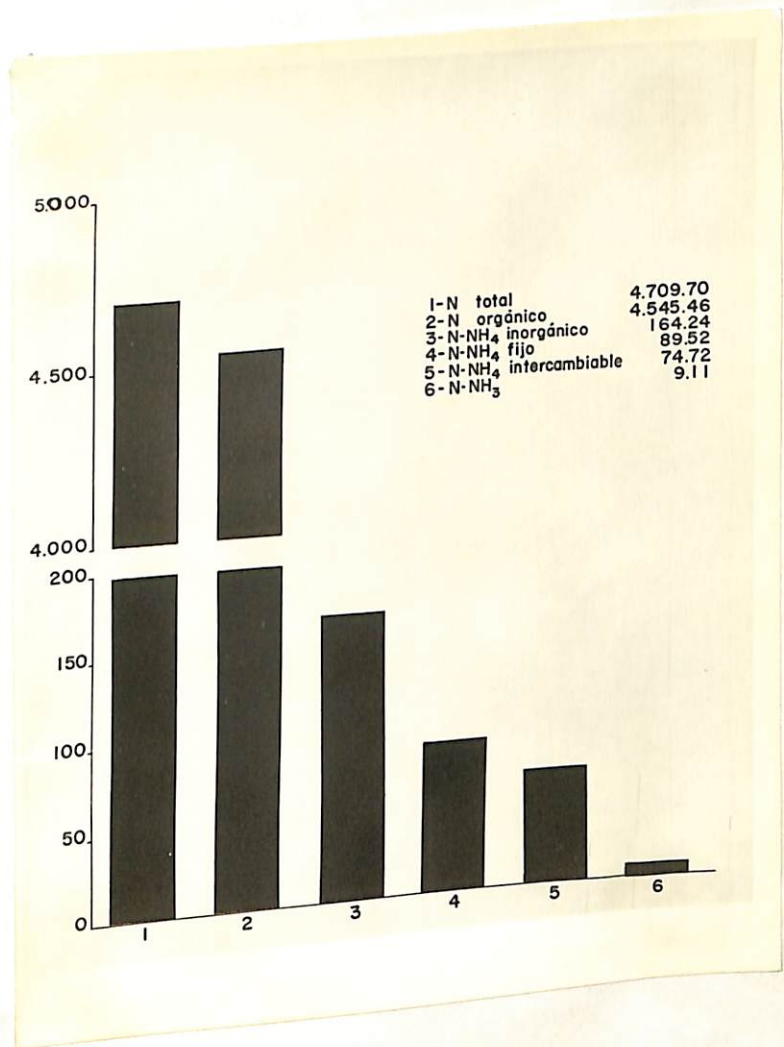


Figura 5. Contenidos promedios (en p.p.m.) de las formas del nitrógeno en diez suelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de bosque.

Foto: I. Santacruz.

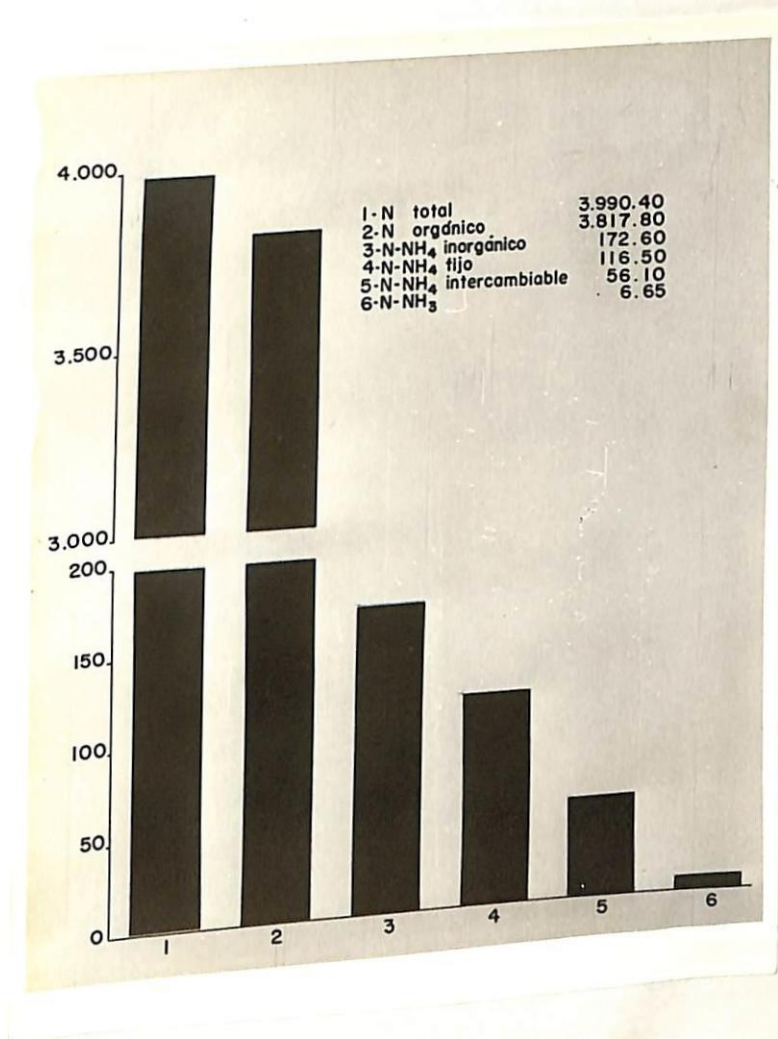


Figura 6. Contenidos promedios (en p.p.m.) de las formas del nitrógeno en diez subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de bosque.

Foto: I. Santacruz

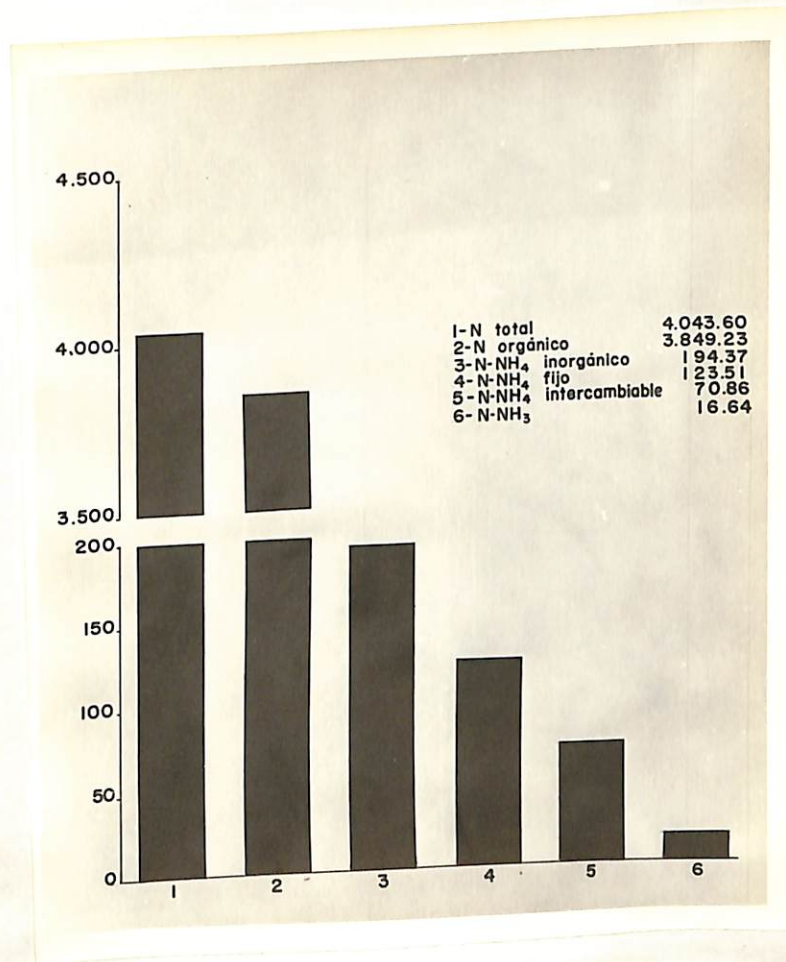


Figura 7. Contenidos promedios (en p.p.m.) de las formas del nitrógeno en diez suelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de pradera.

Foto: I. Santacruz

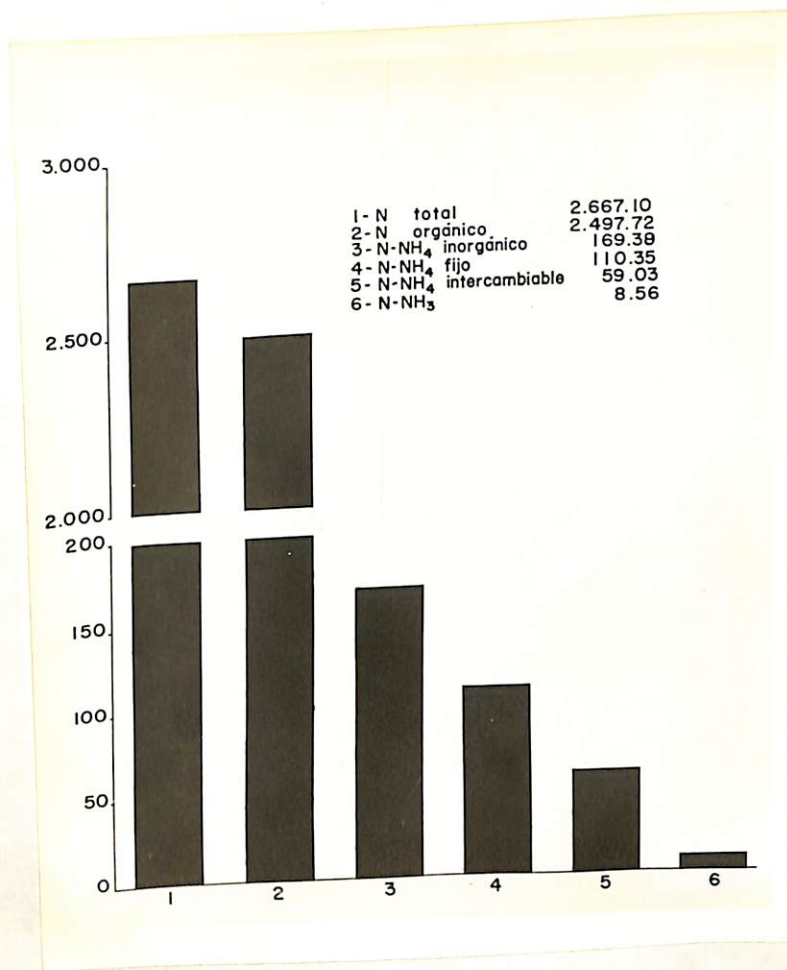


Figura 8. Contenidos promedios (en p.p.m.) de las formas del nitrógeno en diez subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de pradera.

Foto: I.Santacruz

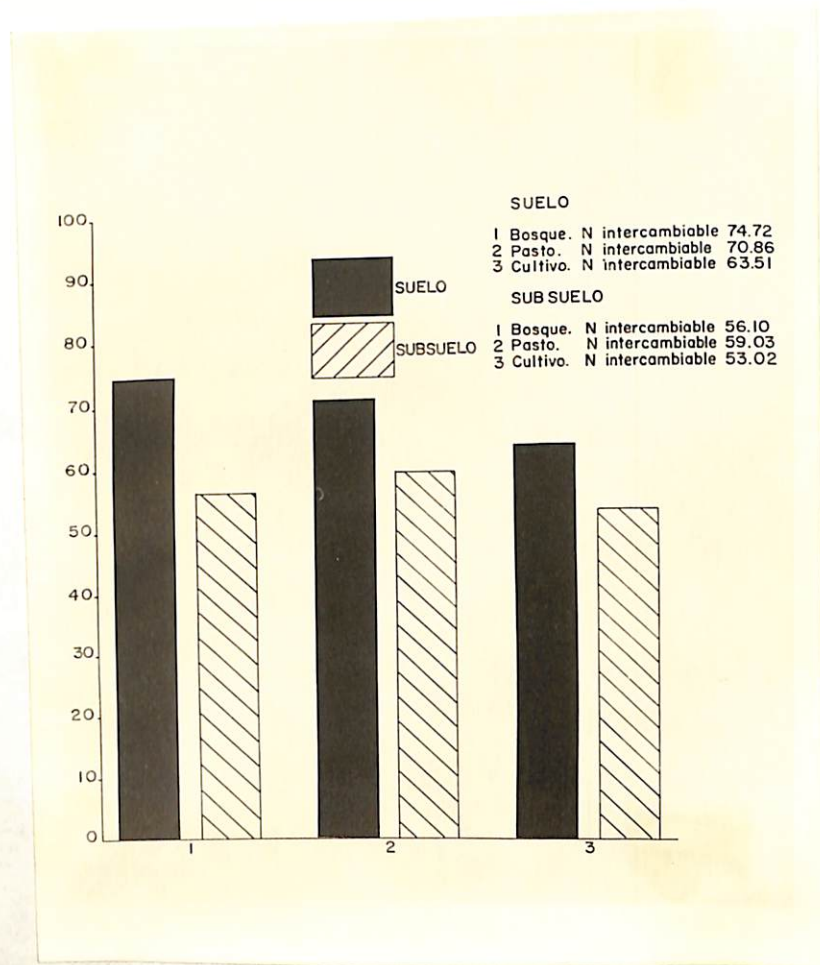


Figura 9. Comparación entre los contenidos promedios (en p.p.m.) de N-NH₄ intercambiable en los suelos y subsuelos del Altiplano de Pasto bajo condiciones de bosque, pradera y cultivo.

Foto: I. Santacruz.

V. CONCLUSIONES

I. Los suelos volcánicos del Altiplano de Pasto muestran un buen contenido de nitrógeno total, que en promedio se aproxima a 0,4%. Es llamativo que el subsuelo también contenga altas cantidades de nitrógeno (en promedio entre 0,39 y 0,26%).

II. De la conclusión anterior se puede deducir que en los perfiles de los suelos volcánicos estudiados hay una distribución cuantitativa homogénea del nitrógeno total, posiblemente debido a las erupciones del Volcán Galeras que han cubierto vegetaciones anteriores.

III. El nitrógeno orgánico, tanto en suelos como subsuelos, representó aproximadamente el 95% del nitrógeno total. La acumulación de materiales orgánicos en el Altiplano debe atribuirse a las condiciones ambientales que influyen en una menor actividad microbiológica.

IV. El contenido de nitrógeno total inorgánico ($N-NH_4$) se aproxima al 4,10% del nitrógeno total, y en los subsuelos se presenta cerca del 5%. Estos datos son los más bajos obtenidos hasta el momento en suelos colombianos.

V. El contenido de la fracción de nitrógeno nativo fijo ($N-NH_4$) fué de 2,50% del nitrógeno total en suelos mientras que en los subsuelos llegó a 3,50%. Al igual que o

curría con el nitrógeno total inorgánico, estos porcentajes son inferiores a las otras regiones colombianas estudiadas.

VI. El nitrógeno intercambiable ($N-NH_4$) representó aproximadamente el 1,60% del nitrógeno total en suelos y el 1,80% en los subsuelos.

VII. Considerando las tres fracciones anteriores juntas, se concluye que el nitrógeno inorgánico presenta bajas cantidades en los suelos derivados de materiales volcánicos en el Altiplano de Pasto. Además, el nitrógeno inorgánico aumenta con la profundidad del perfil.

VIII. No se encontró correlación entre el contenido total de nitrógeno y su fracción intercambiable.

IX. A pesar del alto contenido de nitrógeno total, los resultados obtenidos para el nitrógeno intercambiable señalan que los suelos del Altiplano deben responder a aplicaciones de nitrógeno del orden de los 75 kilos/ha.

X. El nitrógeno amoniacal representó alrededor del 0,25% del nitrógeno total. Aunque las cifras totales son adecuadas su porcentaje es bajo. Es presumible una nitrificación débil en estos suelos.

VI. RESUMEN

Los suelos volcánicos usados en esta investigación fueron obtenidos de el Altiplano de Pasto (Nariño, S.O. de Colombia) en las estribaciones del Volcán Galeras. El Altiplano está situado entre los 2.500 y 2.800 m. sobre el nivel del mar. Los promedios de temperatura y precipitación media son 13° C y 700 mm, respectivamente.

De acuerdo a los resultados puede decirse que el contenido de N-total en los suelos del Altiplano es alto, en promedio cerca de 4.000 p.p.m. en los suelos y 3.000 p.p.m. en los subsuelos. El N-orgánico representó cerca del 95% del N-total.

El promedio de N-NH₄ inorgánico total como una fracción del N-total varió de 3,27% a 6,34% y el amonio nativo fijo tuvo un rango entre el 1,90% a 4,13%. La cantidad relativa de N presente como N-NH₄ total inorgánico, tanto como el amonio nativo fijo, aumentó con el incremento de la profundidad del perfil.

En promedio el N-NH₄ intercambiable varió de 1,40% a 2,43% del N-total. Todos estos porcentajes correspondientes a la fracción de N-inorgánico (total, nativo fijo e intercambiable) son bajos en comparación con otros resultados obtenidos en suelos no volcánicos de Colombia.

Los resultados muestran que la concentración media de N-NH₃ varió de 0,16% a 0,41% de N-total.

Ninguna correlación estadística se encontró entre el N-total y N-NH₄ intercambiable.

SUMMARY

The volcanic soils used in this investigation were obtained from the Altiplano of Pasto (Nariño, D.W. of Colombia) in the slope of the Galeras Volcano. The Altiplano lies at about 7.500 - 8.400 feet over sea level. Mean average temperature and rainfall are 13° C and 700 mm respectively.

According to the results it can be said that total-N content in Altiplano soils is high, on average about 4.000 p.p.m. in top soils and 3.000 p.p.m. in subsoils. Organic-N represented nearly 95% of total-N.

On average total inorganic $\text{NH}_4\text{-N}$ as a fraction of total-N varied from 3,27% to 6,34% and native fixed ammonium was found to range from 1,90% to 4,13%. The relative amount of nitrogen present as total inorganic $\text{NH}_4\text{-N}$, as well as native fixed ammonium, increased with the increasing depth of profile.

On average exchangeable $\text{NH}_4\text{-N}$ ranged from 1,40% to 2,43% of total-N. All these percentages corresponding to the inorganic-N fraction (total, native fixed and exchangeable) are low in comparison, with other results obtained in non volcanic Colombian soils.

Results show that average concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ ranged from 0,16% to 0,41% of total-N.

No statistical correlation was found between total-N and exchangeable $\text{NH}_4\text{-N}$.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Adams, A.P., V.W. Bartholomew and F.E. Clark. Measurement of nucleic acid components in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18: 40 - 46. 1954.
2. Adams, K. and F.J. Stevenson. Ammonium sorption and release from rocks and minerals. Soil Sci. Amer. Proc. 28: 345-351. 1964.
3. Alexander, M. Introduction to soil microbiology. John Wiley. 472 p. 1964.
4. Allison, F.E., J.H. Doetsch and E.M. Koller. Ammonium fixation and availability in Harper's clay loam. Soil Sci. 75: 173 - 200. 1951.
5. _____ . Availability of fixed ammonium in soils containing different clay minerals. Soil Sci. 75: 373 - 381. 1953.
6. Allison, F.E., M. Kefauver and E.M. Koller. Ammonium fixation in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17: 107-110. 1953.
7. Allison, F.E. and E.M. Koller. A comparison of leaching and distillation procedures for determining fixed ammonium in soils. Soil Sci. 80: 349 - 362. 1955.
8. Aomine, S. The fixation of ammonium in soils. I. Ammonium fixation of some soils in Southeastern provinces of Japan.

- 23: 83 - 87. 1951. (En Abs. Soils and Fertilizers. 15: 1569. 1952).
9. 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.
10. Barros, P.R. determinación de molibdeno, cobre y cobalto en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Univ. de Nariño. Pasto. 106 p. 1969. (Tesis de grado no publicada).
11. Barshad, I. Cation exchange in micaceous minerals. I. Replacability of the interlayer cations of vermiculite with ammonium and potassium ions. *Soil Sci.* 77: 463 - 472. 1953.
12. _____. Vermiculite and its relation to biotite as revealed by base exchange reaction, X-ray analysis, differential thermal curves, and water content. *Amer. Mineral.* 33: 655 - 678. 1948.
13. _____. Cation exchange in soils. I. Ammonium fixation and its relation to potassium fixation and to determination of ammonia exchange capacity. *Soil Sci.* 72: 361-371. 1951.
14. Blasco, M. Studies on some aspects of nitrogen in the soils of Colombia. Thesis, Ph.D. University of London. 311 p. 1966.

15. _____. Información preliminar de los suelos del Amazo - nas colombiano. *Anales de Edafología y Agrobiología*. Ma drid. 27 pp. 1968. (En prensa).
16. Blasco, M. and A.H. Cornfield. Fixation of added ammonium and nitrification of fixed ammonium in soils clays. *Jour. Sci. Ed. Agric.* 17: 481 - 484. 1966.
17. _____. Effect of soil moisture con - tent during incubation on the nitrogen-mineralizing cha racteristics of the Colombian soils (South America). *Geo derma*. I: 19 - 23. 1967.
18. Bouyoucos, G.J. A comparison between the pipette method and the hydrometer method of making analysis of successful. *Soil Sci.* 38: 335 - 345. 1934.
19. Bremner, J.M. The amino-acid composition of the protein ma - terial in soil. *Biochem. Jour.* 47: 538 - 542. 1950.
20. _____. Amino-acids in soil. *Nature*. 165: 367. 1951.
21. _____. The nature of soil nitrogen complexes. *Jour. Sci. Food Agric.* 3: 497 - 500. 1952.
22. _____. Determination of fixed ammonium in soils. *Jour. Agric. Sci.* 52: 147 - 160. 1959.
23. _____. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldhal method. *Jour. Agric. Sci.* 55: 11 - 33. 1960.

24. Bremner, J.H. and T. Harada. Release of ammonium and organic matter from soil by hydrofluoric acid and effects of hydrofluoric acid treatment on extraction of soil organic matter by neutral and alkaline reagent. Jour. Agric. Sci. 52: 137 - 146. 1959.
25. Bremner, J.M. and K. Shaw. Studies on the estimation and decomposition of amino sugars in the soil. Jour. Agric. Sci. 44: 152 - 159. 1955.
26. _____ . Determination of ammonia and nitrate in soils. Jour. Agric. Sci. 46: 320 - 328. 1955.
27. Bueno, J. Estudio geológico del Departamento de Nariño. Minas y Petróleos. Informe No. 625. 1946. (Sin paginación).
28. Cornfield, A.H. Laboratory manual agricultural chemistry. Imperial College. London University. 75 p. 1966.
29. Durán, N.A. Principales características de los suelos de la Región algodonera del Sur de la Guajira. Fac. Agronomía. (Palmira). 50 p. 1968. (Tesis de grado no publicada).
30. Grosse, E.A. Area de la geología del Sur de Colombia. Compilación de estudios geológicos oficiales en Colombia. (Bogotá). 3: 138 - 241. 1931.
31. Hanway, J.H. and A.D. Scott. Ammonium fixation and release in certain Iowa soils. Soil Sci. 82: 379 - 386. 1956.

32. Harada, T. and K. Kutsuna. Ammonium fixation by residual soil from cristalline schists at Yahatahama. *Bul. Nat. Inst. Agric. Sci. Jap.* 3B: 17 - 41. 1954.
33. Ivanov, T. Non-exchangeable absorption of the ammonium cation by some soils. *C2v. Dobrud 2h. Inst. Tolbukhin.* 1962. 3: 5-19. (En *Abs. Soils and Fertilizers*, 27: 30. 1964).
34. Jackson, M. L. Soil Chemical analysis. 2nd. ed. Prentice Hall Inc. N. J. 498 p. 1960.
35. Kojima, T. Soil organic nitrogen. I. Nature of the organic nitrogen in a muck soil from Geneveve. *Soil Sci.* New York. 64: 157 - 165. 1947.
36. Kononova, M. M. Soil organic matter. Pergamon Press. 450p. 1961.
37. Mikami, D. T. and Y. Kanehiro. Native fixed ammonium in Hawaiian soils. *Vol. 32. 4*: 481 p. 1968.
38. Moore, A. W. and C. A. Ayeke. HF-extractable ammonium nitrogen in four Nigerian soils. *Soil Sci.* 99: 335-338. 1965.
39. Mora, E. y L. Legarda. Estudio de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionadas con las formaciones ecológicas. Univ. de Nariño. (Pasto). 179 p. 1969. (Tesis de grado).
40. Mortland, M. M. Reactions of ammonia in soils. *Adv. in Agr. Acad. Press.* New York. 18: 325 - 328. 1958.

41. Nommik, H. Fixation and defixation of ammonium in soils. *Acta Agric. Scand.* 7: 395 - 436. 1957.
42. Olsen, C. On the analytical determination of ammonia. *Comp. Rend. Lab. calberg.* 17 (15): 1-20. 1927.
43. Ordoñez, H. Estudio sobre algunos aspectos del potasio en los suelos del Altiplano de Pasto. Univ. de Nariño. (Pasto). 114 p. 1969. (Tesis de grado).
44. Keitemeier, R. F. Soil potassium fixation. *Adv. in Agr. Acad. Press.* New York. 3: 113 - 164. 1951.
45. Rodríguez, G. Fixed ammonium in tropical soils. *Jour. Soil Sci.* 5: 264 - 274. 1954.
46. Saiz del Río, J. F. y E. Bornemisza. Análisis químico de suelos. Turrialba. (Costa Rica). O.E.A. 107 p. 1961.
47. Silva, F. et al. Métodos analíticos del Laboratorio de suelos. 2a. ed. Agustín Codazzi. (Bogotá). 138 p. 1963.
48. Stevenson, F. J. Distribution of the forms of nitrogen in some profiles. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21: 283 - 287. 1957.
49. Tafur, N. Principales características químicas de los suelos de la región algodonera de Valledupar (Cesar). Fac. de Agronomía. (Palmira). 135 p. 1968. (Tesis de grado).

50. Tafur, N. y M. Blasco. El nitrógeno en los suelos del Valle del Cesar. Acta Agronómica. (Palmira). 18: 7-16. 1968.
51. Tamini, Y.N., Y. Kanehiro and G. Sherman. Ammonium fixation in amorphous Hawaiian soils. Soil Sci. 95: 426 - 430. 1963.
52. Walsh, L.M. Native fixed ammonium and fixation of applied ammonium in several Wisconsin soils. Soil Sci. 89: 163 - 193. 1960.
53. Walsh, M.L. and J.T. Murdock. Native fixed ammonium and fixation of applied ammonium in several Wisconsin soils. Soil Sci. 89: 183 - 193. 1960.
54. Winogradsky, S.N. Microbiologie du sol. Masson Univ., et Cie. 861 p. 1949.
55. Wlotzka, F. Untersuchungen zur geochemie des stickstoffs. Geochimica et Cosmochimica Acta. 24: 106 - 154. 1961.
56. Young, J.L. and B.L. McNeal. Ammonia and ammonium reaction with some layer-silicate minerals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 334 - 339. 1964.
57. Zambrano, D.H., L.E. Erazo y W. Nicholls. Atlas Agrológico del Depto. de Nariño. Univ. de Nariño. (Pasto). 205 p. 1969. (Tesis de grado).

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

T
631.42
M722
Ej.1

Inventario: 212839
Autor: Molina A., Cruz E.
Título: Estudios sobre algunos
aspectos del nitrógeno en ...

Fecha Dev.	Nombre	Carnet



T
631.42
M722
Ej.1

212839

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO OMBIANO GUERRERO

212839 -