

**ESTUDIO SOBRE EL POTASIO EN ALGUNOS SUELOS
DE CLIMA MEDIO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

Por

BERNARDO GARCIA REALPE

**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 TECNOLOGICO AGRICOLA**

Pasto - Colombia

1.969

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

AN
T
631.41
G 216

" Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son de responsabilidad exclusiva de su autor".

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

Enviado Carlos Felipe

LIBRERIA

No.	19575	Ej.	7
Valor	\$ 300.00	V.A.	
Fecha	10-11-76	Don.	76
Fact.	afuerza		
Libreria	Autob...		

A mis padres

A mis hermanos

A mis familiares

A mis amigos

DEDICO

Bernardo Garcia Realpe

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del potasio	3
2.2 El potasio en el suelo	4
2.2.1 Fijación del potasio	5
2.3 Formas del potasio.	7
2.3.1 Potasio soluble en agua	7
2.3.2 Potasio intercambiable	8
2.3.3 Potasio fijo	8
2.3.4 Potasio estructural	8
2.4 Relación del potasio con otros elementos	9
2.5 Transformaciones microbiológicas del potasio	10
2.6 Estudios del potasio en Colombia	11
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Materiales	14
3.2 Métodos	17
3.2.1 Métodos para el análisis	
físico - químico	17
3.2.1.1 Humedad	17
3.2.1.2 pH	17
3.2.1.3 Textura	17
3.2.1.4 Carbono orgánico	17

	Pag .
3.2.1.5 Fósforo aprovechable	17
3.2.1.6 Capacidad catiónica de cambio y cationes inter- cambiables	17
3.2.1.7 Determinación del color en seco y en húmedo	17
3.2.2 Fraccionamiento del potasio	18
3.2.2.1 Potasio total	18
3.2.2.2 Potasio soluble en agua	18
3.2.2.3 Potasio intercambiable	19
3.2.2.4 Potasio intercambiable	19
3.2.2.5 Potasio no intercambiable	19
A. Total	19
B. Fracción más soluble del potasio no inter- cambiable	19
3.2.2.6 Lixiviación del potasio	20
3.2.2.7 Fracción del K-estructural	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	21
Características generales	21
4.1 Formas de potasio	32
4.1.1 Potasio total	32
4.1.2 Potasio estructural	49
4.1.3 Potasio no intercambiable	49
4.1.4 Potasio intercambiable	51

	Pag.
4.1.5 Potasio soluble en agua	52
4.1.6 Lixiviación del potasio	53
4.2 Sodio y su relación con el potasio	60
4.3 Relación Calcio/Magnesio	67
V. CONCLUSIONES	80
VI. RESUMEN	83
SUMMARY	84
VII. BIBLIOGRAFIA	85
VIII. APENDICE I	98
IX. APENDICE II	105

ILUSTRACIONES

	Pag.
Figura 1 Localización de la zona estudiada en el Departamento de Nariño, República de Colombia.	16
Figura 2 Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en suelos bajo condiciones de cultivo	68
Figura 3 Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en subsuelos bajo condiciones de cultivo	69
Figura 4 Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en suelos bajo condiciones de bosque	70
Figura 5 Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en subsuelos bajo condiciones de bosque	71
Figura 6 Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en suelos bajo condiciones de pradera	72
Figura 7 Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en subsuelos bajo condiciones de pradera	73

	Pag.
Figura 8 Contenido promedio de potasio total en suelos y subsuelos bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera	74
Figura 9 Contenido promedio de potasio intercambiable en suelos y subsuelos bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera	75
Figura 10 Comparación de los contenidos promedios de potasio total entre suelos del Altiplano de Pasto y Clima Medio, bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera	76
Figura 11 Comparación de los contenidos promedios de potasio total entre subsuelos del Altiplano de Pasto y Clima Medio, bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera	77
Figura 12 Comparación de los contenidos promedios de potasio intercambiable entre suelos del Altiplano de Pasto y Clima Medio, bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera.	78
Figura 13 Comparación de los contenidos promedios de potasio intercambiable entre subsuelos del Altiplano de Pasto y Clima Medio, bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera	

TABLAS

	Pag.
TABLA I. Algunas características geográficas y climáticas de las zonas estudiadas	15
TABLA II. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Ancuya bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.	22
TABLA III. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Chachagüf bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque	23
TABLA IV. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Consacá bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque	24
TABLA V. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de El Peñol bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque	25
TABLA VI. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de La Unión bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque	26
TABLA VII. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Linares bajo condiciones de cultivo, pradera y	

	Pag.
bosque.	27
TABLA VIII. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Samaniego bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque .	28
TABLA IX. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Sandoná bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque .	29
TABLA X. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de San José bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque .	30
TABLA XI. Algunas características generales de los suelos y subsuelos de San Pablo bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque .	31
TABLA XII. Fraccionamiento de potasio en los suelos bajo condiciones de cultivo.	33
TABLA XIII. Fraccionamiento de potasio en los subsuelos bajo condiciones de cultivo.	34
TABLA XIV. Fraccionamiento de potasio en los suelos bajo condiciones de bosque.	35
TABLA XV. Fraccionamiento de potasio en los subsuelos bajo condiciones de bosque.	36

	Pag.
TABLA XVI. Fraccionamiento de potasio en los <u>sue</u> los bajo condiciones de pradera.	37
TABLA XVII. Fraccionamiento de potasio en los <u>sub</u> suelos bajo condiciones de pradera.	38
TABLA XVIII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio en los suelos bajo condiciones de cultivo.	39
TABLA XIX. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio en los subsuelos bajo condiciones de cultivo.	40
TABLA XX. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio de los suelos bajo condiciones de bosque.	41
TABLA XXI. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio de los subsuelos bajo condiciones de bosque.	42
TABLA XXII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio de los suelos bajo condiciones de pradera.	43
TABLA XXIII. Contenido máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio de los subsuelos bajo condiciones de pradera.	44
TABLA XXIV. Resumen de las comparaciones estadís- ticas efectuadas.	46

	Pag.
TABLA XXV. Resumen de las comparaciones estadísticas efectuadas para las formas de potasio total e intercambiable en el Altiplano de Pasto y en Clima Medio.	47
TABLA XXVI. Lixiviación de potasio en suelos bajo condiciones de cultivo mediante la adición de HCl 0.01 N durante 10 días.	54
TABLA XXVII. Lixiviación de potasio en subsuelos bajo condiciones de cultivo mediante la adición de HCl 0.01 N durante 10 días.	55
TABLA XXVIII. Lixiviación de potasio en suelos bajo condiciones de bosque mediante la adición de HCl 0.01 N durante 10 días.	56
TABLA XXIX. Lixiviación de potasio en subsuelos de bosque mediante la adición de HCl 0.01 N durante 10 días.	57
TABLA XXX. Lixiviación de potasio en suelos bajo condiciones de pradera mediante la adición de HCl 0.01 N durante 10 días.	58
TABLA XXXI. Lixiviación de potasio en subsuelos	

	Pag.
bajo condiciones de pradera median- te la adición de HCl 0.01 N duran- te 10 días.	59
TABLA XXXII. Contenido de sodio total e inter- cambiable en suelos y subsuelos ba- jo condiciones de cultivo.	61
TABLA XXXIII. Contenido de sodio total e inter- cambiable en suelos y subsuelos ba- jo condiciones de bosque.	62
TABLA XXXIV. Contenido de sodio total e inter- cambiable en suelos y subsuelos ba- jo condiciones de pradera.	63
TABLA XXXV. Relación K/Na en sus formas total e intercambiable, en suelos y sub- suelos bajo condiciones de culti- vo.	64
TABLA XXXVI. Relación K/Na en sus formas total e intercambiable, en suelos y sub- suelos bajo condiciones de bosque.	65
TABLA XXXVII. Relación K/Na en sus formas total e intercambiable en suelos y sub- suelos bajo condiciones de prade- ra.	66

ESTUDIO SOBRE EL POTASIO EN ALGUNOS SUELOS
DE CLIMA MEDIO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO. (°)

Por

BERNARDO GARCIA REALPE

I. INTRODUCCION

El potasio, al igual que muchos otros elementos del suelo necesarios para las plantas, se presenta en distintas formas cuya asequibilidad es muy variable. Por eso es importante conocer cuantitativamente las distintas fracciones del potasio en los suelos .

El presente estudio se realizó en el área denominada de Clima Medio en el Departamento de Nariño, siendo un complemento a la investigación del potasio realizada en el Altiplano de Pasto. Ambas áreas son de origen volcánico, diferenciándose por sus características climatológicas .

(°) 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.

El conocimiento del estado del potasio en los suelos pertenecientes al Clima Medio, no solamente es interesante desde el aspecto científico sino que tiene una importancia agrícola directa, ya que en esta zona se hallan establecidas las cafetales de Nariño, y es bien conocido que el cafeto es una de las plantas que más potasio consume .

Por otra parte, esta investigación permite establecer algunas comparaciones y sacar ciertas conclusiones relacionando los contenidos de potasio en el Altiplano y Clima Medio de Nariño .

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del potasio.

El potasio interviene en gran parte del metabolismo vegetal. Entre otras funciones se ha encontrado que existe relación entre la presencia de potasio y la absorción de agua por las plantas, siendo éstas más resistentes a la sequía si hay una dosis adecuada de potasio en los suelos (Amberger,5; Duthion,31).

Asimismo, interviene en la fotosíntesis y en el metabolismo de los carbohidratos y de las proteínas (Albareda, Hernando y Del Pilar,2; Duthion,31; Okanenکو y Bernstein,64; Semenenko y Krasilnikova,75). Desempeña función importante como cofactor de enzimas, que toman parte en la transferencia de energía para la síntesis de las sustancias y su deficiencia produce en las plantas derroche de energía cuando aumenta la respiración (Amberger,5; Bernstein y Okanenکو,14). Por otra parte, Hirata (39), indica que interviene en la formación del RNA .

Albareda, Hernando y Del Pilar (2) y Semenenko y Krasilnikova (75), lo citan como importante en la actividad meristemática y en la absorción de nitrógeno en forma de nitratos. Fujiwara e Ilida (34), lo señalan como importante en la neutralización de los ácidos orgáni-

cos que se forman en los tejidos vegetales. Finalmente Patiño (67), en su compilación sobre Fitopatología, indica que su presencia es factor de resistencia a enfermedades en las plantas .

2.2 El potasio en el suelo .

El porcentaje promedio del potasio en la corteza terrestre se calcula en un 3.1 a 3.2% de K_2O (Duthion, 31; Holmes, 41). Se puede decir que los suelos contienen entre 1 y 2% de potasio total, en su mayor parte (97-98%) no asequible a las plantas (Antoniani, 7; Attee y Troug, 10; Hanotiaux, 37) .

Este elemento se presenta en la naturaleza haciendo parte especialmente de rocas ígneas y sedimentarias (Rodríguez, 71), anotando este autor que para las ígneas oscila entre 0.04% en las dunitas y 4.11% en los granitos, siendo intermedias gabro (0.89%), dioritas (2.12%) y granodioritas (2.75%) .

De los minerales del suelo, la biotita y la flogopita liberan el potasio más rápidamente que la muscovita debido a la presencia de hierro (biotita) y magnesio (flogopita) que propician una fácil meteorización (Anderson, 6; Russell, 73; Sánchez, Guillen y Fernández, 74). Los feldespatos potásicos (ortoclasa y microclino), aunque

ce desde hace bastante tiempo y ha sido estudiado por varios autores (Cornfield y Pollard, 25; Dennis y Ellis, 28; Joffe y Kolodny, 43; MacLean, 53; Reitemeier, 69; Siew, 78). Resumiendo, la fijación se puede explicar como sigue:

Cuando el espacio interlaminar de las arcillas se expande por efectos del humedecimiento, el potasio puede ocupar alguna posición dentro de ese espacio. Al ocurrir el secamiento de las arcillas, éstas se contraen y el potasio debido a su gran radio iónico queda atrapado entre las láminas cristalinas. Este bloqueo es difícil de romper debido a que el potasio no tiene capacidad de hidratación .

De acuerdo a Reeuwijk y De Villiers (70), los materiales inorgánicos amorfos son capaces de fijar potasio, principalmente cuando se secan, lo cual permite que sus canales más o menos elásticos se tornen rígidos, impidiendo la salida del potasio retenido en su interior .

En cuanto a la materia orgánica prácticamente no fija el potasio e incluso puede impedir la fijación al bloquear la entrada entre las láminas de los minerales arcillosos (Ordoñez, 65). De acuerdo a Chaminade (26), 2/3 del potasio en la materia orgánica son solubles en agua y el resto es liberado por acción microbiológica. Parece que la materia orgánica humificada se asocia a las

arcillas en el complejo adsorbente del suelo, reteniendo entre otros los cationes potásicos, en razón de la alta capacidad de cambio, contribuyendo así a la nutrición potásica de las plantas superiores (Chaminade, 26; Kernan, 46).

Desde el punto de vista de fertilización Kernan (46), recomienda en suelos con alto poder de fijación de potasio, la mezcla de fertilizantes potásicos con materia orgánica. Algunos autores (Barbier, 12; Chaminade, 26; Joffe y Kolodny, 43), señalan que la materia orgánica disminuye la fijación potásica al competir con la fracción mineral por los cationes minerales .

Se ha observado una relación directa entre la disminución del pH del agua del suelo y la absorción de potasio por las raíces, debido a que los minerales potásicos ceden al agua el potasio por intercambio con iones H^+ ; pero entre los pelos radiculares y las partículas de arcilla puede haber intercambio sin la participación del agua del suelo (Kernan, 46) .

2.3 Formas del potasio .

Dentro del potasio total presente en los suelos, los autores distinguen las siguientes formas:

2.3.1 Potasio soluble en agua: Fracción que correspon-

de a la solución del suelo, prácticamente libre, representando alrededor del 0.5% del potasio total (Behórquez, 18; Kernan, 46; Ordoñez, 65; Tafur, 81) .

2.3.2 Potasio intercambiable: Es la fracción retenida en las caras externas de las arcillas. Químicamente es reemplazable por la acción de sales neutras u otros cationes (Duchaufour, 29; Wiklander, 85) .

2.3.3 Potasio fijo: Es la fracción retenida entre las láminas de las arcillas (Barbier, 12; Duchaufour, 29; Wiklander, 85). Dentro del potasio fijo total existe una fracción más soluble que dentro del equilibrio dinámico pasa fácilmente a potasio intercambiable (MacLean, 52) .

2.3.4 Potasio estructural: Forma compleja constitutiva de la estructura o red cristalina mineralógica (Behórquez, 18; Tafur, 81) .

En el equilibrio dinámico existente entre todas estas formas, el más rápido es aquel que ocurre entre las formas intercambiable y soluble en agua (Kauffman y Bouldin, 45) .

Las plantas toman el potasio de las fracciones soluble e intercambiable (Rouse, 72; Schuffelen y Von der Marel, 77; Sutton y Seay, 80). Sin embargo, cuando estas formas son escasas, los vegetales son capaces de obtener el potasio, al menos parcialmente, de las formas fijas

(Arnold y Close, 9; Welte y Niederbudde, 84), teniendo en cuenta que la meteorización de los minerales potásicos puede ser realizada por las raíces de las plantas (Conyers y MacLean, 24), teniendo en cuenta que la meteorización de los minerales potásicos puede ser realizada por las raíces de las plantas (Conyers y MacLean, 24).

2.4 Relación del potasio con otros elementos.

La relación antagónica con el ión amonio es la más importante, siendo atribuible a que sus radios iónicos son muy similares (Allison y Roller, 4; Ayres, 11; Nomiuk, 62; Tremm, 82) .

De acuerdo a Albareda, Hernando y Del Pilar (2) y Koter y Warcholowa (47), el potasio también presenta una relación antagónica con el calcio y magnesio. Puede dificultar la absorción del calcio que a la vez influye en una menor asimilación del hierro; al magnesio le disminuye su velocidad de difusión .

Fassbender y Laroche (32), señalan que muchas plantas muestran una preferencia por el potasio en relación al calcio y magnesio. Cornfield y Pollard (25), encontraron que cuando un suelo era saturado con potasio, calcio y magnesio, el potasio era liberado mucho más rápidamente que los otros cationes .

De acuerdo a Lehr (48), las acciones del sodio y

potasio están íntimamente ligadas, pudiendo el sodio reemplazar al potasio (aunque no en forma completa) en sus funciones, principalmente en algunas plantas como remolacha y apio .

Según Baroccio (13), hay cierto aumento en la absorción del potasio (aplicado como $SO_4 K_2$) cuando se adiciona a los suelos molibdato de amonio. El mencionado autor da a entender que la acción es del molibdeno lo cual es discutible, si se tiene en cuenta que el amonio desplaza al potasio intercambiable .

También hay varios experimentos que demuestran que el rubidio puede substituir parcialmente al potasio en la nutrición de las plantas (Murphy, Hunter y Pratt, 61; Smierzchalska, 79) .

2.5 Transformaciones microbiológicas del potasio.

Como se indicó previamente, el potasio no es retenido por la materia orgánica (Chaminade, 26), por tanto su transformación microbiológica es de menor importancia que la de otros elementos como el nitrógeno, fósforo, etc. .

Sin embargo, la microflora actúa sobre el potasio tanto combinado orgánica como inorgánicamente. Así por ejemplo, el Bacillus siliceus es capaz de descomponer los aluminosilicatos y liberar el potasio, y el Aspergillus niger usa las arcillas como su única fuente de potasio

(Alexander, 3) .

Al igual que otros elementos, el potasio es mineralizado por la acción de la microflora, y por otra parte, ésta lo usa para su formación celular inmovilizándolo, conteniendo las bacterias (peso seco) 2% de potasio, variando los hongos entre esa cantidad y 0.1% (Alexander, 3) .

Bohórquez y Blasco (20), estudiando dos suelos del Valle del Cauca, Facultad de Agronomía (chernozen tropical) y la Buitrera (latosol), encontraron que la mineralización predominó sobre la inmovilización, siendo la ganancia neta mayor a las 3 que a las 6 semanas de incubación. Prácticamente este resultado estaría indicando que si el potasio mineralizado no es tomado por las plantas o lixiviado, es asimilado por los microorganismos .

2.6 Estudios del potasio en Colombia.

Durán (30), reporta para suelos de la Baja Guajira un promedio de 32.500 ppm, encontrando que el potasio estructural representó el 92.5% del potasio total; el potasio no intercambiable total 5.5%, su fracción más soluble 1.3% y el intercambiable (con ácido nítrico) osciló entre 0.76% en la primera capa y 0.50 en el subsuelo. Este contenido de potasio total es de los más elevados registrados en Colombia. Este autor indica que la naturaleza granítica de la Sierra Nevada de Santa Marta, la abun-

dancia de rocas sedimentarias en la Serranía de Perijá y el clima árido de la Guajira son decisivos para la acumulación de potasio.

Considera Tafur (81), en su estudio sobre los suelos del Cesar, que las arenas influyen más que las arcillas en la acumulación de potasio cuando aquellas son ricas en feldespatos potásicos (leucita y biotita), en las fracciones mayores de 2 micras. Así, cita el ejemplo de un suelo con 72.39% de arenas y 17.940 ppm de potasio total, mientras que otro suelo con 48.77% de arcillas (el más arcilloso de los estudiados) tiene 11.076 ppm. El potasio estructural representó el 95% del total, el intercambiable 3.5% y el no intercambiable 1.87% .

Behórquez (18), encontró en el Valle del Cauca un contenido máximo de potasio total de 5.557 ppm y una relación directa entre el contenido y la presencia de illita. El potasio estructural representó el 83.7% del total y 11.4% el no intercambiable .

En áreas aluviales y terciarias del Amazonas Blasco (16), determinó en ellas 10.000 ppm y 3.000 ppm respectivamente, indicando que los terrenos aluviales están influenciados por los sedimentos del río Amazonas y los suelos del terciario están sometidos a un lavado drástico debido al medio tropical.

García, Guerrero y González (35), encontraron

que el potasio intercambiable aumenta con el pH en suelos del Valle del Cauca. Por otra parte, estudios realizados por Marín, Colín y Luengas (54), determinaron la capacidad de suministro de potasio de varios suelos: utilizando trébol blanco en invernadero, y hallaron mejor relación entre el potasio extraído en HNO_3 y el tomado por las cosechas, que con el acetato de amonio.

Piedrahita y Benavides (68), en quince muestras correspondientes a los Departamentos de Bolívar y Cundinamarca, encontraron que esos suelos en general tienen buena capacidad para liberar potasio y que las mayores cantidades de potasio total correspondían a Bolívar.

Con relación a la lixiviación Bohórquez y Blasco (20), utilizando dos suelos, uno latosólico y otro de tipo chernozem tropical, encontraron que el potasio adicionado se perdía mucho más rápidamente en el latosol. En ambos suelos el potasio se lixivió más con HCl que con ClNa . Así mismo, los nitratos de calcio y sodio produjeron mayores pérdidas de potasio que el cloruro de amonio, y el fosfato monocalcico lixivió más potasio que los fosfatos di y tricálcicos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.

Por ser la presente investigación parte del estudio de suelos que pertenecen a la denominada zona de Clima Medio de Nariño, los perfiles seleccionados son los mismos que fueron utilizados por Pantoja (66), en el fraccionamiento del fósforo, en cuya Tesis aparece la descripción general de la zona, por lo cual se estima innecesaria la repetición.

En síntesis se eligieron diez áreas representativas (condiciones de cultivo, pradera y bosque en cada una de ellas) en las regiones Templada y Subtropical fajas Montano Bajo (transición a Subtropical) y Subtropical del Departamento de Nariño, situadas entre los 1.000 y 2.000 m.s.n.m., siguiendo la clasificación de Holdridge (40) .

Geográficamente la zona corresponde a las vertientes de los ríos Guáitara, Juanambú y Mayo. Algunas características generales aparecen en la Tabla I .

La localización de la zona estudiada aparece en la figura No.1 .

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

N O M B R E	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		Altura sobre el nivel del mar m.	Temperatura °C	Precipitación mm/año
	Longitud	Latitud			
Ancuya	77° - 30' - 57" W.G.	1° - 15' - 38" - N.	1.538	20	1.392,3
Consacá	77° - 29' - 10" W.G.	1° - 12' - 15" - N.	1.400	20	1.392,3
Chachagüi	77° - 15' - 56" W.G.	1° - 22' - 40" - N.	1.935	18	1.397,7
El Peñol (El Tambo)	77° - 23' - 20" W.G.	1° - 26' - 00" - N.	1.575	22	1.441,1
La Unión	77° - 09' - 16" W.G.	1° - 36' - 06" - N.	1.075	22	1.864,6
Linares	77° - 30' - 03" W.G.	1° - 22' - 46" - N.	1.200	22	1.312,3
Samaniego	77° - 35' - 26" W.G.	1° - 20' - 24" - N.	1.535	21	1.392,3
Sandoná	77° - 28' - 53" W.G.	1° - 17' - 22" - N.	1.848	18	1.397,7
San José	77° - 04' - 45" W.G.	1° - 28' - 00" - N.	1.935	18	1.441,1
San Pablo	77° - 00' - 19" W.G.	1° - 40' - 05" - N.	1.720	19	1.441,1

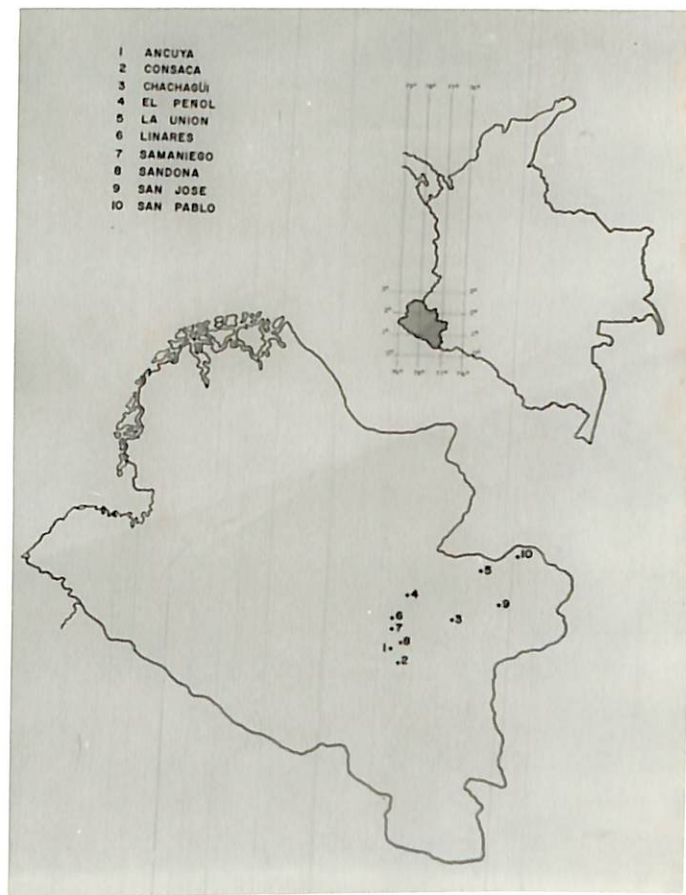


Figura No. 1

Localización de la zona estudiada en
el Departamento de Nariño, República
de Colombia .

Foto: I.Santacruz.

3.2 Métodos.

3.2.1 Métodos para el análisis físico - químico.

3.2.1.1 Humedad.

Se calculó por el método de permanencia del suelo a 105 ° C en estufa durante 24 horas (Jackson,42).

3.2.1.2 pH

Potenciométrico (1:1) (Jackson,42).

3.2.1.3 Textura.

Método de Bouyoucos (Jackson,42).

3.2.1.4 Carbono orgánico.

Método de Walkley-Black (Jackson,42).

3.2.1.5 Capacidad Catiónica de Cambio y Cationes Intercambiables.

Según el método de Schollenberger y Simon (76), utilizando acetato de amonio 1N y neutro .

3.2.1.6 Fósforo aprovechable.

Método Bray I (Jackson,42).

3.2.1.7 Determinación del color en seco y húmedo.

Utilizando la Tabla Munsell (Jackson, 42).

3.2.2 Fraccionamiento del potasio.

3.2.2.1 Potasio total: Para esta determinación se utilizó el método descrito por Jackson (42). Se colocó 1 g. de suelo en un crisol de platino; seguidamente se humedeció el suelo con gotas de H_2SO_4 18N; se adicionaron 1 ml. de $HClO_4$ y 5 ml. de HF del 48%. El crisol se tapó con un vidrio de reloj, permitiendo que los vapores salgan libremente, calentándose a una temperatura de 200 - 225 ° C y llevando a sequedad mediante ebullición constante.

El procedimiento anterior se repitió tres veces, luego se agregaron gotas de H_2SO_4 18N, calentando hasta producir humos. El crisol se deja enfriar, adicionándole posteriormente 5 ml. de HCl 6N y 15 ml. de agua destilada. El crisol se pasa a una plancha caliente, hasta que la mezcla hierva. Se deja enfriar, se filtra y se lleva a volumen conocido, leyendo la extinción del color en un espectrofotómetro Coleman.

3.2.2.2 Potasio soluble en agua: Se empleó el método de MacLean (52), con algunas modificaciones: usando la relación suelo-agua 1:4, se agitó por 2 horas llevándose la muestra al reposo durante 16 horas. Se filtró y se enrasó a volumen conocido, y se llevó al espectrofotómetro.

3.2.2.3 Potasio intercambiable: Se procedió de acuerdo a la técnica de Schollenberger y Simon (76), de extracción con acetato de amonio normal y neutro.

3.2.2.4 Potasio intercambiable (ácido nítrico 0.1N):

Se empleó el método de Haylock (38), con modificaciones de MacLean (52): 5 g. de suelo se colocaron en un vaso de precipitado adicionando 50 ml. de HNO_3 0.1N, manteniéndose en reposo durante la noche; se filtró y se llevó a volumen conocido leyéndose posteriormente en el espectrofotómetro.

3.2.2.5 Potasio no intercambiable.

A) Total: El filtro con el suelo utilizado en la determinación anterior se pasó a un vaso de precipitado y se le agregó 50 ml. de HNO_3 1N, llevando a ebullición durante 10 minutos, se enrasó a volumen conocido y se lee. Sobre el mismo filtro se repitió la extracción anterior por tres veces consecutivas. Según MacLean (52), la suma de las cuatro extracciones equivale al potasio no intercambiable total.

B) Fracción más soluble del potasio no intercambiable: Según MacLean (52), y de acuerdo al procedimiento anterior, la suma de las extracciones 1 y 2 menos la suma de las extracciones 3 y 4, representa la fracción más soluble del potasio no intercambiable.

3.2.2.6 Lixiviación del potasio: Se siguió la técnica sugerida por Garman (36), ligeramente modificada : 10 g. de suelo se colocan en un embudo con papel filtro Whatman No.1 . Durante 10 días consecutivos se adicionan 100 ml. de HCl 0.01 N, procediéndose a hacer la lectura de cada una de las extracciones diarias.

3.2.2.7 Fracción del K-estructural: La diferencia entre el potasio total y la suma de las fracciones intercambiables y no intercambiables obtenidos con HNO_3 , produce como resultado la fracción de potasio estructural (°).

También se determinó sodio total, siguiendo la misma técnica del potasio total.

(°) Comunicación personal de M. Blasco L. .

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados generales para la caracterización de los suelos y subsuelos aparecen en las Tablas II a XI.

Características generales:

De acuerdo a esos resultados las texturas predominantes son francas y franco-arcillosas. La reacción de estos suelos tiende a la neutralidad, aunque con una oscilación extrema entre pH 5.0 y 7.5. Al parecer, los suelos de más alto pH se encuentran en San José de Albán. En general, se puede decir que la predominancia de una reacción más o menos neutra, es un resultado lógico para esta región en la cual las rocas (en buena proporción ígneas básicas) han sufrido menor meteorización química que en otras regiones de Nariño (Mora y Legarda, 60). Por tanto, las bases no han sufrido graves pérdidas, como demuestran los resultados de las Tablas II a XI .

Los porcentajes de carbono orgánico y el nitrógeno son menores que los correspondientes al Altiplano (Molina, 59). Era un resultado esperado teniendo en cuenta la mayor temperatura en la zona estudiada y la influencia de la erosión, debida a la deforestación casi completa de las vertientes estudiadas .

No obstante hay más contenido de carbono orgánico del previsto para una zona, a veces muy erosionada.

CAPTA II

Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Ancyua bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E L O C		U B S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Cultivo	Pradera
Prof. cms.	0-30	0-20	30-80	20-X
Pendiente aprox. %	15	15	15	15
Color en seco	10YR-3/1	10YR-4/2	10YR-4/2	10YR-5/4
Color en húmedo	10YR-2/2	10YR-3/2	10YR-3/2	7.5YR-4/2
Arenas %	40.30	32.88	46.30	42.62
Limos %	32.02	34.00	20.58	25.26
Arcillas %	27.68	33.12	33.12	32.12
Textura	Fr.	Fr. Arc.	Fr. Arc. Ar.	Fr. Arc.
pH	6.40	6.40	6.30	6.60
C orgánico %	2.10	2.20	0.57	0.71
N total %	0.57	0.30	0.09	0.36
C/N	3.68	7.33	6.33	1.97
C.I.C. me/100g.	40.38	36.12	40.76	43.27
P. aprov. ppm (Bray I)	1.10	8.20	0.38	2.10
K cambiabile ppm	324.94	419.65	64.37	337.06
Na cambiabile ppm	29.44	35.05	34.33	111.93
Ca cambiabile ppm	2.260.94	2.231.04	1.818.40	3.220.45
Mg cambiabile ppm	786.43	846.13	968.61	785.42

+ No se encontró bosque.

TABLA III

Algunas características generales de los suelos de los suelos y subsuelos de Chachagüí 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.	0-60	0-100	0-10	60-X	100-X	40-X
Pendiente aprox. %	15	10	10	15	10	10
Color en seco	10YR-4/3	10YR-3/2	10YR-3/3	10YR-4/4	10YR-4/4	7.5YR-4/4
Color en húmedo	10YR-2/2	10YR-2/2	10YR-2/2	10YR-3/4	10YR-3/4	5Y-3/4
Arenas %	35.96	38.96	40.96	33.88	16.88	22.96
Limos %	29.00	28.00	24.00	20.08	20.08	24.00
Arcillas %	35.04	33.04	35.04	46.04	63.04	53.04
Textura	Fr. Arc.	Fr. arc.	Fr. Arc.	Ar.	Ar.	Ar.
pH	5.60	5.30	5.80	5.70	5.70	5.40
C orgánico %	2.51	5.37	2.59	0.90	1.19	1.24
N total %	0.19	0.31	0.31	0.13	0.11	0.13
C/N	28.00 3.21	18.93	8.35	6.92	10.86	9.54
C.I.C. me / 100g. P. labio	17.76	22.39	20.89	20.63	22.46	18.19
P aprov. ppm (Bray I)	1.13	1.93	5.55	3.54	1.48	2.46
K cambiabile ppm	299.52	358.54	380.67	50.54	261.43	140.20
Na cambiabile ppm	34.23	35.85	154.27	40.43	73.70	35.89
Ca cambiabile ppm	1.711.52	2.454.00	1.648.03	1.232.00	1.324.55	1.233.76
Mg cambiabile ppm	364.21	429.27	416.56	244.85	392.13	272.77

TABLA IV

Algunas características Generales de los suelos y subsuelos de Consacá bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E I O C		S U E S U E I O S			
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-40	0-60	0-80	40-100	60-150	80-150
Pendiente aprox. %	10	10	20	10	10	20
Color en seco	10YR-3/3	10YR-3/1	10YR-3/2	10YR-3/2	10YR-4/3	10YR-5/4
Color en húmedo	5YR-2/1	10YR-2/2	10YR-2/2	10YR-2/2	10YR-3/6	10YR-3/3
Arenas %	36.64	40.64	35.64	34.98	29.24	26.64
Limos %	36.34	38.34	39.00	31.00	34.74	32.00
Arcillas %	27.02	21.02	25.36	34.02	36.02	47.36
Textura	Fr.	Fr.	Fr.	Fr. Arc.	Fr. Arc.	Fr. Arc.
pH	6.40	6.20	6.10	6.30	5.90	5.50
C orgánico %	3.54	3.80	3.05	1.44	1.44	1.08
N total %	0.48	0.53	0.42	0.20	0.21	0.39
C/N	7.38	7.17	7.25	7.20	6.86	2.77
C.I.C. me/100g.	36.17	39.46	30.70	28.85	34.48	23.20
P aprov. ppm (Bray I)	1.90	2.54	4.14	1.52	1.03	0.38
K cambiabile ppm	546.92	492.19	457.82	545.70	83.51	182.99
Na cambiabile ppm	40.07	53.62	53.01	45.39	70.04	45.75
Ca cambiabile ppm	2,842.88	2,477.01	2,523.54	2,523.29	2,456.93	294.08
Mg cambiabile ppm	586.03	808.43	666.70	499.32	445.52	543.03

Características físicas y químicas de los suelos y subsuelos de El Peñol bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E I O S		S U B S U E I O S			
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-60	0-60	C-60	60-120	60-X	60-100
Pendiente aprox. %	20	5	50	20	5	50
Color en seco	10YR-3/2	10YR-4/2	10YR-5/3	10YR-6/4	10YR-6/6	10YR-4/4
Color en húmedo	10YR-2/2	10YR-2/2	10YR-3/2	10YR-4/4	10YR-5/6	10YR-3/3
Arenas %	21.62	32.62	36.62	34.30	47.62	32.62
Limos %	30.00	30.00	33.00	27.32	34.00	32.00
Arcillas %	48.38	37.98	30.38	38.38	18.38	35.38
Textura	Arc.	Fr. Arc.	Fr. Arc.	Fr. Arc. Ar Fr.	Fr.	Fr. Arc.
pH	5.60	5.90	6.40	5.40	5.00	5.70
C orgánico %	2.74	2.91	4.26	1.70	1.90	2.67
N total %	0.33	0.36	0.42	0.13	0.07	0.25
C/N	8.30	8.08	10.14	13.08	27.14	10.68
C.I.C. me/100g.	45.17	26.45	16.37	19.55	45.06	32.23
P aprov. ppm (Bray I)	3.51	5.01	3.49	2.21	2.47	1.80
K cambiabile ppm	215.92	132.27	453.27	55.05	37.99	405.50
Na cambiabile ppm	62.59	55.03	52.35	46.13	51.77	50.69
Ca cambiabile ppm	3.963.00	3.153.44	4.118.73	2.355.12	3.744.63	3.798.88
Mg cambiabile ppm	934.26	681.93	1.040.70	1.014.72	1.174.66	934.26

TABLA VI

Algunas características generales de los suelos y subsuelos de la Unión 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.	0-50	0-100	0-100	50-A	100-X	100-X
Pendiente aprox. %	5	15	20	5	15	20
Color en seco	10YR-4/3	10YR-2/2	10YR-3/2	10YR-1/2	10YR-4/3	10YR-5/4
Color en húmedo	5YR-3/2	10YR-2/1	10YR-2/2	10YR-4/2	10YR-2/2	7.5YR-4/4
Arenas %	45.86	56.58	41.24	53.86	57.86	58.86
Limos %	30.44	33.72	28.06	26.44	33.44	27.44
Arcillas %	23.70	9.70	30.70	19.70	8.70	13.70
Textura	Fr.	Fr. Ar.	Fr. Arc.	Fr. Ar.	Fr. Ar.	Fr. Ar.
pH	5.80	5.90	5.90	6.40	6.10	6.20
C orgánico %	1.23	4.22	3.28	1.18	2.56	2.24
N total %	0.17	0.38	0.26	0.06	0.19	0.12
C/N	7.23	11.10	12.61	19.67	14.00	18.67
C.I.C. me/100g.	14.99	24.22	25.09	5.30	38.63	26.50
P aprov. ppm (Bray I)	1.93	0.89	2.96	1.25	0.85	3.32
K cambiabile ppm	178.18	56.32	225.77	43.39	35.59	152.46
Na cambiabile ppm	35.64	14.64	36.75	52.46	27.99	43.11
Ca cambiabile ppm	1.037.61	219.67	1.858.68	443.18	167.97	2.649.78
Mg cambiabile ppm	267.64	27.40	387.38	56.69	0.34	754.39

Algunas características generales de los suelos y subsuelos
Linares bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E L O		S U B S U E L O		Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque +
	Cultivo	Pradera	Cultivo	Pradera				
Prof. cms.	0-30	0-15	30-60	15-X				
Pendiente aprox. %	15	10	50	15				
Color en seco	10YR-3/2	10YR-4/2	10YR-3/2	10YR-4/3				
Color en húmedo	10YR-2/2	10YR-2/?	5YR-3/1	7.5YR-3/2				
Arenas %	40.98	53.58	55.88	38.88				
Limos %	37.64	32.72	30.00	30.00				
Arcillas %	21.38	13.70	14.12	31.12				
Textura	Fr.	Fr. Ar.	Fr. Ar.	Fr. Arc.				
pH	5.70	6.10	5.75	5.80				
C orgánico %	2.47	2.90	4.22	1.10				
N total %	0.33	0.39	0.46	0.17				
C/N	7.48	7.43	9.17	6.47				
S.I.C. me/100g	26.72	27.32	29.48	21.59				
P opóv. ppm (Bray I)	5.46	8.23	5.26	2.84				
K cambiabile ppm	155.79	456.33	450.11	70.16				
Na cambiabile ppm	40.13	35.83	29.48	59.37				
Ca cambiabile ppm	1.795.58	1.962.49	1.674.11	1.559.87				
Mg cambiabile ppm	443.10	288.67	450.92	334.73				

+ Perfil A-C

Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Samaniego bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E L C S		S U B S U E L O S	
	Cultivo	Pradera	Cultivo	Bosque
Profundidad cms.	0-30	0-30	30-100	30-100
Pendiente aprox. %	60	10	60	20
Color en seco	10YR-4/3	10YR-3/1	10YR-3/1	2.5Y-5/2
Color en húmedo	10YR-3/3	10YR-2/1	10YR-2/1	10YR-3/2
Arenas %	28.30	31.62	27.30	12.30
Limos %	39.00	31.68	30.00	19.00
Arcillas %	32.70	36.70	42.70	68.70
Textura	Fr. Arc.	Fr. Arc.	Ar.	Ar.
pH	6.10	6.30	5.10	7.00
C orgánico %	2.54	2.58	1.11	2.61
N total %	0.28	0.29	0.13	0.14
C/N	7.70	8.90	8.54	18.64
C.I.C. me/100g.	21.16	37.28	19.15	45.04
P aprov. ppm (Bray I)	3.93	0.65	0.94	0.71
K cambiabile ppm	276.02	96.14	44.94	131.79
Na cambiabile ppm	89.71	57.68	51.35	207.26
Ca cambiabile ppm	2,760.24	3,802.79	1,840.23	4,302.85
Mg cambiabile ppm	573.39	1,220.99	390.29	1,917.58
				Fr. Arc.
				5.00
				0.87
				0.13
				6.69
				20.92
				5.41
				130.75
				75.83
				2,510.40
				496.05

TARLA IX

Algunas características generales de los suelos y subsuelos de Sandoná 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	0-50	0-50	25-100	60-100	50-100
Pendiente aprox. %	20	25	50	20	25	50
Color en seco	10YR-3/3	10YR-4/3	10YR-2/1	10YR-4/3	10YR-5/4	10YR-6/3
Color en húmedo	10YR-2/2	10YR-3/3	5YR-2/1	5YR-3/2	7.5YR-3/2	10YR-4/3
Arenas %	33.98	18.30	37.98	40.62	15.98	51.64
Limos %	42.66	37.58	46.66	26.26	28.64	34.34
Arcillas %	23.36	44.12	15.36	33.12	55.38	14.02
Textura	Fr.	Arc.	Fr.	Fr. Arc.	Arc.	Fr.
pH	5.80	5.80	6.00	6.20	5.90	6.45
C orgánico %	2.53	1.49	5.85	0.73	0.70	0.57
N total %	0.34	0.30	0.72	0.11	0.17	0.10
C/N	7.44	4.87	8.14	6.64	4.12	5.70
C.I.C. me/100g.	25.13	28.34	46.60	15.24	24.88	18.14
P aprov. ppm (Bray I)	2.35	0.19	1.00	0.19	0.20	2.43
K cambiabile ppm	167.52	600.21	191.55	38.09	151.30	69.36
Na cambiabile ppm	49.14	41.13	46.27	82.71	71.73	136.59
Ca cambiabile ppm	1.505.68	1.267.11	2.633.54	1.061.93	1.188.05	1.216.49
Mg cambiabile ppm	278.40	412.23	486.20	185.27	357.75	246.54

Algunas características generales de los suelos y subsuelos de San José bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E L C S			S U B S U E L O S		
	Cultivo	Pradera	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque
Prof. cms.	0-70	0-40	0-70	70-150	40-X	70-X
Pendiente aprox. %	50	20	30	50	20	30
Color en seco	2.5Y-3/2	10YR-4/4	2.5Y-4/2	10YR-4/3	2.5Y-5/4	5Y-4/2
Color en húmedo	10YR-3/1	10YR-3/3	2.5Y-3/2	10YR-3/2	2.5Y-4/3	5Y-3/1
Arenas %	41.98	55.98	4.30	49.98	48.98	40.98
Limos %	44.32	32.00	56.10	38.00	34.00	38.32
Arcillas %	13.70	12.02	23.60	12.02	17.02	20.70
Textura	Fr.	Fr. Ar.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
pH	7.20	6.70	7.30	7.50	7.00	6.90
C orgánico %	1.53	1.93	2.43	2.19	1.56	1.55
N total %	0.15	0.14	0.13	0.11	0.09	0.09
C/N	10.20	13.78	13.78	19.91	17.33	17.22
C.I.C. me/100g.	16.26	20.98	26.12	22.79	25.20	21.34
P aprov. ppm (Bray I)	1.10	7.49	6.97	3.26	2.92	2.44
K cambiabile ppm	81.84	115.72	88.83	35.07	18.22	30.93
Na cambiabile ppm	30.69	33.03	31.55	41.26	35.40	35.05
Ca cambiabile ppm	1.907.90	2.113.77	2.077.14	1.825.75	2.613.50	2.252.95
Mg cambiabile	360.75	560.35	603.65	545.62	734.48	501.53

TABLA XI

Algunas características generales de los suelos y subsuelos de San Pablo bajo condiciones de cultivo, pradera y bosque.

Características	S U E L O		C S		S U B S U		E L O S	
	Cultivo	Pradera	Bosque	Bosque	Cultivo	Pradera	Bosque	Bosque
Prof. cms.	0-60	0-50	0-30	0-30	60-90	50-X	30-X	30-X
Pendiente aprox. %	10	60	50	50	10	60	60	60
Color en seco	10YR-4/2	10YR-4/3	10YR-4/2	10YR-4/2	10YR-6/1	10YR-5/3	10YR-7/3	10YR-7/3
Color en húmedo	10YR-2/2	10YR-3/3	10YR-3/3	10YR-3/3	10YR-4/2	10YR-3/4	10YR-4/4	10YR-4/4
Arenas %	61.96	31.88	34.30	34.30	64.88	53.62	59.96	59.96
Limos %	28.00	34.08	33.58	33.58	26.12	26.34	29.00	29.00
Arcillas %	10.04	34.04	32.12	32.12	9.00	20.04	11.04	11.04
Textura	Fr. Ar.	Fr. Arc.	Fr. Arc.	Fr. Arc.	Fr. Ar.	Fr. Arc. A	Fr. Ar.	Fr. Ar.
pH	6.25	6.76	6.10	6.10	7.20	6.60	6.00	6.00
C orgánico %	1.84	2.14	2.59	2.59	0.21	1.09	0.33	0.33
N total %	0.25	0.28	0.21	0.21	0.06	0.06	0.06	0.06
C/N	7.36	7.64	12.33	12.33	3.50	18.17	5.50	5.50
C.I.C. me/100g.	15.49	27.86	30.65	30.65	6.53	23.02	16.45	16.45
P aprv. ppm (Bray I)	4.23	2.36	6.09	6.09	1.48	0.66	0.90	0.90
K cambiabile ppm	733.22	349.64	351.22	351.22	163.23	10.46	51.72	51.72
Na cambiabile ppm	57.33	79.30	75.70	75.70	31.14	209.30	52.15	52.15
Ca cambiabile ppm	2.106.71	3.843.36	4.044.34	4.044.34	251.13	3.913.91	2.896.32	2.896.32
Mg cambiabile ppm	351.61	830.35	879.36	879.36	10.80	712.62	201.25	201.25

Según Bornemisza y Pineda (22), es un hecho que cabe esperar en suelos volcánicos, ya que cuando el porcentaje de alófana sobrepasa el 15%, la mineralización es baja. Por tanto hay una mayor conservación de la materia orgánica.

La capacidad catiónica de cambio (con acetato de amonio-N) va de mediana a elevada, predominando estas últimas, lo cual parece señalar que existe cierta adsorción física del acetato de amonio por la alófana, tal como señalan Bornemisza y Fuentes (21). Por otra parte, indicaría cierto predominio de los dystrandeps en la zona de Clima Medio nariñense.

4.1 Formas de potasio.

Las distintas formas de potasio y sus cantidades se muestran en las Tablas XII a XVII. Los contenidos máximos, promedios y mínimos se indican en las Tablas XVIII a XXIII.

4.1.1 Potasio total.

Considerando las distintas regiones colombianas en las cuales se han realizado el fraccionamiento de potasio, la cantidad total de este elemento en los suelos estudiados superaría a las encontradas en los suelos del Valle (Bohórquez, 18) y del Terciario Amazonense (Blasco,

TABLA XII

FRACCIONAMIENTO DE POTASIO EN LOS
SUELOS BAJO CONDICIONES DE CULTIVO

Resultados en ppm.

Lugar	K Total ppm.	K Estructural ppm.	K no Intercambiable		K Intercambiable		K Soluble en agua
			Total más soluble ppm.	NO ₃ H-O-1N ppm.	NH ₄ O-Cl-N ppm.		
ANCUYA	6.183.41	3.876.20	1.840.30	1.036.88	466.91	324.94	57.21
CHACHAGUI	2.331.95	1.461.25	584.02	430.02	286.68	299.52	68.46
CONSACA	5.090.10	3.466.56	1.017.06	590.10	606.48	546.92	61.34
EL PEÑOL	6.133.43	4.058.16	1.812.41	757.79	262.86	215.92	26.08
LA UNION	7.116.60	5.341.41	1.561.38	1.239.14	213.81	178.18	29.35
LINARES	6.178.77	5.342.26	680.20	409.80	156.31	155.79	109.84
SAMANIEGO	7.498.65	5.019.04	2.102.38	1.237.50	377.23	276.02	63.81
SANDONA	5.170.78	4.478.36	527.13	339.51	165.29	167.52	22.34
SAN JOSE	5.831.10	5.002.25	626.08	282.34	122.76	81.84	20.46
SAN PABLO	6.631.43	4.234.06	1.352.09	764.21	735.28	733.22	192.08
Promedio	5.816.62	4.235.96	1.214.30	708.73	339.36	297.99	65.10
Porcentaje	100	72.82	20.87	12.18	5.83	5.12	1.12

FRACCIONAMIENTO DE POTASIO EN LOS
SUELOS BAJO CONDICIONES DE CULTIVO

Resultados en ppm.

Lugar	K Total		K Estéril		K no Intercambiable		K Intercambiable		K soluble	
	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	Más soluble	NO ₃ H-O.1N	NH ₄ ClN	ppm.	ppm.	en agua
Ancuya	5.846.76	4.895.58	886.81	472.03	64.37	64.37	64.37	15.45		
Chachagüí	2.381.18	1.752.19	566.09	467.25	62.90	62.90	50.54	14.60		
Consacá	6.353.93	4.954.19	816.22	467.78	583.52	583.52	547.70	50.79		
El Peñol	5.127.16	4.554.67	509.58	291.48	62.91	62.91	55.05	14.68		
Ia Unión	8.374.54	5.839.76	2.473.65	1.357.03	61.13	61.13	48.39	8.15		
Linares	5.732.14	4.802.48	874.57	335.71	94.69	94.69	70.16	10.79		
Samaniego	6.975.75	5.212.56	1.699.00	1.065.12	64.19	64.19	44.94	9.07		
Sandoná	4.179.07	3.599.56	548.64	357.10	30.47	30.47	38.09	7.54		
San José	1.423.47	1.192.42	185.66	94.90	45.39	45.39	35.07	10.32		
San Pablo	7.111.86	5.545.61	1.502.73	764.31	65.52	65.52	163.23	10.29		
Promedio	5.350.59	4.234.74	1.002.34	567.32	113.51	113.51	111.75	15.17		
Porcentaje	100	79.14	18.73	10.60	2.12	2.12	2.09	0.28		

TABLA XIV

FRACCIÓNAMIENTO DE POTASIO EN LOS
SUELOS BIJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

Lugar	K Total	Kestruc- tura	K no Intercambiable Total Más Soluble	K Intercambiable NO ₃ H-O-IN	NH ₄ C-ACLW	K Soluble en agua
	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.
Ancuya	---	---	---	---	---	---
Chachagüí	4.017.38	2.997.50	621.36	398.52	380.67	18,47
Consacá	5.770.67	4.114.32	845.38	410.97	457.82	101.15
El Peñol	5.798.32	3.224.38	2.034.76	539.18	433.27	75.96
La Unión	6.069.58	4.830.47	974.49	264.62	225.77	3.36
Linares	5.559.31	4.514.33	450.63	564.35	450.11	129.72
Samaniago	6.918.37	5.099.64	1.436.73	382.00	382.00	73.22
Sandoná	3.878.45	3.529.73	175.08	173.64	191.35	35.64
San José	7.096.23	4.990.01	1.951.55	154.67	88.83	19.86
San Pablo	6.215.51	3.962.50	1.776.20	476.81	351.22	32.44
Promedio	5.702.64	4.188.09	1.140.69	373.86	329.00	54.42
Porcentaje	100	73.43	20.00	6.56	5.77	0.95

+ No hay bosque.

FRACCIÓN AMONIO DE POTASIO EN LOS
SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

Lugar	K Total ppm.	K dis- trac- tural ppm.	K no intercambiable			K Intercambiable			K Solu- ble en
			Total	Más soluble	ppm.	NO ₃ H-O-IN	NH ₄ CAcLN	ppm.	
Ancuya +	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Chachagüí	2.669.41	1.960.57	574.25	457.61	134.59	140.20	13.46		
Consacá	3.627.04	3.099.86	431.33	117.43	95.85	182.99	24.40		
El Peñol	6.199.85	3.826.72	1.309.70	973.10	563.43	405.50	84.30		
La Unión ++	4.458.36	3.784.31	514.22	215.60	159.83	152.46	13.67		
Linares	---	---	---	---	---	---	---		
Samaniego	7.886.84	5.623.29	2.150.58	1.280.30	112.97	130.75	21.42		
Sandoná	2.552.50	2.424.16	64.02	55.48	64.02	69.36	11.74		
San José	6.124.73	5.539.06	523.80	169.10	61.87	30.93	11.34		
San Pablo	3.392.83	2.369.47	908.20	784.08	115.16	51.72	14.98		
Promedio	4.613.94	3.777.47	872.01	506.59	103.16	145.45	19.53		
Porcentaje	100	77.55	18.90	10.98	3.54	3.15	0.42		

+ No hay bosque

++ Sub-suelo = Roca madre

TABLA XVI
 FERTILIZANTE DE POTASIO EN LOS
 SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

Lugar	K no Intercambiable		K Intercambiable		K Soluble		
	Total	Más Soluble	NO ₃ H-O.1N	NH ₄ Cl.1N	en agua		
	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	
Ancuya	6.353.15	2.027.06	3.697.15	1.929.31	628.94	419.65	74.37
Chachagüí	3.309.60	1.253.24	1.619.21	1.059.07	397.15	358.54	57.90
Consacá	5.382.95	4.344.97	497.54	308.82	540.44	492.19	114.74
El Peñol	5.216.93	4.376.72	603.60	353.44	156.61	132.27	23.70
La Unión	6.544.97	5.774.45	702.93	432.57	67.59	56.32	19.15
Linares	6.267.29	4.642.44	569.75	341.85	1.055.10	456.33	182.53
Samaniego	6.013.97	5.433.87	474.28	286.28	105.82	96.14	25.08
Sandoná	3.067.74	2.409.77	533.48	257.84	124.49	600.21	91.14
San José	5.945.31	3.647.43	2.174.45	639.79	123.43	115.72	17.49
San Pablo	5.850.45	4.197.81	1.366.52	990.72	286.12	349.14	45.35
Promedio	5.395.24	3.810.78	1.235.89	659.97	348.57	307.70	65.14
Porcentaje	100	70.63	22.91	12.23	6.46	5.70	1.21

FRACCIONAMIENTO DE POTASIO EN LOS
SUB-SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

Lugar	K Total		K No Intercambiable		K Intercambiable		K Soluble en agua
	ppm.	F Estruc- tural ppm.	Total	Más Soluble	NO ₃ -H-O-1N	NH ₄ OAc1N	
		ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.
Ancuya	5.969.60	1.888.54	3.664.92	1.464.68	415.74	437.06	28.78
Chachagüí	2.810.15	1.235.31	1.234.61	479.11	290.23	261.43	16.12
Consacá	5.474.21	5.125.06	284.49	103.45	64.66	83.51	19.40
El Peñol	6.241.05	5.600.67	575.26	262.66	65.12	37.99	15.63
La Unión	6.069.32	5.432.76	600.73	439.49	35.83	35.59	14.56
Linares	6.049.41	4.805.33	996.12	513.10	247.96	200.40	28.86
Samaniego	3.750.91	3.122.38	542.92	416.76	85.61	131.79	18.47
Sandoná	3.115.82	2.510.58	439.36	224.16	165.88	151.30	11.21
San José	2.291.08	1.999.49	262.43	95.81	29.16	18.22	7.29
San Pablo	5.190.64	3.866.95	1.243.23	874.87	80.46	10.46	9.89
Promedio	4.696.22	3.567.75	984.41	487.41	148.06	136.78	16.03
Porcentaje	100	75.88	20.96	10.38	3.15	2.91	0.34

TABLA XVIII

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO EN LOS
SUELOS BAJO CONDICIONES DE CULTIVO
Resultados en ppm

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
K Total	7.498.65	5.816.62	2.331.95
K Estructural	5.342.26	4.235.96	1.461.25
K no Intercambiable Total	2.102.36	1.214.30	527.13
K no Intercambiable más soluble	1.237.50	708.73	282.34
K Intercambiable, $\text{NO}_3\text{H}\cdot\text{O}\cdot\text{LN}$	735.28	339.36	122.76
K Intercambiable, $\text{NH}_4\text{OAc}\cdot\text{N}$	733.22	297.99	81.84
K Soluble en agua	192.08	65.10	20.46

TABLA XIX

CONTENIDO MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO EN LOS
SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE CULTIVO

Resultados en ppm.

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
K Total	8.374.54	5.350.59	1.423.47
K Estructural	5.339.75	4.234.74	1.192.42
K no Intercambiable Total	2.473.65	1.002.34	185.66
K no Intercambiable más soluble	1.357.03	567.32	94.90
K Intercambiable $\text{NO}_3\text{-H-O-1N}$	583.52	113.51	30.47
K Intercambiable NH OAc-N	547.70	111.75	35.07
K Soluble en agua	50.79	15.17	7.54

TABLA XX

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

Resultados en ppm .

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
K Total	7.096.25	5.702.64	3.878.45
K Estructural	5.099.64	4.188.09	2.997.50
K no Intercambiable Total	2.034.75	1.140.69	175.08
K no Intercambiable más soluble.	1.089.06	605.98	80.82
K Intercambiable $\text{NO}_3\text{H-O.LN}$	539.18	373.86	154.67
K Intercambiable $\text{NH}_4\text{OAc-N}$	457.82	329.00	88.83
K Soluble en agua	129.72	54.42	3.36

TABLA XXI

CONTENIDO MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO DE LOS
 SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
K Total	7.886.84	4.613.94	2.552.50
K Estructural	5.623.29	3.578.47	1.960.57
K no Intercambiable Total	2.150.58	872.01	64.02
K no Intercambiable más soluble.	1.280.30	506.59	55.48
K Intercambiable $\text{NO}_3\text{H-O.IN}$	563.43	163.41	61.87
K Intercambiable $\text{NH}_4\text{OAc-N}$	405.50	145.49	30.93
K Soluble en agua	84.30	19.53	11.34

TABLA XXII

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

Resultados en ppm

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
K Total	6.544.97	5.395.24	3.067.74
K Estructural	5.774.45	3.810.78	1.253.24
K no Intercambiable Total	3.697.15	1.235.89	474.28
K no Intercambiable más soluble	1.929.31	659.97	286.28
K Intercambiable $\text{NO}_3\text{H-O.1N}$	1.055.10	348.57	67.59
K Intercambiable $\text{NH}_4\text{OAc-N}$	600.21	307.70	56.32
K Soluble en agua	182.53	65.14	17.49

TABLA XXIII

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

Resultados en ppm.

Fracciones	Máximo	Promedio	Mínimo
K Total	5.241.05	4.696.22	2.291.08
K Estructural	5.600.67	3.563.75	1.285.31
K no Intercambiable Total	3.664.52	984.41	262.43
K no Intercambiable más soluble	1.464.68	487.41	95.81
K Intercambiable $\text{NO}_3\text{H-O.1N}$	415.74	148.06	29.16
K Intercambiable $\text{NH}_4\text{OAc-N}$	437.06	136.78	10.46
K Soluble en agua	28.86	16.03	7.29

16), siendo inferior a las correspondientes al Valle del Cesar (Tafur, 81), Guajira (Durán, 30) y Altiplano de Pasto (Ordoñez, 65).

Estadísticamente (Tabla XXIV), no se encontró diferencia significativa para las tres condiciones estudiadas en suelos y subsuelos.

Comparando el potasio total encontrado en los suelos de Clima Medio nariñense y el obtenido por Ordoñez (65), para el Altiplano (Tabla XXV), hubo una diferencia altamente significativa (suelo de bosque y subsuelos de bosque y pradera) y significativa (suelos de cultivo y pradera y subsuelo de cultivo). Generalizando los promedios se podría decir que mientras el potasio total alcanza 8.500 ppm en el Altiplano de Pasto, los suelos de Clima Medio solamente se aproximan a 5.300 ppm., También los datos reportados por Martini (55), para los suelos volcánicos de Panamá son generalmente superiores a los de Clima Medio nariñense.

No existiendo estudios mineralógicos, es bastante difícil explicar las causas que diferencian los contenidos de potasio en el Altiplano y el Clima Medio. No obstante en base a los estudios de Aguilera (1), Besoain (15), Colmet-Daage (23) y Mejía, Kohnke y White (56), se podrían ofrecer las siguientes consideraciones :

TABLA XXIV
RESUMEN DE LAS COMPARACIONES ESTADÍSTICAS EFECTUADAS.

COMPARACION	"t"	"t" requerido		Grados de libertad
		Obtenido	nivel del 5% del 1%	
K-total: Suelo cultivo x Suelo bosque	0.21 MS	2.30	3.35	8
Subsuelo cultivo x Subsuelo pradera	0.60 MS	2.36	3.50	7
Suelo cultivo x Suelo pradera	1.44 MS	2.26	3.25	9
Subsuelo cultivo x Subsuelo pradera	1.41 MS	2.26	3.25	9
Suelo bosque x Suelo pradera	2.00 MS	2.30	3.35	8
Subsuelo bosque x Subsuelo pradera	0.29 MS	2.36	3.50	7
K-inter-				
cambia Suelo cultivo x Suelo bosque	0.71 MS	2.30	3.35	8
ble Subsuelo cultivo x Subsuelo bosque	0.44 MS	2.36	3.50	7
Suelo cultivo x Suelo pradera	0.08 MS	2.26	3.25	9
Subsuelo cultivo x Subsuelo pradera	0.47 MS	2.26	3.25	9
Suelo bosque x Suelo pradera	0.66 MS	2.30	3.35	8
Subsuelo bosque x Subsuelo pradera	0.88 MS	2.36	3.50	7

MS= La diferencia no es significativa.

TABLA XXV

Resumen de las comparaciones estadísticas efectuadas para las formas de potasio total e intercambiable en el Altiplano de Pasto y en clima medio.

COMPARACION	"t" reuerio		Grados de libertad
	Obtenido	nivel del nivel del 5% 1%	
K-total:			
Suelo cultivo	2.74 +	2.26	9
Subsuelo cultivo	3.02 +	2.26	9
Suelo bosque	10.94 ++	2.30	8
Subsuelo bosque	4.52 ++	2.36	7
Suelo pradera	2.87 +	2.26	9
Subsuelo pradera	5.24 ++	2.26	9
K-inter-			
cambiable:			
Suelo cultivo	2.22 MS	2.26	9
Subsuelo cultivo	3.32 ++	2.26	9
Suelo bosque	3.10 +	2.31	8
Subsuelo bosque	2.65 +	2.36	7
Suelo pradera	0.43 MS	2.26	9
Subsuelo pradera	2.77 +	2.26	9

+ Significativo al nivel del 5%.

++ Altamente significativo

MS No significativo

Las mayores diferencias entre las dos áreas nariñenses estudiadas estriban en que mientras el Altiplano es frío, húmedo y en conjunto mal drenado, la zona de Clima Medio tiene una temperatura superior, es relativamente seca y tiene un drenaje rápido. La semejanza proviene en que ambas áreas están cubiertas por deposiciones volcánicas posterciarias.

Posiblemente la intemperización de los vidrios volcánicos en el Altiplano ha conducido a la formación de alófana hidratada, mientras que la zona de Clima Medio presenta una secuencia de meteorización que ha procedido hacia la halloisita y caolínoides.

Habría que presuponer que a medida que la secuencia de meteorización procede

alófana (B, Ab, A) halloisita metahalloisita
caolinita

la pérdida de potasio es mayor. Es cierto que la formación de caolinita es difícil en los suelos volcánicos. Sin embargo, si hay una aproximación a medida que el drenaje es más rápido.

Aunque no hay estudios concretos sobre la secuencia de pérdida para el potasio, sí parece desprenderse de lo encontrado en suelos nariñenses. Relacionando los contenidos de potasio total en los suelos del Valle (Bohór -

quez, 18), con la mineralogía de los mismos (Blasco et al., 17), se observó que evidentemente los suelos con halloisita y caolinita tenían menor cantidad de potasio.

4.1.2 Potasio estructural.

El potasio estructural es reflejo del potasio total. Para las distintas regiones colombianas incluidos los resultados de este estudio, la secuencia es idéntica a la apuntada para el potasio total.

En el área de Clima Medio nariñense el promedio fluctuó entre 4.235.96 ppm y 3.563.75 ppm para las distintas condiciones en suelos y subsuelos. El máximo correspondió a La Unión (subsuelo de cultivo) con 5.839.76 ppm, y el mínimo a San José (subsuelo de cultivo) con 1.192.42 ppm.

Mientras en el Altiplano, el potasio estructural representó, en promedio generalizado, aproximadamente el 85% del potasio total (Ordoñez, 65), en el área de Clima Medio se aproxima a 75%, corroborando así un mayor progreso en la reacción de intemperización.

4.1.3 Potasio no intercambiable.

El potasio total no intercambiable tuvo un máximo de 3.697.15 ppm en los suelos bajo pradera de Ancuya y el mínimo correspondió a Sandoná con 175.08 ppm en los

suelos bajo condiciones de bosque. Esas mismas localidades y para las mismas condiciones, presentaron el máximo (3.664.92 ppm) y mínimo (64.02 ppm) en los subsuelos. Como porcentaje promedio representó entre el 18.73 y 22.91% del potasio total.

La fracción más soluble representó aproximadamente el 55% del potasio total no intercambiable, oscilando entre el 10.38 y 12.23% del potasio total.

El potasio no intercambiable de la zona Clima Medio fue comparativamente superior a la misma fracción en el Altiplano de Pasto, donde alcanzó solamente el 10% del potasio total.

Posiblemente, esta relación sea una consecuencia de la intemperización aludida previamente, que al ir meteorizando primeramente los materiales potásicos menos resistentes (v.g. biotita), deja un remanente proporcionalmente superior de materiales más difíciles para liberar potasio (v.g. muscovita).

Siguiendo los postulados de MacLean (53), se podría indicar que en estos suelos, en general, no deben esperarse grandes deficiencias potásicas porque la fracción más soluble del potasio no intercambiable es más del doble que la fracción cambiante, lo cual señala una buena dinámica de provisión de potasio en dirección a

las formas de intercambio.

3.1.4 Potasio intercambiable.

En promedio las extracciones con ácido nítrico dieron más potasio de cambio que las correspondientes al acetato de amonio. Según MacLean (53) y Marín, Colin y Luengas (54), las extracciones con nítrico tienen una mayor correlación con los requerimientos potásicos de las plantas.

Las cantidades de potasio intercambiable en los suelos son aceptables. Sin embargo, para los cafetales (propios del Clima Medio) será necesaria la fertilización, porque se estima que el requerimiento medio para sostener una buena cosecha es de 1.2 me/100 g. de potasio, ya que el café es una planta muy exigente en nutrición potásica (López, 51). Además, parece ser que los suelos volcánicos son malos retenedores del potasio intercambiable (López, 51), por lo cual cultivos intensivos pueden agotarlo rápidamente.

Aunque las cantidades de potasio intercambiable en los suelos de Clima Medio, son inferiores a las registradas por Ordoñez (65), para el Altiplano de Pasto, en comparación con los otros suelos colombianos en los que se han hecho fraccionamientos, son cantidades comparativamente altas.

Este estudio y el realizado por Ordoñez (65), parecen indicar que de los tres macronutrientes, el potasio es el elemento que menos problemas presenta en los suelos volcánicos de Nariño.

Hay bastante similitud con lo indicado en otros estudios (Fox, 33; Letelier, 50; López, 51), que señalan cierta abundancia de potasio en los suelos volcánicos, salvo en aquellas áreas altamente meteorizadas como ocurre en algunas partes de Hawaii, o en ciertas zonas colombianas donde el cultivo del cafeto ha disminuido considerablemente las reservas potásicas.

Las cantidades de potasio intercambiable son mayores en el Altiplano. Salvo en dos casos (suelos de cultivo y pradera), hubo diferencia significativa (altamente significativa en el subsuelo de cultivo) con el potasio intercambiable de los suelos de Clima Medio (Tabla XXV).

4.1.5 Potasio soluble en agua.

La cantidad máxima se encontró en el suelo de San Pable bajo condiciones de cultivo, con 192.08 ppm y la mínima se obtuvo en La Unión, bajo condiciones de bosque con 3.36 ppm.

Al igual que ocurrió en el Altiplano (Ordoñez, 65), el potasio soluble en agua disminuyó al aumentar la profun-

didad del perfil.

Habida cuenta de la relación directa del potasio intercambiable con el soluble en agua, esta fracción de los suelos nariñenses también es la más alta con relación a las otras regiones colombianas estudiadas (Cesar, Valle del Cauca, Amazonas, Guajira) . .

4.1.6 Lixiviación del potasio.

Los resultados obtenidos en la lixiviación del potasio aparecen en las Tablas XXVI a XXXI. En general y como era lógico esperar, las mayores pérdidas por lixiviación correspondieron a las muestras que tenían más potasio de cambio.

Dentro de las irregularidades observadas, en el 35% de los casos se lixivió más potasio que el correspondiente a las fracciones intercambiables.

Con algunas excepciones, los suelos mostraron su agotamiento en los 10 días de lixiviación. Tal como ocurrió en los suelos del Altiplano (Ordoñez, 65), la lixiviación prácticamente no afectó a la fracción más soluble del potasio no intercambiable, lo cual significa lentitud en el desplazamiento del potasio no intercambiable a posición de cambio.

TABLA XXVI

Lixiviación de potasio en suelos bajo condiciones de cultivo mediante la adición de ácido clorhídrico 0.01N durante 10 días.

Resultados en ppm

Día Suelos	Día										Total Lixi- viado
	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	
Ancuya	145.86	107.79	68.35	39.44	30.18	16.82	12.52	9.99	9.15	6.32	446.52
Consacá	132.67	122.38	78.52	68.77	47.11	23.28	16.03	11.08	12.13	8.12	523.09
Chachagüí	108.25	82.90	44.07	18.72	9.31	6.95	5.21	2.35	1.28	0.00	277.04
El Peñol	62.57	67.80	49.55	37.86	31.29	26.60	16.69	13.04	7.82	7.82	321.04
La Unión	77.24	69.38	32.70	13.10	7.34	3.14	1.78	1.05	0.00	0.00	205.75
Lineares	38.34	36.44	21.76	13.20	7.92	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	120.51
Samaniego	133.64	104.89	60.38	28.75	20.13	15.75	10.92	9.20	2.88	0.00	386.55
Sandoná	45.56	36.30	23.00	9.72	5.58	8.04	2.23	0.00	0.00	0.00	130.43
San José	30.69	24.24	17.90	10.23	7.67	5.32	4.09	3.25	2.05	2.25	106.69
San Pablo	258.18	175.56	96.76	46.47	30.98	22.20	12.91	9.29	5.78	1.76	659.89

TABLA XXVII

Lixiviación de potasio en subsuelos bajo condiciones de cultivo mediante la adición de ácido clorhídrico 0.01N durante 10 días.

Resultados en ppm.

Días Suelo	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	Total lixiviado
Ancuya	18.77	14.70	13.41	5.36	3.97	3.22	1.61	1.07	1.82	1.61	65.64
Consacá	118.87	114.76	110.76	67.54	37.28	18.91	10.26	7.78	5.40	4.32	495.88
Chachagüí	9.77	8.42	6.29	2.81	1.35	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	30.55
El Peñol	7.86	10.48	5.87	1.78	1.78	4.19	1.73	1.57	0.00	0.00	35.31
La Unión	10.12	8.86	5.70	1.22	1.22	2.04	1.02	0.00	0.00	0.00	30.18
Linares	13.49	16.19	13.49	3.99	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.86
Samaniego	10.70	8.02	7.49	5.35	3.96	3.74	3.42	1.60	0.00	0.00	44.28
Sandoná	10.88	7.62	2.72	1.31	1.31	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	25.69
San José	7.74	6.89	3.82	1.75	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.44
San Pablo	85.38	38.87	16.27	5.62	3.72	5.22	3.01	2.71	1.20	0.00	162.00

TABLEA XXVIII

Lixiviación de potasio en suelos bajo condiciones de bosque mediante la adición de ácido clorhídrico 0.01N durante 10 días.

Resultados en ppm.

Días	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	Total lixiviado
Ancuya +											
Consacá	133.09	111.79	72.40	45.25	31.94	17.04	11.71	8.52	5.86	5.11	442.71
Chachagüí	147.30	107.13	44.14	12.00	5.36	4.50	2.36	3.21	0.00	0.00	326.00
El Peñol	131.05	101.63	78.84	64.19	45.47	27.81	15.83	11.98	9.31	6.95	493.06
La Unión	84.00	66.68	38.12	21.63	14.39	6.30	4.41	0.00	0.00	0.00	235.53
Linares	144.77	155.30	81.60	31.59	15.79	5.16	4.21	2.32	1.05	0.00	441.79
Samaniego	86.16	102.69	75.75	50.40	26.53	17.51	7.64	5.52	1.80	1.27	375.27
Sandoná	48.55	39.41	23.53	17.14	9.94	9.14	3.47	1.94	0.00	0.00	153.08
San José	28.74	22.99	19.54	13.06	13.06	11.91	8.36	5.27	6.27	5.22	135.42
San Pablo	67.58	59.39	46.51	38.63	36.72	36.29	32.46	25.50	26.61	26.61	397.30

+ : No se encontró bosque.

TABLA XXIX

Lixiviación de potasio en subsuelos de bosque mediante la adición de ácido clorhídrico 0.01N durante 10 días.

Resultados en ppm

Días Suelo	Días										Total lixiviado	
	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.		
Ancuya +	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Consacá	54.46	43.57	27.23	16.34	10.89	4.57	2.18	1.63	0.00	0.00	160.87	
Chachagüí	30.84	26.58	18.17	11.22	8.41	6.73	2.47	1.91	0.00	0.00	106.33	
Consacá	54.46	43.57	27.23	16.34	10.89	4.57	2.18	1.53	0.00	0.00	160.87	
El Peñol	82.70	115.57	89.85	66.69	43.96	33.29	24.71	15.79	13.34	12.80	498.00	
La Unión	48.58	40.69	24.92	13.14	7.36	3.36	1.58	1.05	0.00	0.00	140.68	
Linares ++	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Samaniego	16.94	26.15	15.69	13.08	9.10	9.41	6.28	4.18	1.78	0.00	102.61	
Sandoná	10.67	7.47	5.97	2.67	1.81	2.35	0.00	1.07	0.00	0.00	32.01	
San José	7.73	5.16	3.82	7.73	1.75	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	27.74	
San Pablo	19.93	12.93	9.00	10.34	10.34	13.45	11.58	10.45	7.76	3.83	109.61	

+: No se encontró bosque
 ++: Perfil A-C

TABLA XXX

Lixiviación de potasio en suelos bajo condiciones de pradera mediante la adición de ácido clorhídrico 0.01N durante 10 días.

Resultados en ppr .

Suelo	Días										Total lixi- viado
	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	
Ancuya	146.08	127.49	92.96	60.24	47.81	27.30	22.51	16.15	15.72	14.55	570.61
Consacá	127.28	138.00	85.78	64.34	45.57	22.52	15.40	9.55	5.58	5.15	517.27
Chachagüí	151.69	124.11	59.24	22.73	11.03	7.17	4.95	4.55	1.32	0.00	386.99
El Peñol	26.46	29.10	25.08	13.23	10.58	10.58	6.88	4.23	1.80	1.27	129.21
La Unión	26.70	14.08	2.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.60
Linares	342.91	308.62	168.82	96.22	56.66	29.23	14.45	10.55	6.01	4.22	1.037.69
Samaniego	13.38	19.98	16.02	13.35	9.29	12.18	10.15	5.55	1.82	0.00	101.72
Sandoná	213.91	183.40	116.71	66.69	22.90	9.67	3.56	3.33	0.00	0.00	620.17
San José	37.34	40.63	19.23	11.52	7.71	5.35	3.08	2.25	2.06	1.03	130.21
San Pablo	57.33	74.40	74.73	37.37	33.31	32.03	22.95	21.14	16.01	18.68	387.95

Lixiviación de potasio en subsuelos bajo condiciones de pradera mediante la adición de ácido clorhídrico 0.01N durante 10 días.
Resultados en ppm .

Días Suelo	10.	20.	30.	40.	50.	50.	70.	80.	90.	100.	Total lixiviado
Ancuya	94.55	81.23	71.96	54.58	27.50	27.18	19.72	14.92	12.15	9.59	413.38
Consacá	9.37	7.54	7.54	6.03	6.03	2.91	0.00	7.00	0.00	0.00	39.42
Chachagüí	48.95	48.95	35.93	27.18	20.15	14.40	10.54	8.64	4.26	0.00	219.40
El Peñol	8.14	8.14	6.08	4.02	4.02	4.56	4.55	2.93	1.30	0.00	43.75
La Unión	9.74	4.14	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.78
Linares	64.13	60.60	42.75	26.76	14.64	5.13	2.35	0.00	0.00	0.00	216.36
Samaniego	8.45	8.45	9.80	7.88	5.63	6.76	5.41	4.75	2.82	2.82	62.75
Sandoná	43.37	43.37	36.43	20.96	9.75	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	155.78
San José	2.60	1.77	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62
San Pablo	14.34	18.31	11.72	10.46	10.46	14.34	13.08	11.95	7.85	1.78	114.27

4.2 Sodio y su relación con el potasio.

En las Tablas XXXII a XXXVII, se presentan los resultados encontrados para el sodio total, intercambiable y sus relaciones con el potasio.

El sodio total encontrado en los suelos de Clima Medio es inferior al obtenido en la Guajira (Durán, 30), Cesar (Tafur, 81) y Altiplano (Ordoñez, 65), y superior al correspondiente al Valle del Cauca (Bohórquez, 18). Similar relación se produce para el sodio de cambio.

Teniendo en cuenta que la razón K/Na intercambiable es más amplia que la razón K/Na total que se aproxima a 1, se deduce que la pérdida de sodio es mayor que la del potasio. En las otras regiones colombianas no volcánicas ocurre lo contrario.

En la literatura no se han encontrado comparaciones similares, y por tanto, aunque haya ocurrido en suelos nariñenses no es posible concluir que los suelos volcánicos tienen la relación total/intercambiable para K/Na diferente a los suelos sedimentarios.

La relación K/Na total próxima a 1, según Millot (58), indica el predominio de rocas ígneas sobre las sedimentarias.

TABLA XXXII
 CONTENIDO DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
 EN SUELOS Y SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE
 DE CULTIVO.

Resultados en ppm.

ZONAS	S U E L O S		S U B S U E L O S	
	Na Total	Na Intercambiable NH ₄ OAc	Na Total	Na Intercambiable NH ₄ OAc
Ancuya	5.888.96	29.44	5.685.84	34.33
Consacá	5.609.94	40.07	5.433.57	45.39
Chachaquí	3.102.13	34.23	3.594.24	40.43
El Peñol	2.357.41	62.59	880.74	46.13
La Unión	5.219.54	35.64	5.399.64	52.46
Linares	5.914.72	40.13	5.289.55	59.37
Samaniego	5.083.44	89.71	4.022.82	51.35
Sandoná	6.142.40	49.14	7.060.95	82.71
San José	5.728.80	30.69	5.343.17	41.26
San Pablo	4.709.11	57.83	4.319.35	31.14
Mínimo	2.357.41	29.44	880.74	31.14
Promedio	4.975.64	46.95	4.702.99	48.46
Máximo	6.142.40	89.71	7.060.95	82.71
% de Sodio	100	0.94	100	1.03

TABLA XXXIII
 CONTENIDO DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
 EN SUELOS Y SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE
 BOSQUE.

Resultados en ppm.

ZONAS	S U E L O S		S U B S U E L O S	
	Na Total	Na Intercambiable NH ₄ OAc	Na Total	Na Intercambiable NH ₄ OAc
Ancuya †				45.75
Consacá	5.302.21	33.01	2.374.46	35.89
Chachagüí	4.542.31	154.27	2.916.16	50.69
El Peñol	2.588.92	51.35	2.091.52	43.11
La Unión	4.935.47	36.75	4.248.06	
Linares ††	2.548.02	29.48	3.661.00	75.83
Samaniego	4.499.06	38.20	6.402.60	136.59
Sandoná	5.689.15	46.27	5.567.94	35.05
San José	5.852.56	31.65	4.096.22	52.15
San Pablo	3.810.19	73.70		35.05
Mínimo	2.548.02	29.48	2.091.52	59.38
Promedio	4.418.65	54.96	3.919.74	136.59
Máximo	5.852.56	154.27	6.402.60	
% de sodio	100	1.24	100	1.51

† : No se encontró bosque.
 †† : Perfil A-C.

TABLA XXXIV

CONTENIDO DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLE
EN SUELOS Y SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE
PRADERA

Resultados en ppm.

Z O N A - S	S U B S U E L O S		S U B S U E L O S	
	Na	Na	Na	Na
	<u>Total</u>	<u>Intercambiable</u> NH ₄ OAc 4	<u>Total</u>	<u>Intercambiable</u> NH ₄ OAc 4
Ancuya	6.055.68	35.06	5.649.80	111.93
Consacá	4.846.80	53.62	4.267.30	70.04
Chachagüí	3.553.73	35.85	2.349.47	73.70
El Peñol	2.835.98	55.03	1.953.72	51.77
La Unión	5.664.04	14.64	6.158.90	27.99
Linares	5.697.54	35.83	6.733.44	71.61
Samaniego	4.422.35	57.68	2.816.00	207.26
Sandoná	2.978.82	41.13	3.003.74	71.73
San José	5.863.02	33.03	4.478.02	35.40
San Pablo	3.309.56	79.00	3.348.80	209.30
Mínimo	2.835.98	14.64	1.953.72	27.99
Promedio	4.502.75	44.09	4.075.92	93.07
Máximo	6.055.68	79.00	6.733.44	209.30
% de sodio	100	0.98	100	2.28

TABLA XXXV

RELACION K/Na EN SUS FORMAS TOTAL E
INTERCAMBIABLE, EN SUELOS Y SUBSUELOS
BAJO CONDICIONES DE CULTIVO.

ZONAS	S U E L O S		S U B S U E L O S	
	$\frac{K/Na}{Total}$	$\frac{K/Na}{Intercambiable}$	$\frac{K/Na}{Total}$	$\frac{K/Na}{Intercambiable}$
Ancuya	1.05	11.04	1.03	1.88
Consacá	0.91	13.65	1.17	12.02
Chachagüí	0.75	8.75	0.66	1.25
El Peñol	2.60	3.45	5.82	1.19
La Unión	1.36	5.00	1.58	0.92
Linares	1.04	3.88	1.08	1.18
Samaniego	1.48	3.08	1.73	0.88
Sandoná	0.84	3.41	0.59	0.46
San José	1.02	2.67	0.27	0.85
San Pablo	1.41	12.68	1.65	5.24
			0.27	0.46
Mínimo	0.75	2.67	1.56	2.59
Promedio	1.25	6.76	5.82	12.02
Máximo	2.60	13.65		

TABLA XXXVI

RELACION K/Na EN SUS FORMAS TOTAL E
INTERCAMBIABLE, EN SUELOS Y SUBSUELOS
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE.

ZONAS	S U E L O S		S U B S U E L O S	
	K/Na Total	K/Na Intercambiable	K/Na Total	K/Na Intercambiable
Ancuya †				
Consacá	1.09	13.87	1.53	4.00
Chachagüí	0.88	2.47	0.92	3.91
El Peñol	2.24	8.44	2.96	8.00
La Unión	1.23	6.14	1.05	3.54
Linares † †	2.18	15.27		
Samaniego	1.54	10.00	2.15	1.72
Sandoná	0.68	4.14	0.40	0.51
San José	1.21	2.81	1.10	0.88
San Pablo	1.50	4.76	0.83	0.99
Mínimo			0.40	0.51
Promedio	0.68	2.47	1.37	2.94
Máximo	1.39	5.54	2.96	8.00
	2.24	15.27		

† : No se encontró bosque.
††: Perfil A-C

TABLA XXXVII

RELACION K/Na, EN SUS FORMAS TOTAL E
INTERCAMBIABLE, EN SUELOS Y SUBSUELOS
BAJO CONDICIONES DE PRADERA.

ZONAS	S U E L O S		S U B S U E L O S	
	$\frac{K/Na}{Total}$	$\frac{K/Na}{Intercambiable}$	$\frac{K/Na}{Total}$	$\frac{K/Na}{Intercambiable}$
Ancuya	1.05	11.97	1.06	3.01
Consacá	1.11	9.18	1.28	1.19
Chachagüí	0.99	10.00	1.20	3.55
El Peñol	1.84	2.40	3.19	0.73
La Unión	1.16	3.85	0.98	1.27
Linares	1.10	12.74	0.90	2.80
Samaniego	1.36	1.67	1.33	0.63
Sandoná	1.03	14.59	1.04	2.11
San José	1.01	3.50	0.51	0.51
San Pablo	1.77	4.42	1.55	0.05
Mínimo	0.99	1.67	0.51	0.05
Promedio	1.24	7.43	1.30	1.58
Máximo	1.84	14.59	3.19	3.55

4.3 Relación Calcio/Magnesio.

Para completar el estudio de las bases intercambiables, se analizaron el calcio, magnesio y su relación. Los resultados se muestran en las Tablas XXXVIII a XLIII, incluidas en el Apéndice I.

Aunque es común la idea de que en la región volcánica nariñense hay abundancia de calcio intercambiable; en realidad, ateniéndose a los resultados obtenidos en el Altiplano y en la zona de Clima Medio, tanto el calcio como el magnesio se aproximan a la normalidad, y su relación próxima a 4/1 está dentro del promedio mundial (Vingradov y Ronov, 83). Es cierto que en suelos representativos del área volcánica del Puracé, León (49), encontró una relación 2/1. Podría hablarse de una deficiencia de calcio en esta región, antes que de una abundancia de calcio en los suelos volcánicos de Nariño.

Las figuras 2 a 9 recogen los diferentes resultados obtenidos para cada una de las formas del potasio, bajo las condiciones estudiadas. Las figuras 10 a 13 muestran las comparaciones de potasio total e intercambiable entre los suelos del Altiplano de Pasto y los de Clima Medio.

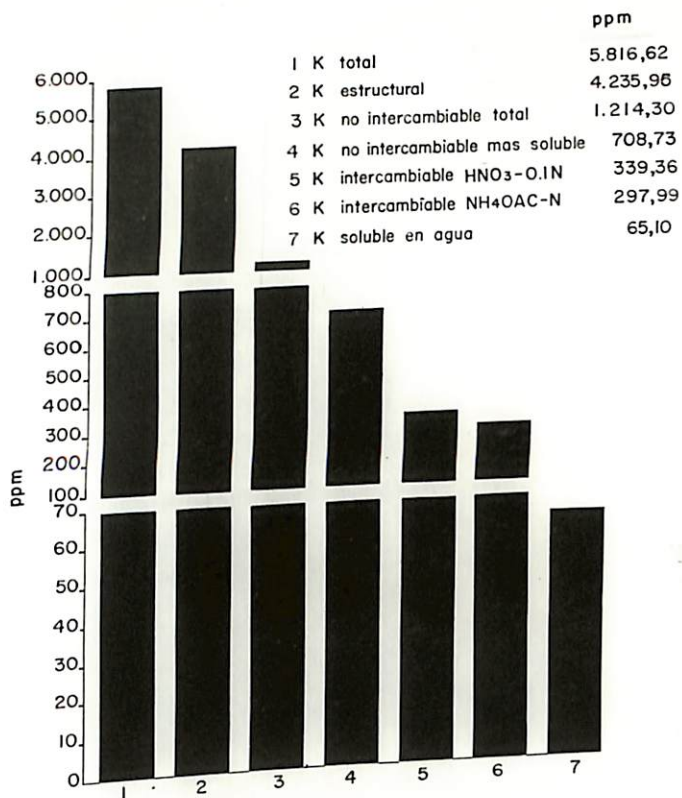


Figura No. 2

Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en suelos bajo condiciones de cultivo.

Foto: I. Santacruz.

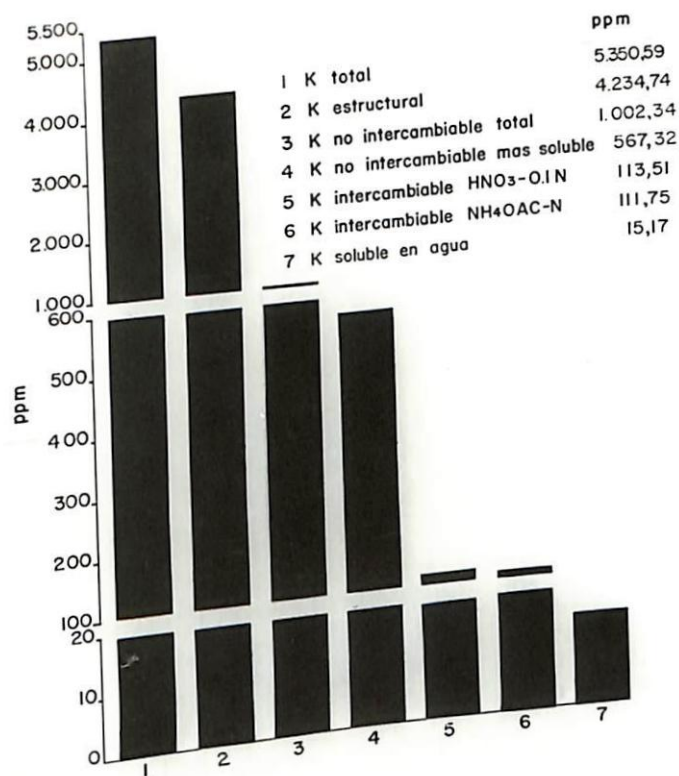


Figura No. 3
Contenido promedio de las distintas
fracciones de potasio en subsuelos
bajo condiciones de cultivo.

Foto: I. Santacruz.

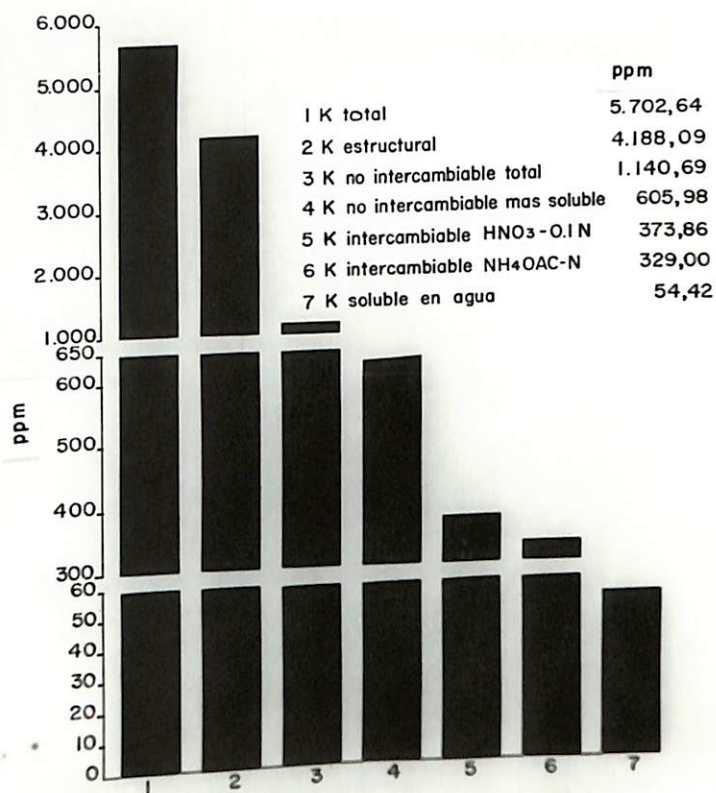


Figura No. 4

Contenido promedio de las distintas
Fracciones de potasio en suelos ba-
jo condiciones de bosque.

Foto: I. Santacruz.

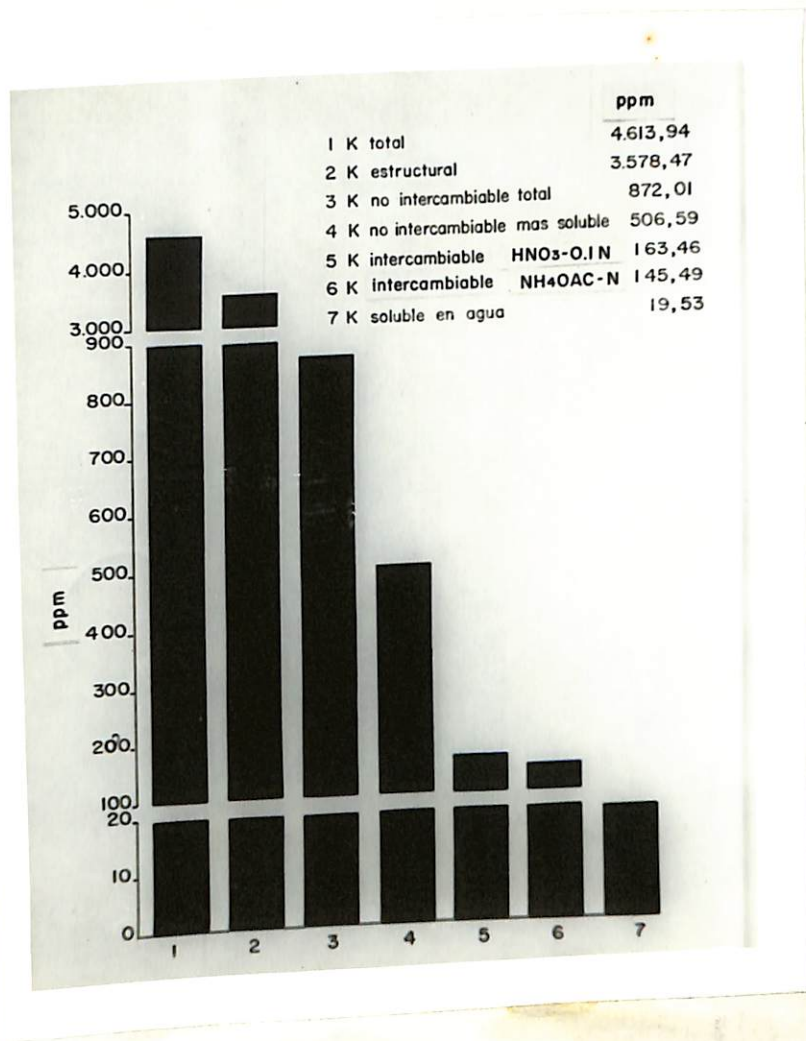
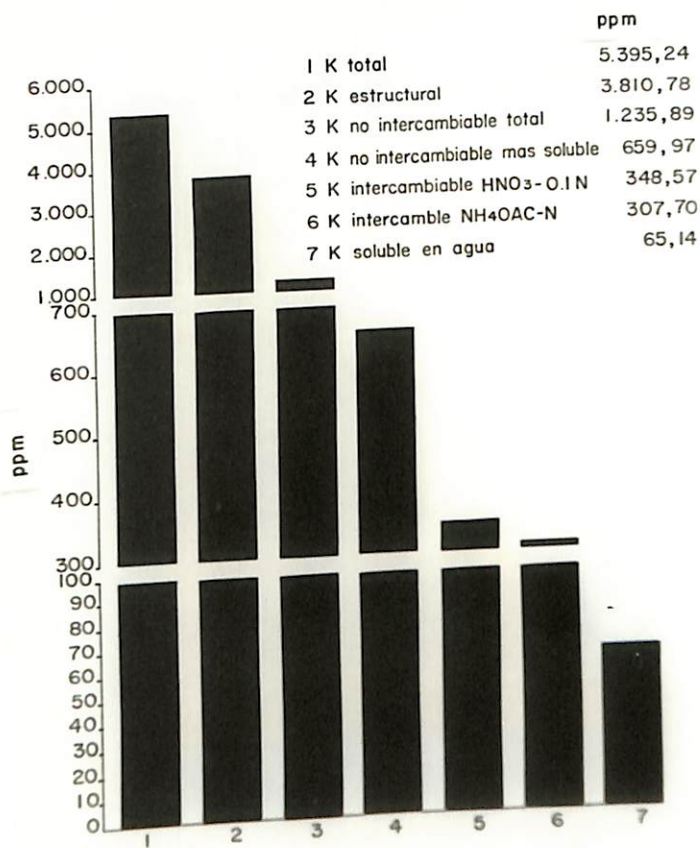


Figura No. 5

Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en subsuelos bajo condiciones de bosque.

Foto: I. Santacruz.



Fifura No. 6

Contenido promedio de las distintas fracciones de potasio en suelos bajo condiciones de pradera.

Foto: I. Santacruz .

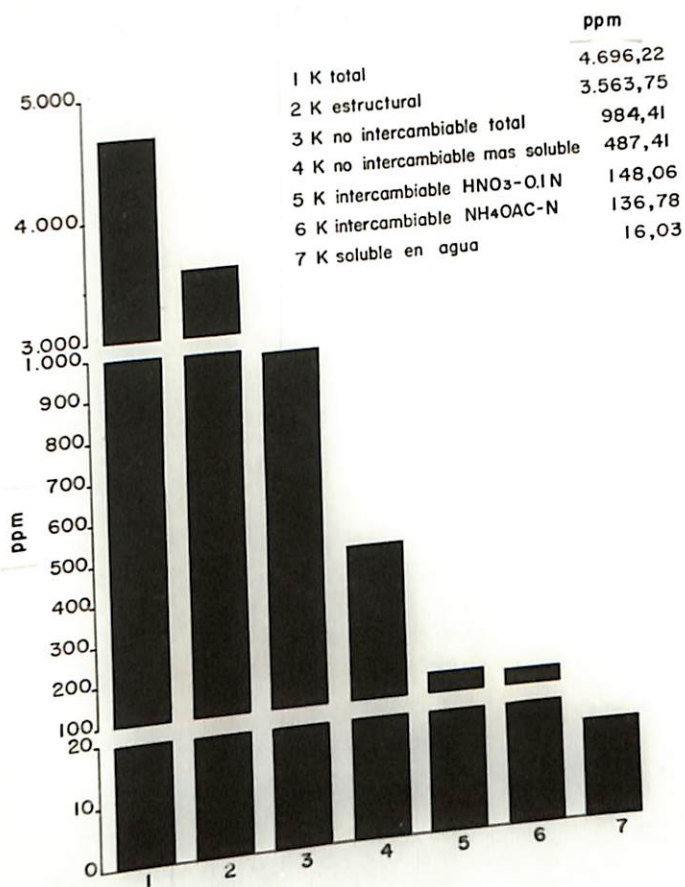


Figura No. 7
Contenido promedio de las distintas
fracciones de potasio en subsuelos
bajo condiciones de pradera.
Foto: I.Santacruz.

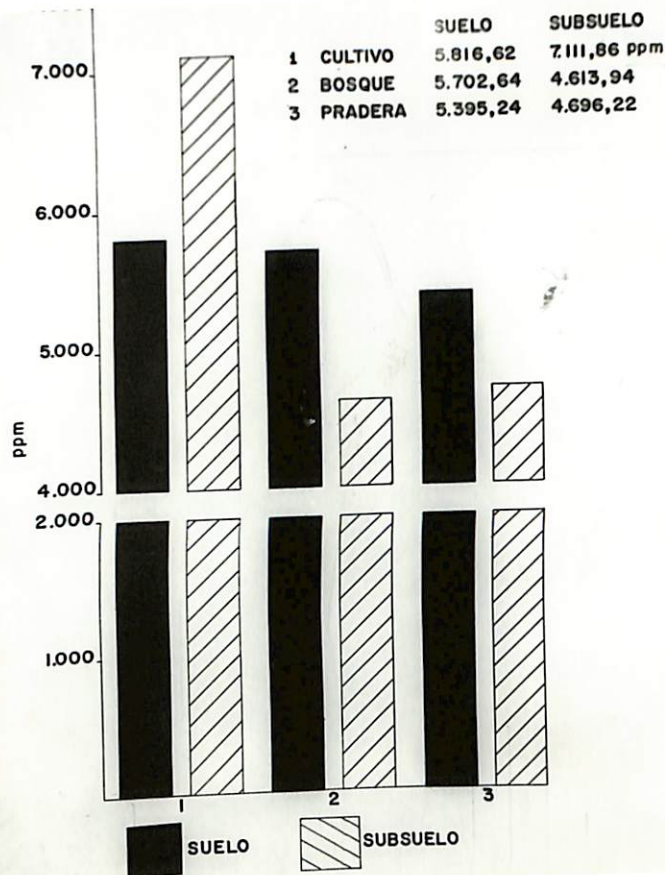


Figura No. 8

Contenido promedio de potasio total en suelos y subsuelos bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera .

Foto: I. Santacruz.

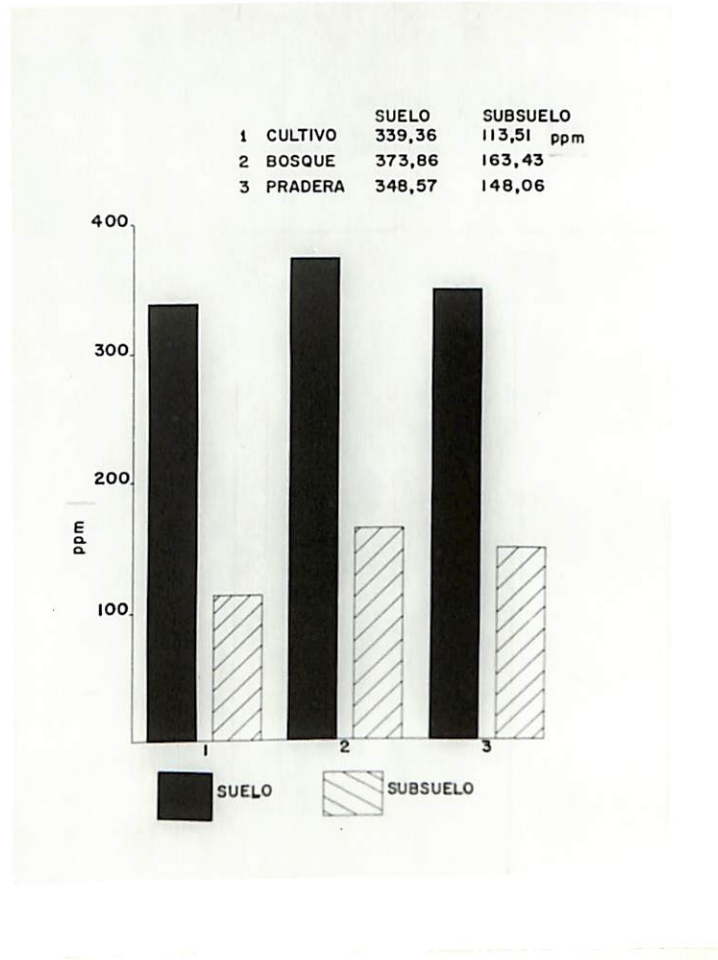


Figura No. 9

Contenido promedio de potasio intercambiable en suelos y subsuelos bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera.

Foto: I. Santacruz.

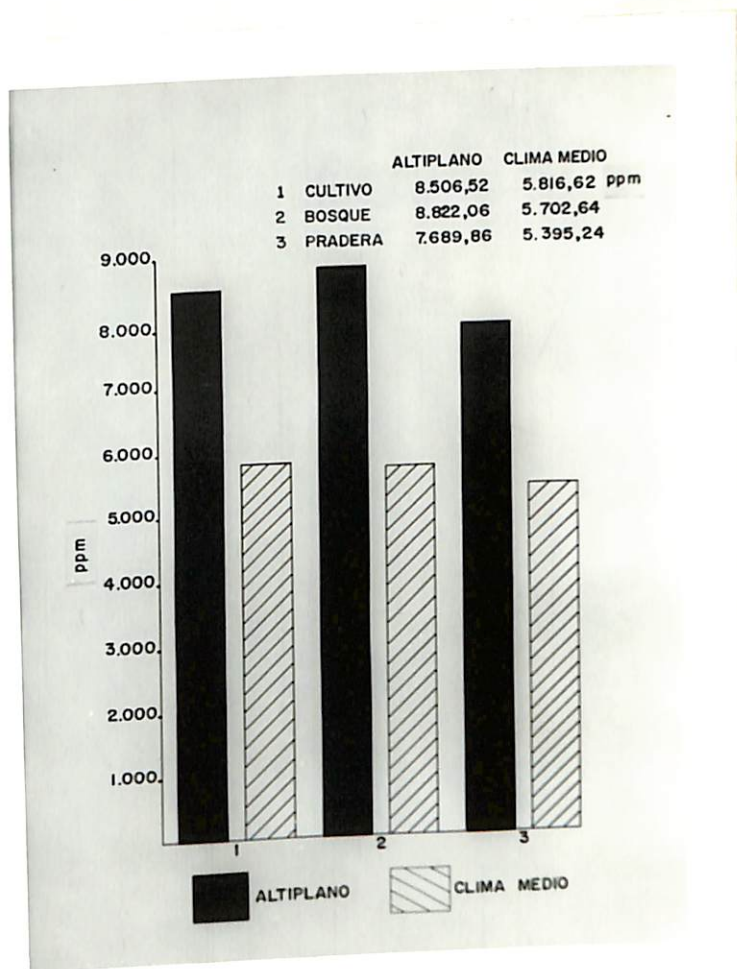


Figura No. 10
Comparación de los contenidos promedios de potasio total entre suelos del Altiplano de Pasto y Clima Medio, bajo condiciones de cultivo, bosque y pradera.

Foto: I. Santacruz .

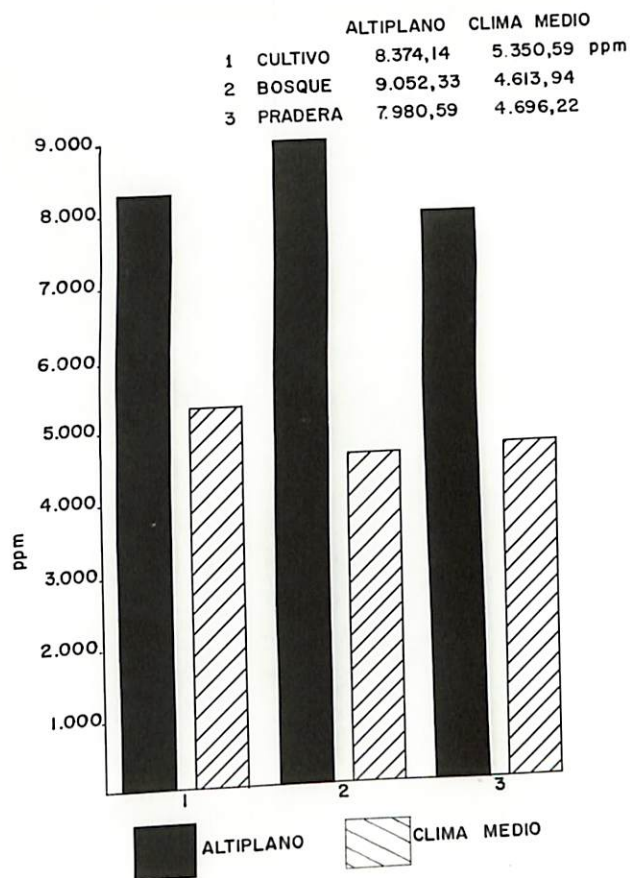


Figura No. 11
Comparación de los contenidos promedios
de potasio total entre subsuelos del
Altiplano de Pasto y Clima Medio, bajo
condiciones de cultivo, bosque y pradera.

Foto: I. Santacruz.

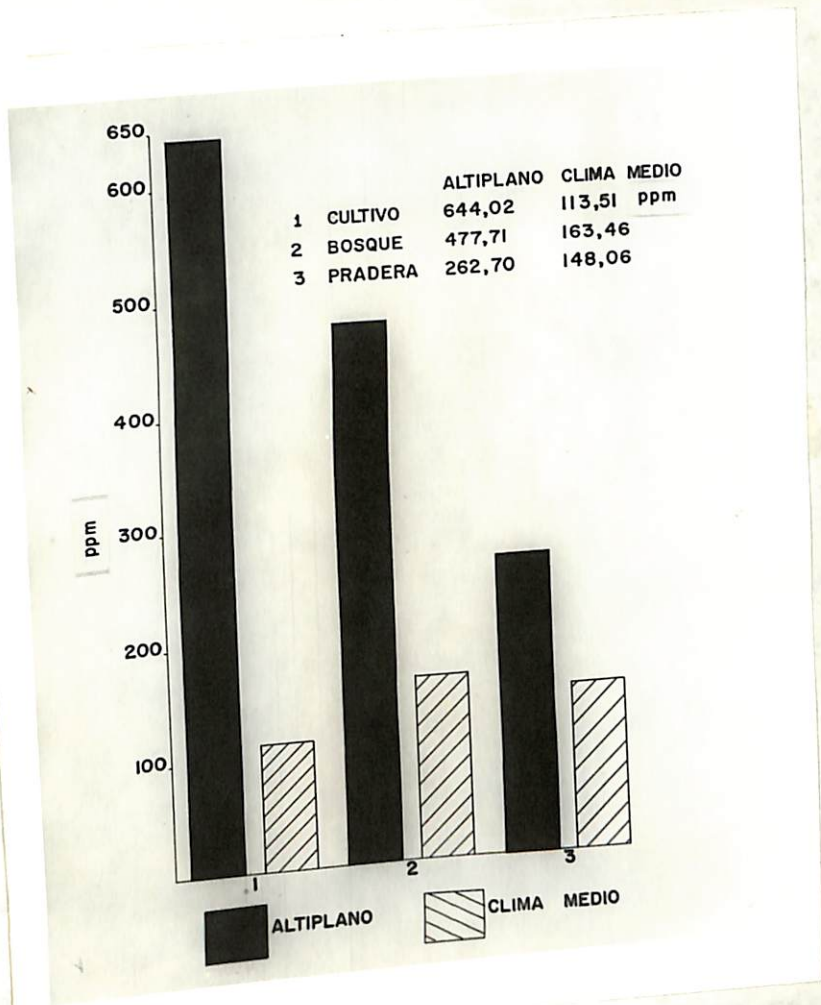


Figura No. 13

Comparación de los contenidos promedios de potasio intercambiable entre subsue- los del Altiplano de Pasto y Clima Me- dio, bajo condiciones de cultivo, bos- que y pradera.

Foto: I. Santacruz.

V. CONCLUSIONES

1. Los suelos estudiados se aproximan a la neutralidad, con una capacidad catiónica de cambio (con acetato de amonio) que va de mediana a elevada. La presencia de materia orgánica es mayor de la prevista para una zona de características subtropicales, posiblemente debido a que la alófana impide una mineralización activa.
2. Los suelos volcánicos desarrollados en la zona de Clima Medio nariñense presentan un menor contenido de potasio total (promedio aproximado 5.200 ppm) que los suelos del Altiplano de Pasto (promedio aproximado 8.500 ppm), siendo significativa su diferencia no obstante tener un origen volcánico común.
3. Considerando que la diferencia entre las dos áreas es climática (más cálida, seca y con períodos marcados de lluvia en la zona de Clima Medio) y de drenaje (más lento en el Altiplano), se propone que la menor cantidad de potasio encontrada en los suelos de Clima Medio se debe a una mayor intemperización de los materiales volcánicos.
4. Teniendo en cuenta los datos encontrados en Nariño, se sugiere que el potasio disminuye en estos suelos volcánicos a medida que la reacción procede:

Alófana (B,Ab,A) halloisita/metahalloisita caolinita.

5. El potasio estructural representó aproximadamente el 75% del potasio total, mientras que el potasio total no intercambiable constituyó entre el 18.7 y 23% del potasio total .

6. En general, los niveles de potasio intercambiable son aceptables, Los resultados obtenidos confirman que los suelos volcánicos estudiados de Nariño, tienen mayores cantidades de potasio intercambiable que cualquiera de las otras regiones colombianas (Amazonas, Cesar, Guajira y Valle del Cauca) en donde se han realizado fraccionamientos similares .

7. No obstante, los niveles aceptables de potasio asequible encontrados, considerando que buena parte de la zona de Clima Medio nariñense se dedica al cultivo de cafetos, deben adicionarse fertilizantes potásicos (alrededor de 0.2 me/100 g.) debido a que el cafeto es un gran extractor del nutriente.

8. La mayor lixiviación ocurrió en las muestras que tienen más potasio intercambiable. En un 35% de los casos se lixivió más potasio que el correspondiente a esa fracción.

9. La relación K/Na totales, fue próxima a 1. Teniendo en cuenta que la relación K/Na intercambiables es más amplia, se deduce que en los suelos estudiados hay una mayor pérdida de sodio que de potasio.

VI. RESUMEN

En la presente investigación fueron estudiadas las diferentes fracciones de potasio que se presentaron en algunos suelos escogidos en Nariño, S.O. de Colombia (correspondientes a las áreas Templadas y Subtropicales de las vertientes del Guátara, Juanambú y Mayo).

K-Total.

El potasio total promedio cerca de 5.200 ppm (max. 8.374 ppm - min. 1.423 ppm).

K-Estructural.

El potasio estructural representó 75% del K-

Total.

K-no Intercambiable.

El potasio no intercambiable osciló entre 23 y 18.7% del K-Total.

De acuerdo a los resultados en los suelos estudiados, en general, tienen un adecuado poder de suministro de K-Intercambiable (3.1 a 6.5% de K-Total).

SUMMARY

In this work were studied the different fractions of potassium which are present in some selected soils of Nariño, S.W. of Colombia (corresponding to the Temperate and Subtropical areas of Guátara, Juanambú and Mayo basins).

Total - K.

Total potassium averaged about 5,200 ppm (max. 8,374 ppm - min. 1,423 ppm).

Structural - K.

Structural potassium represented 75% of total - K.

Non - exchangeable - K.

Non - exchangeable potassium ranged between 23 and 18.7% of total - K .

According to the results the soils studied, in general, have an adequate supplying power of exchangeable-K (3.1 to 6.5% of total-K).

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, N. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de México. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. I.I.C.A. Turrilba. A.6.1 - A.6.2 .
2. Albareda, J.M., V. Hernando y M. Del Pilar. 1958. Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo. I. An. Edafología y Agrobiología. 17: 221 - 253.
3. Alexander, M. 1964. Introduction to soil microbiology. 2nd. ed. John Wiley. New York. 472 p. .
4. Allison, F.E. and E.M. Roller. 1955. A comparison of leaching and distillation procedures for determining fixed ammonium in soils. Soil Sci. . 80: 349 - 362 .
5. Amberger, A. 1960. Funciones que desempeña la potasa en la planta. Revista de la potasa. Berna. Sección 3. Biología, humus. 27a cont. .
6. Anderson, D.M. 1966. Phase composition of frozen montmorillonite water mixtures from heat capacity measurements. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. . 30: 670-675.

7. Antoniani, C. 1955. La liberazione del potasio. Inst. Inter. de la potasa. Symposium. Berna. pp.145-156.
8. Arnold, P.W. 1960. Nature and mode of weathering of soil potassium reserves. Jour. Sci. Fd. Agric. .
11: 286 - 292.
9. Arnold, P.W. and B.M. Close. 1961. Release of non-exchangeable potassium, from some British soils cropped in the glasshouse. J. Agric. Sci. . 57: 295-304 .
10. Attee, J. and E. Troug. 1945. Exchangeable an acid soluble potassium as regard availability and reciprocal relationships. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10: 81 - 85 .
11. Ayres, A.S. 1941. Sorption of potassium and ammonium by soils influenced by concentration and degree of base saturation. Soil Sci. . 51: 265 - 272 .
12. Barbier, G. 1962. La fumure potasique dans le conditions mediterrannes. La dynamique du potassium dans le sol. . Inst. Inter. de la potasa. Symposium. Atenas. pp. 231 - 258 .
13. Baroccio, A. 1961. Interactions between molybdenum and potassium nutrition of plants. Ann. Stas. Chin.

- Agr. Roma. 3: 182. (En Abs. Soils and Fertilizers. 25: 3464. 1962).
14. Bernsthein, B.I. and A.S. Okanenke. 1966. Effect of potassium deficiency on photosynthesis, respiration and phosphorus metabolism in ontogeny of sugar beet. Fisiologiya Rast. 13: 629 - 639. Ukrain. Nauchno-Issled. Inst. Fisiol. Rast. Akad. Nauk Ukrain. S.S. R. (En Abs. Soils and Fertilizers. 30: 483. 1967).
15. Besoain, E. 1969. Mineralogía de las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. B.1.1 .
16. Blasco, M. 1968. Sinopsis edafológica del Amazonas colombiano. IV. Conferencia Internacional de la FAO. Bogotá. 21 p. .
17. Blasco, M., A.H. Weir, J.A. Catt and E.C. Ormerod. 1969. Mineralogy of the soils of the Río Cauca Valley. Colombia. (Turrialba) (En prensa).
18. Bohórquez, N. 1968. Estudio de las fracciones y algunas reacciones del potasio en dos suelos del Valle del Cauca. Tesis de grado. Univ. Nal. de Colombia. Fac. de Agronomía. Palmira. 79 p.

19. Bohórquez, N. y M. Blasco. 1969. Transformaciones microbiológicas del potasio en dos suelos del Valle del Cauca. Acta Agronómica. 19: 1 - 5 .
20. _____ . 1969. Lixiviación del potasio en dos suelos del Valle del Cauca. Revista de Ciencias Agrícolas. Instituto Tecnológico Agrícola. Universidad de Nariño. Pasto. 1: 51 - 75 .
21. Bornemisza, E. y R. Fuentes. 1968. Cation exchange capacity of Costa Rican soils and subsoils at different pH values in the presence of organic matter after its destruction. Agron. Abst. Amer. Soc. Agron. New Orleans. pp. 80 .
22. Bornemisza, E. y R. Pineda. 1969. Minerales amorfos y mineralización de nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. B.7.1 .
23. Colmet - Daage, F. 1969. Nature de la fraction argileuse de quelques sols sur cendres des Antilles, Equateur, Nicaragua. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. B.2.1 .
24. Conyers, E.S. and E.O. MacLean. 1969. Plant uptake and chemical extractions for evaluating potassium release characteristics of soils. Soil Sci. Soc. Amer.

Proc. 33: 226 - 230.

25. Cornfield, A.H. and A.G. Pollard. 1952. The relative rates of release of potassium, calcium, and magnesium from soils during electro dialysis. *J. Sci. Food Agric.* 3: 613 - 615 .
26. Chaminade, R. 1955. Le potassium et le matiere organique. Inst. Inter. de la potasa. Symposium. Berna. pp. 203 - 214.
27. Demolon, A. Dinámica del suelo. J. Pérez Mallá. Vol. I. Omega. Barcelona. 523 p. 1968.
28. Dennis, E.J. and R. Ellis. 1962. Potassium ion fixation, equilibria and lattice changes in vermiculite. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 26: 230 - 233 .
29. Duchaufour, P. 1965. Précis de pedologie. 10 ed. Masson Editeurs. 499 p. .
30. Durán, O. Nelson. 1968. Principales características químicas de los suelos de la región algodonera del sur de la Guajira. Palmira. Facultad de Agronomía. Universidad Nat. de Colombia. (Tesis no publicada).
31. Duthion, C. 1968. El potasio en el suelo. *Revista de la potasa, Berna. Sección 4. Ciencia del suelo.*

32. Fassbender, H.W. and L.A. Laroche. 1968. The nutritive potentials of soil and the proportions of K:Ca:Mg in tomato plants. *Plant and soil*. 28: 431-441.
33. Fox, R. 1969. Fertilización of volcanic ash soils Hawaii. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. C.6.1 .
34. Fujiwara, A. and S. Ilida. 1957. Problems of biochemistry of potassium. Faculty of Agriculture, Tohoku Univ. Sendai. Symposium. *Rev. Internacional de la potasa*. Berna. 23 pp. .
35. García, F.R., A.D. Guerrero y A.M. González. 1967. Comparación de cuatro métodos para determinar potasio asequible, en suelos, en la parte plana del Valle geográfico del Río Cauca. (Colombia). *Acta Agronómica*. 17: 63 - 70.
36. Garman, W.L. 1957. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21: 52-58.
37. Hanotiaux, G. 1964. Studies on the dynamics of phosphorus and potassium in soil. V. Fractionation of soil phosphorus and potassium. *Pedologie, Gand*. 14: 160 - 178. (En Abs. *Soils and Fertilizers*. 29: 793. 1964).

38. Haylock, O.F. 1956. A method for estimating the availability of non-exchangeable potassium. Intern. Congr. Soil Sci. 6th Congr. Paris. B: 403-408.
39. Hirata, H. 1961. The dynamics of nutrient by crop plants. Specific inhibition of potassium uptake of rice by EDTA treatment. J. Soil Sci. Tokyo. 32: 527-532. (En Abs. Soils and Fertilizers. 25: 3462. 1962) .
40. Holdridge, L.R. 1958. Curso de ecología vegetal. Turrialba, Costa Rica. IICA. 45 p. (en mimeógrafo).
41. Holmes, A. 1952. Geología Física. 6a ed. traducida Rafael Caudel y Loaquines Comas de Caudel. (trad. sec. ed.). Omega. Barcelona. 115 p. .
42. Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Trad. J.B. Martínez. Omega. Barcelona. 662 p. .
43. Joffe, J.S. and L. Kolodny. 1937. Fixation of potassium in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1937: 187 - 192 .
44. _____ . 1938. The effect of alternate drying and wetting on the base-exchange complex white special. Reference to the behavior of the K-ion. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1938: 1 pp.
45. Kauffman, M.D. and D.R. Bouldin. 1967. Relationships

- of non-exchangeable potassium in soils adjacent to cation-exchange resins and plants. *Soil Sci.* 104: 145 - 150 .
46. Kernan, R.P. 1966. Acumulación del potasio por los vegetales. *Revista de la potasa, Berna. Sección 3. Biología, humus. 21a cont. .*
47. Koter, Z. and M. Warcholowa. 1962. The role of sodium in the nutrition of seradella. *Acta Agrobot.* 11: 131-150. *Inst. Soil Cultiv., Pulawy, Poland.* (En *Abs. Soils and Fertilizers.* 25: 3465. 1962).
48. Lehr, J.J. 1953. Sodium as a plant nutrient. *J. Sci. Food Agric.* 4: 460 - 471 .
49. León, A. 1968. Calcio, magnesio y potasio en suelos de "La Florida"- Popayán. *Agr. Trop.* 24: 335 - 345 .
50. Letelier, E. 1969. Respuesta a la fertilización de los suelos volcánicos chilenos (Trumaos), según resultados de ensayos de campo. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. L.3.1 .
51. López, Arana M. 1969. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. C.1.1 .

52. MacLean, A.J. 1966. Fixation of potassium added to soils and its recovery by plants. Soil researchs Institute, Canada Department of Agriculture. Ontario. No 260. 16 p. (En mimeógrafo).
53. _____ . 1961. Potassium supplying power of some canadian soils. Canad. Jour. Soil Sci. 41: 192 - 206 .
54. Marín, G.M., A.M. Colin y A.V. Luengas. 1966. La capacidad de varios suelos colombianos para suministrar potasio. Agric. Trop. 22: 183 - 189 .
55. Martini, J. 1966. Caracterización del estado del potasio en seis suelos de Panamá. Separata de "Fitotecnica Latinoamericana. 3 (1 - 2): 163 - 186.
56. Mejía, G., H. Kohnke and J.L. White. 1968. Clay mineralogy of certain soils of Colombia. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 665 - 670 .
57. Middelborg, A.H. 1955. Potassium in tropical soils in Indonesian archipelago. Symposium. Inst. Inter. de la potasa. Berna. p. 221 - 257 .
58. Millot, G. 1964. Geologie des argiles. Masson Editeurs. Paris. 499 p. .
59. Molina, C. 1969. Estudio sobre el nitrógeno en algu -

- nos suelos del Altiplano de Pasto. Fac. de Agronomía. Pasto. 76 p. (Tesis no publicada).
60. Mora, E. y L. Legarda. 1969. Estudio de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionadas con las formaciones geológicas. Fac. de Agronomía. Pasto. 179 p. (Tesis no publicada).
61. Murphy, A.H., W.S. Hunter and P.H. Pratt. 1955. Absorption of rubidium by plants from solution and soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 433 - 435 .
62. Nommik, H. 1957. Fixation and defixation of ammonium in soils. Acta Agric. Scand. 7: 395 - 436 .
63. Norrish, K. 1954. The swelling of montmorillonite. Faraday Soc. Dis. 18: 120 - 134.
64. Okanenko, A.S. and B. Bernsthein. 1966. Potassium and sodium in the vital activity of sugar beet. Sel' khoz. Biol. 1966: 391 - 404 .
65. Ordoñez, H. 1969. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Fac. de Agronomía. Pasto. 96 p. (Tesis no publicada).
66. Pantoja, C. 1969. Fraccionamiento de fósforo en algunos suelos de clima Medio en el Departamento de Nariño. Fac. de Agronomía. Pasto. 111 p. (Tesis no publicada).

67. Patiño, H. 1967. Conferencias de Fitopatología. Fac. de Agronomía. Pasto. (Manuscrito). Sin paginación.
68. Piedrahita, S. y G. Benavides. 1967. Distribution and form of potassium in some colombian soils. *Agric. Trop.* 22: 183 - 189. (En *Abs. Soils and Fertilizers*. 30: 150. 1966).
69. Reitemeier, R.F. 1951. Soil potassium. *Adv. in Agronomy*. Acad. Press. New York. 3: 113-164 .
70. Reeuwijk, L.F. and J.M. De Villiers. 1968. Potassium fixation by amorphous aluminosilica gels. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32: 238 - 240.
71. Rodríguez, J. 1959. Radioactividad en suelos y determinación radiométrica de K_{40} . I. *An. Edafol. y Agrobiol.* 18: 389 - 405.
72. Rouse, R.D. 1958. The potassium status of Hartsells fine sandy loam as affected by potassium fertilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22: 334-336.
73. Russel, W. 1961. Soil conditions and plant growth. Ninth ed. Longmans. London. 688 p..
74. Sánchez, J.A., M.G. Guillen y F.G. Fernández. 1962. El potasio en suelos de vega. *An. Edafol. Agrobiología.* 21: 395 - 404.

75. Semenenko, G.I. and I.A. Krasil'nikova. 1966. Effect of some elements of mineral nutrition of metabolism of ribonucleic acid and protein in cytoplasmic structures of the plant cell. *Fiziologiya Rast.* 13, 640-644 (R.e.) (Khar'kov. Univ.). (En Abs. Soils and Fertilizers. 30: 454. 1967).
76. Schollenberger, C.J. and M. Simon. 1945. Determination of exchange properties of soil by the ammonium acetate method. *Soil Sci.* 59: 14.
77. Schuffelen, A.C. and W.H. Von der Marel. Potassium fixation in soils. Potassium Symp. Ann. Meeting. Intern. Potash Inst. 1955. pp. 157 - 201.
78. Siew, K.N. 1966. Estado del potasio en algunos suelos malayos. *Revista de la potasa. Berna. Sección 4 . Ciencia del suelo. 36a cont. .*
79. Smierczalska, K. 1968. Empleo del método isotópico (Rubidio 86) en estudios realizados en comportamiento en suelos y su recuperación por las plantas. *Rev. de la potasa. Berna. Sección 28. Ciencia del suelo. 11a cont. .*
80. Sutton, P. and W.A. Seay. 1958. Relationships between the potassium removed by millet and red clover and the potassium extracted by four chemical methods

- from six Kentucky soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 110 - 115 .
81. Tafur, V.N. 1968. Principales características químicas de los suelos de la región algodonera de Valledupar. (Cesar). Fac. de Agronomía. Palmira. U. Nal. de Colombia. Tesis de grado. 135 p.
82. Tromm, J. 1962. Interactions in the absorption of ammonium, potassium and sodium ions by wheat roots. Acta bot. neerland. 11: 147-192. (En Abs. Soils and Fertilizers. 25: 3434. 1962).
83. Vinogradov, A.P. and A.B. Ronov. 1956. Evolution of the chemical composition of clays of the Russian Platform. Geochemistry. The geochem. Soc. Ann. Arbor. Michigan. 2: 123 - 129 .
84. Welte, E. and E.A. Niederbudde. 1965. Fixation and availability of potassium in loess derived and alluvial soils. Jour. Soil Sci. 16: 116 - 120.
85. Wiklander, L. 1964. Forms of potassium in the soil. Symposium potassium. Berna. pp. 109 - 123 .

APENDICE I.

Duria			
Arca			
Cons			
Cher...			
El T...			
La B...			
Liver...			
Santa...			
Santa 4			
Santa...			
San T...			
<hr/>			
Mínimo	1.037.01	207.51	2.00
Promedio	2.140.21	442.70	2.21
Máximo	3.200.00	650.00	3.00
<hr/>			

TABLA XXXVIII

CONTENIDO (en ppm) DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION DE Ca/Mg EN LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE CULTIVO.

Suelos	Calcio	Magnesio	Ca/Mg
	NH ₄ OAc-N	NH ₄ OAc-N	
Ancuya	2.260.94	786.43	2.87
Consacá	2.842.88	586.03	4.85
Chachagüí	1.711.52	364.21	4.70
El Peñol	3.963.00	934.26	4.24
La Unión	1.037.61	267.64	3.88
Linares	1.795.58	443.10	4.05
Samaniego	2.760.24	573.39	4.81
Sandoná	1.505.68	278.40	5.41
San José	1.907.90	360.75	5.29
San Pablo	2.106.71	351.61	5.99
Mínimo	1.037.61	267.64	2.87
Promedio	2.189.21	494.58	4.61
Máximo	3.963.00	934.26	5.99

TABLA XXXIX

CONTENIDO (en ppm) DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION DE Ca/Mg EN LOS SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE CULTIVO.

Suelos	Calcio $\text{NH}_4\text{OAc-N}$	Magnesio $\text{NH}_4\text{OAc-N}$	Ca/Mg
Ancuya	1.818.40	968.61	1.88
Consacá	2.323.29	499.32	4.65
Chachagüí	1.232.00	244.85	5.03
El Peñol	2.359.12	1.014.72	2.32
La Unión	443.18	56.69	7.82
Linares	1.559.87	334.73	4.66
Samaniego	1.840.23	390.29	4.72
Sandoná	1.061.93	185.27	5.73
San José	1.825.75	545.62	3.35
San Pablo	251.13	10.80	23.25
Mínimo	251.13	10.80	1.88
Promedio	1.471.49	425.09	6.34
Máximo	2.359.12	1.014.72	23.25

TABLA XL

CONTENIDO (en ppm) DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION DE Ca/Mg EN LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE.

Suelos	Calcio	Magnesio	Ca/Mg
	$\text{NH}_4\text{OAc-N}$	$\text{NH}_4\text{OAc-N}$	
Ancuya +			
Consacá	2.523.34	666.76	3.78
Chachagüí	1.648.03	416.86	3.95
El Peñol	4.118.73	1.040.70	3.96
La Unión	1.858.68	387.38	4.80
Linares	1.674.11	460.92	3.63
Samaniego	2.334.42	451.60	5.17
Sandoná	2.638.94	486.20	5.43
San José	2.077.14	603.65	3.44
San Pablo	4.044.34	879.96	4.60
Mínimo	1.648.03	387.38	3.44
Promedio	2.546.41	599.34	4.31
Máximo	4.118.73	1.040.70	5.43

+ = No se encontró bosque

TABLA XLI

CONTENIDO (en ppm) DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION DE Ca/Mg EN LOS SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE BOSQUE.

Suelos	Calcio	Magnesio	Ca/Mg
	NH ₄ OAc-N	NH ₄ OAc-N	
Ancuya +			0.54
Consacá	294.08	543.03	4.52
Chachagüí	1.233.76	272.77	4.06
El Peñol	3.798.88	934.26	3.51
La Unión	2.649.78	754.39	
Linares ++			5.06
Llaneniego	2.510.40	496.05	4.93
Paundón	1.216.49	246.54	4.49
San José	2.252.95	501.53	14.39
San Pablo	2.896.32	201.25	
Mínimo		201.25	0.54
Promedio	294.08	493.73	5.19
Máximo	2.106.58	934.26	14.39
	3.798.88		

+ = No se encontró bosque.
 ++ = Perfil A-C.

TABLA XLII

CONTENIDO (en ppm) DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION DE Ca/Mg EN LOS SUELOS BAJO CONDICIONES DE PRADERA.

Suelos	Calcio NH ₄ OAc-N	Magnesio NH ₄ OAc-N	Ca/Mg
Ancuya	2.231.04	846.18	2.63
Consacá	2.477.01	808.43	3.06
Chachagüí	2.464.00	429.27	5.74
El Peñol	3.153.44	681.98	4.62
La Unión	219.67	27.40	8.02
Linares	1.962.49	288.67	6.80
Samaniego	3.802.79	1.220.99	3.12
Sandoná	3.802.79	412.23	3.07
San José	1.267.11	560.35	3.77
San Pablo	2.113.77	830.85	4.62
Mínimo	3.843.36	27.40	2.63
Promedio	219.67	610.64	4.54
Máximo	2.353.47	1.220.99	8.02
	3.843.36		

TABLA XLIII

CONTENIDO (en ppm) DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION DE Ca/Mg EN LOS SUBSUELOS BAJO CONDICIONES DE PRA-DERA.

Suelos	Calcio NH ₄ OAc-N	Magnesio NH ₄ OAc-N	Ca/Mg
Ancuya	3.220.45	785.42	4.10
Consacá	2.456.93	445.52	5.51
Chachagüí	1.324.55	392.13	3.38
El Peñol	3.744.63	1.174.66	3.19
La Unión	167.97	0.34	494.03
Linares	1.795.58	296.32	6.06
Samaniego	4.302.85	1.917.58	2.24
Sandoná	1.188.05	357.75	3.32
San José	2.613.50	734.48	3.56
San Pablo	3.913.91	712.62	5.49
Mínimo		0.34	2.24
Promedio	167.97	681.68	53.09
Máximo	2.472.84	1.917.58	494.03
	4.302.85		

APPENDICE II.

1912
1913 (2)

1914	3,002,041.72
1915	2,589,109.75
1916	68,508.27
1917	1,111,121.44
1918	299,121.24
1919	276,121.04
1920	1,406,725.13
1921	2,141,100.72
1922	2,117,441.29
1923	1,620,725.17

1924

TABLA XLIV
 COMPARACION DEL CONTENIDO DE K TOTAL
 EN LOS SUELOS DE CULTIVO (A) Y BOSQUE (B)

A K Total ppm.	B K Total ppm.	D= A-B	d= D- \bar{d}	d ²
2.331.95	4.017.38	-1.685.43	-1.758.65	3.092.849.02
5.090.10	5.770.67	- 680.57	- 753.79	568.199.56
6.133.43	5.798.32	335.11	261.89	68.586.57
7.116.60	6.069.58	1.047.02	973.80	948.286.44
6.178.77	5.559.31	619.46	546.24	298.378.14
7.498.65	6.918.37	580,28	507,06	257.109.84
5.170.78	3.878.45	1.292.33	1.219.11	1.486.229.19
5.831.10	7.096.23	-1.265.13	-1.338.35	1.791.180.72
6.631.43	6.215.51	415.92	342.70	117.443.29

$\sum A = 51.982,81$ $\sum B = 51.323,82$ $\sum D = 658,99$ $\sum d = + 0.01$ $\sum d^2 = 8'628.263.17$
 $\bar{A} = 5.775,87$ $\bar{B} = 5.702,64$ $\bar{d} = 73,22$

SD = 1.034,29 ppm
 SE = 344,76 ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido = 0.21 NS.
 "t" requerido = Al nivel del 5% para 8G.L = 2,30
 Al nivel del 1% para 8G.L = 3.75
 NS= La diferencia no es significativa

TABLA XLV
 COMPARACION DEL CONTENIDO DE K TOTAL
 EN LOS SUELOS DE CULTIVO (A) Y BOSQUE (B)

K Total ppm.	B K Total ppm.	D = A-B	d = D - \bar{d}	d ²
2.381.18	2.669.41	- 288.23	- .915.15	837.499.52
6.353.93	3.627.41	2.726.89	2.099.97	4.409.874.00
5.127.16	6.199.85	-1.012.69	-1.699.61	2.888.674.15
8.374.54	4.458.36	3.916.18	3.289.26	10.819.231.35
6.975.75	7.886.84	- 111.09	-1.538.01	2.365.474.76
4.179.07	2.552.50	1.626.57	999.65	999.300.12
1.423.47	6.124.73	-4.701.26	-5.328.18	28.389.502.11
7.111.86	3.392.83	3.719.03	3.092.11	9.561.144.25
$\Sigma A = 41.926.96$	$\Sigma B = 36.911.56$	$\Sigma D = 5.016.40$	$\Sigma d = +0.04$	$\Sigma d^2 = 60.270.700.26$
$\bar{A} = 5.240.87$	$\bar{B} = 4.613.94$	$\bar{d} = 626.92$		

$\bar{A} = 2.940.68$ ppm
 $\bar{B} = 1.035.45$ ppm

Prueba "t" : "t" obtenido = 0.60 NS
 "t" requerido = al nivel del 5% para 7GL = 2,36
 al nivel del 1% para 7GL = 3,50
 NS= La diferencia no es significativa

TABLA XLVI
COMPARACION DEL CONTENIDO DE K TOTAL
EN LOS SUELOS DE CULTIVO (A) Y PRADERA (B)

A K Total ppm.	B K Total ppm.	D = A-B	d = D - \bar{d}	d ²
6.183.41	6.353.15	- 169.74	- 591.13	349.434.60
2.331.95	3.309.60	977.65	-1.399.04	1.957.312.92
5.090.10	5.382.95	- 292.85	- 714.24	510.138.70
6.133.43	5.216.93	916.50	495.11	245.133.91
7.116.60	6.544.97	571.63	150.24	22.572.06
6.178.77	6.267.29	- 88.52	- 509.91	260.008.21
7.498.65	6.013.97	1.484.68	1.063.29	1.130.535.62
5.170.78	3.067.74	2.103.04	1.681.65	2.827.946.72
5.831.10	5.945.31	- 114.21	- 535.60	286.867.56
6.631.43	5.850.45	780.98	359.59	129.304.97

$\sum A = 58.166.22$ $\sum B = 53.952.36$ $\sum D = 1.213.86$ $\sum d = - 0.04$ $\sum d^2 = 7.719.305.23$
 $\bar{A} = 5.816.62$ $\bar{B} = 5.395.24$ $\bar{d} = 421.39$

SD = 926,12 ppm
 $s\bar{d} = 293,08$ ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido : 1.44 NS
 "t" requerido : al nivel del 5% para 9 GL = 2,26
 al nivel del 1% para 9 GL = 3,25
 NS=La diferencia no es significativa

TABLA XLVII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K TOTAL
EN LOS SUB-SUELOS DE CULTIVO (A) Y PRADERA (B)

A K Total ppm.	B K Total ppm.	D = A-B	d = D - \bar{d}	d^2
5.846.76	5.969.60	- 122.84	- 777.21	604.055.38
2.381.18	2.810.15	- 428.97	1.083.34	1.173.625.56
6.353.93	5.474.21	879.72	225.35	50.782.62
5.127.16	6.241.05	-1.113.89	-1.768.21	3.126.743.43
8.374.54	6.069.32	2.305.22	1.650.85	2.725.305.72
5.732.14	6.049.41	- 317.27	- 971.64	944.084.29
6.975.75	3.750.91	3.224.84	2.570.47	6.607.316.02
4.179.07	3.115.82	1.063.25	408.88	167.182.85
1.423.47	2.291.08	- 867.61	-1.521.98	2.316.423.12
7.111.86	5.190.64	1.921.22	1.266.85	1.604.908.92
$\Sigma A = 53.505.86$	$\Sigma B = 46.962.19$	$\Sigma D = 6.543.67$	$\Sigma d = - 0.032$	$\Sigma d^2 = 19.320.427.91$
$\bar{A} = 5.350.59$	$\bar{B} = 4.696.22$	$\bar{d} = 654.37$		

SD = 1.465,17 ppm

S \bar{d} = 463,66 ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido = 1,41 NS
 "t" requerido = al nivel del 5% para 9 GL = 2,26
 al nivel del 1% para 9 GL = 3,25
 NS= La diferencia no es significativa

TABLA XIVIII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K TOTAL
EN LOS SUELOS DE BOSQUE (A) Y PRADERA (B)

A	B	D = A-B	d = D - \bar{d}	d ²
K Total ppm.	K Total ppm.			
4.017.38	3.309.60	707.78	293.94	86.400.72
5.770.67	5.382.95	387.72	- 26,12	682.25
5.798.32	5.216.73	581.39	167.55	28.073.00
6.069.58	6.544.97	- 475.39	- 889.23	790.729.99
5.559.31	6.217.29	- 707.98	-1.121.82	1.258.480.11
6.918.37	6.013.97	904.40	490.56	240.649.11
3.878.45	3.067.74	810.71	396.87	157.505.80
7.096.23	5.945.31	1.150.92	737.08	543.286.95
6.215.51	5.850.45	365.06	- 48.78	2.379.49

$\Sigma A = 51.323.82$ $\Sigma B = 47.599.21$ $\Sigma D = 3.724.61$ $\Sigma d = 0.05$ $\Sigma d^2 = 3.108.137.40$
 $\bar{A} = 5.702.64$ $\bar{B} = 5.288.80$ $\bar{d} = 413.84$

SD = 620,77 ppm
s \bar{d} = 206,92 ppm

Prueba de "t" : "t" = 2,00 NS
 "t" = al nivel del 5% para 8 GL = 2,30
 al nivel del 1% para 8 GL = 3,35
 NS= La diferencia no es significativa

TABLA XLIX

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K TOTAL
EN LOS SUB-SUELOS DE BOSQUE (A) Y PRADERA (B)

A K Total ppm.	B K Total ppm.	D = A-B	d = D- \bar{d}	d ²
2.669.41	2.816.15	- 140.74	- 386.79	149.606.50
3.627.04	5.474.21	-1.847.17	-2.093.22	4.381.569.97
6.199.85	6.241.05	- 41.20	- 287.25	82.512.56
4.458.36	6.069.32	-1.610.96	-1.857.01	3.448.486.14
7.886.84	3.750.91	4.135.93	3.889.88	15.131.166.41
2.552.50	3.115.82	- 563.32	- 809.37	655.079.80
6.124.73	2.291.08	3.833.65	3.587.60	12.870.873.76
3.392.83	5.190.64	-1.797.81	-2.043.81	4.177.363.70
$\Sigma A = 36.911.56$	$\Sigma B = 34.943.18$	$\Sigma D = 1.968.38$	$\Sigma d = - 0.02$	$d^2 = 40.896.58.84$
$\bar{A} 4.613.94$	$\bar{B} 4.367.90$	$\bar{d} 246.05$		

SD = 2.422.37 ppm

$s_{\bar{d}} = 846.98$ ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido = 0,29 NS

"t" requerido = al nivel del 5% para 7 GL = 2,36
al nivel del 1% para 7 GL = 3,50

NS= La diferencia no es significativa

TABLA I

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-INTERCAMBIABLE EN
LOS SUELOS DE CULTIVO (A) Y BOSQUE (B).

A	B	D=A-B	$\bar{d} = D - \bar{d}$	d^2
K-intercambiable NO_3H 0.1N ppm	K-intercambiable NO_3H 0.1N ppm			
286.68	398.52	-111.84	- 63.17	3.990.45
606.48	410.97	195.51	244.18	59.623.87
262.86	539.18	-276.32	-227.65	51.824.52
213.81	264.62	- 50.81	- 2.14	4.58
156.31	564.35	-408.04	-359.37	129.146.80
377.23	382.00	- 4.77	43.90	1.927.21
165.29	173.64	- 8.35	40.32	1.625.70
122.76	154.67	- 31.91	16.76	280.90
735.28	476.81	258.47	307.14	94.334.98
$\Sigma A = 2.926.70$	$\Sigma B = 3.364.76$	$\Sigma D = -438.06$	$\Sigma \bar{d} = - 0.03$	$\Sigma d^2 = 342.759.01$
$\bar{A} = 325.19$	$\bar{B} = 373.86$	$\bar{d} = -48.67$		
SD = 206.15 ppm				
$\bar{Sd} = 68.72$ ppm				

"t" obtenido = 0.71 NS

"t" requerido: Al nivel del 5% para 8 G.L. = 2.30

Al nivel del 1% para 8 G.L. = 3.35

NS=La diferencia no es significativa.

TABLA LII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-INTERCAMBIABLE EN
LOS SUBSUELOS DE CULTIVO (A) Y BOSQUE (B).

A	B	D=A-B	d=D-d̄	d ²
K-intercambia- ble NO ₃ H 0.1N ppm	K-intercambia- ble NO ₃ H 0.1N ppm			
62.90	134.59	- 71.69	- 30.23	913.85
583.52	95.85	487.67	529.13	279.978.56
62.91	563.43	-500.52	-459.06	210.736.08
61.13	159.83	- 98.70	- 57.24	3.276.42
64.19	112.97	- 48.78	- 7.32	53.58
30.47	64.02	- 33.55	7.91	62.57
45.39	61.87	- 16.48	24.98	624.00
65.52	115.16	- 49.64	- 8.18	66.91
Σ A=976.03	Σ B=1.307.72	Σ D=-331.69	Σ d=- 0.01	Σ d ² =495.111.97
\bar{A} =122.00	\bar{B} = 163.46	\bar{d} =- 41.46		

SD= 266.53 ppm

S \bar{d} = 93.85 ppm

"t" obtenido = 0.44 NS

"t" requerido= Al nivel del 5% para 7 G.L.= 2.36

Al nivel del 1% para 7 G.L.= 3.50

NS= La diferencia no es significativa.

TABLA LIII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-INTERCAMBIABLE EN
LOS SUELOS DE CULTIVO (A) Y PRADERA (B).

A	B			
K intercambia- ble NO_3H 0.1M ppm	K intercambia- ble NO_3H 0.1M ppm	$D=A-B$	$d=D-\bar{d}$	d^2
466.91	628.94	-162.03	-152.82	23.353.95
286.68	397.15	-110.47	-101.26	10.253.59
606.48	540.44	66.04	75.25	5.662.56
262.86	156.61	106.25	115.46	13.331.01
213.81	67.59	146.22	155.43	24.158.49
156.31	1.055.10	-898.79	-889.58	791.352.58
377.23	105.82	271.41	280.62	78.747.58
165.29	124.49	40.80	50.01	2.501.00
122.76	123.43	- 0.67	8.54	72.93
735.28	286.12	449.16	458.37	210.103.06
$\Sigma A=3.393.61$	$\Sigma B=3.485.69$	$\Sigma D=-92.08$	$\Sigma d= 0.02 \Sigma d^2=1.159.536.75$	
$\bar{A}= 339.36$	$\bar{B}= 348.57$	$\bar{d}=- 9.21$		

SD= 358.94 ppm

s \bar{d} = 113.59 ppm

"t" obtenido = 0.08 NS

"t" requerido= Al nivel del 5% para 9 G.L.= 2.26

Al nivel del 1% para 9 G.L.= 3.25

NS= La diferencia no es significativa.

TABLA LIV

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-INTERCAMBIABLE EN
LOS SUBSUELOS DE CULTIVO (A) Y PRADERA (B).

A	B	D=A-B	d=D-d̄	d ²
K intercambia- ble NO ₃ -N 3 ppm	K intercambia- ble NO ₃ -N 3 ppm			
64.37	415.74	-351.37	-316.81	100.368.58
62.90	290.23	-227.33	-192.77	37.160.27
583.52	64.66	518.86	553.42	306.273.70
62.91	65.12	- 2.21	32.35	1.046.52
61.13	35.83	25.30	59.86	3.583.22
94.69	247.96	-153.27	-118.71	14.092.06
64.19	85.61	- 21.42	13.14	172.66
30.47	165.88	-135.41	-100.85	10.170.72
45.39	29.16	16.23	50.79	2.579.62
65.52	80.46	- 14.94	19.62	384.94
ΣA=1.135.09	ΣB=1.480.65	ΣD=-345.56	Σd= 0.04	Σd ² =475.832.29
Ā= 113.51	B̄= 148.06	d̄=- 34.56		

SD= 229.93 ppm
Sd̄= 72.76 ppm

"t" obtenido = 0.47 NS

"t" requerido= Al nivel del 5% para 9 G.L.= 2.26
Al nivel del 1% para 9 G.L.= 3.25

NS= La diferencia no es significativa.

TABLA LV

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-INTERCAMBIABLE EN
LOS SUELOS DE BOSQUE (A) Y PRADERA(B).

A	B	D=A-B	d=D- \bar{d}	d ²
K intercambia- ble NO ₃ H 0.1N ppm	K intercambia- ble NO ₃ H 0.1N ppm			
398.52	397.15	1.37	- 55.07	3.032.70
410.97	540.44	-129.47	-185.91	34.562.53
539.18	156.61	382.57	326.13	106.360.78
264.62	67.59	197.03	140.59	19.765.55
564.35	1.055.10	-490.75	-547.19	299.416.90
382.00	105.82	276.18	219.74	48.285.67
173.64	124.49	49.15	- 7.29	53.14
154.67	123.43	31.24	- 25.20	635.04
476.81	286.12	190.69	134.25	18.023.06
$\Sigma A = 3.364.76$	$\Sigma B = 2.856.75$	$\Sigma D = 508.01$	$\Sigma d = 0.05$	$\Sigma d^2 = 530.135.37$
$\bar{A} = 373.86$	$\bar{B} = 317.42$	$\bar{d} = 56.44$		

SD = 256.37 ppm
S \bar{d} = 85.46 ppm

"t" obtenido = 0.66 NS

"t" requerido = Al nivel del 5% para 8 G.L. = 2.30
Al nivel del 1% para 8 G.L. = 3.35

NS = La diferencia no es significativa.

TABLA LVI

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-INTERCAMBIABLE EN
LOS SUBSUELOS DE BOSQUE (A) Y PRADERA (B).

A	B	D=A-B	d=D- \bar{d}	d ²
K intercambia ble NO ₃ H 0.1N ppm	K intercambia ble NO ₃ H 0.1N ppm			
134.59	290.23	-155.64	-216.99	47.084.66
95.85	64.66	31.19	- 30.16	909.62
563.43	65.12	498.31	436.96	190.934.04
159.83	35.83	124.00	62.65	3.925.02
112.97	85.61	27.36	- 33.99	1.115.32
64.02	165.88	-101.86	-163.21	26.637.50
61.87	29.16	32.71	- 28.64	820.25
115.16	80.46	34.70	- 26.58	706.50
$\Sigma A=13.077.72$	$\Sigma B=816.95$	$\Sigma D=490.77$	$\Sigma d= 0.04$	$\Sigma d^2=272.172.91$
$\bar{A}= 163.47$	$\bar{B}=102.12$	$\bar{d}= 61.35$		

SD= 197.61 ppm
Sd= 69.58 ppm

"t" obtenido = 0.88 NS
 "t" requerido= Al nivel del 5% para 7 G.L.= 2.36
 Al nivel del 1% para 7 G.L.= 3.50
 NS = La diferencia no es significativa.

T A B L A LVII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-TOTAL ENTRE LOS SUELOS DE CULTIVO DEL ALTIPLANO (A) Y LOS DE CLIMA MEDIO (B).

A	B	D = A-B	d = D - \bar{D}	d ²
K-total p.p.m.	K-total p.p.m.			
5.972.00	6.183.41	- 211.41	- 2.901.31	8'417.599.72
2.887.68	2.331.95	7.555.73	4.865.83	23'676.301.59
6.294.26	5.090.10	1.204.16	- 1.485.74	2'207.423.35
6.497.91	6.133.43	364.48	- 2.325.42	5'407.578.18
8.455.00	7.116.60	1.338.40	- 1.351.50	1'826.552.25
5.363.32	6.178.77	- 815.45	- 3.505.35	12'287.478.62
11.475.47	7.498.65	3.976.82	1.286.92	1'656.163.09
12.642.95	5.170.78	7.472.17	4.782.27	22'870.106.35
10.879.60	5.831.10	5.048.50	2.358.60	5'562.993.96
7.597.00	6.631.43	965.57	- 1.724.33	2'973.313.95
$\Sigma A =$	$\Sigma B =$	$\Sigma D =$	$\Sigma d =$	Σd^2
63.035.29	58.166.22	26.898.97	- 0.03	86'885.511.06
$\bar{A} = 3.506.52$	$\bar{B} = 5.816.62$	$\bar{d} = 2.689.90$		

SD = 3.107.08 ppm

STd = 983.25 ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido = 2,74 +

"t" Requerido : al nivel del 5% para 9 G.L. = 2.26

: al nivel del 1% para 9 G.L. = 3.25

+ = La diferencia es significativa al nivel del 5%.

T A B L A **IVIII**

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-TOTAL ENTRE LOS SUBSUELOS DE CULTIVO DEL ALTIPLANO (A) Y LOS DE CLIMA MEDIO (B).

A K-total p.p.m.	B K-total p.p.m.	D = A-B	d = D- \bar{d}	d ²
5.579.84	5.846.76	- 266.92	- 3.290.48	10'827.258.63
7.882.60	2.381.18	5.501.42	2.477.86	6'139.790.18
8.379.35	6.353.93	2.025.42	- '998.14	996.283.46
11.607.76	5.127.16	6.480.60	3.457.04	11'951.125.56
9.838.40	8.374.54	1.463.86	1.559.70	2'432.664.09
8.601.10	5.732.14	2.868.96	- 154.60	23.901.16
6.054.24	6.975.75	- 921.51	- 3.945.07	15'563.577.30
4.279.24	4.179.07	100.17	- 2.923.39	8.546.209.09
10.101.18	1.423.47	8.677.71	5.654.15	31'969.412.22
11.417.74	7.111.86	4.305.88	1.282.32	1'644.344.58

$\Sigma A=83.741.45 \Sigma B=53.505.86 D=30.235.59 \Sigma d=-0.01 \Sigma d^2=90'094.566.27$

$\bar{A}=8.374.14 \quad \bar{B}=5.350.59 \quad \bar{d}=3.023.56$

SD = 3.163.94 ppm

$3\bar{\sigma} = 1.001.25$ ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido : 3.02 +
 "t" requerido: Al nivel del 5% para 9 G.L. = 2.26
 Al nivel del 1% para 9 G.L. = 3.25
 += La diferencia es significativa al nivel del 5%.

T A B L A III

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-TOTAL ENTRE LOS SUELOS DE BOSQUE DEL ALTIPLANO (A) Y LOS DE CLIMA MEDIO (B).

A	B	D = A-B	d = D- \bar{d}	d ²
K-total	K-total			
p.p.m.	p.p.m.			
8.508.54	4.017.38	4.491.16	1.371.74	1'881.670.63
8.969.20	5.770.67	3.198.53	79.11	6.258.39
7.703.80	5.798.32	1.905.48	- 1.213.94	1'473.650.32
9.143.58	6.069.58	3.074.00	- 45.42	2.062.98
8.374.00	5.559.31	2.814.69	- 304.73	92.860.37
10.843.37	6.918.37	3.925.00	805.58	648.959.14
7.582.05	3.878.45	3.703.60	584.18	341.266.27
9.012.03	7.096.23	1.915.80	- 1.203.62	1'448.701.10
9.262.02	6.215.51	3.046.51	- 72.91	5.315.87

$\sum A=79.398.59$ $\sum B=51.323.82$ $\sum D=28.074.77$ $\sum d=-0.01$ $\sum d^2=5.900.745.07$

$\bar{A}=8.822.06$ $\bar{B}=5.702.64$ $\bar{d}=3.119.42$

SD = 855.33 ppm

S \bar{d} = 285.11 ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido = 10.94 ++
 "t" requerido = al nivel del 5% para 8 G.L. = 2.30
 al nivel del 1% para 8 G.L. = 3.35

++ = La diferencia es altamente significativa.

T A B L A IX

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-TOTAL ENTRE LOS SUBSUELOS DE BOSQUE DEL ALTIPLANO (A) Y LOS DE CLIMA MEDIO (B).

A	B	D = A-B	d = D-d̄	d ²
K-total	K-total			
p.p.m.	p.p.m.			
7.998.43	2.669.41	5.329.02	890.63	793.221.79
8.328.40	3.627.04	4.701.36	262.97	69.153.22
7.855.04	6.199.85	1.655.19	-2.783.20	7'746.202.24
8.272.60	4.458.36	3.814.24	- 624.15	389.563.22
8.414.85	7.886.84	528.01	-3.910.38	15'291.071.74
11.931.55	2.552.50	9.379.05	4.940.66	24'410.121.24
9.634.84	6.124.73	3.510.11	- 928.28	861.703.76
9.982.96	3.392.83	6.590.13	2.151.74	4'629.985.03
$\sum A=72.418.67 \quad \sum B=36.911.56 \quad \sum D=35.507.11 \quad \sum \bar{d} = 0.01 \quad \sum d^2=54'191.022.24$				
$\bar{A}=9.052.33$	$\bar{B}=4.613.94$	$\bar{D}=4.438.39$		

SD = 2.788.43 ppm

S \bar{d} = 981.84 ppm

Prueba de "t" : "t" obtenido = 4.52++
 "t" requerido = al nivel del 5% para 7 G.L. = 2.36
 al nivel del 1% para 7 G.L. = 3.50

++= La diferencia es altamente significativa.

T A B L A LXI

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-TOTAL ENTRE LOS SUELOS DE PRADERA DEL ALTIPLANO (A) Y LOS DE CLIMA MEDIO (B).

A	B	D = A-B	d = D-d̄	d ²
K-total p.p.m.	K-total p.p.m.			
7.265.92	6.353.15	912.77	- 1.381.86	1'909.537.06
9.226.46	3.309.60	5.916.86	3.622.23	13'120.550.17
4.819.00	5.382.95	- 563.95	- 2.858.58	8'171.479.62
9.600.87	5.216.93	4.383.94	2.089.31	4'365.216.28
9.444.82	6.544.97	2.899.85	605.22	366.291.25
4.841.34	6.267.29	-1.425.95	- 3.720.58	13'842.715.54
8.686.00	6.013.97	2.672.03	377.40	142.430.76
6.437.34	3.067.74	3.369.60	1.074.97	1'155.560.50
5.657.75	5.945.31	- 287.56	- 2.582.19	6'667.705.20
10.919.14	5.850.45	5.068.69	2.774.06	7'695.408.88

$$\sum A=76.898.64 \quad \sum B=53.952.36 \quad \sum D=22.946.28 \quad \sum d=-0.02 \quad \sum d^2=57.436.895.26$$

$$\bar{A}=7.689.86 \quad \bar{B}=5.395.24 \quad \bar{d}=2.294.63$$

$$SD = 2.526.24 \text{ ppm}$$

$$S\bar{d} = 799.44 \text{ ppm}$$

Prueba de "t" : "t" obtenido = 2.87 +
 "t" requerido: al nivel del 5% para 9 G.L. = 2.26
 al nivel del 1% para 9 G.L. = 3.25

+ = La diferencia es significativa al nivel del 5%.

T A B L A IXII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE K-TOTAL ENTRE LOS SUBSUELOS DE PRADERA DEL ALTIPLANO (A) Y LOS DE CLIMA MEDIO (B).

A	B	D = A-B	d = D-d̄	d ²
K-total p.p.m.	K-total p.p.m.			
7.446.59	5.969.60	1.476.99	- 1.806.38	3'263.008.70
4.969.96	2.810.15	2.159.81	- 1.123.56	1'262.387.07
10.355.88	5.474.21	4.881.67	1.598.30	2'554.562.89
7.271.80	6.241.05	1.030.75	- 2.252.62	5'074.296.86
9.758.56	6.069.32	3.689.24	405.87	164.730.46
8.460.00	6.049.41	2.410.59	- 872.78	761.744.93
6.855.02	3.750.91	3.104.11	- 179.26	32.134.15
6.272.21	3.115.82	3.156.39	- 126.98	16.123.92
10.266.10	2.291.08	7.975.02	4.691.65	22'011.579.72
8.139.79	5.190.64	2.949.15	- 334.22	111.703.01

$$\bar{A}=79.805.91 \quad \bar{B}=46.962.19 \quad \bar{D}=32.833.72 \quad \sum d=0.02 \quad \sum d^2 =35'252.271.71$$

$$\bar{A}=7.980.59 \quad \bar{B}=4.696.22 \quad \bar{d}=3.283.37$$

$$SD = 1.979.12 \text{ ppm}$$

$$S\bar{d} = 626.30 \text{ ppm}$$

Prueba de "t" : "t" obtenido = 5.24 ++
 "t" requerido: al nivel del 5% para 9 GL. = 2.26
 al nivel del 1% para 9 GL. = 3.25

++= La diferencia es altamente significativa.

TABLA LXIII

Comparación del contenido de K-intercambiable en los suelos de cultivo del Altiplano (A) y clima medio (B).

A	B	D=A-B	d=D- \bar{d}	d ²
K intercambia- ble NO ₃ H-0.1N ppm	K intercambia- ble NO ₃ H-0.1N ppm			
452.51	466.91	- 14.40	- 410.72	168.690.92
477.63	286.68	190.95	- 205.37	42.176.84
1.636.13	606.48	1.029.65	633.33	401.106.89
786.82	262.86	523.96	127.64	16.291.97
313.65	213.81	99.84	- 296.48	87.900.39
285.40	156.31	129.09	- 267.23	71.411.87
507.31	377.23	130.08	- 266.24	70.883.74
1.642.56	165.29	1.477.27	1.080.95	1.168.452.90
933.77	122.76	- 811.01	414.69	171.967.80
321.00	735.28	- 414.28	- 810.60	657.072.36
$\Sigma A = 7.356.78$	$\Sigma B = 3.393.61$	$\Sigma D = 3.963.17$	$\Sigma d = 0.03$	2.855.955.68
$\bar{A} = 735.68$	$\bar{B} = 339.36$	$\bar{d} = 396.32$		

SD= 563.22 ppm
 $s\bar{d} = 178.26$ ppm

"t" obtenido= 2.22 NS

"t" requerido= Al nivel del 5% para 9 G.L. = 2.26
 Al nivel del 1% para 9 G.L. = 3.25

NS= La diferencia no es significativa.

TABLA LXIV

Comparación del contenido de K-intercambiable en los subsuelos de cultivo del Altiplano (A) y clima medio (B).

A	B			
K intercam biablee NO ₃ H-0.1N ppm	K intercam biabile NO ₃ H-0.1N ppm	D=A-B	d= D-d̄	d ²
284.26	64.37	219.89	-290.63	84.465.80
732.36	62.90	669.46	158.94	25.261.92
1.904.97	583.52	1.321.45	810.93	657.607.46
493.83	62.91	230.92	-279.60	78.176.16
190.26	61.13	129.13	-381.39	145.458.33
459.38	94.69	364.69	-145.83	21.266.39
204.19	64.19	140.00	-370.52	137.285.07
1.510.32	30.47	1.479.85	969.33	939.600.65
532.89	45.39	487.50	- 23.02	529.92
127.79	65.52	62.27	-448.25	200.928.06
$\Sigma A=6.440.02 \quad \Sigma B=1.135.07 \quad \Sigma D=5.105.16 \quad d=-0.04 \quad \Sigma d^2=2.290.579.76$				
$\bar{A}= 644.00$	$\bar{B}= 113.50$	$\bar{d}= 510.52$		

SD= 504.49 ppm
Sd= 159.65 ppm

"t" obtenido= 3.32 ++

"t" requerido= Al nivel del 5% para 9 G.L.= 2.26
Al nivel del 1% para 9 G.L.= 3.25

++ = La diferencia es altamente significativa.

TABLA LXV

Comparación del contenido de K-intercambiable en los suelos de bosque del Altiplano (A) y clima medio (B).

A	B	D=A-B	$\bar{d} = \frac{\sum D}{n}$	d^2
K intercambiable NO ₃ H-O.1N ppm	K intercambiable NO ₃ H-O.1N ppm			
418.20	398.52	19.68	-107.58	11.573.46
332.40	410.97	- 78.57	-205.83	42.365.99
776.30	539.18	237.12	109.86	12.069.22
567.70	264.62	303.08	175.82	30.912.67
563.47	564.35	- 0.88	-128.14	16.419.86
522.05	382.00	140.05	12.79	163.58
338.19	173.64	164.55	37.29	1.390.54
364.16	154.67	209.49	82.23	6.761.77
627.61	476.81	150.80	23.54	554.13
$\sum A = 4.510.08$	$\sum B = 3.364.76$	$\sum D = 1.145.32$	$\bar{d} = 0.02$	$\sum d^2 = 122.211.22$
$\bar{A} = 501.12$	$\bar{B} = 373.86$	$\bar{d} = 127.26$		

SD=123.09 ppm

S \bar{d} = 41.03 ppm

"t" obtenido= 3.10 +
 "t" requerido= Al nivel del 5% para 8 G.L.= 2.30
 Al nivel del 1% para 8 G.L.= 3.35
 += La diferencia es significativa al nivel del 5%.

TABLA LXVI

Comparación del contenido de K-intercambiable en los subsuelos de bosque del Altiplano (A) y clima medio (B).

A	B	D=A-B	d=D- \bar{d}	d ²
K intercambiable NO ₃ H-0.1N ppm	K intercambiable NO ₃ H-0.1N ppm			
268.77	134.59	134.18	-179.66	32.277.72
860.70	95.85	764.85	451.01	203.410.02
295.65	563.43	-267.78	-581.62	338.281.82
474.12	159.83	314.29	0.45	0.20
723.56	112.97	610.59	296.75	88.060.56
671.40	64.02	607.38	293.54	86.165.73
193.91	61.87	132.04	-181.80	33.051.24
330.36	115.16	215.20	- 98.64	9.729.85
$\bar{A}=3.818.47$	$\bar{B}=1.307.72$	$\bar{D}=2.510.75$	$\bar{d}= 0.03$	$\sum d^2 =790.977.14$
$\bar{A}= 477.11$	$\bar{B}= 163.46$	$\bar{d}= 313.84$		

SD= 336.88 ppm

S \bar{d} = 118.62 ppm

"t" obtenido= 2.65 +

"t" requerido= Al nivel del 5% para 7 G.L.= 2.36
Al nivel del 1% para 7 G.L.= 3.50

+ = La diferencia es significativa al nivel del 5%.

TABLA LXVII

Comparación del contenido de K-intercambiable en los suelos de pradera del Altiplano (A) y clima medio (B).

A	B	D=A-B	d=D-d̄	d̄ ²
K intercambia- ble NO ₃ H-0.1N ppm	K intercambia- ble NO ₃ H-0.1N ppm			
522.24	628.94	-106.70	- 44.88	2.014.21
232.90	397.15	-164.25	-102.43	10.491.90
109.80	540.44	-430.64	-368.82	136.028.14
255.43	156.61	98.82	160.64	25.805.21
323.88	67.59	256.29	318.11	101.193.97
161.38	1.055.10	-893.72	-831.90	692.057.61
312.36	105.82	206.54	268.36	72.017.09
277.42	124.49	152.93	214.75	46.117.56
362.95	123.43	239.52	301.34	90.805.80
309.18	286.12	23.06	84.88	7.204.61
Σ A=2.867.54	Σ B=3.485.69	Σ D=-618.15	Σ d= 0.05	Σ d ² =1.183.736.15
A= 286.75	B= 348.57	d̄= -61.82		

SD= 362.66 ppm

Sd̄= 114.77 ppm

"t" obtenido= 0.43 NS

"t" requerido= Al nivel del 5% para 9 G.L.= 2.26
Al nivel del 1% para 9 G.L.= 3.25

NS= La diferencia no es significativa

TABLA LXVIII

Comparación del contenido de K-intercambiable en los subsuelos de pradera del Altiplano (A) y clima medio (B).

A	B	D=A-B	$\bar{d} = D - d$	d^2
K intercambiable NO ₃ H-0.1N ppm	K intercambiable. NO ₃ H-0.1N ppm			
347.42	415.74	- 68.32	-182.96	33.474.36
440.21	290.23	149.98	35.34	1.248.92
87.12	64.66	22.46	- 92.18	8.497.15
327.24	65.12	262.12	147.48	21.750.35
80.69	35.83	44.86	- 69.78	4.869.25
303.00	247.96	55.04	- 59.60	3.552.16
129.80	85.61	44.19	- 70.45	4.963.20
500.99	165.88	335.11	220.47	48.607.02
290.19	29.16	261.03	146.39	21.430.03
120.38	80.46	39.92	- 74.72	5.583.08
$\Sigma A = 2.627.04$	$\Sigma B = 1.480.65$	$\Sigma D = 1.146.39$	$\bar{d} = -0.01$	$\Sigma d^2 = 153.975.52$
$\bar{A} = 262.70$	$\bar{B} = 148.06$	$\bar{d} = 114.64$		

SD=130.79

Sd= 41.39

"t" obtenido= 2.77 +

"t" requerido= Al nivel del 5% para 9 G.L.= 2.26

Al nivel del 1% para 9 G.L.= 3.25

+ = La diferencia es significativa al nivel del 5%.

ANT

631.41

19575

G 216

García Realpe, Bernardo

Ej. 1

Estudio sobre el potasio de algunos suelos de clima medio del

NOMBRE Renaldo Bolaña

21031206

No. del Carnet

NOMBRE Brayan Cañar

No. del Carnet 24172203

NOMBRE Johana Fabon

AN

T

631.41

G 216

~~Ej. 2~~

Ej. 1

~~15116~~

19575