

T
E-631.83
065f.
Ej. 1

**FRACCIONAMIENTO DE POTASIO EN SUELOS DEL ALTIPLANO
DE IPIALES, NARIÑO**

Por

EIDER FERNANDO ORDÓÑEZ CORDOBA
//

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

Presidente de Tesis

RICARDO GUERRERO RIASCOS I.A., M.Sc.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA**

1972

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

Artículo 1º del Acuerdo N° 324 de 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

A la memoria de mi Madre

A mi Padre

A Lola Elena

A mis hermanos

A mis familiares

A mis amigos

DEDICO

EIDER FERNANDO ORDONEZ CORDOBA

AGRADECIMIENTOS A;

RICARDO GUERRERO RIASCOS I.A., M.Sc.

FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA

HERNANDO GUTIERREZ D.

MARIELA SANCHEZ Z.

MARIA ELENA NAVIA

MARIA CRISTINA BUCHELI E.

LEONOR RENDON R.

GLORIA PATINO R.

Facultad de Ciencias Agrícolas de
la Universidad de Nariño.

A todas las personas que en una u
otra forma contribuyeron a la elab-
oración del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
III. MATERIALES Y METODOS	8
3.1 GENERALIDADES	8
3.1.1 <u>Situación Geográfica</u>	8
3.1.2 <u>Ecología y Clima</u>	8
3.1.3 <u>Geología</u>	8
3.1.4 <u>Formaciones vegetales</u>	8
3.2 LOCALIZACION DE LA MUESTRA	9
3.3 SUELOS	9
3.4 METODOS	10
3.4.1 <u>Potasio total</u>	10
3.4.2 <u>Potasio estructural</u>	10
3.4.3 <u>Potasio no intercambiable to</u> <u>tal y fracción más soluble .</u>	10
3.4.4 <u>Potasio intercambiable</u>	11
3.4.5 <u>Potasio soluble en agua</u>	11
3.4.6 <u>Lixiviación de potasio</u>	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	14
4.1 FRACCIONES DE POTASIO	14
4.1.1 <u>Potasio total</u>	14
4.1.2 <u>Potasio estructural</u>	14
4.1.3 <u>Potasio no intercambiable ..</u>	18
4.1.4 <u>Potasio intercambiable</u>	24
4.1.5 <u>Potasio soluble en agua</u>	27
4.1.6 <u>Lixiviación de Potasio</u>	29
4.1.7 <u>Relación Calcio/Magnesio</u> ...	31
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	55

	Pag.
VII. RESUMEN	56
SUMMARY	58
VIII. BIBLIOGRAFIA	60
APENDICE	67
Tabla I.	4
Tabla II.	7
Tabla III.	17
Tabla IV.	17
Tabla V.	33
Tabla VI.	36
Tabla VII.	53
Tabla VIII.	54
Tabla IX.	77

	Pag.
Tabla I. Fracciones de potasio en suelos de diferentes regiones en ppm. y porcentaje del K-total	4
Continuación Tabla I	5
Tabla II. Fracciones de potasio en subsuelos de diferentes regiones en ppm. y porcentaje del K-total	6
Continuación Tabla II	7
Tabla III. Propiedades fisico-químicas de los suelos estudiados	12
Tabla IV. Propiedades fisico-químicas de los subsuelos estudiados	13
Tabla V. Fracciones de potasio en el suelo. Resultados en ppm.	33
Tabla VI. Fracciones de potasio en el subsuelo. Resultados en ppm.	34
Tabla VII. Lixiviación del potasio en diez días en el suelo. Resultados en ppm.	35
Tabla VIII. Lixiviación del potasio en diez días Subsuelo. Resultados en ppm.	36
Tabla IX. Límites de confianza para la media de las diferentes fracciones de K en el suelo del Altiplano de Ipiales (ppm.)	37

	Pag.
Tabla X. Valores de "Tc" para K-total en diferentes regiones	38
Tabla XI. Valores de "Tc" para K-no intercambiable total en diferentes regiones	39
Tabla XII. Valores de "Tc" para K-no intercambiable fracción más soluble en diferentes regiones	40
Tabla XIII. Valores de "Tc" para K-intercambiable en diferentes regiones	41
Tabla XIV. Valores de "Tc" para K-soluble en agua en diferentes regiones	42
Tabla XV. Valores de "Tc" para lixiviación del potasio en diferentes regiones	43
Tabla XVI. Coeficientes de variabilidad para las distintas formas de potasio en suelos de diferentes regiones	44
Tabla XVII. Relación Ca/Mg.	45

APENDICE

Tabla I. Valores de "Tt" para el 5% de probabilidades K-total	68
Tabla II. Valores de "Tt" para el 5% de probabilidades K-no intercambiable total	69

Tabla III.	Valores de "Tt" para el 5% de - probabilidades K-no intercambia- ble más soluble	70
Tabla IV.	Valores de "Tt" para el 5% de pro- babilidades K-intercambiable ...	71
Tabla V.	Valores de "Tt" para el 5% de pro- babilidades K-soluble en agua ...	72
Tabla VI.	Valores de "Tt" al 0,05 de proba- bilidad para lixiviación del pota- sio en diferentes regiones	73

Figura 1. Valores de "Tt" para el 5% de probabilidades K-no intercambiable más soluble en agua en diferentes regiones

Figura 2. Valores de "Tt" para el 5% de probabilidades K-intercambiable en agua en diferentes regiones

Figura 3. Valores de "Tt" para el 5% de probabilidades K-soluble en agua en diferentes regiones

Figura 4. Valores de "Tt" al 0,05 de probabilidad para lixiviación del potasio en diferentes regiones

FIGURAS

Pag.

Figura 1.	Niveles para fraccionamiento de po tasio en el Altiplano de Ipiales.	
	Suelo	46

Figura 2.	Niveles para fraccionamiento de po tasio en el Altiplano de Ipiales.	
	Subsuelo	47

Figura 3.	Niveles comparativos para potasio total en diferentes regiones	48
-----------	--	----

Figura 4.	Niveles comparativos para potasio no intercambiable total en diferen tes regiones	49
-----------	---	----

Figura 5.	Niveles comparativos para potasio no intercambiable más soluble en diferentes regiones	50
-----------	--	----

Figura 6.	Niveles comparativos para potasio intercambiable en diferentes regio nes	51
-----------	--	----

Figura 7.	Niveles comparativos para potasio soluble en agua en diferentes regio nes	52
-----------	---	----

FRACCIONAMIENTO DE POTASIO EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE IPIALES, NARIÑO (")

Por

EIDER FERNANDO ORDÓÑEZ CORDOBA

I. INTRODUCCION

Uno de los proyectos incluidos en el programa de investigación en Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, es el relacionado con el estudio de las fracciones de Potasio. En el desarrollo del mismo, ya se conoce la caracterización en suelos del Altiplano de Pasto (41), Región de Clima Medio (24), Altiplano de Túquerres (20), Valle del Sibundoy (4), Llanura del Pacífico (1), Bajo Putumayo (38), y, en el presente trabajo, se caracteriza el estado del potasio en suelos del Altiplano de Ipiates, con lo cual el proyecto queda concluido.

Sin embargo, el objetivo final del mencionado programa (28), no es solamente obtener estudios aislados en las diferentes regiones, sino el análisis e interpretación global de esos resultados. Por ello, en el presente trabajo se discuten e interpretan en conjunto los datos obtenidos para las fracciones de potasio en las diferentes regiones, en la seguridad de que ello significará una visión más amplia y clara del estado del potasio y sus implicaciones prácticas en el manejo de los suelos de Nariño y Putumayo.

(") Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Ricardo Guerrero Riascos I.A., M.Sc.

II. REVISION DE LITERATURA

De los elementos mayores, usualmente el potasio es el más abundante en los suelos. Sin embargo, su concentración total varía entre límites muy amplios (44). Según Duchaufour, Rich y Ahrens, citados por Bastidas et al, (4).

Como K_2O , el potasio representa alrededor del 2,3 por ciento de la litosfera, disminuyendo en los suelos a un promedio de 1,4 por ciento. Las fuentes más importantes de potasio entre los minerales primarios son los feldespatos potásicos, muscovita y biotita, y entre los minerales secundarios la illita.

El potasio del suelos existe en diferentes fracciones que incluyen (7, 44):

- a) K-total
- b) K-no intercambiable
- c) K-intercambiable
- d) K-soluble en agua

Estas fracciones reciben diferentes denominaciones o subdivisiones, de acuerdo a diversos autores (4, 37 y 39). En todo caso, su grado de aprovechabilidad varía entre límites muy amplios. Entre estas fracciones se establece un equilibrio dinámico, lo cual supone que conforme la planta extrae potasio de las fracciones soluble e intercambiable, la fracción no-intercambiable repone o restituye este potasio hacia esas dos fracciones, (4, 7, 37, 44, 47 y 48).

A nivel mundial, existe abundante información acerca del potasio del suelo en sus diferentes aspectos. Recientemente ha sido editada una amplia revisión sobre este elemento (32). Sin embargo, de ese gran volumen de informa-

ción, solo una pequeñísima parte corresponde a los suelos tropicales y, todavía menos, a los suelos Latinoamericanos.

Así, se conocen estudios de las fracciones de potasio en algunos suelos de Costa Rica (47) y Panamá (37), pero el mayor volumen de información, a nivel Latinoamericano, es el obtenido en Colombia, para los suelos de Nariño y Putumayo (1, 4, 20, 24 y 41). En las tablas I y II se resumen los resultados obtenidos en estos estudios y los encontrados en suelos del Tolima (21) y Jamundí (15).

Como resultado de los estudios realizados sobre suelos de Nariño y Putumayo, en la Facultad de Ciencias Agrícolas se ha recopilado un gran volumen de información sobre funciones, contenido, fracciones, aprovechabilidad y dinámica del potasio en el suelo. Por lo anterior, se considera inoficioso insistir en revisar lo ya revisado.

TABLA I

FRACCIONES DE POTASIO EN SUELOS DE DIFERENTES REGIONES
EN ppm. Y PORCIENTO DEL

K-TOTAL

Región	N	Cobertura u origen.	K Total	K Estructural	K-no intercambiable Total	Más soluble	K-intercambiable HNO ₃ 0.1N	K-Soluble en agua	Ref.
Altiplano de Pasto	10	Cultivo	8.506 %	6.780	990	685	735	96	(41)
		Bosque	8.484	7.198	818	554	468	1	
		Pradera	100	84	9	8	5	79	
			7.689	6.688	714	474	286	0,9	
			%	86	9	6	3	48	
								0,6	
Altiplano de Tóquorres	10	Pradera	6.596 %	6.082	177	82	443	13	(20)
			%	92	2	1	6	0,2	
Valle del Sibundoy	7	Cultivo	6.845 %	5.303	1.213	477	329	154	
			100	77	77	6	4	2	
		Pradera	6.656 %	5.674	762	376	220	112	(4)
			100	85	11	5	3	1	
	6	Pantano	5.861 %	4.391	1.200	678	270	65	
			%	74	20	11	4	1	
Bajo Putumayo	8	Pradera	5.961 %	4.813	435	231	98	91	(38)
			100	80	7	3	1	1	
			3.850	3.589	192	71	68	59	
			%	93	5	1	1	1	

N = Número de observaciones

TABLA I (Continuación)

FRACCIONES DE POTASIO EN SUELOS DE DIFERENTES REGIONES
EN ppm. Y PORCIENTO DEL
K-TOTAL

Región	N	Cobertura u origen.	K Total	K Estructural	K-no intercambiable Total	Más soluble	K-intercambiable MNO ₃ O.1N	K-soluble en agua	Ref.
Llanura del Pacífico	15	Pradera	3.294 %	2.360 71	579 17	125 3	354 10	34 1	(1)
Clima Medio	10	Cultivo	5.816 %	4.263 73	1.214 20	708 12	339 5	65 1	(24)
		Bosque	5.702 %	4.189 73	1.140 20	605 10	373 6	54 0,9	(24)
		Pradera	5.395 %	3.812 70	1.235 22	659 12	348 6	65 1	(24)
Municipio de Jamundí	6	Pradera	4.375 %	2.521 57	1.230 26	626 13	624 13	47 1	(15)
Valle del Tolima	7	—	16.446 %	15.309 93	907 5		230 1		(21)
Costa Rica	3	Aluviales	3.293 %	2.991 90	680 20	536 16			
	7	Andosoles	7.051 %	6.713 95	666 9	507 7			(47)
	13	Latosoles	742 %	639 86	184 24	138 18			

N = Número de observaciones

FRACCIONES DE POTASIO EN SUBSUELOS DE DIFERENTES REGIONES

EN ppm. Y PORCIENTO DEL

K-TOTAL

Región	N	Cobertura u origen.	K Total	K Estructural	K-No intercambiable Total	Más soluble	K-intercambiable HNO ₃ 0.1N	K-soluble en agua	Ref.
Altiplano de Pasto	10	Cultivo	8.374 %	6.717 80	1.012 12	722,77 8	644 7	54 0,6	(41)
		Bosque	8.617 %	7.260 84	887 10	602 6	478 5	58 0,6	
		Pradera	7.980 %	7.062 88	654 8	425 5	262 3	22 0,2	
Altiplano de Tiquenes	10	Pradera	7.191 %	6.637 92	211 2	87 1	380 5	7 0,1	(20)
Valle del Sibundoy	7	Cultivo	5.751 %	2.521 65	1.528 26	950 16	431 7	36 0,6	(4)
	11	Pradera	6.279 %	4.513 71	1.304 20	788 12	462 7	21 0,3	
	6	Pantano	8.852 %	7.536 78	1.613 18	839 9	289 3	35 0,4	
Bajo Pu- tunayo	5	Pradera	3.627 %	3.197 88	384 10	182 5	55 1	37 1	(38)
	2	Bosque	4.495 %	4.202 93	244 5	50 1	48 1	33 0,7	
N = Número de observaciones									

N = Número de observaciones

TABLE II (Continuación)

FRACCIONES DE POTASIO EN SUBSUELOS DE DIFERENTES REGIONES

EN ppm. Y PORCIENTO DEL

K-TOTAL

Región	N	Cobertura u origen.	K Total	K Estructural	K-no intercambiable Total	Más soluble	K-intercambiable HNO ₃ 0.1N	K-soluble en agua	Ref.
Llanura del Pacífico	15	Pradera	2.791 %	2.046 73	536 19	162 5	209 7	8 0,3	(1)
Clima Medio	10	Cultivo	5.350 %	4.235 79	1.002 18	567 10	113 2	15 0,2	(24)
		Bosque	4.613 %	3.578 77	872 18	506 10	163 3	19 0,4	
		Pradera	4.696 %	3.564 75	984 20	487 10	148 3	16 0,3	
Municipio de Jamundí	6	Pradera	2.695 %	1.376 51	832 30	389 14	487 18	37 1	(15)
Costa Rica	3	Aluviales	2.793 %	2.561 91	523 18	207 7			
	7	Andosoles	3.969 %	3.693 93	579 14	427 10			
	13	Latosoles	548 %	522 95	158 28	102 18			

N = Número de observaciones

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Situación Geográfica

La zona de estudio se halla delimitada por el arco geográfico meridional, las cordilleras Occidental y Oriental y los ríos Bobo y Guáitara. Dentro de esta zona se encuentran tres sectores: la Hoya de Alto Guáitara, La Vertiente Occidental del Guáitara y El Paucal. Está situada a $1^{\circ}49'39''$ de latitud Norte, y a $77^{\circ}38'14''$ de longitud de W del meridiano de Greenwich (16, 42).

3.1.2 Ecología y Clima

Posee el Altiplano de Ipiales 48,90 cms. de presión atmosférica, $11, 9^{\circ}\text{C}$ de temperatura media, 750 mm. de precipitación anual, 1695 km^2 de superficie, y 2.896 m. sobre el nivel del mar (42).

Se halla en el piso térmico frío, con excepciones de templado y cálido en la parte sur. El térmico frío se halla entre 2.500 y 3.000 m.s.n.m., y, entre los 10 y 16°C . de temperatura (42).

3.1.3 Geología

Las formaciones geológicas son la Paleozoica, Genozoica y la Post-Jurásica, que comprenden rocas ígneas, volcánicas y metamórficas. Sobresalen las rocas masivas y entre ellas las básicas, como las andesitas, dacitas, basaltos etc. (50).

3.1.4 Formaciones vegetales

De acuerdo a Espinal y Montenegro (19),

en el Altiplano de Ipiales se presentan las siguientes formaciones vegetales:

a) Bosque húmedo montano

Esta formación posee ciertas características tales como: una altitud entre los 3.000 y 4.000 m., cantidad de lluvias con promedios anuales entre los 500 y 1.000 mm., y una temperatura entre los 6° y los 12°C.

b) Bosque muy húmedo montano

La altitud de ésta formación va de los 2.700 a los 2.900 m., temperatura entre los 6° y los 12°C. Se presenta en las partes altas y expuestas a los vientos húmedos.

3.2 LOCALIZACION DE LAS MUESTRAS

Fueron tomadas de diez y nueve localidades diferentes a saber;

- 1) Aldana
- 2) San Luis
- 3 y 4) Carlosama
- 5 a 12) Ipiales
- 13 a 19) Pupiales

Se tomaron las muestras tratando de abarcar la mayor extensión posible, para hacer el muestreo más representativo. De cada zona se tomaron muestras de suelos y sub-suelo.

3.3 SUELO

De acuerdo a Blasco (8); Luna (34); y Benavides

(5), los suelos del Altiplano de Ipiales son del tipo morfológico A - C y se clasifican dentro del orden Intrazonal (sistema norteamericano de 1949) o dentro del orden Inceptisol (sistema de la séptima aproximación). Se asemejan a los Andosoles, pudiendo, por tanto, ubicarlos dentro del suborden Andepts (séptima aproximación).

Son suelos jóvenes, derivados de materiales volcánicos, con niveles relativamente altos de materia orgánica, muy bajas concentraciones de fósforo aprovechable (bray II), altos niveles de K^+ y Ca^{++} intercambiables y concentraciones variables de Mg^{++} de cambio, (5, 8, 17, 27 y 43).

En las Tablas III y IV, se presentan algunas características generales de los suelos y subsuelos estudiados.

3.4 METODOS

3.4.1 Potasio total

Se obtuvo mediante extracción con los ácidos sulfúricos perclórico y fluorhídrico (30).

3.4.2 Potasio estructural

Se obtuvo mediante diferencia. Potasio total se le restó la suma de la fracción no intercambiable total más la fracción intercambiable (8).

3.4.3 Potasio no intercambiable total y fracción más soluble

Se obtuvo con cuatro extracciones sucesivas del suelo con ácido nítrico normal. La suma de las dos

primeras extracciones menos la suma de las dos últimas equivale al K-no intercambiable en su forma más soluble (39).

3.4.4 Potasio intercambiable

Se obtuvo mediante extracción, con ácido nítrico 0,1 N, de acuerdo a la técnica de MacLean (39).

3.4.5 Potasio soluble en agua

Se determinó mediante el método de MacLean (39).

3.4.6 Lixiviación de potasio

Para estimar la lixiviación del potasio, se utilizó la técnica de Garman (39).

NOTA: En todos los casos el potasio fué determinado por espectrofotometría de llama.

Los resultados obtenidos para las diferentes fracciones de K^+ , se compararon con los resultados obtenidos por Ordóñez (41); García (24); Feuillet y Feuillet (20); Bastidas, Caycedo y Romo (4); Matta y Palacios (38); Angulo, Navas y Villamil (1), en otras regiones de Nariño y Putumayo. Para ello, se utilizaron criterios estadísticos de "T" de "Student". Además, se calcularon los límites de confianza y los coeficientes de variación (46).

TABLA III

PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

Nombre de la muestra	Humedad %	pH (Suelo agua 1:1)	Análisis Textural		Cationes cambiables (ppm.)			
			% Arenas	Limos	Arcillas	K	Na	Ca Mg
Aldana	4,60	6,40	76,44	15,00	8,56	800,19	31,90	3.776,06 95,39
San Luis	2,58	6,20	69,44	20,00	10,56	615,47	15,39	2.728,60 53,01
Carlosana 1	7,85	5,50	72,44	14,50	13,06	1.404,85	32,89	4.130,66 99,66
Carlosana 2	6,77	5,60	74,44	15,00	10,56	477,81	56,38	4.164,11 86,99
Ipiiales 1	3,13	6,65	70,44	20,00	9,56	639,43	45,93	3.949,99 100,33
Ipiiales 2	7,51	7,40	65,94	19,50	14,56	2.773,84	78,16	4.838,09 152,96
Ipiiales 3	3,04	6,90	55,44	35,00	9,56	370,93	49,46	3.863,89 46,98
Ipiiales 4	3,04	6,95	65,94	19,50	14,56	607,91	55,85	3.657,78 92,71
Ipiiales 5	8,79	6,55	40,94	39,56	19,56	886,64	94,87	4.199,29 135,60
Ipiiales 6	2,89	6,90	70,94	14,50	14,56	375,55	64,51	3.683,46 87,58
Ipiiales 7	3,56	6,60	70,94	19,50	9,56	730,11	54,33	3.821,44 65,48
Ipiiales 8	4,20	5,75	61,44	30,00	8,56	435,04	87,53	4.001,28 81,10
Pupiales 1	2,45	6,30	80,44	15,00	4,56	222,82	43,54	2.878,73 32,38
Pupiales 2	6,84	7,70	40,94	29,00	30,06	988,27	55,88	3.418,88 93,54
Pupiales 3	8,25	7,70	51,44	30,00	18,56	1.001,33	49,69	3.767,17 134,92
Pupiales 4	8,01	5,50	66,94	14,50	18,56	1.663,34	86,84	3.542,70 102,70
Pupiales 5	1,97	6,20	75,94	19,50	4,56	359,46	23,45	2.569,72 33,48
Pupiales 6	5,69	7,50	61,44	29,00	9,56	993,48	58,45	3.836,51 60,40
Pupiales 7	9,08	5,65	66,94	19,50	13,56	319,06	42,21	3.130,60 34,48

TABLA IV

PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS
DE LOS SUBSUELOS ESTUDIADOS

Nombre de la muestra	Humedad %	pH (Suelo agua 1:1)	Análisis Textural			Cationes cambiabiles (ppm.)			
			% Arenas	Limos	Arcillas	K	Na	Ca	Mg
Aldana	5,15	5,50	64,94	25,00	10,06	176,12	114,61	3.848,34	64,56
San Luis	3,01	5,80	66,44	20,00	13,56	153,10	153,10	3.327,22	40,71
Carlosana 1	12,45	6,00	61,44	25,00	13,56	933,29	51,16	3.193,44	87,50
Carlosana 2	7,66	5,20	66,44	24,50	9,06	659,42	73,21	3.988,80	58,90
Ipiales 1	1,18	7,50	87,44	4,00	8,56	427,46	32,58	2.939,13	33,21
Ipiales 2	5,03	7,55	60,94	24,00	15,06	1.034,54	95,05	4.143,39	206,90
Ipiales 3	5,61	5,95	76,44	10,00	13,56	154,99	151,56	4.045,02	92,46
Ipiales 4	2,47	6,75	81,44	15,00	3,56	348,39	68,14	3.155,98	84,10
Ipiales 5	11,42	6,55	65,94	24,50	9,56	1.337,04	192,20	4.289,67	142,26
Ipiales 6	3,35	6,45	61,44	20,00	18,56	312,65	69,87	3.090,29	67,86
Ipiales 7	10,88	6,60	86,44	4,50	9,06	1.319,47	154,35	4.288,28	140,22
Ipiales 8	3,41	5,45	70,94	19,50	9,56	175,80	47,67	3.846,85	51,55
Pupiales 1	3,10	7,15	70,94	19,00	10,06	261,62	81,66	3.783,77	47,63
Pupiales 2	9,45	6,95	49,44	30,00	20,56	845,49	72,45	3.885,40	176,34
Pupiales 3	7,89	7,00	66,44	20,00	13,56	1.661,44	68,62	3.225,79	137,75
Pupiales 4	3,20	7,35	66,94	19,50	13,56	611,47	59,96	1.599,63	18,82
Pupiales 5	3,68	6,30	76,44	15,00	8,56	308,44	60,24	3.411,01	34,04
Pupiales 6	15,21	6,25	71,44	20,00	8,56	1.843,28	238,13	3.813,29	107,87
Pupiales 7	6,59	7,25	89,44	5,00	5,06	375,73	72,16	3.944,36	55,08

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presentan y discuten los resultados obtenidos y en relación a los encontrados en otras regiones de Nariño y Putumayo.

4.1 FRACCIONES DE POTASIO

En las Tablas V y VI se presentan los resultados obtenidos para las diferentes formas de potasio. Estos resultados también se presentan en las Figuras 1 y 2.

4.1.1 Potasio total

En los suelos, el K-total presentó una concentración promedia de 7.254,84 ppm. $\pm$ 1.304,73, con un máximo de 9.737,10 ppm. en Ipiales 3 y un mínimo de 2.989,61 en Carlosama 2. La concentración en el subsuelo tuvo un promedio de 6.383,64 ppm. $\pm$ 367,64, con un máximo de 10.397,86 en Ipiales 2 y un mínimo de 4.414,11 en Carlosama 2.

Los resultados de las comparaciones estadísticas verificadas para esta fracción se presentan en la Tabla X. Los niveles comparativos se presentan en la Figura 3.

Sobre la base anterior, resulta claro que la concentración de K-total es mayor en los suelos de las regiones volcánicas (Altiplanos, Valle del Sibundoy y Clima Medio) que en las llanuras cálidas y húmedas de la Costa del Pacífico, pues entre los suelos de ésta área y los de las zonas volcánicas, excepción hecha del Altiplano de Ipiales, no se presentaron diferencias significativas ($p = 0,05$). Esta situación es lógica si tomamos en cuenta el grado de desarrollo de los suelos. Los suelos

del área volcánica son menos desarrollados que los de la Costa del Pacífico, lo cual implica una mayor cantidad de arenas y, por ende, de feldespatos potásicos (37), en los volcánicos que en los de la Llanura del Pacífico.

Por el contrario, la concentración de K-total no presentó diferencias significativas entre las diferentes regiones volcánicas, con excepción de la detectada entre Clima Medio y Altiplano de Pasto. Esto lleva a concluir que, en general, la concentración de K-total en los suelos volcánicos del Area Andina Nariñense es similar u homogénea. Esto obedece, sin duda, a condiciones también similares en cuanto a su grado de desarrollo, tipo y cantidad de minerales potásicos. Hay que anotar, sin embargo, que en los suelos volcánicos de la Región de Clima Medio tienden a haber menores concentraciones de potasio total que en los suelos del Area Andina Fría, debido a un estado más avanzado de meteorización de los minerales potásicos y, posiblemente, a una mayor intensidad de pérdidas de K por lixiviación y escorrentía en la región de Clima Medio causadas por la mayor precipitación y temperatura reinantes. De allí, la diferencia significativa encontrada entre los suelos de esta región y los del Altiplano de Pasto.

De otra parte, resulta interesante y sorprendente observar que los suelos del Bajo Putumayo presentan una concentración promedio de K-total similar (pues no hubo diferencia significativa) a las observadas en los suelos de las regiones volcánicas, ya que los suelos de aquella región son relativamente más desarrollados que los de la Región Andina. Esto podría interpretarse, según Matta y Palacios (38), en el sentido de que los aluviones de la vertiente amazónica son mucho más ricos en minerales potásicos que los correspondientes a la vertiente del Pacífico. Sin embargo, esto parece no ser acertado ya que el promedio

obtenido para el Bajo Putumayo por los mismos autores proviene de tan solo ocho suelos, de los cuales la mitad, de textura Franco Arcillosa o Arcillosa, tienen contenidos inferiores a 3.000 ppm. y dos Suelos (Puerto Caicedo y Puerto Asis) muestran concentraciones superiores a 10.000 ppm., coincidiendo con una textura Franco-arenosa y Franca, que indica la presencia de una gran cantidad de minerales potásicos y sube el promedio a un nivel que seguramente no es representativo de la región. Al eliminar los valores obtenidos para esos dos suelos, el promedio de esa región es muy similar al obtenido para los suelos de la Llanura del Pacífico.

Resumidamente, las concentraciones promedio de K-total en los suelos de las diferentes regiones, en comparación a los suelos del Altiplano de Ipiales, siguen la siguiente secuencia:

A. Pasto	A. Ipiales	V. Sibundoy	A. Túquerres
(8.506ppm)	(7.254ppm)	(6.845 ppm)	(6.596 ppm)
B. Putumayo	C. Medio	LL. Pacífico	
(5.961 ppm)	(5.816 ppm)	(3.294 ppm.)	

Las concentraciones promedias de K-total obtenidas en las regiones volcánicas son muy similares a las encontradas por Suárez (47), en Andosoles de Costa Rica (Promedio: 7.051 ppm.).

Los coeficientes de variación (Tabla XVI) indican la siguiente secuencia de variabilidad de las concentraciones de K-total para las diferentes regiones.

B. Putumayo	A. Ipiales	V. Sibundoy	LL. Pacífico
(96%)	(78%)	(39%)	(35%)

A. Pasto
(30%)

A. Túquerres
(28%)

C. Medio
(24%)

Como se ve, la mayor variabilidad en la concentración de K-total lo muestra el bajo Putumayo, lo cual es fruto de la acentuada desviación aportada por dos de los suelos estudiados en esa región (Puerto Asis y Puerto Caicedo) y que seguramente coinciden con suelos aluviales muy recientes que no representan la generalidad de los suelos de la región. La relativa alta variabilidad observada en los suelos de Ipiales podría estar asociada con una alta heterogeneidad en los materiales originarios, en cuanto a su contenido de minerales potásicos y a otros factores como cultivo, pendiente, erosivo etc.

4.1.2 Potasio estructural

El potasio estructural en los suelos del Altiplano de Ipiales mostró una concentración promedio de 6.264,22 ppm. con un máximo de 8.974,62 en Ipiales 3 y un mínimo de 2.485,11 en Carlosama 2. Los subsuelos tuvieron una concentración promedio de 5.469,97 ppm. con un máximo de 8.181,74 ppm. en Ipiales 2 y un mínimo de 3.086,33 ppm. en Ipiales 5. En promedio, esta fracción representó el 86% del K-total en los suelos y el 85% en los subsuelos.

El hecho de que los suelos que mostraron valores máximos o mínimos de K-estructural, sean los mismos que arrojaron valores extremos para K-total, indica que la distribución del potasio estructural es muy similar a la del K-total. Esto es lógico, por cuanto más del 80% del K-total es estructural. Por lo tanto, la secuencia de concentración de K-estructural en los diferentes regiones será muy similar a la del K-total. Por esta razón no se efectuó un análisis estadístico para comparar la concen-

tracción promedia de esta fracción en las diferentes regiones.

4.1.3 Potasio no intercambiable

Las concentraciones de potasio no intercambiable total tuvieron en los suelos un promedio de 461,92 ppm. $\pm$ 42,11. El máximo se observó en San Luis (882,18 ppm.) y el mínimo en Pupiales 7 (169,07 ppm.). En los subsuelos el contenido promedio fué de 458,51 ppm. $\pm$ 49,36, con un máximo de 863,50 ppm. en Ipiales 5 y un mínimo de 188,80 ppm. en Pupiales 2. Esta fracción en promedio, representó el 6,36% del K-total en los suelos y el 7,18% en los subsuelos.

La fracción más soluble del potasio no intercambiable tuvo una concentración promedia, en los suelos, de 178,78 ppm. $\pm$ 19,80, con un máximo de 363,21 ppm. en Ipiales 3 y un mínimo de 50,27 en San Luis. Para los subsuelos, el promedio fué de 164,64 ppm. $\pm$ 22,09. El máximo se observó en Ipiales 1 (388,91 ppm.) y el mínimo en Carlosama 2 (37,69 ppm.). En promedio, representó esta fracción 2,46% del K-total en el suelo y 2,5% en el subsuelo.

La secuencia para K-no intercambiable total en las diferentes regiones se presenta de la siguiente manera (Fig. 4):

C. Medio (1.214ppm)	A. Pasto (990ppm)	V. Sibundoy (762 ppm)	LL. Pacífico (579 ppm.)
A. Ipiales (461 ppm)	B. Putumayo (435 ppm.)	A. Túquerres (197 ppm.)	

La región de Clima Medio presenta la ma-

yor concentración de K-no intercambiable total y supera estadísticamente ($p = 0,05$) a las demás regiones, excepción hecha del Altiplano de Pasto que le sigue en orden de magnitud. A su vez, el Altiplano de Pasto supera a las demás regiones ($p = 0,05$) (Tabla XI).

El Altiplano de Túquerres presenta las menores concentraciones de esta fracción y es superado a niveles estadísticos significativos ($p = 0,05$) por las demás regiones, excepción hecha del Bajo Putumayo.

Dentro del área volcánica Andina, en términos generales, las regiones de Clima Medio y Altiplano de Pasto presentan ($p = 0,05$) el doble de K-no intercambiable total que el Altiplano de Ipiales y cinco veces más que el Altiplano de Túquerres. Esta situación se refleja en los porcentajes relativos observados: así, mientras el K-no intercambiable total del Clima Medio representa el 20% del K-total y en los suelos del Altiplano de Pasto el 11% (Tabla I), en los suelos del Altiplano de Ipiales esa fracción tan solo representa el 6% del K-total y en los suelos del Altiplano de Túquerres el 2%. Esto conlleva a que en el Altiplano de Ipiales el K-no intercambiable total ni siquiera iguala la fracción cambiante y en los suelos del Altiplano de Túquerres no alcanza a ser ni siquiera el 50% de la misma.

Sin embargo, los suelos del Altiplano de Ipiales superan estadísticamente ($p = 0,05$) la concentración de esta fracción en el Altiplano de Túquerres y su nivel promedio es comparable a los observados en las regiones cálidas húmedas (Bajo Putumayo y Llanura del Pacífico) pues entre estas regiones no hubo diferencia significativa ($p = 0,05$).

La secuencia de concentración promedio

de la fracción más soluble del potasio no intercambiable es aproximadamente similar para las diferentes regiones a la observada para la fracción total del K-no intercambiable (Fig. 5).

C. Medio	A. de Pasto	V. Sibundoy	B. Putumayo
(708ppm)	(685 ppm.)	(376 ppm.)	(231 ppm.)

A. de Ipiales	LL. Pacífico	A. de Túquerres
(178,78 ppm.)	(132,60 ppm)	(82 ppm.)

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico (Tabla XII), la significancia entre regiones se ajusta sensiblemente a la detectada para el K-no intercambiable total. Así, las concentraciones promedias de K-no intercambiable más soluble en los suelos de la Región de Clima Medio y Altiplano de Pasto son cinco veces mayores ($p < 0,05$) que la observada en los suelos del Altiplano de Ipiales y ocho veces mayores ($p < 0,05$) que la correspondiente al Altiplano de Túquerres. Esta última región presentada, así mismo, los más bajos niveles de esta fracción, cuyo promedio es estadísticamente similar ($p < 0,05$) a los observados en las regiones del Bajo Putumayo y Llanura del Pacífico. El Altiplano de Ipiales y el Valle del Sibundoy presentaron niveles intermedios que estadísticamente difieren ($p < 0,05$) del máximo (Clima Medio y Altiplano de Pasto) y el mínimo (Altiplano de Túquerres).

Resulta particularmente interesante el hecho de que entre los suelos volcánicos de las regiones Andinas frías (Altiplano de Pasto, Túquerres e Ipiales) se presenten tan acentuadas diferencias en cuanto a las concentraciones del K-no intercambiable total y su fracción más soluble, ya que los suelos de esas regiones presentan relativa similitud en cuanto a condiciones de ori-

gen, ecología y concentración de K-total. Sin embargo, es conocido el hecho de que la dinámica del potasio en el suelo es también afectada por el tipo de mineral potásico dominante, siendo más intensa la liberación de potasio a partir de las micas (Biotita, muscovita) que a partir de la ortoclasa (47). Seguramente sobre esta base se puede, al menos parcialmente, explicar las diferencias observadas.

De otra parte, de acuerdo a Martini (37), la concentración de la fracción mas soluble del K-no intercambiable depende, en razón directa, del grado de meteorización de los minerales potásicos. A este respecto, los suelos del Altiplano de Pasto utilizados por Ordóñez (41), para el fraccionamiento de potasio presentan en términos generales el doble de arcilla que los suelos de Túquerres (20) e Ipiales (Tabla I). Esto implicaría que el grado de meteorización de los minerales potásicos es mayor en los suelos del Altiplano de Pasto y explica la dominancia de los suelos de esta región en cuanto a la concentración de esa fracción.

La mayor concentración de las fracciones de K-no intercambiable en la región de Clima Medio resulta más fácil de explicar a través de la relativa mayor precipitación y temperatura reinantes en la región, lo cual implica una dinámica más intensa del potasio. No se descarta, sin embargo, que el tipo y grado de meteorización del mineral potásico también estén incidiendo, como se explicó anteriormente.

Las explicaciones anteriores también son válidas para las concentraciones observadas en las regiones del Bajo Putumayo y Llanura del Pacífico, aunque es posible que, al menos en parte, también incida el proceso de lixiviación de potasio, que en estas áreas podría ser

significativo a causa de las elevadas precipitaciones reinantes.

Desde el punto de vista práctico del manejo del Suelo, y tomando en cuenta la opinión de McLean (39) y la evidencia experimental aportada por Arteaga (2), según la cual, en suelos similares a los estudiados, la **restitución del potasio** extraído por la planta o perdido por lixiviación se efectúa desde la forma no intercambiable, particularmente desde la fracción más soluble; los suelos del Altiplano de Pasto y de la región de Clima Medio presentarán la más alta capacidad para restituir el potasio a corto y mediano plazo, lo cual lleva a concluir que en estas regiones es poco probable que en esos mismos plazos se presenten deficiencias de potasio.

Por el contrario, en el Altiplano de Túquerres la fracción no intercambiable es extremadamente baja lo que implica, por tanto, una baja capacidad de reposición de K. De acuerdo a los promedios obtenidos por Feuillet y Feuillet (20), la fracción no intercambiable total en esos suelos tan solo equivale a la tercera parte del K-intercambiable y su fracción más soluble tan solo es la quinta parte del K-intercambiable, lo cual supone que a corto o mediano plazo se presenten deficiencias de K en esos suelos, a menos que se genere una dinámica intensa desde la forma estructural, lo cual es poco probable y solamente sería significativa a muy largo plazo.

Los suelos del Altiplano de Ipiales, a este respecto, resultan mejor librados que los de Túquerres, pero su capacidad de restitución de K estimada a través de las reservas (K-no intercambiable) es acentuadamente inferior a la correspondiente a los suelos del Altiplano de Pasto, Clima Medio y aún Valle del Sibundoy.

Sin embargo, es obvio que las deficiencias de potasio en estos suelos tardarán mucho más tiempo en presentarse en comparación al Altiplano de Tuquerres.

Por otra parte, es probable que los relativos bajos niveles de las fracciones de potasio no intercambiable en los suelos de los Altiplanos de Túquerres e Ipiales se deben a una mayor pérdida de potasio, por lixiviación, causada por una capa de arena subyacente común en estos suelos. En este caso, la fracción intercambiable no resultaría afectada en razón de la inmediata reposición que se opera. (2, 44 y 48).

La situación de los suelos de las regiones del Putumayo y Llanura del Pacífico tienden a ser similares a las del Altiplano de Ipiales. Sin embargo, hay que recordar que en aquellas regiones la dinámica del potasio debería ser más intensa, lo cual, teóricamente, las situaría en ventaja comparativa en relación a la región de Ipiales, pero en desventaja si, por otra parte, aceptamos una mayor lixiviación de potasio en aquellas áreas.

De cualquier manera, si tomamos en cuenta el criterio de McLean (39), los suelos de las Regiones de clima Medio, Altiplano de Pasto, Valle de Sibundoy y Bajo Putumayo, tendrían suficientes reservas potásicas para suplir las necesidades de las cosechas, en razón de que en ellos, la fracción más soluble del K-no intercambiable supera a la del K-intercambiable. Por el contrario, las reservas en los suelos de la Llanura del Pacífico, Altiplano de Ipiales y Altiplano de Túquerres de acuerdo a ese mismo criterio, serían deficientes, ya que en éstos la concentración del K-no intercambiable más soluble tan solo representa el 40%, 30% y 15% del K-intercambiable, respectivamente.

Las secuencias de variabilidad, estimados a través de los coeficientes de variación, en el K-no intercambiable total y su fracción más soluble fueron:

LL. Pacífico (93%)	A. Túquerres (82%)	A. Ipiales (78%)	C. Medio (60%)
V. Sibundoy (52%)	B. Putumayo (45%)		

K-no intercambiable más soluble:

B. Putumayo (128%)	V. Sibundoy (84%)	A. Túquerres (68%)	LL. Pacífico (57%)
A. de Ipiales (39%)	C. Medio (39%)	A. de Pasto (19%)	

Como es lógico, la variabilidad obtenida para estas fracciones es mayor que la encontrada para K-total, ya que sus concentraciones dependen de mucho más factores (Clima, estado de meteorización, tipo de mineral, etc).

4.1.4 Potasio Intercambiable

La fracción intercambiable del potasio tuvo un promedio en los suelos de 528,69 ppm. $\pm$ 95,84. El valor máximo se observó en Ipiales 2 (1.752,46 ppm.) y el mínimo en Pupiales 1 (140,86 ppm.). En los subsuelos el promedio obtenido fue de 455,16 ppm. $\pm$ 89,62. Con un máximo de 1.507,17 ppm. en Ipiales 2 y un mínimo de 73,93 ppm. en Ipiales 3.

Al establecer la comparación entre las concentraciones de K-intercambiable en las diferentes regiones se llega a la siguiente secuencia (Fig. 6):

A. Túquerres (543 ppm.)	S. Ipiiales (528 ppm.)	A. Pasto (468 ppm.)	LL. Pacífico (354 ppm.)
C. Medio (339 ppm.)	V. Sibundoy (220 ppm.)	B. Putumayo (98 ppm.)	

Del análisis estadístico (Tabla XII) se establece que el promedio más bajo obtenido en los suelos del Putumayo difiere estadísticamente ($p = 0,05$) de los promedios de las demás regiones. El promedio obtenido para el Valle del Sibundoy es estadísticamente inferior ($p = 0,05$) a los obtenidos de los suelos volcánicos de la región andina fría (Altiplanos de Pasto, Túquerres e Ipiiales).

Las diferencias para la concentración de K-intercambiable entre los suelos de las regiones volcánicas no fueron detectables a nivel estadístico significativo ($p = 0,05$). Esta circunstancia implica que hay relativa uniformidad en la distribución del K-intercambiable en los suelos volcánicos de Nariño (A. Pasto, A. Ipiiales, A. Túquerres y R. de Clima Medio). Tampoco se tuvo diferencia significativa entre los promedios obtenidos para estas regiones y el correspondiente a los suelos de la Llanura del Pacífico, lo cual resulta particularmente sorprendente si se toma en cuenta la relativa alta precipitación del área que en condiciones normales supondría la ocurrencia de una lixiviación intensa. A este respecto Angulo, Navas y Villamil (1), indican que los relativos altos niveles de esta fracción en los suelos de la región del Pacífico Nariñense se puede deber a su nivel freático alto que ha favorecido la acumulación de esta fracción.

Las concentraciones promedias de potasio intercambiable observadas en las diferentes regiones volcánicas son sensiblemente iguales a las obtenidas por Gamboa (23), al procesar estadísticamente un gran número de análisis de fertilidad realizados en esos suelos.

De acuerdo a los niveles establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (29), el Altiplano de Ipiiales conjuntamente con los de Túquerres y Pasto presentan valores muy altos de K-intercambiable ya que sus promedios son cinco veces mayores que el nivel calificado como alto (116 ppm.). Los promedios obtenidos para la Llanura del Pacífico, Clima Medio y Valle del Sibundoy son también altos en tanto que en el Bajo Putumayo el promedio se califica como medio, con tendencia a acercarse al límite de deficiencia.

Con excepción de los suelos del Bajo Putumayo, es improbable que los suelos de las regiones incluidas en este estudio comparativo respondan o requieran aplicación inmediata de fertilizantes potásicos. Por el contrario, es muy probable que, tal como ya lo han evidenciado varios investigadores (3, 10, 40 y 45), la adición de potasio conduzca a un detrimento en el rendimiento. De esta manera, y habida cuenta de los altos niveles de K-reserva (K-no intercambiable más soluble) en los suelos de Clima Medio, Altiplano de Pasto y Valle del Sibundoy, por el momento sería recomendable la utilización de fórmulas de fertilizantes que no lleven potasio o, cuando más, lo tengan en niveles bajos, con el objeto del balanceamiento nutricional, cuando se utilizan dosis altas de N y P.

En los suelos de la Sabana de Túquerres y Altiplano de Ipiiales pese a las altas concentraciones de K-intercambiable, sería deseable utilizar fórmulas de

fertilizantes con niveles bajos de potasio, esto con el objeto de tratar de mantener niveles adecuados de este nutriente e incrementar las fracciones de reserva (k-no intercambiable), que según lo discutido, están a niveles muy bajos que conllevarían, a corto o mediano plazo la ocurrencia de deficiencias (22).

En el bajo Putumayo, es probable que hayan requerimientos medianos o bajos de fertilización potásica, sin embargo, ésta apreciación no puede ser concluyente si tomamos en cuenta la situación ya planteada sobre la baja confiabilidad de la muestra utilizada.

La variabilidad del potasio intercambiable cuantificada mediante los coeficientes de variación en las diferentes regiones (Tabla XVI), presenta la siguiente secuencia:

B. Putumayo (175%)	LL. Pacífico (103%)	V. Sibundoy (100%)	
A. Túquerres (75%)	C. Medio (50%)	A. Ipiales (48%)	A. Pasto (26%)

Parece evidente que los suelos de las regiones más húmedas tienden a presentar la mayor variabilidad en la fracción aprovechable del potasio, en tanto que las regiones volcánicas presentan una variabilidad relativamente baja, lo cual es lógico si tomamos en cuenta que en las regiones más húmedas se introduce un factor adicional de variabilidad, como es el proceso de lixiviación.

4.1.5 Potasio soluble en agua

En los suelos del Altiplano de Ipiales el Potasio soluble en agua presentó un promedio de 44,43

ppm. $\pm$ 4,73, con un máximo de 83,97 ppm. en Ipiiales 2 y un mínimo de 14,95 ppm. en Carlosama 2. En los subsuelos el promedio observado fué de 37,06 ppm. $\pm$ 4,84. El máximo correspondió a Ipiiales 4 (72,24 ppm.) y el mínimo en Aldana (3,68 ppm.).

La secuencia obtenida para los promedios de ésta fracción en las diferentes regiones (Fig. 7) fué la siguiente:

V. Sibundoy (112 ppm.)	A. de Pasto (105 ppm.)	B. Putumayo (91 ppm.)	C. Medio (65 ppm)
A. de Ipiiales (44 ppm)	LL. Pacífico (34 ppm.)	A. de Túquerres (13 ppm.)	

El Altiplano de Túquerres presentó el nivel que estadísticamente ($p = 0,05$) (Tabla XIV) resultó más bajo que los niveles promedios de las demás regiones, excepción hecha del correspondiente a la Llanura del Pacífico. El Valle del Sibundoy, el Altiplano de Pasto y el Bajo Putumayo resultarán con los más altos niveles de esta fracción, no habiendo diferencia significativa entre sus respectivos promedios, pero todo ellos superan significativamente a los niveles promedios obtenidos para Ipiiales y la región de Clima Medio que muestran los niveles intermedios.

Los valores más bajos de K-soluble observados en los suelos de Túquerres e Ipiiales se pueden deber a una mayor intensidad de lixiviación de potasio causada por el subsuelo arenoso predominante en esas regiones.

Es evidente que la distribución de esta fracción en los suelos de las diferentes regiones no guarda relación con los niveles de K-intercambiable.

La secuencia de variabilidad del K-soluble en agua, para las diferentes regiones fué la siguiente:

LL. Pacífico (157%)	C. Medio (80%)	A. de Túquerres (67%)	A. de Pasto (66%)
A. de Ipiales (46%)	B. Putumayo (45%)	V. Sibundoy (37%)	

4.1.6 Lixiviación de Potasio

El valor promedio para lixiviación de potasio durante diez días, en los suelos del Altiplano de Ipiales (Tablas VII y VIII) fué de 573,02 ppm. O sea que en diez días se lixivía justamente la totalidad del potasio intercambiable (528,69 ppm.).

Los mayores valores de lixiviación superan las 1.000 ppm, y se obtuvieron en suelos que, igualmente, tienen niveles de K-intercambiable superiores o similares a esa cifra (Carlosama 1, Ipiales 2 y Pupiales 3). En los subsuelos el promedio de potasio lixiviado fué de 514 ppm.

Evidentemente, la lixiviación, en los suelos estudiados, si bien afectó la totalidad de la fracción cambiante, no incidió sobre la forma no intercambiable más soluble, pero de todas maneras puede calificarse como alta.

Al establecer las comparaciones estadísticas para los promedios de lixiviación obtenidos en diferentes regiones volcánicas de Nariño se observó la siguiente secuencia:

A. Ipiales (573 ppm.)	A. de Pasto (213 ppm.)	C. Medio (206 ppm)	A. de Túquerres (130 ppm.)
--------------------------	---------------------------	-----------------------	-------------------------------

Como se ve, el promedio obtenido para los suelos del Altiplano de Ipiales supera ampliamente a los de las otras regiones. Sin embargo, los valores de "T" obtenidos (Tabla XV) indicaron que la lixiviación promedio de potasio obtenida en los suelos del Altiplano de Ipiales es estadísticamente similar a la obtenida en los suelos del Altiplano de Pasto y la región de Clima Medio, pero superior ($p = 0,05$) a la determinada en el Altiplano de Túquerres. Es claro que, en términos generales, la facilidad con que los suelos volcánicos de Nariño lixivian su potasio es bastante homogénea, con la excepción del Altiplano de Túquerres que tiende a mostrar valores de lixiviación mucha más bajos, pues tan solo pierden el 50% del K-intercambiable, lo cual, de acuerdo a Feuillet y Feuillet (20) es una buena condición de estos suelos que demuestran una liberación lenta del potasio intercambiable.

No obstante, con respecto a los valores de lixiviación obtenidos en los suelos del Altiplano de Ipiales, en comparación a los registrados en el Altiplano de Pasto y la región de Clima Medio, hay que tomar en cuenta lo siguiente:

De acuerdo a los resultados obtenidos por Ordóñez (41) y García (24), mientras en el Altiplano de Pasto, en el primer día tan solo se lixivió el 27% del total lixiviado en diez días y en la región de Clima Medio el 33%, en los suelos del Altiplano de Ipiales en el primer día se perdió en promedio, el 86% del total lixiviado en los diez días. En los subsuelos la situación es similar.

Esto indica que en los suelos del Altiplano de Ipiales en dos días, prácticamente se pierde la totalidad del K-intercambiable original, cosa que está muy

lejos de ocurrir en los suelos del Altiplano de Pasto y de la región de Clima Medio, en los cuales el mismo efecto se causó en prácticamente ocho días. Por lo tanto, es obvio que los suelos del Altiplano de Ipiales son mucho más susceptibles a la pérdida de potasio por lixiviación que los suelos de las otras regiones volcánicas de Nariño. La relativa menor cantidad de arcillas en los suelos de Ipiales podrán explicar, en parte, esta situación. Otro factor incidente, sería el tipo de Coloide mineral predominante.

Por lo anterior, la conservación del K-intercambiable en los suelos del Altiplano de Ipiales exige prácticas de manejo adecuados. A este respecto, López (34) indica que el uso de abonos nitrogenados de tipo amoniacal en suelos volcánicos del Quindío incrementa acentuadamente la lixiviación de potasio.

4.1.7 Relación Calcio/Magnesio

En la Tabla (XVII) se presentan los valores de la relación Ca/Mg. obtenidas para los suelos estudiados, tanto en suelos como en subsuelos, la generalidad de los valores muestran cifras superiores a 30/1 y, en algunos casos, como en los suelos de San Luis, Ipiales 1, Puntos 1, Pupiales 4 y Pupiales 5, las relaciones obtenidas son superiores a 80/1.

Es claro que las relaciones Ca/Mg. obtenidas para los suelos del Altiplano de Ipiales son mucho mayores que las observadas en el Altiplano de Pasto, 4/1 a 6/1 (24) y Altiplano de Túquerres: 1/1 a 2/1 (20). Esto ocurre en razón de los más altos valores de Calcio intercambiable (Promedio 3.682,05 ppm.) y los relativamente bajos contenidos de Magnesio de cambio (Promedio 83,66) observados

en los suelos del Altiplano de Ipiales en comparación a los registrados en las otras regiones volcánicas. Lo anterior es particularmente acentuado en el caso del magnesio cambiabile, pues mientras el promedio para los suelos de Ipiales es de 83 ppm. en el Altiplano de Pasto los suelos registran una concentración promedio de 250 ppm. en la región de Clima Medio 494 ppm. y en el Altiplano de Túquerres 1.404 ppm.

De acuerdo a varios autores (6, 18, 26, 33, 36, 48 y 49), el valor óptimo de la relación Ca/Mg. se encuentra por encima de uno, presentándose generalmente cercano a dos. A pesar de esto la mayoría de las plantas parecen crecer normalmente en suelos cuya relación Ca/Mg. se encuentre entre 1 y 10, pero cuando la relación supera esa cifra la absorción de magnesio tiende a disminuir.

En estas circunstancias, los resultados obtenidos para los suelos del Altiplano de Ipiales indican una concentración de magnesio que tiende a ser deficiente y, además, una relación Ca/Mg. demasiado amplia que, seguramente, está incidiendo en una baja aprovechabilidad del Magnesio. Se justifica llevar a cabo una investigación concreta sobre el problema que se plantea.

TABLA V

FRACCIONES DE POTASIO

SUELO

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	Total	Estructural	K-no intercambiable		K-intercambiable		K-soluble en agua
			Total	Más soluble	HNO ₃	O.1N	
Aldana	7.478,95	6.668,29	525,62	81,07	285,04		36,09
San Luis	9.283,36	7.996,09	882,18	50,27	405,09		41,54
Carlosana 1	5.850,65	4.720,96	175,25	56,62	954,44		74,96
Carlosana 2	2.989,61	2.485,11	248,25	138,80	256,25		14,95
Ipiales 1	7.889,64	6.953,71	585,28	255,25	350,65		34,65
Ipiales 2	9.434,23	7.052,82	628,95	228,47	1.752,46		83,97
Ipiales 3	9.737,10	8.974,62	525,49	363,21	236,99		72,10
Ipiales 4	7.779,23	6.965,24	396,69	131,89	417,30		64,40
Ipiales 5	6.037,87	5.056,03	467,80	319,84	514,04		63,10
Ipiales 6	8.308,52	7.796,63	318,97	198,07	192,92		59,68
Ipiales 7	7.974,26	7.037,03	481,56	136,19	455,67		24,86
Ipiales 8	6.095,76	5.350,72	466,30	182,35	278,74		35,51
Pupiales 1	6.791,41	5.969,29	681,26	205,09	140,86		59,42
Pupiales 2	5.795,88	4.631,68	339,21	200,29	824,99		35,79
Pupiales 3	5.899,77	4.189,38	427,60	248,44	1.282,79		40,59
Pupiales 4	9.234,75	8.068,26	391,53	166,34	774,96		36,18
Pupiales 5	8.820,68	7.836,63	703,62	241,17	280,43		19,89
Pupiales 6	6.552,71	5.559,24	361,98	118,90	631,49		20,61
Pupiales 7	5.917,58	5.539,03	169,07	74,72	209,48		25,96
Máximo	9.737,10	8.974,62	882,18	363,21	1.752,46		83,97
Promedio	7.254,84	6.264,23	461,92	178,78	528,69		44,43
Mínimo	2.989,61	2.485,11	169,07	50,27	140,86		14,95
% del K-total 100		86,34	6,36	2,46	7,28		0,61

FRACCIONES DE POTASIO

S U B S U E L O

Resultados en ppm.

Nombre de la Muestra	K		K Estructural	K-no intercambiable		K-intercambiable		K-Soluble en agua
	Total			Total	mas soluble	HNO ₃	O.LIN	
Aldena	5.020,72	4.592,25		336,47	70,97	92,00		3,68
San Luis	7.983,13	7.254,34		592,30	162,66	136,49		9,68
Carlosana 1	4.539,98	3.477,37		309,23	148,99	753,38		11,81
Carlosana 2	4.414,11	3.916,18		191,10	37,69	306,83		17,44
Ipiiales 1	8.837,61	7.752,51		847,34	388,91	237,76		31,87
Ipiiales 2	10.397,86	8.181,74		708,95	316,66	1.507,17		69,74
Ipiiales 3	5.280,72	4.942,75		264,04	118,29	73,93		51,96
Ipiiales 4	7.326,43	6.465,70		666,04	341,73	194,69		72,24
Ipiiales 5	4.596,07	3.086,33		863,50	120,89	646,24		35,10
Ipiiales 6	7.958,30	7.348,50		431,51	180,26	178,29		30,18
Ipiiales 7	5.682,52	4.543,25		343,72	95,91	795,55		33,35
Ipiiales 8	5.635,86	4.994,72		537,73	185,11	103,41		47,57
Pupiales 1	6.907,80	6.111,34		621,19	163,42	175,27		37,12
Pupiales 2	5.472,38	4.766,44		188,80	211,23	517,14		60,74
Pupiales 3	6.856,16	5.529,16		361,42	210,38	965,58		46,18
Pupiales 4	7.430,55	6.323,71		541,81	108,36	565,03		72,24
Pupiales 5	6.376,19	5.748,94		456,18	120,78	171,07		26,54
Pupiales 6	4.550,62	3.290,27		216,01	53,80	1.044,34		20,83
Pupiales 7	6.022,27	5.603,90		234,50	92,20	183,87		26,01
Máximo	10.397,86	8.181,74		863,50	388,91	1.507,17		72,24
Promedio	6.383,64	5.469,97		458,51	164,64	455,16		37,06
Mínimo	4.414,11	3.086,33		188,80	37,69	73,93		3,68
%	100	85,68		7,18	2,57	7,13		0,88

LIXIVIACION DEL POTASIO EN DIEZ DIAS

SUELO

Resultados en ppm.

Nombre de la Muestra	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Total Lixiviado
Aldana	354,33	102,22	32,43	14,28	10,98	17,52	16,21	9,10	5,39	3,14	570,60
San Luis	370,57	46,16	15,90	11,54	6,67	16,41	17,29	8,21	4,21	3,08	500,04
Carlosana 1	997,61	19,41	4,04	3,56	2,70	4,31	5,39	1,35	—	1,08	1.039,45
Carlosana 2	250,91	34,17	9,34	6,95	3,84	6,41	6,67	3,47	—	1,34	323,09
Ipiiales 1	318,42	46,41	15,99	10,83	5,67	13,92	19,34	8,25	4,64	2,58	446,05
Ipiiales 2	1.134,26	87,47	17,74	12,90	4,14	17,20	13,17	3,23	4,30	1,99	1.296,40
Ipiiales 3	212,51	20,61	6,18	4,64	3,25	9,08	12,36	5,15	2,58	1,91	278,27
Ipiiales 4	444,35	28,34	7,21	4,64	3,25	10,30	13,03	5,15	2,58	1,29	525,14
Ipiiales 5	455,56	36,72	10,88	7,07	2,72	9,57	13,06	4,90	—	1,09	541,57
Ipiiales 6	197,55	18,01	3,86	3,34	1,03	7,20	11,52	5,15	2,58	1,29	250,53
Ipiiales 7	489,33	28,48	7,25	6,73	3,26	16,05	14,24	8,29	5,18	2,59	581,40
Ipiiales 8	298,27	24,49	4,17	4,69	—	7,29	16,15	6,77	2,61	1,93	366,37
Pupiales 1	131,90	16,65	3,84	4,61	1,02	9,02	16,55	3,07	4,10	2,56	193,32
Pupiales 2	325,86	14,42	7,48	4,81	—	7,48	9,40	4,81	4,27	1,07	379,60
Pupiales 3	1.336,96	46,01	10,83	7,04	1,08	10,83	15,43	4,87	—	1,08	1.434,13
Pupiales 4	766,86	34,56	8,10	4,86	—	11,88	12,10	5,40	5,67	1,08	850,51
Pupiales 5	249,83	29,32	7,65	8,16	3,67	14,28	23,45	11,47	4,59	3,06	355,48
Pupiales 6	631,49	24,31	7,40	3,49	—	7,93	9,30	4,76	—	1,06	689,74
Pupiales 7	245,68	12,27	3,55	1,36	—	3,00	—	—	—	—	265,86
Máximo	1.336,96	107,22	32,43	14,28	10,98	17,52	23,45	11,47	5,67	3,14	1.434,13
Promedio	484,85	35,52	9,67	6,55	2,80	10,50	13,14	5,44	2,77	1,74	573,02
Mínimo	131,90	12,27	3,55	1,36	—	3,00	—	—	—	—	193,32

TABLA VIII

LIXIVIACION DEL POTASIO EN DIEZ DIAS

S U B S U E L O

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Total Lixiviado
Aldana	70,97	15,77	6,31	3,84	3,79	4,21	3,94	3,42	—	1,05	113,30
San Luis	146,27	19,31	5,15	4,64	3,71	7,21	14,16	6,70	4,12	2,58	213,75
Carlosana 1	846,15	46,38	7,87	4,22	1,12	5,62	4,50	3,65	—	—	919,51
Carlosana 2	347,20	19,38	4,04	3,23	1,08	3,50	3,55	1,35	—	—	384,33
Ipiales 1	268,11	20,24	3,79	3,34	3,64	8,90	13,91	3,04	4,05	1,87	330,89
Ipiales 2	1.459,90	129,97	24,58	17,59	6,83	22,32	19,69	9,14	4,20	2,63	1.696,85
Ipiales 3	75,25	6,34	—	—	—	—	3,49	1,32	—	—	86,40
Ipiales 4	203,65	17,93	3,84	3,33	—	6,15	12,30	3,07	4,10	1,90	256,27
Ipiales 5	749,30	40,39	5,57	3,68	—	6,69	6,96	4,18	—	1,11	817,88
Ipiales 6	187,33	19,38	3,88	3,41	1,03	7,75	12,66	6,72	4,65	1,91	248,72
Ipiales 7	787,25	19,96	2,77	1,39	—	3,60	4,16	1,39	—	—	820,52
Ipiales 8	103,41	13,96	3,36	3,10	—	3,88	6,46	3,88	—	1,03	139,08
Pupiales 1	156,71	21,91	6,19	3,40	1,03	10,31	15,98	3,09	4,12	2,58	225,41
Pupiales 2	511,67	27,36	4,38	3,28	—	4,10	3,28	3,28	—	—	557,35
Pupiales 3	900,85	31,02	7,55	3,24	—	4,32	12,95	3,51	—	—	963,64
Pupiales 4	494,08	21,67	7,22	4,64	3,25	17,37	14,71	11,40	4,67	3,10	582,11
Pupiales 5	146,45	20,74	7,26	4,67	3,27	10,37	11,41	5,18	—	1,92	211,27
Pupiales 6	910,12	56,16	8,64	3,74	—	4,32	4,32	4,32	—	—	991,62
Pupiales 7	176,41	21,32	5,33	1,33	—	3,46	6,66	1,33	—	—	215,84
Máximo	1.459,90	129,97	24,58	17,59	6,83	22,32	15,98	11,40	4,67	3,10	1.696,85
Promedio	449,53	29,96	6,20	4,00	1,51	7,05	9,21	4,20	1,57	1,14	514,46
Mínimo	70,97	6,34	—	—	—	—	3,28	1,32	—	—	86,40

• 36 •

TABLA IX

LÍMITES DE CONFIANZA PARA LA MEDIA DE LAS DIFERENTES
FRACCIONES DE K EN EL SUELO DEL ALTIPLANO DE IPIALES

(ppm.)

	S U E L O		S U B S U E L O	
K	$\bar{X}$ 7.254,84	Li = 5.950,11	$\bar{X}$ 6.383,64	Li = 6.006,00
Total	SE 1.304,73	Lo = 8.559,57	SE 377,64	Lo = 6.761,28
K	$\bar{X}$ 461,92	Li = 419,81	$\bar{X}$ 458,51	Li = 409,15
No intercambiable	SE 42,11	Lo = 504,03	SE 49,36	Lo = 507,87
Total				
K	$\bar{X}$ 178,78	Li = 158,98	$\bar{X}$ 164,64	Li = 142,55
No intercambiable	SE 19,80	Lo = 198,58	SE 22,09	Lo = 186,73
más soluble				
K	$\bar{X}$ 528,69	Li = 432,85	$\bar{X}$ 455,16	Li = 365,54
Intercambiable	SE 95,84	Lo = 624,53	SE 89,62	Lo = 544,78
K	$\bar{X}$ 44,43	Li = 39,70	$\bar{X}$ 37,06	Li = 33,22
Soluble en agua	SE 4,73	Lo = 49,16	SE 4,84	Lo = 41,90
$\bar{X}$ = Promedio		Li = Límite inferior		
SE = Error estándar		Lo = Límite superior		

TABLA X

VALORES DE "Tc" PARA K-TOTAL

EN DIFERENTES REGIONES

	Llanura del Pacífico	Clima Medio	Altiplano de Táquerres	Altiplano de Pasto	Valle del Sibundoy	Altiplano de Ipiiales
Bajo Putumayo	1,30	0,06	1,26	1,88	0,08	0,00
Altiplano de Ipiiales	0,96	1,04	0,46	0,81	0,39	
Valle del Sibundoy	3,92 +	0,43	0,00	0,16		
Altiplano de Pasto	6,61 +	2,87 +	1,91			
Altiplano de Táquerres	5,68 +	1,05				
Clima Medio	4,95 +					

+ = Significativo al 5%

TABLA XI

VALORES DE "Tc" PARA K-NO INTERCAMBIABLE TOTAL

EN DIFERENTES REGIONES

	Altiplano de Tóquerres	Altiplano de Ipiiales	Altiplano de Pasto	Llanura del Pacífico	Bajo Putumayo	Clima Medio
Valle del Sibundoy	2,82 +	1,50	1,11	0,96	1,16	2,19 +
Clima Medio	5,98 +	3,87 +	1,12	5,98 +	4,45 +	
Bajo Putumayo	1,17	0,13	2,68 +	0,78		
Llanura del Pacífico	3,95 +	1,22	3,57 +			
Altiplano de Pasto	2,47 +	7,36 +				
Altiplano de Ipiiales	4,04 +					

+ = Significativo al 5%

VALORES DE "To" PARA K-NO INTERCAMBIABLE FRACCION
MAS SOLUBLE EN DIFERENTES REGIONES

	Altiplano de Táquerres	Altiplano de Ipiales	Llanura del Pacífico	Altiplano de Pasto	Clima Medio	Valle del Sibundoy
Bajo Putumayo	1,02	0,36	0,66	4,75 +	3,94 +	1,19
Valle del Sibundoy	2,53 +	1,70	2,04	5,16	2,60 +	
Clima Medio	5,40 +	4,57 +	4,90 +	0,18		
Altiplano de Pasto	9,95 +	8,36 +	8,87 +			
Llanura del Pacífico	1,09	1,25				
Altiplano de Ipiales	3,14 +					

+ = Significativo al 5%

TABLA XIII

VALORES DE "Tc" PARA K-INTERCAMBIABLE
EN DIFERENTES REGIONES

	BAJO Putumayo	Valle del Sibundoy	Altiplano de Pasto	Clima Medio	Llanura del Pacífico	Altiplano de Ipiales
Altiplano de Tócorres	3,06 +	4,21 +	0,39	1,31	1,22	0,07
Altiplano de Ipiales	4,44 +	4,23 +	0,54	1,35	1,36	0,11
Llanura del Pacífico	2,83 +	1,39	0,98	0,12	0,52	
Clima Medio	3,60 +	1,91	1,50			
Altiplano de Pasto	6,38 +	4,66 +				
Valle del Sibundoy	3,21 +					

+ = Significativo al 5%

TABLA XIV

VALORES DE "Tc" PARA K-SOLUBLE EN AGUA

EN DIFERENTES REGIONES

	Altiplano de Túquerres	Altiplano de Ipiales	Valle del Sibundoy	Bajo Putumayo	Clima Medio	Llanura del Pacífico
Altiplano de Pasto	4,08 +	2,66 +	0,30	0,23	1,44	2,85 +
Llanura del Pacífico	1,47	0,65	4,03 +	0,54	0,31	
Clima Medio	3,07 +	1,19	0,11	0,52		
Bajo Putumayo	4,83 +	2,82 +	0,50			
Valle del Sibundoy	7,53 +	4,98 +				
Altiplano de Ipiales	5,60 +					

+ = Significativo al 5%

TABLA XV

VALORES DE "Tc" PARA LIXIVIACION DEL POTASIO

EN DIFERENTES REGIONES

	Altiplano de Táquerres	Altiplano de Ipiates	Clima Medio
Altiplano de Pasto	0,20 N.S.	0,20 N.S.	0,00 N.S.
Clima			
Medio	0,07 N.S.	0,37 N.S.	
Altiplano de Ipiates	2,52 +		

N.S. = No significativo

COEFICIENTES DE VARIABILIDAD PARA LAS DISTINTAS
FORMAS DE POTASIO EN SUELOS DE DIFERENTES REGIO

MESES (%)

Región	K Total	K-no intercambiable		K Intercambiable	K Soluble en agua
		Total	Más soluble		
Altiplano de Ipiates	78,23	78,86	39,66	48,19	46,36
Altiplano de Pasto	30,23	37,67	19,16	26,43	66,94
Altiplano de Tiquenes	28,13	82,16	68,23	75,09	67,88
Llanura del Pacífico	35,04	93,41	57,88	103,37	157,18
Clima Medio	24,73	60,69	39,33	50,94	80,69
Valle del Sibundoy	39,98	52,38	84,87	100,46	37,85
Bajo Putumayo	96,28	45,30	128,53	175,58	45,05

Fig. 1

NIVELES PARA
FRACCIONAMIENTO DE POTASIO
EN EL ALTIPLANO DE CHILE

SUELO

TABLA XVII
RELACION Ca/Mg.

Nombre de la muestra	Suelo	Subsuelo
Aldana	39/1	60/1
San Luis	51/1	63/1
Carlosana 1	41/1	36/1
Carlosana 2	48/1	68/1
Ipiates 1	39/1	89/1
Ipiates 2	31/1	20/1
Ipiates 3	83/1	43/1
Ipiates 4	39/1	37/1
Ipiates 5	31/1	30/1
Ipiates 6	42/1	46/1
Ipiates 7	58/1	30/1
Ipiates 8	49/1	75/1
Pupiales 1	89/1	80/1
Pupiales 2	36/1	22/1
Pupiales 3	28/1	23/1
Pupiales 4	34/1	88/1
Pupiales 5	77/1	100/1
Pupiales 6	63/1	36/1
Pupiales 7	92/1	61/1
Máximo	92/1	100/1
Promedio	51/1	49/1
Mínimo	28/1	20/1

Fig. 1

NIVELES PARA
FRACCIONAMIENTO DE POTASIO
EN EL ALTIPLANO DE IPIALES.

SUELO

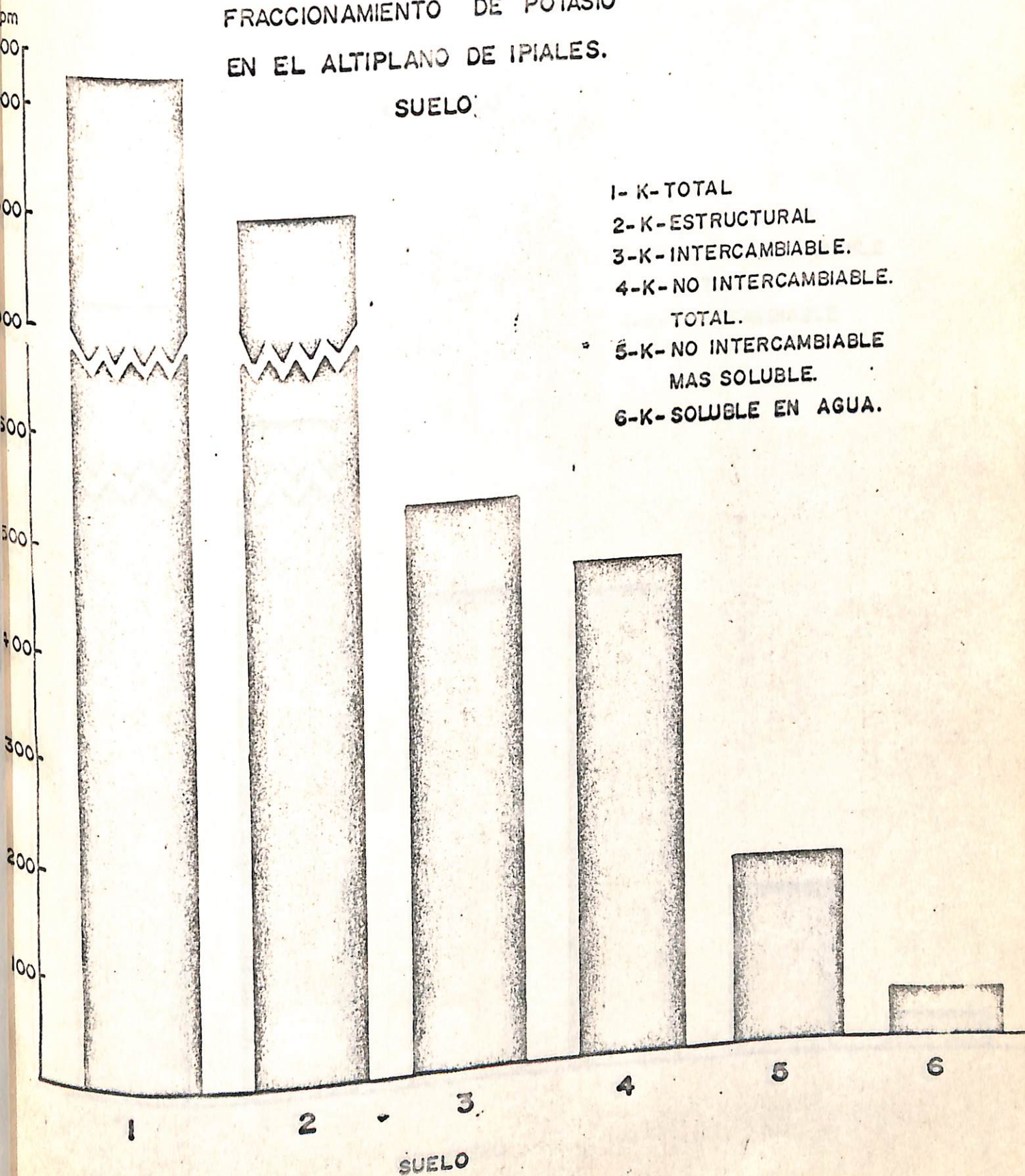


Fig. 2

NIVELES PARA
FRACCIONAMIENTO DE POTASIO
EN EL ALTIPLANO DE IPIALES.
SUBSUELO

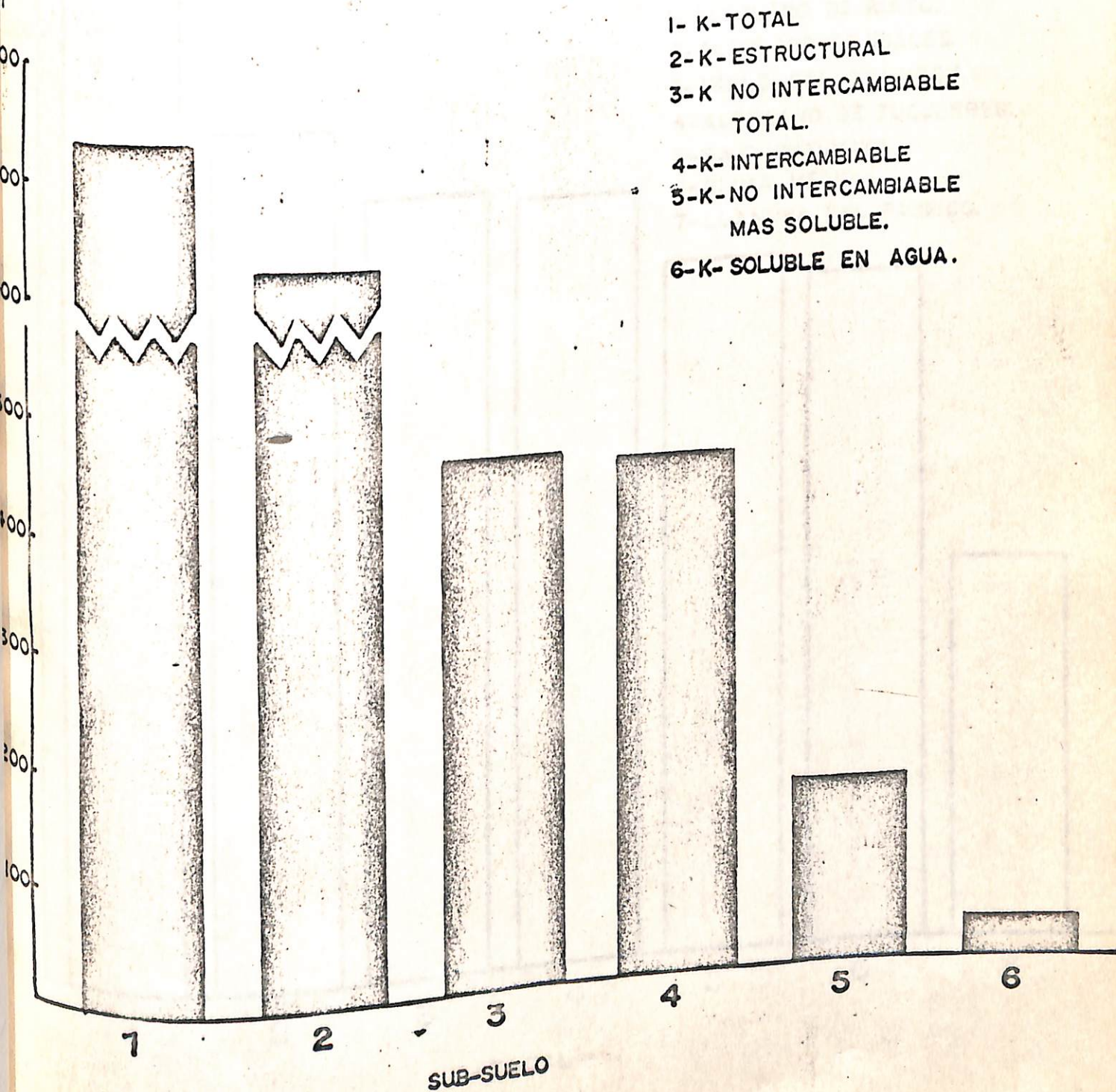


Fig. 3

NIVELES COMPARATIVOS PARA
POTASIO TOTAL EN DIFERENTES
REGIONES.

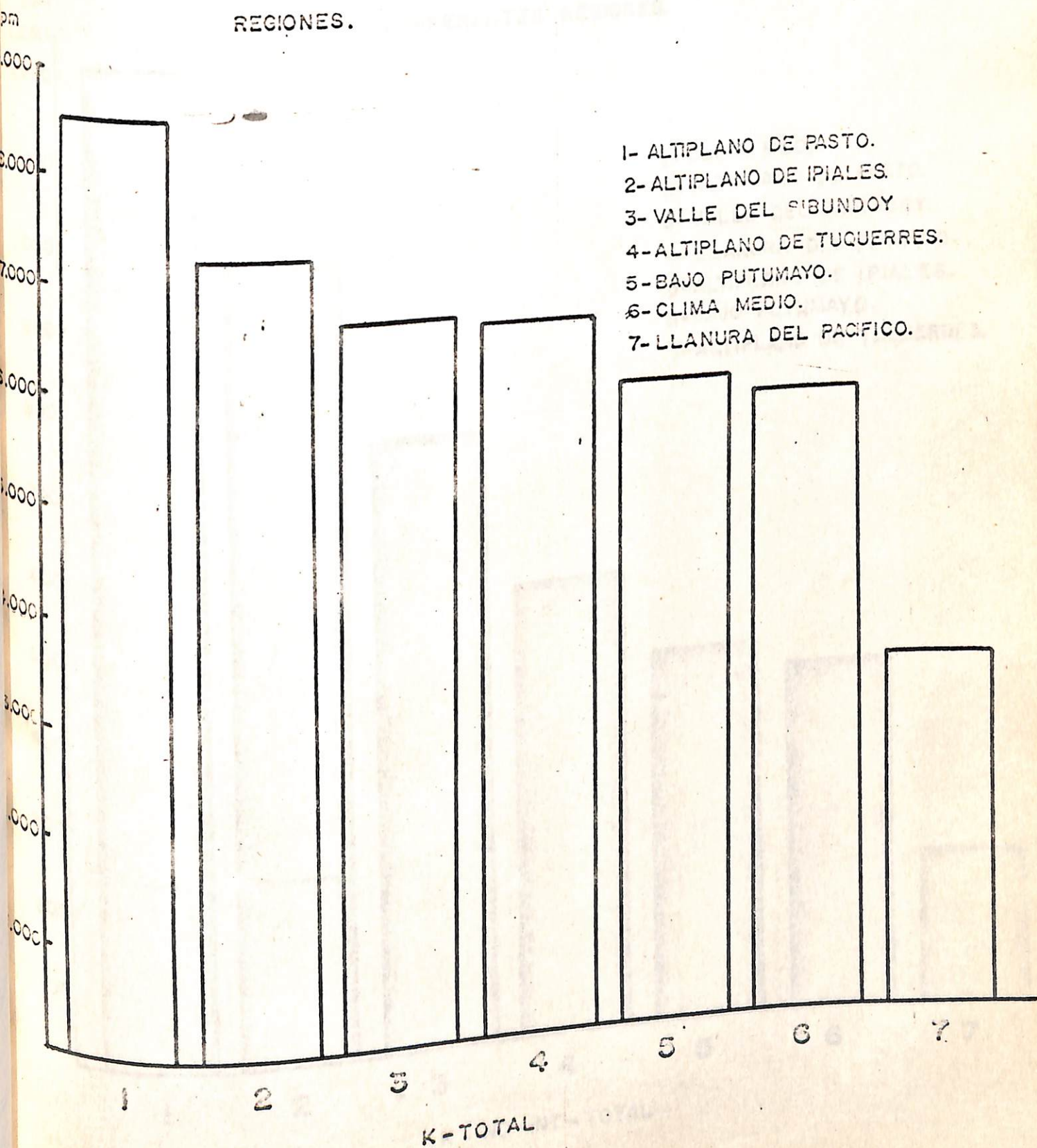


Fig. 4

NIVELES COMPARATIVOS PARA
POTASIO NO INTERCAMBIABLE
TOTAL EN DIFERENTES REGIONES.

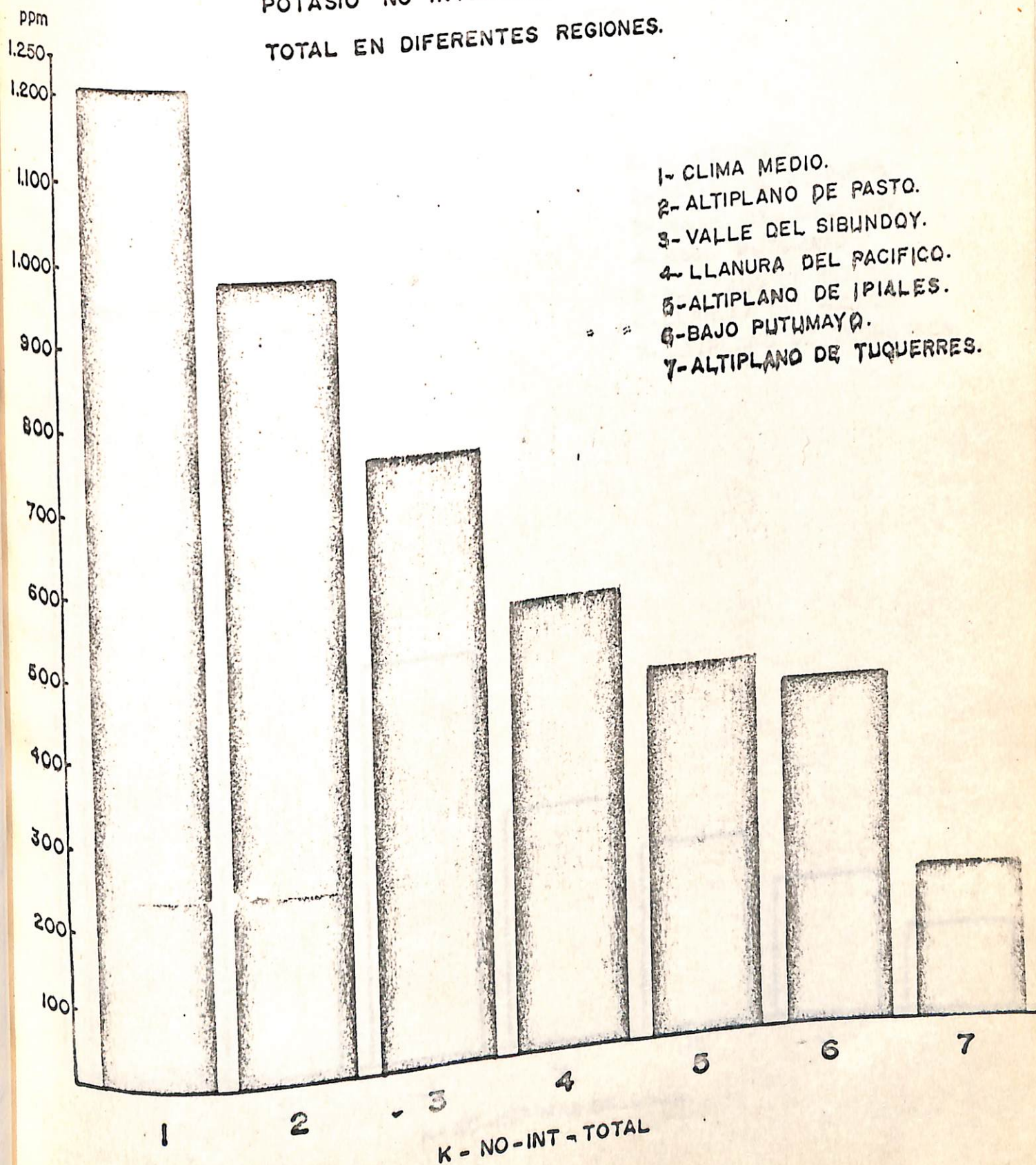


Fig. 5

NIVELES COMPARATIVOS PARA
POTASIO NO INTERCAMBIABLE
MAS SOLUBLE EN DIFERENTES
REGIONES.

- 1- CLIMA MEDIO.
- 2- ALTIPLANO DE PASTO.
- 3- VALLE DEL SIBUNDOY.
- 4- BAJO PUTUMAYO.
- 5- ALTIPLANO DE IPIALES
- 6- LLANURA DEL PACIFICO.
- 7- ALTIPLANO DE TUQUERRES.

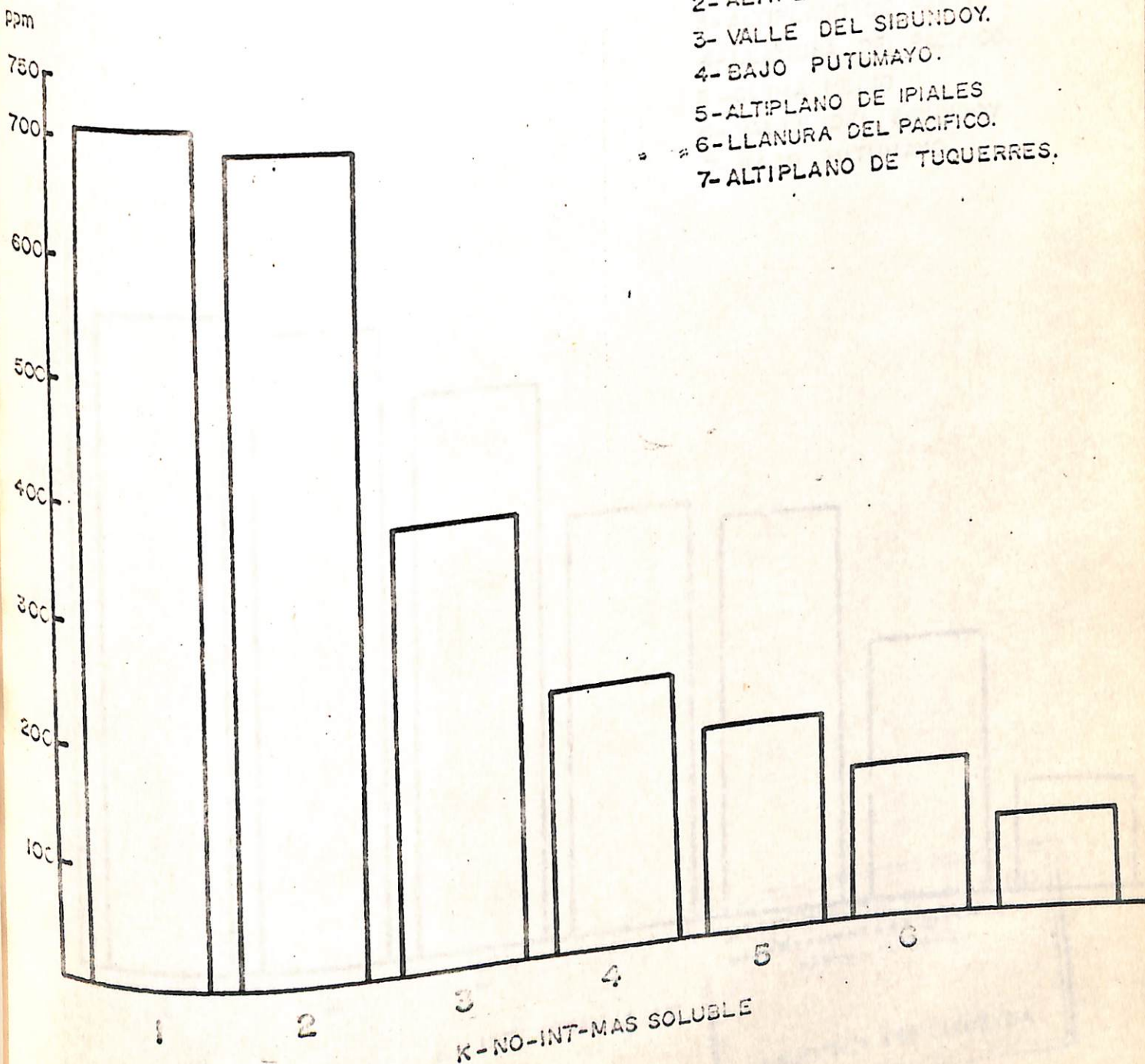
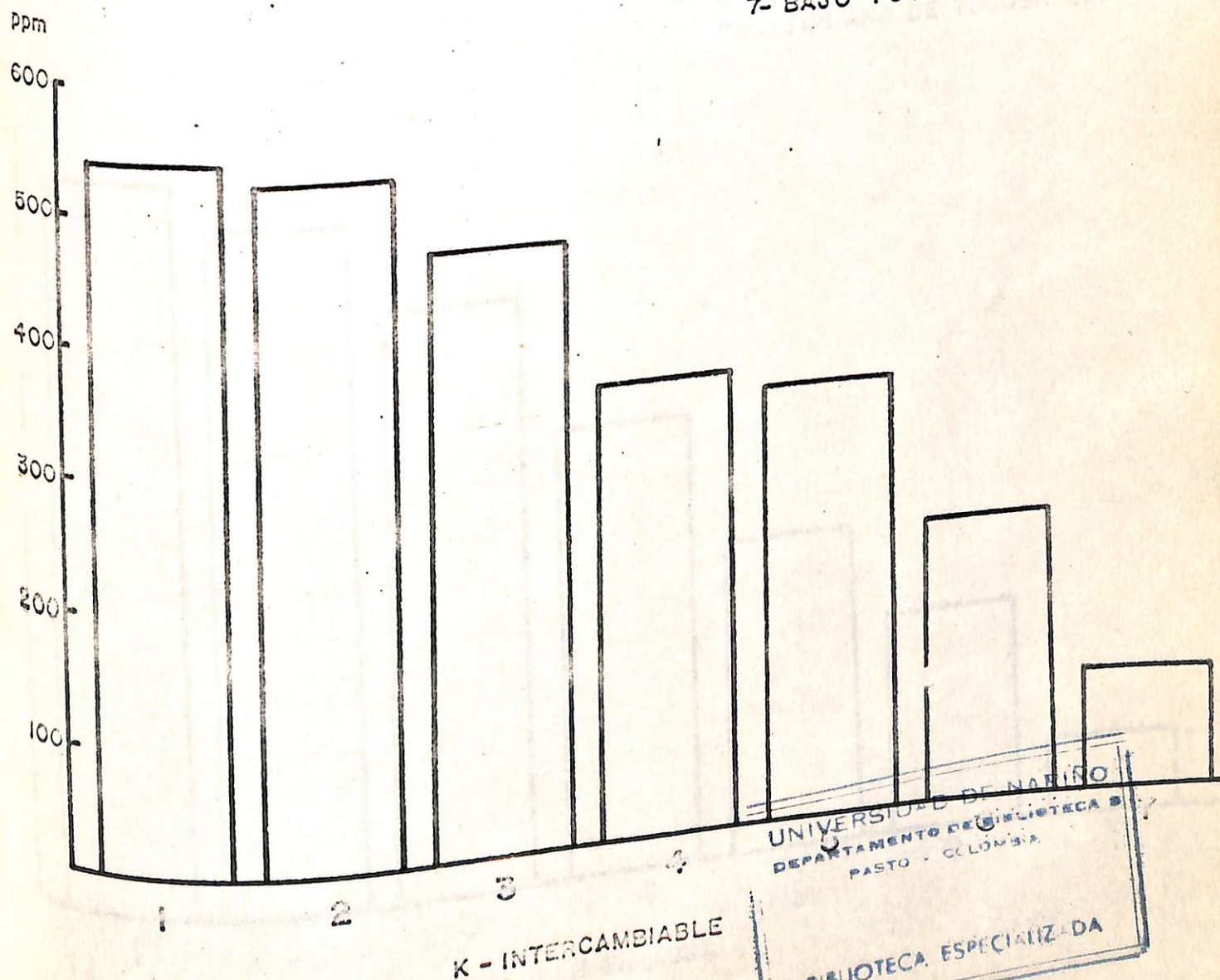


Fig. 6

NIVELES COMPARATIVOS PARA
POTASIO INTERCAMBIABLE EN
DIFERENTES REGIONES.

- 1- ALTIPLANO DE TUQUERRES
- 2- ALTIPLANO DE IPIALES
- 3- ALTIPLANO DE PASTO.
- 4- LLANURA DEL PACIFICO.
- 5- CLIMA MEDIO
- 6- VALLE DEL SIBUNDOY
- 7- BAJO PUTUMAYO.



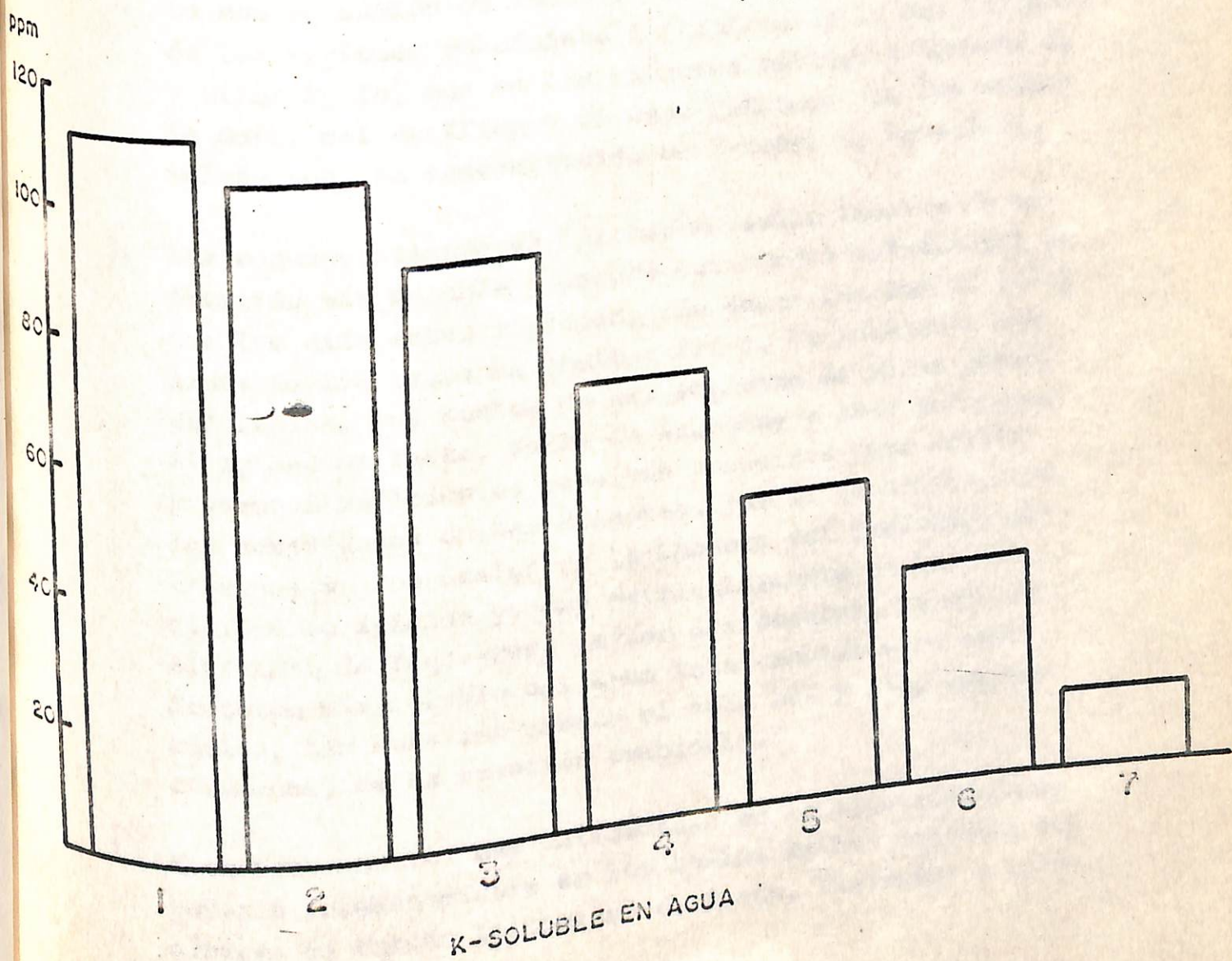
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA
PASTO - COLOMBIA

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

Fig. 7

NIVELES COMPARATIVOS PARA
POTASIO SOLUBLE EN AGUA EN
DIFERENTES REGIONES.

- 1- VALLE DEL SIBUNDOY
- 2-ALTIPLANO DE PASTO.
- 3-BAJO PUTUMAYO.
- 4-CLIMA MEDIO
- 5-ALTIPLANO DE IPIALES
- 6-LLANURA DEL PACIFICO
- 7-ALTIPLANO DE TUQUERRES.



V. CONCLUSIONES

1. En los suelos del Altiplano de Ipiales, el promedio del K-total fue de 7.254 ppm. $\pm$ 1.304, del cual, en promedio, el 86% (6.264 ppm.) correspondió al potasio estructural, el 6,36% (461 ppm.) al potasio no intercambiable total y tan solo el 2,46% (178 ppm.) a la fracción más soluble del potasio no intercambiable. El potasio intercambiable presentó un promedio de 528 ppm. y el potasio soluble en agua 44 ppm.
2. La concentración de Potasio total es mayor en los suelos de las regiones volcánicas (Altiplano Valle del Sibundoy y Clima Medio) que en las llanuras cálidas y húmedas de la Costa del Pacífico y el Bajo Putumayo. En los suelos volcánicos, la concentración de K-total es homogénea.
3. Las concentraciones de K-intercambiable total y de su fracción más soluble presentó acentuadas diferencias entre las diferentes regiones, aún entre los suelos volcánicos de las regiones Andinas frías. De acuerdo a los resultados, los suelos de las regiones de Clima Medio, Altiplano de Pasto, Valle de Sibundoy y Bajo Putumayo, presentan suficientes reservas potásicas para suplir las necesidades de las cosechas. Por el contrario, las reservas en los suelos de la Llanura del Pacífico, Altiplano de Ipiales y, muy particularmente en los del Altiplano de Túquerres, serían deficientes, ya que la fracción más soluble del K-no intercambiable en esos suelos, tan solo representa el 40%, 30% y 15%, respectivamente, de la fracción cambiabile.
4. Estadísticamente, hay uniformidad en la distribución de potasio intercambiable en los suelos de las regiones volcánicas de Nariño (Altiplano de Pasto, Túquerres e Ipi-

VI. *Región de Clima Medio*), y sus concentraciones son muy altas. Los suelos de la Llanura del Pacífico presentaron niveles comparables a los de las regiones volcánicas; siendo también altos los niveles obtenidos para los suelos del Valle del Sibundoy. El promedio obtenido para el Bajo Putumayo se califica como medio, con tendencia a acercarse al límite de deficiencia.

5. Los suelos del Valle del Sibundoy, Altiplano de Pasto y Bajo Putumayo presentaron los niveles más altos (p 0,05) de potasio soluble en agua, en tanto que los de la Llanura del Pacífico y el Altiplano de Túquerres presentaron las concentraciones más bajas. Para esta misma fracción, las concentraciones obtenidas en el Altiplano de Ipiales y región de Clima Medio presentaron, dentro de la secuencia, valores intermedios.
6. Al igual que en los suelos de las otras regiones volcánicas, la lixiviación de potasio, en los suelos del Altiplano de Ipiales, afectó la totalidad de la fracción cambiante, pero es evidente que los suelos de esta región son mucho más susceptibles a la pérdida de potasio por este proceso.
7. Los valores excesivamente altos de la relación Ca/Mg. (Promedio 51/1) y los relativamente bajos niveles de Magnesio cambiante en los suelos del Altiplano de Ipiales, seguramente están determinando una baja aprovechabilidad de ese elemento.

VI. RECOMENDACIONES

1. Con excepción de los suelos del Bajo Putumayo, es improbable que los suelos de las regiones incluidas en este estudio comparativo requieran aplicación inmediata de fertilizantes potásicos. Por el contrario es muy probable que su adición conduzca a un detrimento en los rendimientos.
2. En los suelos del Altiplano de Ipiales y, particularmente, en los del Altiplano de Túquerres, pese a las altas concentraciones de potasio intercambiable, sería deseable utilizar fórmulas fertilizantes con niveles bajos de potasio, con el objeto de tratar de mantener niveles adecuados en la fracción aprovechable y de incrementar las fracciones de reserva.
3. Debido a la gran facilidad en que los suelos de las regiones volcánicas y particularmente, los suelos del Altiplano de Ipiales lixivian su potasio, se recomienda una utilización moderada de los fertilizantes nitrógenados amoniacales, en razón de que podrían incrementar las pérdidas por ese concepto.
4. Se justifica realizar un estudio concreto sobre la amplia relación Ca/Mg. en los suelos del Altiplano de Ipiales y sus implicaciones en la disponibilidad de magnesio.

VII. RESUMEN

En suelos de la región volcánica del Altiplano de Ipiales, Colombia ubicado a una altitud de 2.900 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 12°C y una precipitación de 700 - 1.000 m.m/año, se determinaron las fracciones de potasio y se discutieron en relación a las obtenidas en otras regiones de Nariño y Putumayo.

En los suelos del Altiplano de Ipiales, el promedio del K-total fué de 7.254 ppm. $\pm$ 1.304, del cual, en promedio, el 86% (6.264 ppm.) correspondió al potasio estructural, el 636% (461 ppm.) al potasio no intercambiable total y tan solo el 2,46% (178 ppm.) a la fracción más soluble del potasio no intercambiable. El potasio intercambiable presentó un promedio de 528 ppm. y el potasio soluble en agua 44 ppm.

La concentración de Potasio total es mayor en los suelos de las regiones volcánicas (Altiplano, Valle de Sibundoy y Clima Medio) que en los de las llanuras cálidas y húmedas del Pacífico y Putumayo. Los suelos de las regiones de Clima Medio, Altiplano de Pasto, Valle de Sibundoy y Bajo Putumayo presentan suficientes reservas potásicas para suplir las necesidades de las cosechas; por el contrario, en los suelos de la Llanura del Pacífico, Altiplano de Ipiales y, especialmente, en los del Altiplano de Túquerres, esas reservas tienden a ser deficientes.

En general, hay uniformidad en la distribución de potasio intercambiable en los suelos de las regiones volcánicas, cuyos niveles promedios, al igual que los correspondientes al Valle del Sibundoy y Llanura del Pacífico, se pueden calificar como altos. Únicamente, el promedio

obtenido para el Bajo Putumayo ya tiende a acercarse a límites de deficiencia.

Los suelos del Altiplano de Ipiales son mucho más susceptibles a la pérdida de potasio por lixiviación que los de las otras regiones volcánicas de Nariño. Por otra parte, los bajos niveles de Magnesio y las excesivas relaciones Ca/Mg. encontradas en estos suelos, llevan a sospechar la ocurrencia de deficiencias de magnesio.

Sobre la base de los resultados obtenidos y su interpretación, se hacen algunas sugerencias relacionados con el uso y manejo de los suelos de Nariño y Putumayo, desde el punto de vista del potasio.

The concentration of total potassium is higher in the soils of volcanic areas (Highland, Subandean Valley and Pacific Plain) than in the lowland and the plain of the Pacific and Putumayo. The soils of the volcanic areas of the Pacific and Subandean Valley and low Putumayo, they show large potassium reserves, to repair deficient in potassium; in the soils of the Pacific Plain, Ipiales Highland and especially in the Iguares Highland these reserves are smaller and closer to the deficient limits.

In general there is uniformity in the potassium distribution soils of volcanic regions, which middle levels like that corresponds to the Subandean Valley and Pacific Plain. They are noted in high, only the middle obtained for the low Putumayo already lay down to

SUMMARY

Potassium fractionation in soils of Ipiiales higland, Nariño.

In soils of volcanic area of Ipiiales higland, Colombia, which altitude is located in 2.900 m.o.s.l., with a middle temperature of 12°C, and a precipitation of 700 - to 1.000 m.m. Por year, the following results were determined in potassium fraction, In relation to others obtained before in other regions of Nariño and Putumayo.

In soils of Ipiiales higland the middle of K-total, it was of 7.254 ppm. $\pm$ 1.304, which meddle the 86% (16.264 ppm) belonge to structural potassium the 6,36% (461 ppm), to non exchangeable total potassium, and just 2,46% (178 ppm.) to the most soluble potassium fraction non exchangeable. The exchangeable potassium presented a middle of 528 ppm. of soluble potassium to water was 44 ppm.

The concentration of total potassium is major in the soils of volcanics areas (Higlands, Sibundoy Valley and Middle clime) that in the heat and wet plain on the Pacific and Putumayo. The soils of thereglons of Middle Clime, Pasadillo and Putumayo. The soils of thereglons of Middle Clime, Pasadillo and Putumayo, they show to higland, Sibundoy Valley and Low Putumayo, they show ebiygg oitasuc reserves, to repair meddlest in products pickus; in the soils of the pacific plain, Ipiiales higland, and specially in the Túquerres Higland these reserves fray to below and claser to the defficient limits.

In general there is uniformity in the exchangeable potassium distribution soils of volcanic regions, which middle levels like that corresponds to the Sibundoy Valley and Pacific Plain, they are noted as highs. Only the middle obtained for the low Putumayo already lay down to

close to the efficiency limits.

The soils of the Ipiates highland are so much susceptible to the loss in potassium by lixiviation, than the others volcanic regions of Nariño. More over, the low levels of Magnesium and the excessive relation Ca/Mg., founded carry us to suspect the Mg. deficiency.

On the base of obtained results and its interpretation, they do some suggestion about the use and level of the soils of Nariño and Putumayo, from the sight point of potassium.

1. GARCIA, J. y PUERTO, C. Estudio de las condiciones de fertilidad de diez series de cultivos en el Departamento de Nariño. Boletín de la Facultad de Agronomía de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1974. 57 p.

2. GARCIA, J. y PUERTO, C. Estudio de las condiciones de fertilidad de diez series de cultivos en el Departamento de Nariño. Boletín de la Facultad de Agronomía de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1974. 57 p.

3. GARCIA, J. y PUERTO, C. Estudio de las condiciones de fertilidad de diez series de cultivos en el Departamento de Nariño. Boletín de la Facultad de Agronomía de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1974. 57 p.

4. GARCIA, J. y PUERTO, C. Estudio de las condiciones de fertilidad de diez series de cultivos en el Departamento de Nariño. Boletín de la Facultad de Agronomía de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1974. 57 p.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ANGULO, R. n., NAVAS, R. L. y VILLAMIL, M.A. Fraccionamiento de nitrógeno, fósforo y potasio en el piso tropical del Departamento de Nariño. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1970. 116 p.
2. ARTEAGA, M. C. Capacidad de reposición de potasio en algunos suelos volcánicos del Altiplano de Ipiales, Nariño. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1972. 71 p.
3. ARTEAGA, L. y PORTILLA, C. Estudio de las condiciones químicas y de fertilidad de diez suelos de clima medio en el Departamento de Nariño. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1970. 89 p.
4. BASTIDAS, O. G., CAICEDO, J. A. y ROMO, S. T. Estudio de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos del Valle del Sibundoy, Intendencia Nacional del Putumayo. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícolas. 1970. 219p.
5. BENAVIDES, F. H. Fraccionamiento de nitrógeno en el Altiplano de Ipiales, Departamento de Nariño. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1971. 64 p.
6. BERGER, K. C. y PRATT, P. F. Advances in secondary and micronutrient fertilization. In McVickar, M. H., Brigger, G. L. y Nelson, L. B. ed Fertilizer technology and usage. Soil Science Society of America, Madison, Wiscosin. 1963. pp. 287-329.

7. BLACK, C. A. Soil plant relationships. 2nd ed. New York, Wiley. 1968. 792 p.
8. BLASCO, L. M. Características químicas de los suelos volcánicos de Nariño, Colombia, In: Panel de suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Turrialba, Julio 6-13, 1969. Turrialba, FAO, IICA, 1969, pp. B 8 1-B 810.
9. BORNEMISZA, S. E. La solución extractora y la humedad en relación con el potasio intercambiable. Experiencias en un suelo aluvial de Costa Rica, Turrialba, 1960. 10(1):35-39.
10. BRAVO, H. y ERAZO, N. P. Fertilidad de los suelos del Altiplano de Tiquerres. Tesis de grado, Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1972. 60 p.
11. BUCKMAN, H. O. y BRADY, N. C. Naturaleza y propiedades de los suelos. G. ed. México, UTCHA, 1960. 560 p.
12. CAICEDO, et al. El potasio en suelos volcánicos del Valle del Sibundoy, Putumayo, Colombia. Turrialba. 1971. 21(2): 176-180.
13. CONYERS, E. S.: y MCLEAN, E. O. Plant uptake and chemical extractions for evaluating potassium release characteristics of soils. Soil Science Society of America proceeding 33:226-230. 1959.
14. CRISOSTOMO, L. A. y DE CASTRO, A. F. Poder de suministro de solos da zona fisiografica de Baurité, Ceará, Brasil. Turrialba. 20:425-433. 1970.

15. CHAMORRO, G. L. et al. Estudio de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en algunos suelos del Municipio de Jamundí, Valle del Cauca. Tesis de grado, Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1971. 140 p.
16. CHAVES, E. Atlas de Nariño. Edit. Arce. Bogotá. 1959. 33 p.
17. DULCE, R. A. J. y SANTACRUZ, M. M. Propiedades físicas de algunos suelos volcánicos del Altiplano de Ipiiales, Nariño. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1971. 57 p.
18. EMBLETON, T. W. Magnesium. In: Chapman, H. D. ed. Diagnostic criterion for plant and soils. University of California, Riverside. 1966. pp. 225-263.
19. ESPINAL, T. L. y MONTENEGRO, S. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 1963. 210 p.
20. FEUILLET, B. C. y FEUILLET, A. C. Fraccionamiento de Nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos de La Sabana de Túquerres bajo condiciones de pradera. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1971. 129 p.
21. FRYE, C. A. y LEAL, H. E. Los estados del potasio y su relación con la fijación y la fertilización en algunos suelos del Tolima. Agricultura Tropical. Bogotá. 26(2): 57-79. 1970.

22. GAMBOA, J. J. Dinámica del NPK en el suelo después de cinco fertilizaciones consecutivas. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA. 1971. 70 p.
23. _____, Variabilidad de los niveles nutricionales y fertilidad de los suelos Andinos de Nariño (Colombia). In: Panel sobre suelos volcánicos de América, Junio 18-24, 1972. Pasto, Colombia. S.A. IICA-OEA. Universidad de Nariño. 1972. 26 p.
24. GARCIA, R. B. Estudio sobre el potasio en algunos suelos de Clima Medio del Departamento de Nariño. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1969. 129 p.
25. GARMAN, W. L. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. Soil Science Society of America Proceeding 21:52-58. 1957.
26. GOMEZ, J. A. et al. Influjo de la relación Ca/Mg. en la producción de maíz en el Valle del Río Cauca, Colombia. Revista ICA 25:116-118. 1969.
27. GONZALEZ, G. N. Fraccionamiento de fósforo en suelos volcánicos del Altiplano de Ipiales, Nariño. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1971. 65 p.
28. GUERRERO, R. R. Programa de Investigación en suelos, Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1972. 26 p. (mimeografiado).
29. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Generalidades sobre la fertilidad de los suelos Colombianos. Ministerio de Agricultura. Boletín N° 11, 1971, 24 p.

30. JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. 2 nd ed. Englewoods cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1960. 498p.
31. KAUFFMAN, M. D. y BOULDING, D. R. Relationships of exchangeable and non-exchangeable potassium in soils adjacent to cation exchange resins and plant roots. Soil Science. 104:145-150. 1967.
32. KILMER, V. J. et al., eds. The role of potassium in agriculture. Madison, American Society of Agronomy, 1968. 1955 p.
33. LEON, I. A. Relaciones de calcio, magnesio y potasio en suelos de la Granja "La Florida" Popayán, Agricultura Tropical. (Colombia). 24:335-345. 1968.
34. LOPEZ, A. M. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas de Colombia. In panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. 1969. FAO/IICA, C-1 pp. 1-8.
35. LUNA, Z. C. Aspectos genéticos de "Andosoles" en Colombia. In panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO. IICA, Turrialba, Costa Rica, 1969. A. 3 1 - A 3 13.
36. MANTILLA, G. S. y LEON, L. A. Estudio en suelos del Valle del Cauca con relación Ca/Mg. invertida. II Efecto de varias enmiendas en las propiedades químicas y físicas de un suelo de Guayabito. Revista ICA, (Colombia), 4(1):57-72. 1971.
37. MARTINI, J. Caracterización del estado de potasio en seis suelos de Panamá. Fitotecnia Latinoamericana 3:163-186, 1966.

38. MATTA, I. A. y PALACIOS, P. J. Estudio del nitrógeno fósforo y potasio en los suelos tropicales de la Intendencia Nacional del Putumayo. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícolas, 1970. 148 p.
39. MACLEAN, A. L. Potassium suplying power of some Canadian soils. Canadian Journal of soil Science. 41: 192-206. 1961.
40. MUNOS, R. Resultados de pruebas regionales en cebada trigo y papa. In II Reunión Nacional de Suelos, Pasto, Colombia. 1969. Universidad de Nariño. pp.33-34 (Mimeografiado).
41. ORDÓÑEZ, G. H. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Tesis de grado. Pasto Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1969. 114 p.
42. OVIEDO, A. Monografía de la ciudad de Ipiales. Imprenta del Departamento, Pasto. 1964. 96 p.
43. PARRA, C. A. Fraccionamiento de calcio en suelos del Altiplano de Ipiales. Tesis de grado. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1971. 39 p.
44. REITEMEIER, R. F. Soil potassium. In Norman, A. G., Ed. Advances in Agronomy. Vol. III. 1951. pp. New York, Academic, Press. pp. 113-164.
45. REVELO, C. y REVELO, M. Estudio de fertilidad en Invernadero en algunos suelos del Altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Tesis de grado. Pasto, Universi-

dad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas,
1968. 121 p.

46. STEEL, G. R. y TORRIE, S. H. Principles and Procedures of statistics. New York. McGraw-Hill. 1960. 481 p.
47. SUAREZ, A. Caracterización del estado del potasio en tres grandes grupos de suelos de Costa Rica. Tesis de Mg-Sc. IICA-CEI, Turrialba, 1968. 305 p. (Mimeografiado).
48. TISDALE, L. S. y NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. New York. MacMilland. 1966. 694p.
49. VOISIN, A. Leyes científicas en la aplicación de los abonos. Madrid, Tecnos, S. A. 1966. 150 p.
50. ZARAMA, J. R. Geografía del Departamento de Nariño, República de Colombia. Imprenta Departamental, Pasto, 1927. 144 p.

VALORES DE "T" PARA EL 5% DE PRO-
BABILIDADES K-TOTAL

Llanura del	Clima	Altiplano de	Altiplano	Valle del	Altiplano de
Pacífico	Medio	Túquerres	de Pasto	Sibundoy	Ipiiales
Bajo Putumayo	2,14	2,14	2,12	2,11	2,06
Altiplano de Ipiiales	2,11	2,12	2,14	2,14	
Valle del Sibundoy	2,23	2,09	2,09	2,09	
Altiplano de Pasto	2,24	2,10	2,10		
Altiplano de Túquerres	2,07	2,10			
Clima Medio	2,07				

VALORES DE "Tt" PARA EL 5% DE PROBABILIDADES
K-NO intercambiable total

	Altiplano de Túquerres	Altiplano de Ipiates	Altiplano de Pasto	Llanura del Pacífico	Bajo Pu tumayo.	Clima Medio
Valle del Sibundoy	2,22	2,21	2,22	2,06	2,11	2,12
Clima Medio	2,26	2,25	2,26	2,07	2,12	
Bajo Putumayo	2,35	2,34	2,35	2,08		
Llanura del Pacífico	2,16	2,13	2,07			
Altiplano de Pasto	2,10	2,05				
Altiplano de Ipiates	2,10					

VALORES DE "K" PARA EL 5% DE PROBABILIDADES

K no intercambiable más soluble

	Altiplano de Túquerres	Altiplano de Ipiates	Altiplano de Pasto	Llanura del Pacífico	Bajo Pu- tumayo	Clima Medio
Bajo Putumayo	2,35	2,35	2,34	2,12	2,12	2,11
Valle del Sibundoy	2,22	2,21	2,21	2,09	2,09	
Clima Medio	2,26	2,25	2,19	2,10		
Altiplano de Pasto	2,26	2,24	2,07			
Llanura del Pacífico	2,07	2,04				
Altiplano de Ipiates	2,05					

VALORES DE "K" PARA EL 5% DE PROBABILIDADES

K-intercambiable

	Bajo Putumayo	Valle del Sibundoy	Altiplano de Pasto	clima Medio	Llanura del Pacifico	Altiplano de Ipiales
Altiplano de Tdquerres	2,26	2,25	2,26	2,10	2,07	2,10
Altiplano de Ipiales	2,10	2,11	2,14	2,10	2,06	
Llanura del Pacifico	2,14	2,15	2,07	2,07		
Clima Medio	2,26	2,09	2,10			
Altiplano de Pasto	2,26	2,09				
Valle del Sibundoy		2,24				

VALORES DE "K" PARA EL 5% DE PROBABILIDADES
K-Soluble en agua

	Altiplano de Tiquenes	Altiplano de Ipiates	Valle del Sibundoy	Bajo Pu- tumayo	Clima Medio	Llanura del Pacífico
Altiplano de Pasto	2,26	2,25	2,09	2,12	2,10	2,07
Llanura del Pacífico	2,14	2,13	2,06	2,08	2,09	
Clima Medio	2,26	2,24	2,09	2,12		
Bajo Putumayo	2,35	2,33	2,11			
Valle del Sibundoy	2,22	2,20				
Altiplano de Ipiates	2,14					

TABLA VI

VALORES DE "Tt" AL 0,05 DE PROBABILIDAD PARA
LIXIVIACION DEL POTASIO EN DIFERENTES REGIONES

	Altiplano de Tiquenes	Altiplano de Ipiates	Clima Medio
Altiplano de Pasto	2,26	2,25	2,26
Clima Medio	2,26	2,24	
Altiplano de Ipiates	2,15		

FECHA DE VENCIMIENTO

T 12205
631.83
065f
Ej.1
Ordonez Córdoba, Eider
Fraccionamiento de po-
tacio en suelos de alti....
NOMBRE *Sociedad...* VENCE

X

T
E-631.83
065f
Ej.1

12205

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

U

12205 -

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO