

TOMO XXXVIII

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Nº 4

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

Comunicación

del Académico de Número Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO

sobre

POTASIO EN ALGUNOS SUELOS ARGENTINOS



SESION ORDINARIA
del
12 de Setiembre de 1984

ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Fundada el 16 de Octubre de 1909

Buenos Aires Avenida Alvear 1711 República Argentina

MESA DIRECTIVA

Presidente	Dr. ANTONIO PIRES
Vicepresidente	Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Secretario General	Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Secretario de Actas	Dr. ALFREDO MANZULLO
Tesorero	Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Protesorero	Dr. JOSE MARIA QUEVEDO

ACADEMICOS DE NUMERO

Dr. HECTOR G. ARAMBURU
Dr. ALEJANDRO BAUDOU
Ing. Agr. JUAN J. BURGOS
Dr. ANGEL CABRERA
Ing. Agr. EWALD A. FAVRET
Dr. GUILLERMO G. GALLO
Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Ing. Agr. RAFAEL GARCIA MATA
Dr. MAURICIO B. HELMAN
Ing. Agr. JUAN H. HUNZIKER
Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Ing. Agr. WALTER F. KUGLER
Dr. ALFREDO MANZULLO
Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO
Dr. EMILIO G. MORINI
Dr. ANTONIO PIRES
Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Dr. JOSE MARIA R. QUEVEDO
Ing. Agr. ARTURO E. RAGONESE
Dr. NORBERTO P. RAS
Ing. Agr. MANFREDO A. L. REICHART
Ing. Agr. LUIS DE SANTIS
Ing. Agr. ALBERTO SORIANO
Dr. EZEQUIEL C. TAGLE

ACADEMICO HONORARIO

Ing. Agr. Dr. NORMAN BORLAUG

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES

Dr. TELESFORO BONADONNA (Italia)
Ing. Agr. GUILLERMO COVAS (Argentina)
Dr. CARLOS RUIZ DE CUENCA (España)
Sir WILLIAM M. HENDERSON (Gran Bretaña)
Ing. Agr. ANTONIO KRAPOVICKAS (Argentina)
Ing. Agr. ARMANDO T. HUNZIKER (Argentina)
Dr. OSCAR LOMBARDERO (Argentina)
Ing. Agr. JORGE E. LUQUE (Argentina)
Dr. HORACIO E. MAYER (Argentina)
Ing. Agr. ANTONIO M. NASCA (Argentina)
Ing. Agr. LEON NIJENSOHN (Argentina)
Dr. CHARLES G. POPPENSIEK (Estados Unidos)
Ing. Agr. RUY BARBOSA P. (Chile)

Potasio en algunos suelos argentinos

ICHIRO MIZUNO

El potasio no ha merecido en nuestro país la atención que se le ha prestado a otros elementos, en particular nitrógeno y fósforo. Varias son las razones que pueden explicar el hecho, de las cuales se estima que las siguientes han sido las de mayor peso:

- a) En líneas generales, particularmente en la pradera pampeana, no es común encontrar valores bajos del elemento.
- b) La determinación del potasio, que se efectuaba por el método volumétrico del cobaltinitrito, es una operación larga y tediosa en comparación con los métodos instrumentales que se utilizan actualmente.

Reichart y colaboradores trabajaron sobre potasio en el Delta; Mizuno y Barberis enfatizaron las relaciones K/Ca y K/Mg, particularmente en forrajeras y citrus.

De los antecedentes detectados surge la presencia de zonas con bajos valores de potasio intercambiable en el país. Las mismas son: Concordia, Bella Vista, Saladas y Curuzú Cua-

tiá, en Corrientes; El Bolsón, en Río Negro y algunos lugares del NE de la provincia de Buenos Aires.

La tendencia, dentro de la pradera pampeana, es de un incremento en el potasio intercambiable en la medida que se dirige hacia el Oeste. En ocasiones se han encontrado valores desusadamente altos, llegando a una salinidad potásica; tal el caso de San Antonio de Lintín (Córdoba).

En la presente comunicación se hacen algunas consideraciones introductorias sobre el potasio del suelo, para referir posteriormente las mismas a algunos suelos del país.

1. INTRODUCCION

1.1. Potasio del suelo

Las plantas toman prácticamente todos sus minerales del suelo, excepto algunos que en pequeñas cantidades toman en forma gaseosa (NO_x , NH_3 , SO_2) y en forma iónica del polvo atmosférico pero esta fuente solo tiene significación en ambientes con elevados grados de polución.

El contenido de potasio de los suelos es, en promedio, del or-

den del 1 %. Como cifra comparativa cabe recordar que las rocas ígneas tienen un promedio del 2,1 % de potasio (K).

Los suelos medios en evolución y riqueza en potasio del material originario, como se expresó, presentan el 1 %. En suelos con avanzado grado de evolución se menciona aproximadamente el 0,6 % y en aquellos más avanzados el 0,1 %. Por otra parte, esta tendencia que se menciona para el potasio del suelo es también válida para los alcalinotérreos calcio y magnesio.

A partir de las rocas de las cuales se originan los suelos, la evolución de éstos lleva a constantes pérdidas de calcio, magnesio, potasio, dióxido de silicio, con concentración de óxidos de aluminio y de hierro.

El fósforo aparenta disminuir

pero en menor proporción que las bases mencionadas, sufriendo más bien cambios en su composición; desde la apatita en su forma original a fosfatos de hierro y de aluminio.

1.2. Factor de concentración

El vegetal es un concentrador de elementos del suelo de modo tal que la concentración de los elementos esenciales en su composición es mayor que la que presenta la solución del suelo.

Pero aún tomando el contenido total de los suelos, si se los compara con la composición de las cenizas vegetales, se patentiza la mencionada concentración. Según datos de Vinogradov's, las relaciones para el potasio son:

Contenido en el suelo	1 %
Contenido en el vegetal (% s/materia fresca)	0,3 %
Contenido en ceniza vegetal/contenido en suelo (Factor de concentración)	15
Absorción vegetal/año (kg/há/año)	30
Contenido del suelo/absorción vegetal anual (Años de duración del contenido del suelo)	430

La absorción vegetal estimada es considerablemente baja, por lo que la duración de las reservas de potasio del suelo aparece con una cifra excesivamente optimista.

K (estructural) \rightleftharpoons K (fijo) \rightleftharpoons K (intercambiable) \rightleftharpoons K (soluble)

Los límites entre soluble y adsorbido como también entre adsorbido y fijo son más bien graduales, explicándose dicha gradualidad de la siguiente manera:

1.3. Formas de potasio del suelo

Resumiendo, el potasio del suelo se encuentra en las siguientes formas:

La fracción adsorbida reconoce tres sitios de adsorción:

En las caras planas de la superficie externa de los minerales arcillosos silicatados. En la superficie con menor energía de

retención y, por lo tanto, fácilmente intercambiable.

En las caras internas del material 2:1, en donde se recogen dos situaciones: iones ubicados en los extremos de los paquetes, retenidos con mayor energía que la anterior, pero intercambiable en breve tiempo.

Iones ubicados en el centro de la unión de los paquetes, retenidos con mayor energía y por lo tanto más difícilmente intercambiable.

La fracción fijada es la que entra en los espacios hexagonales que dejan los átomos de oxígeno, con un diámetro aparente aproximado de 2,8 Å. El diámetro iónico del potasio es de

2,66 Å, pudiendo sustituirlo sólo el amonio con 2,96 Å. El resto de los iones comunes de suelo o tienen diámetros menores, con lo que la energía de adsorción es considerablemente menor o diámetros mayores, por lo que no pueden entrar en dichos espacios.

2. POTASIO EN ALGUNOS SUELOS ARGENTINOS

2.1. Factor de concentración

A título de ejemplo se toma el caso de la alfalfa en la pradera pampeana y un suelo de características medias de la misma región.

Elemento	Asimilables en suelo (%)	% en alfalfa (s/sust. seca)	Factor de concentración
Calcio (Ca)	0,150	0,75	5
Magnesio (Mg)	0,025	0,25	10
Fósforo (P)	0,001	0,35	350
Potasio (K)	0,060	3,00	50
Sodio (Na)	0,003	0,030	10

Puede observarse que el elemento que presenta el mayor factor de concentración es el fósforo, explicable por las bajas concentraciones de la forma disponible en el suelo y el requerimiento moderadamente elevado de los vegetales.

Le sigue el potasio, cuya situación en los suelos de la pradera pampeana es netamente favorable; lo que lleva a elevadas absorciones vegetales que en ocasiones llega a lo que se define como "consumo de lujo".

2.2. Formas del potasio del suelo

a) Potasio total:

El mismo oscila de 133 ppm (S. Tomé, Misiones) a 1.935 ppm (S. Rafael, Mendoza). Los suelos de la provincia de Buenos Aires; Hapludols y Argiudols, de 1.300 a 1.800 ppm.

b) Potasio intercambiable:

Desde 0,1 m.e./100 g a 2,07 m.

e./100 g. En general los menores valores de potasio intercambiable coinciden con los menores valores de potasio total.

c) Soluble en agua:

En determinaciones efectuadas sólo con aquellas muestras con más del 1 % de potasio total, oscilaron entre 0,7 a 9,5 mg/100 g. La tendencia es que se encuentren mayores cantidades de la forma soluble en los horizontes superficiales en relación con los subsuperficiales.

d) Potasio extractable con NO_3H 0,5N a ebullición

Esta forma se relaciona en general con el total e intercambiable. Este valor da una idea de las reservas del suelo a plazo mediano; posiblemente extrae la fracción adsorbida con mayor energía y la fijada. La acidez y la temperatura utilizada facilitan la salida de los iones retenidos.

Las cantidades obtenidas prácticamente triplican la correspondiente a la intercambiable, por lo que puede estimarse que esta fracción de reserva es el doble de la cantidad que se encuentra en forma intercambiable. En otras palabras, las reservas mediatas duplican la disponibilidad actual y la reserva inmediata. Esta liberación de reserva mediata lleva un tiempo que por lo menos se mide en un par de años. Sería la situación de algunos suelos subtropicales que, tras el lapso mencionado restituyen o reponen la disponibilidad actual de potasio.

e) Relaciones entre las formas (de potasio):

La bibliografía establece relaciones entre las formas de potasio antes mencionadas, estimándose que un valor medio sería de 1 (soluble): 10 (intercambiable): 100 (total).

En tal sentido, para los suelos analizados los valores hallados son para el horizonte A1.

Hapludols: 1 : 9,2 : 179

Vertisolicos: 1 : 13 : 407

Esto se interpreta en el sentido de que el sistema, en ambos grupos de suelos, es avaro en relación al potasio. En tal sentido la característica es acentuadamente mayor en los vertisolicos, por lo que de mantenerse la relación en los últimos se presentan mayores posibilidades de deficiencia de potasio, a igualdad de las condiciones restantes.

En la Tabla I pueden verse los resultados comentados, extractados de "Potasio en algunos suelos argentinos", de A. M. de la Horra de Villa, I. Mizuno, Anales de la Sociedad Científica Argentina, octubre-diciembre de 1974.

2.3. Concepto de eficiencia en el uso del potasio

Se efectuó un ensayo de Neubauer siguiendo la idea de Schatchabel o sea utilizando en los recipientes 50 y 100 g de suelo con la idea de que en los 50 g se llegaría al agotamiento en aquellos suelos con cantidades límites de potasio.

Igualados los resultados de ambas situaciones, esto es, multiplicando por dos la biomasa producida con 50 g de suelo

y comparada la misma con la producida con 100 g se establecen los siguientes grados de eficiencia:

(Biomasa con 50 g × 2) (Biomasa con 100 g): Eficiencia positiva
 (Biomasa con 50 g × 2) = (Biomasa con 100 g): Eficiencia 0
 (Biomasa con 50 g × 2) (Biomasa con 100 g): Eficiencia negativa

Se entiende que cuando la eficiencia es positiva el suelo en cuestión no ha sido sometido (en los 100 g) a una extracción total por parte de las plántulas, de modo tal que agote las posibilidades de renovación inmediata conforme a la dinámica del potasio del suelo en cuestión.

Cuando la eficiencia es 0 se interpreta que las plántulas han extraído todo el potasio disponible

del sistema para el lapso del ensayo.

Cuando la eficiencia es negativa se interpreta que la exigencia vegetal supera la capacidad de oferta del suelo.

Como resultado del ensayo de Neubauer con suelos con distintos contenidos de potasio intercambiable se extraen otras conclusiones de interés [Cuadro 1, Mizuno et al. Rev. Fac. de Agronomía 3(2): 173-179].

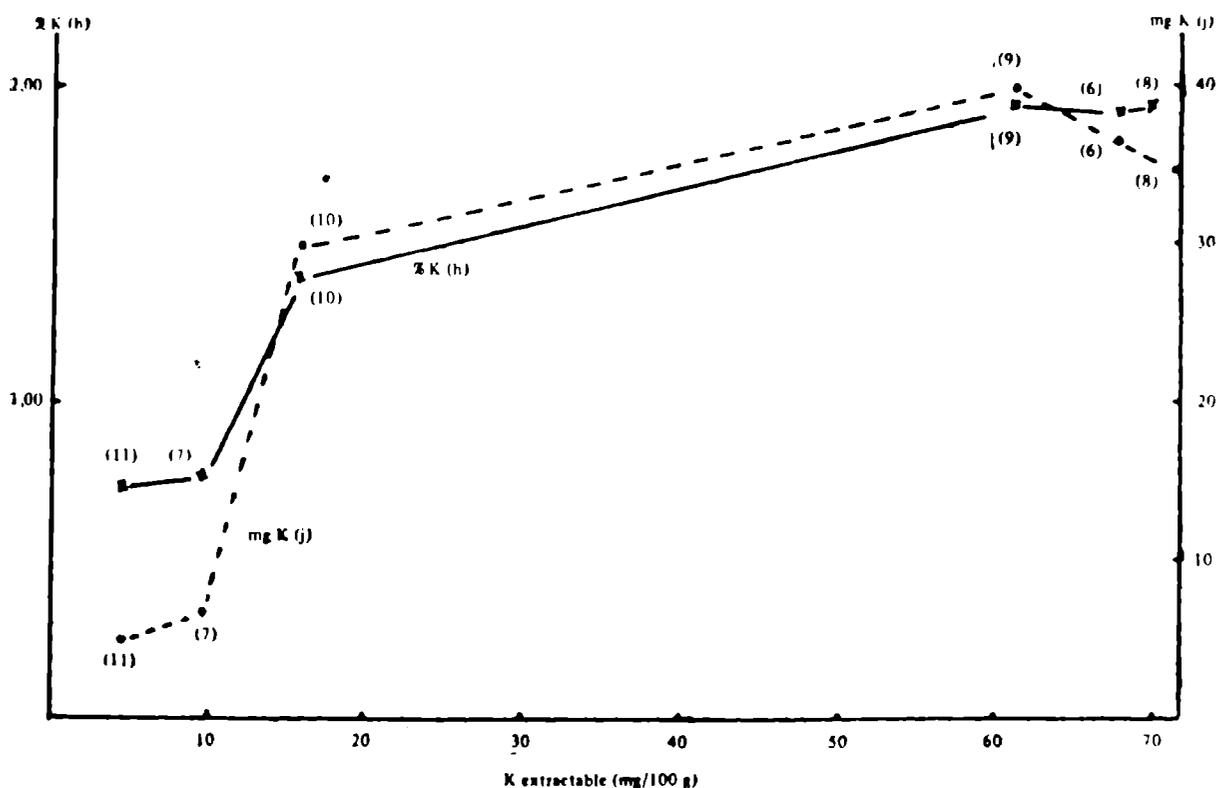


Figura 1: Potasio extraíble (a) en relación a S de potasio (h) y potasio total corregido (j) en plántulas.

CUADRO 1

MUESTRA	POTASIO EN SUELO					ENSAYO DE NEUBAUER						
	Ac.NH ₄ (a)	Ac.NH ₄ (b)	ClH 0,5M (c)	NO ₃ ⁻ IM (d)	EDTA 0,1M (e)	Total (f)	Suelo	Materia seca (g)	K % (h)	K total (i)	K total corregido	
T												
6	67,8	66,2	62,0	220,9	69,5	1.355	50	2,4426	1,46	35,67	45,88	
7	10,9	12,0	14,1	18,9	16,8	133	100	2,6171	1,86	48,65	36,66	
8	72,0	64,5	76,5	195,5	65,7	1.510	50	2,6184	1,43	37,09	45,94	
9	62,4	66,2	74,0	209,6	64,2	1.685	100	2,4657	1,98	45,63	35,37	
10	16,4	19,3	29,7	119,5	23,8	1.935	50	2,3870	1,20	30,03	43,12	
11	4,5	4,5	5,2	15,0	14,9	296	50	1,7330	0,78	12,36	3,82	
							100	2,0003	0,72	15,74	4,47	

Los valores están dados en mg/100 g, excepto los renglones "Suelo" y "Materia Seca" dados en gramos.
 Los ensayos de Neubauer se llevaron por triplicado y los resultados son promedios de 3 determinaciones para cada uno de los triplicados, de los que finalmente se obtuvo el promedio que figura en el Cuadro.

(a) y (b) Potasio extractable con NH₄ Ac 1 M en solución de equilibrio y Potasio extractable por percolación con NH₄ Ac 1 M.

T: Testigo; 6: Balcarce (Argiudol); 7: Santo Tomé (No caracterizado); B: Pehuajó (Haplud ol); 9: Suipacha (Hapludol); 10: San Rafael (Xerofluent); 11: Bella Vista (Corrientes) (No caracterizado).

Cuando se colocan en un gráfico el potasio extractable con el % de potasio en plántulas y el potasio total extraído por las mismas se observa que las curvas correspondientes siguen recorridos sensiblemente paralelos, pero lo más importante es que ambas curvas denuncian pronunciados aumentos frente a contenidos de potasio intercambiable de los suelos de hasta 20 mg/100 g, luego aumenta muy gradualmente hasta 60 mg/100 g, estabilizándose y tendiendo a disminuir cuando se supera dicho límite y se llega a los 70 mg/100 g (Fig. 1; Mizuno et al.). La forma de las curvas recuerda la correspondiente a la ecuación de Mitscherlich.

Como primera aproximación puede estimarse que cuando los valores de potasio intercambiable son menores de 20 mg/100 g hay posibilidades de respuesta positiva a los fertilizantes potásicos. Más allá de dicho límite y hasta los 60 mg/100 g sigue habiendo respuesta positiva pero posiblemente no rentable. Entre los 60-70 mg comenzaría a ser contraproducente el aumento de potasio, posiblemente

debido a que a ese nivel aparece otro elemento crítico, conforme a la ley del mínimo.

CONCLUSIONES

La provisión de potasio en sus distintas formas y principalmente de la disponible es satisfactoria en la mayor parte de la pradera pampeana. Ello no descarta la posibilidad de casos puntuales deficitarios.

2) Se considera de interés el estudio del potasio, particularmente en aquellas zonas de valores relativamente bajos y dedicados a agricultura intensiva (frutihorticultura, cultivos industriales).

3) En los estudios químicos sobre el potasio del suelo se estima de interés prestar atención a formas como la extractable con ácido nítrico 0,1 M a ebullición; extractable con fenilborato y similares para comprender mejor la dinámica del elemento.

Asimismo, es recomendable en los estudios biológicos utilizar la propuesta de Schatchabel o sea, utilizar en ensayos de Neubauer 50 y 100 g de suelo.

TABLA I
RESULTADOS ANALITICOS (mg/100 g)

Muestra	Ac.NH ₄	NO ₃ H	CIH	Ac.2Mg	Total	Soluble NO ₃ H	Ac.NH ₄
1 — DIVISADERO							
Ap	77,3	161,6	80,0	31,2	1395	6,7	84,3
A ₁₁	60,5	160,8	66,7	33,3	1374	4,3	100,3
A ₁₂	45,4	136,6	48,5	19,4	1385	1,9	91,2
AC	37,2	129,0	38,3	13,3	1418	2,5	91,7
2 — LA CELINA							
0-20 cm.	77,1	170,0	81,9	40,3	1354	7,5	92,9
20-44 cm.	75,8	190,2	77,7	38,7	1556	4,6	114,4
44-80 cm.	59,7	158,6	64,2	27,9	1524	2,8	98,9
3 — LAS LIEBRES							
A ₁	72,3	155,0	73,7	36,2	1858	7,1	82,7
AC	45,9	125,2	48,6	21,8	1823	9,0	79,3
C	36,8	110,6	40,3	16,6	1808	1,8	73,8
4 — SANTA JUANA (s/B)							
A	75,0	157,3	78,4	44,5	1663	9,5	82,3
AC	38,1	112,8	35,2	15,2	1555	1,7	79,7
C	40,6	118,4	44,8	19,5	1950	2,6	77,8
5 — SANTA JUANA (s/B)							
A ₁	81,1	102,1	77,6	49,5	1665	8,8	81,0
A ₃	65,0	156,5	63,9	40,3	1819	5,1	91,5
B	55,5	150,8	55,2	28,1	1569	4,8	95,5
C	54,4	135,4	55,9	27,9	1848	4,9	81,0
6 — R. CLARK							
A ₁	45,3	142,4	54,5	23,6	1749	8,9	97,1
A ₃	39,6	132,3	43,1	18,7	1608	2,9	92,7
B ₂	65,3	148,2	60,0	24,0	1715	2,8	82,9
B ₃	62,5	167,0	71,1	29,7	1851	3,7	104,5
C	56,3	163,6	75,3	30,8	1892	4,4	107,3
7 — ESPINILLO							
A ₁₂	27,9	77,8	25,6	12,8	992	1,2	49,9
A ₁₃	26,6	101,2	25,6	11,2	1071	1,3	74,6
AC	26,7	121,0	32,0	11,9	1137	1,9	94,3
8 — LA ZELMIRA 1							
A ₁₁	32,5	87,4	33,2	19,3	1192	2,7	54,9
A ₁₂	22,7	79,7	20,6	10,0	1206	0,7	57,0
A ₁₃	15,0	80,1	14,6	5,7	1196	0,7	65,8
(B)+C							
9 — LA ZELMIRA 2							
A ₁	52,5	120,6	50,1	32,3	1237	4,5	68,1
AC	17,2	65,0	16,6	7,1	1135	1,0	47,2

1, 2, 3, 4: Brunizem sin B textural; 5, 6: Brunizem con B textural; 7, 8, 9: Vertisoles.