

SUMINISTRO DE K DE ANDISOLES Y ULTISOLES DE LA REGION DE LA ARAUCANIA. PARTE II¹

Supply of K by Andisols and Ultisols of the IX Region of Chile

Adolfo Montenegro B.² y José Rodríguez S.³

SUMMARY

Seven Andisols and four Ultisols were studied. Under greenhouse conditions, K absorbed by plants (*Lolium perenne*), from exchangeable and non-exchangeable K forms of the soils, and the effect of K application on dry matter production and K absorption by plants were studied. The values of the different K parameters of the soils were correlated with dry matter production and with K absorption by plants. The conclusions were:

1. Potassium absorption by ryegrass plants was, in average, three or four times higher from Ultisols than from Andisols, excepting Agua Fría and Chufquén soils, which characteristics were between both soil groups. Ryegrass plants extracted more K from exchangeable forms than from non-exchangeable forms. However, an important percentage of the K absorbed (9 to 44%, in Andisols, and 25 to 44%, in Ultisols) corresponded to the last forms.
2. Potassium absorption was significantly related to exchangeable K ($r = 0,97^{**}$) and to Step K ($r = 0,92^{**}$). At the same time, these parameters were related to the percentage of clay in the soil ($r = 0,82^{**}$ and $0,81^{**}$, respectively). Also, "maximum capacity of K desorption" presented a highly significant correlation with K absorption ($r = 0,94^{**}$) and with exchangeable K ($r = 0,97^{**}$).
3. In Ultisols there was no response from plants to K application, excepting the Chufquén soil. The higher response of plants was observed in the flat Andisols, with the exception of the Agua Fría soil, and in the Santa Bárbara 1 Andisol. In the hilly Andisols, this response was lower, but also significant. The Agua Fría Andisol and the Chufquén Ultisol showed a significant response, but intermediate between Andisols and Ultisols, and closer to this last group of soils.

INTRODUCCION

Diversos estudios han mostrado la respuesta de las plantas a la fertilización nitrogenada y fosfatada en los Andisoles y Ultisoles de la región de la Araucanía (Volke, 1972; Fernández, 1977).

La información sobre la disponibilidad del potasio en estos suelos, es escasa. Sin embargo, los trabajos efectuados por Schenkel y otros (1971 a, b, c), en invernadero y mediante la técnica del elemento faltante, aunque no identifican grupos de suelos, indican que la deficiencia de potasio sigue a la de fósforo, en los suelos de esta Región. A su vez, el primer autor del presente trabajo, en un resumen de los análisis de muestras de suelo del laboratorio de servicio de la Estación Experimental Carillanca (no publicado), encontró una gran proporción de ellas con niveles deficientes de K intercambiable, inferiores a 0,3 meq/100 g (Freitas, Mc Clung y Pimentel, 1966), especialmente en los Andisoles.

Por otra parte, M. Fernández del P. y A. Peyrelongue C. (comunicación personal) encontraron respuesta de algunos cultivos a la fertilización potásica. Sin embar-

¹ Recepción de originales: 30 de octubre de 1983.

Parte de la tesis presentada por el primer autor a la Fac. de Agronomía, P. Universidad Católica de Chile, para optar al grado de "Magister Scientiae". La Parte I se publicó en Ciencia e Investigación Agraria.

² Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58—D, Temuco, Chile.

³ Depto. Ciencias Vegetales, Fac. Agronomía, P.U. Católica de Chile, Casilla 114—D, Santiago, Chile.

go, ellos efectuaron la mayoría de los trabajos en el suelo Vilcún y aún no se conoce la respuesta al potasio en los Ultisoles y en el resto de los Andisoles de la Región.

Montenegro y Rodríguez (1983) realizaron un estudio sobre las formas y dinámica del K de los suelos de la IX Región. Los Ultisoles presentaron un mayor contenido de K intercambiable que los Andisoles y la "capacidad máxima de desorción de K" de los Ultisoles, también se mostró superior a la de los Andisoles.

El presente trabajo tuvo como objetivo relacionar la absorción de K de las plantas de ballica, bajo condiciones de invernadero, con las formas de K en el suelo y con las variables de su dinámica.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron siete Andisoles y cuatro Ultisoles de la Región, de la Araucanía, cuyas características han sido señaladas por Montenegro y Rodríguez (1983). En ellos, se estudió el efecto de dos dosis de potasio (0 y 150 ppm) sobre la producción de materia seca y la absorción de K de ballica Manawa.

Se usaron macetas de 1,5 lt, en un diseño de parcela divididas, con 3 repeticiones. Se utilizó una mezcla de suelo—cuarzo (1/0,8), desinfectada con 50 mg de Brassicol y 10 mg de Dexón por maceta.

Se aplicó fósforo, azufre, micronutrientes y nitrógeno en la dosis y forma propuesta por Schenkel y Baherle (1971). El potasio se agregó al suelo como KCl. Luego, se procedió a sembrar 2,5 g de ballica Manawa por maceta. El riego se efectuó con agua destilada, a 2/3 de saturación, una o dos veces al día.

Se efectuaron cinco cortes, en intervalos de 3—4 semanas. El material de cada corte se secó a 65° C, en horno a ventilación forzada, y se pesó para determinar rendimiento de materia seca (m.s.). Después del quinto corte, las raíces se separaron del suelo, se lavaron y se secaron en una estufa.

En las muestras del tejido vegetal, tanto de la parte aérea como de las raíces, se determinó el porcentaje de K por fotometría de llama, previa digestión de la muestra en una mezcla de ácido (Saavedra, 1975).

Se efectuaron análisis de correlación simple entre las formas de K y las variables de su dinámica (Montenegro y Rodríguez, 1983) y la absorción de K por las plantas de ballica. Además, se efectuó análisis de varianza del rendimiento de m.s. y de la absorción de K de las ballicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestra la absorción acumulada de K en los cinco cortes de ballica, cosechados en los distintos suelos. Como se puede observar, la absorción de K por las ballicas en los Ultisoles alcanzó a ser, en promedio, 3 a 4 veces superior a la que presentan en los Andisoles, con excepción de los suelos Agua Fría y Chufquén, en que las plantas muestran una absorción intermedia entre la efectuada desde ambas agrupaciones de suelos. En los Andisoles planos (Freire y Vilcún) y en el Andisol Santa Bárbara 1, la absorción fue la más baja.

La absorción de K por las plantas de ballica está significativamente relacionada con el K—intercambiable ($r = 0,97^{**}$), como se muestra en el Cuadro 2, donde se presentan los coeficientes de correlación entre las distintas formas de K del suelo y la absorción de K. El coeficiente de correlación es considerablemente más alto que el encontrado por Rodríguez y otros (1974), en suelos aluviales de la zona central ($r = 0,86^{**}$). Ello podría indicar que, en los suelos de la Región de la Araucanía, la absorción de K depende en mayor proporción de las formas de K intercambiables del suelo, que en los suelos de la zona central, utilizados por los investigadores señalados anteriormente.

El alto contenido de K intercambiable que poseen los Ultisoles, superior al que poseen los Andisoles (Montenegro y Rodríguez, 1983), explicaría en parte la mayor absorción de K efectuada desde los primeros.

También, las formas no—intercambiables de K más disponibles ("Step K") están significativamente correlacionadas con la absorción de K ($r = 0,92^{**}$). Los altos contenidos de Step K que poseen los Ultisoles, también explicarían, en parte, la mayor absorción de K observada en éstos que en los Andisoles, que son suelos caracterizados por presentar bajos contenidos de dicha forma de K.

La absorción mostrada por las plantas en los suelos Agua Fría y Chufquén, sería un reflejo de sus contenidos intermedios de K intercambiable y de Step K (Montenegro y Rodríguez, 1983).

Por otra parte, se encontró una correlación significativa entre el porcentaje de arcilla y el "Step K" ($r = 0,81^{**}$), lo que indicaría que las fracciones disponibles del K no intercambiable aumentarían con el incremento del contenido de arcilla. Esta asociación concuerda con la informada por Smith y Matthews (1957) en suelos de Canadá; ellos señalaron una alta correlación entre el contenido de arcilla y las cantidades de K no intercambiable liberadas al cultivo ($r = 0,90^{**}$).

CUADRO 1. Absorción acumulada de K por plantas de ballica en invernadero, (mg K/100 g suelo), en suelos sin agregación de K**TABLE 1. Potassium cumulative absorption by ryegrass under greenhouse conditions (mg K/100 g soil), without K addition to the soil**

Suelos	Número de cortes acumulados					
	1	2	3	4	5 ¹	
ANDISOLES						
Malleco	7,64	10,19	11,34	11,81	12,10	d
Correltúe	5,50	8,42	10,34	11,00	11,38	d
Freire	3,12	5,26	6,23	6,68	6,95	e
Vilcún	3,21	4,84	5,73	6,23	6,96	e
Sta. Bárbara 1	2,70	3,89	4,25	4,45	4,53	e
Sta. Bárbara 2	6,62	9,16	10,82	11,68	12,22	d
Agua Fría	10,94	14,46	16,47	17,34	17,99	c
ULTISOLES						
Chufquén	9,93	13,87	15,39	16,14	16,99	c
Metrenco 1	17,64	24,34	27,05	28,90	30,04	b
Metrenco 2	21,21	28,48	30,96	33,66	35,10	a
Collipulli	21,07	28,46	31,08	33,01	34,11	a

¹ Los valores con letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas, según Duncan (P 0,05).

CUADRO 2. Matriz de correlaciones simples entre distintas formas y variables del K del suelo y la absorción de K por plantas de ballica**TABLE 2. Matrix for the simple correlations between different soil K forms and parameters and K absorption by ryegrass**

X	Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Rendimiento de materia seca.													
2	Absorción de K	0,948 ^{xx}												
3	Absorción de K formas interc.	0,92 ^{xx}	0,96 ^{xx}											
4	Absorción de K formas no interc.	0,86 ^{xx}	0,92 ^{xx}	0,79 ^{xx}										
5	% saturación de K	0,93 ^{xx}	0,96 ^{xx}	0,91 ^{xx}	0,92 ^{xx}									
6	K solución (Ca Cl ₂ 0,01 M)	0,81 ^{xx}	0,83 ^{xx}	0,81 ^{xx}	0,75 ^{xx}	0,83 ^{xx}								
7	K-intercambiable (Ac-NH ₄ 1N, pH7)	0,92 ^{xx}	0,97 ^{xx}	0,99 ^{xx}	0,82 ^{xx}	0,92 ^{xx}	0,83 ^{xx}							
8	K-intercambiable HNO ₃ 0,1N	0,94 ^{xx}	0,98 ^{xx}	0,95 ^{xx}	0,92 ^{xx}	0,97 ^{xx}	0,86 ^{xx}	0,96 ^{xx}						
9	"Step K"	0,90 ^{xx}	0,92 ^{xx}	0,82 ^{xx}	0,95 ^{xx}	0,97 ^{xx}	0,74 ^{xx}	0,83 ^{xx}	0,93 ^{xx}					
10	"C R K"	0,56	0,62 ^x	0,45	0,80 ^{xx}	0,73 ^{xx}	0,53	0,49	0,64 ^x	0,83 ^{xx}				
11	"Capacidad máxima de desorción de K"	0,90 ^{xx}	0,94 ^{xx}	0,98 ^{xx}	0,78 ^{xx}	0,89 ^{xx}	0,86 ^{xx}	0,97 ^{xx}	0,95 ^{xx}	0,79 ^{xx}	0,42			
12	K total	0,23	0,18	0,02	0,41	0,33	0,33	0,04	0,23	0,46	0,64 ^x	0,06		
13	% arcilla	0,77 ^{xx}	0,81 ^{xx}	0,81 ^{xx}	0,72 ^x	0,85 ^{xx}	0,54	0,82 ^{xx}	0,82 ^{xx}	0,81 ^{xx}	0,52 ^{xx}	0,74 ^{xx}	0,10	

^{xx} significativo al 1,0%/o

^x significativo al 5%/o

La alta correlación observada entre el K-intercambiable y el "Step K" ($r = 0,93^{**}$) indicaría que, en los suelos de esta Región, el K intercambiable sería un buen índice de la reserva de K.

Smith y Matthews (1957) señalan que el nivel de K intercambiable, en suelos no fertilizados y sin cultivo intensivo, debe encontrarse cercano al nivel de equilibrio y que este valor de equilibrio debe estar estrechamente relacionado con el poder de suministro de K del suelo. Ellos obtuvieron un coeficiente de correlación de $0,90^{**}$, entre el K intercambiable y la cantidad de K no intercambiable liberada durante el cultivo. Moss y Coulter (1964), también encontraron una correlación significativa entre el K intercambiable y el Step K ($r = 0,74^{**}$), en suelos volcánicos de las Indias Occidentales, lo que apoyaría lo indicado por los autores anteriormente señalados. En los suelos de la zona central de Chile, el coeficiente de correlación entre ambas formas de K es menor ($r = 0,66^{**}$), pero el método utilizado para determinar las no intercambiables incluye formas menos disponibles que el Step K (Rodríguez y otros, 1974).

En general, parece que existe un valor de equilibrio, al cual regresa el suelo después de un período de extracción o de adición de K, que estaría reflejado en el porcentaje de saturación de potasio. El alto coeficiente de correlación encontrado entre el porcentaje de saturación y el K intercambiable ($r = 0,92^{**}$), indicaría que los suelos de esta Región se encuentran cerca del nivel de equilibrio. En los suelos intensamente cultivados de la zona central de Chile (Rodríguez y otros, 1974), este coeficiente fue menor ($r = 0,64^{**}$) e indicaría que el nivel de equilibrio aún no se había reestablecido en algunos de ellos.

Las fracciones no disponibles del K no intercambiable (CRK), según Haylock (1956), por su lenta liberación no serían disponibles en el transcurso de un período de cultivo. A pesar de ello, en los suelos estudiados, se observa una ligera asociación entre estas fracciones y la absorción de K de las plantas ($r = 0,62^*$).

Las plantas de ballica extrajeron más potasio de las formas intercambiables que de las no intercambiables, como se observa en el Cuadro 3. Sin embargo, un porcentaje importante de lo absorbido, que varió del 9 al 44%, correspondió a las formas no intercambiables.

La absorción desde formas de K intercambiable en los Andisoles y Ultisoles fue, en promedio, de 76 y 67% respectivamente, lo que se aproxima bastante a lo informado por Fergus y Martin (1974), en suelos Australianos. Ellos señalan que la absorción de K desde formas no intercambiables ocurre después que ha sido removido el 80% del K intercambiable del suelo.

En general, los suelos que suministraron un mayor porcentaje de K desde formas no intercambiables para la absorción de las plantas, son los que presentaron un mayor contenido de "Step K". Esto explica la alta correlación encontrada entre la absorción de K desde formas no intercambiables y el Step K ($r = 0,95^{**}$; Cuadro 2).

El alto porcentaje de K absorbido desde el Step K en el suelo Santa Bárbara 1, indicaría que éste se encuentra en un nivel muy inferior al de equilibrio, lo que induciría una mayor liberación de K desde formas no intercambiables. El bajo nivel de K intercambiable, del porcentaje de saturación de K y de la "capacidad máxima de desorción de K" (dm) que presenta este suelo, apoyaría esta hipótesis, a pesar de su bajo contenido de Step K (Montenegro y Rodríguez, 1983). A diferencia de éste, el suelo Vilcún, que también posee baja dm, presenta una escasa liberación de K desde formas no intercambiables. Esto podría originarse de diferencias en la naturaleza de dichas formas, puesto que los contenidos totales de ellas, en este suelo, son similares a los del resto de los Andisoles y los del Step K, son superiores a los del Santa Bárbara 1.

Si se compara el suministro de las formas no intercambiables de estos suelos con el de los suelos de la zona central (Rodríguez y otros, 1974), se observan claras diferencias, provenientes de la distinta naturaleza de

CUADRO 3. Absorción de K por ballica, a partir de las formas intercambiables y no intercambiables, desde suelos sin adición de K. (5 cortes + raíz)

TABLE 3. Potassium absorption by ryegrass from exchangeable and non exchangeable forms in soils without K addition

Suelos	Absorción de K desde formas intercambiables		Absorción de K desde formas no intercambiables	
	mg/100 g de suelo	%	mg/100 g de suelo	%
ANDISOLES				
Malleco	10,37	80,24	2,55	19,76
Correltúe	10,40	84,56	1,90	15,44
Freire	5,35	69,32	2,37	30,68
Vilcún	6,60	90,80	0,67	9,20
Sta. Bárbara 1	2,86	56,26	2,22	43,74
Sta. Bárbara 2	9,84	75,10	3,26	24,90
Agua Fría	14,35	76,36	4,44	23,64
ULTISOLES				
Chufquén	13,42	74,17	4,67	25,83
Metrenco 1	17,76	55,55	14,21	44,45
Metrenco 2	22,56	61,55	14,09	38,45
Collipulli	26,90	75,20	8,87	24,80

estas formas. En los suelos de la IX Región, la liberación de K, desde formas no intercambiables, comienza a niveles de equilibrio más altos que en los suelos de la zona central. A diferencia de lo encontrado en los suelos de aquella Región, en varios suelos de la zona central no hubo extracción, por las plantas, desde formas no intercambiables o ésta fue mínima, a pesar de presentar altos contenidos de K no intercambiable. Esto podría indicar que el K, en los Andisoles y Ultisoles de la IX Región, se encuentra retenido con menos energía y, por lo tanto, más disponible para las plantas que en los suelos de la zona central.

En los Andisoles, ricos en alofán, el K absorbido por las plantas no desplazable en Ac-NH_4 , podría encontrarse estéricamente controlado, como lo demostraron Van Reeuwijk y de Villiers (1968), en geles de aluminosilicatos sintéticos. Ellos señalaron que los canales de los geles imponían un mecanismo de tamizaje a la entrada y salida de contraiones.

En los Ultisoles, el K no extractable en Ac-NH_4 podría encontrarse fijado u ocluido en hidroxidos de Fe y Al, asociados a arcillas de estructura 1:1, como lo asumen Martini y Suárez (1975), en Latosoles de Costa Rica.

El potasio total presenta baja asociación con el K absorbido por las plantas ($r = 0,18$), probablemente porque incluye, además de las formas disponibles, a formas estructurales y no intercambiables no aprovechables (CRK).

La absorción de K también puede ser explicada a través de variables de tipo dinámico, como es el caso de la dm. Esta presenta una alta asociación con la absorción de K de las plantas ($r = 0,94^{**}$) y con el K intercambiable del suelo ($r = 0,97^{**}$). Las cantidades de K obtenidas con el uso de la variable dm, son mayores que las obtenidas con extracciones en Ac-NH_4 (Montenegro y Rodríguez, 1983) y se aproximan más a la cantidad de K absorbida por las plantas. Esto indicaría que la variable dm incluiría, además de las formas de K en la solución e intercambiables, a una parte de la fracción disponible de las formas de K no intercambiable (Step K).

El menor suministro de K de los Andisoles debería reflejarse en una respuesta potencial a la aplicación de K. En el Cuadro 4 se presenta el efecto de la aplicación de K sobre la producción de m.s. y la absorción relativa de K de las plantas.

El rendimiento de materia seca en los Andisoles y Ultisoles sin aplicaciones de K, está significativamente relacionado con la absorción de K desde el suelo, como se deduce del alto coeficiente de correlación obtenido entre ellos ($r = 0,948^{**}$).

La magnitud de la respuesta a la aplicación de K, en base a producción de m.s., dependería de la cantidad de K presente en la solución, bajo las formas intercambiables y Step K, o de la cantidad de K estimada por dm, como se deduce de los elevados coeficientes de

CUADRO 4. Producción de m.s. y absorción relativa de K por ballica en invernadero (suma de 5 cortes)

TABLE 4. Dry matter production and relative K absorption by ryegrass under greenhouse conditions (sum of 5 cuttings)

Suelos	Producción de Materia Seca			Absorción de Potasio		
	K ₀ (mg/100 g suelo)	K ₁₅₀ (mg/100 g suelo)	K ₀ /K ₁₅₀ x 100	K ₀ (mg K/100 g suelo)	K ₁₅₀ (mg K/100 g suelo)	K ₀ /K ₁₅₀ x 100
ANDISOLES						
Malleco	2610 d	3444 c	76	12,10 d	27,67 e	44
Correltúe	2685 d	3429 c	78	11,38 d	27,71 e	41
Freire	2327 e	4052 b	57	6,96 e	22,53 f	31
Vilcún	2242 e	4030 b	56	6,59 e	20,83 f	32
Sta. Bárbara 1	1576 f	3561 c	44	4,53 e	20,13 f	23
Sta. Bárbara 2	3242 c	3972 b	81	12,22 d	25,98 e	47
Agua Fría	3557 b	4098 b	87	17,99 c	34,77 c	52
ULTISOLES						
Chufquén	3610 b	4103 ab	88	16,99 c	30,98 d	55
Metrenco 1	4356 a	4518 a	96	30,04 b	46,27 b	65
Metrenco 2	4275 a	4662 a	92	35,10 a	45,85 b	77
Collipulli	4282 a	4384 a	97	34,11 a	50,53 a	68

Dentro de cada columna los valores con letras iguales no presentan diferencias estadísticas, según Duncan (P 0,05).

correlación obtenidos entre estas variables y el rendimiento ($r = 0,81^{**}$; $r = 0,92^{**}$; $r = 0,90^{**}$; $r = 0,90^{**}$; respectivamente).

El grado de respuesta a la aplicación de K en los Andisoles es diferente a la que ocurre en los Ultisoles. En estos últimos, excepto el suelo Chufquén, no se aprecia una respuesta a la aplicación de K. Sin embargo, la absorción de K desde suelos con aplicación de K es significativamente mayor que la proveniente de suelos sin adición de este elemento.

En los Andisoles planos, excepto el suelo Agua Fría, y en el suelo Santa Bárbara 1, se observa la mayor respuesta de las plantas a la aplicación de K; en los Andisoles de lomajes, la respuesta es menor, pero también es significativa. La baja absorción relativa de K en los Andisoles Freire, Vilcún y Sta. Bárbara 1, explicaría la menor producción de materia seca obtenida. En los Andisoles Malleco, Santa Bárbara 2 y Correltú se observan mayores absorciones de K que en el resto, excepto el suelo Agua Fría. Ello se debería a los mayores contenidos de K intercambiable y Step K y a la mayor dm que ellos poseen. Todo lo anterior explicaría la mayor producción de m.s. obtenida en éstos que en el resto de los Andisoles, a excepción del suelo Agua Fría.

En el Andisol Agua Fría y en el Ultisol Chufquén, las plantas muestran una absorción relativa de K y una respuesta significativa a la aplicación de K, intermedia entre la presentada en Andisoles y Ultisoles, pero que se asemeja a la de los últimos. Ello sería un reflejo de sus contenidos intermedios de K en las formas de K del suelo y en los estimados a través de dm y de otras variables del K del suelo (Montenegro y Rodríguez, 1983).

El grado de la respuesta de las plantas a la aplicación de K, bajo condiciones exhaustivas de extracción desde suelos en macetas en invernadero, proporcionaría un índice de las necesidades actuales y futuras de K en los suelos de la IX Región. De acuerdo con los resultados obtenidos, en la actualidad deberían presentarse respuestas al K en el Andisol Santa Bárbara 1, en los Andisoles planos y en los de lomaje con cultivo intensivo. A corto plazo, deberían presentarse respuestas en los Andisoles de lomajes con baja intensidad de cultivo y, a mediano plazo, no se presentarían respuestas en los Ultisoles y en suelos con la mineralogía del Agua Fría.

RESUMEN

Se estudió el poder de suministro de K de siete Andisoles y de cuatro Ultisoles de la IX Región de Chile. En condiciones de invernadero, se obtuvo el K absorbido por las plantas de ballica a partir de las formas intercambiables y no intercambiables de K del suelo; además, se estudió el efecto de la aplicación de K sobre la producción de m.s. y la absorción de K por las plantas.

Los valores de las distintas variables del K del suelo se correlacionaron con la producción de m.s. y con la absorción de K por las plantas. Las conclusiones fueron:

1. La absorción de K por las plantas de ballica en los Ultisoles es, en promedio, 3 a 4 veces superior a la que éstas presentan en los Andisoles, con excepción de los suelos Agua Fría y Chufquén, que muestran características intermedias entre ambos grupos de suelos. Las plantas de ballica extrajeron más K de las formas intercambiables que de las no intercambiables. Sin embargo, un porcentaje importante de lo absorbido, que varió del 9 al 44% en los Andisoles y del 25 al 44% en los Ultisoles, correspondió a estas últimas.

2. La absorción de K está significativamente relacionada con el K intercambiable ($r = 0,97^{**}$) y con el Step K ($r = 0,92^{**}$). A su vez, estas variables están relacionadas con el porcentaje de arcilla del suelo ($r = 0,82^{**}$ y $0,81^{**}$, respectivamente). También, la "capacidad máxima de desorción de K" presenta una correlación altamente significativa con la absorción de K ($r = 0,94^{**}$) y con el K intercambiable ($r = 0,97^{**}$).

3. En los Ultisoles no se observa respuesta de las plantas, en condiciones de invernadero, a la aplicación de K, con excepción del suelo Chufquén. En los Andisoles planos, con excepción del suelo Agua Fría y en el Andisol Santa Bárbara 1, se observa la mayor respuesta de las plantas a dicha aplicación y en los Andisoles de lomajes, esta respuesta es menor, pero también significativa. En el Andisol Agua Fría y en el Ultisol Chufquén, las plantas muestran una respuesta significativa, intermedia entre la presentada en los Andisoles y Ultisoles, con un comportamiento que se asemeja al de estos últimos suelos.

LITERATURA CITADA

- FERGUS, I.F. and MARTIN, A.E. 1974. Studies on Potassium, IV. Interspecific differences in the uptake of non-exchangeable potassium. *Aust. J. Soil Res.* 12: 147-158.
- FERNANDEZ del P., M. 1977. Fertilización del raps en la zona sur. En: Seminario Nacional de Oleaginosas. Estación Experimental Carillanca, Temuco. p: 129-141.
- FREITAS, L.M.M. DE, Mc CLUNG, A.C. y PIMENTEL, G.F. 1966. Determinación de las zonas de déficit potásico para el cultivo del algodón. *Revista de la Potasa, Sec. 5:* 1-13.
- HAYLOCK, O.F. 1956. A method for estimating the availability of non-exchangeable potassium. En: *Trans. Int. Congr. Soil Science, 6th Congr., París.* p: 403-408.
- MARTINI, F.A. and SUAREZ, A. 1975. Potassium status of some Costa Rica Latosols and Andisols and their response to potassium fertilization under greenhouse conditions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 39 (1): 74-80.
- MONTENEGRO, A. y RODRIGUEZ, J. 1983. Suministro de K de Andisoles y Ultisoles de la Región de la Araucanía (Parte I). *Ciencia e Investigación Agraria* 11(2): 99-107.
- MOSS, P. and COULTER, J.K. 1964. The potassium status of West Indian volcanic soils. *J. of Soil Sci.* 15 (2): 284-297.
- RODRIGUEZ, J.; PEYRELONGUE, A.; SUAREZ, D. y URZUA, H. 1974. Poder de suministro de potasio en suelos de la zona central de Chile. *Ciencia e Inv. Agr.* 1 (1): 47-54.
- SAAVEDRA, N. 1975. Manual de Análisis de Plantas. Pub. 17, Depto. de Suelos, Facultad de Agronomía, Univ. Católica de Chile. 64 p.
- SCHENKEL S., G. y BAHERLE V., P. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. *Agricultura Técnica (Chile)* 31 (1): 9-24.
- SCHENKEL S., G.; BAHERLE V., P.; FLOODY A., H.; y GAJARDO M., M. 1971a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IV. Macronutrientes, provincia de Malleco. *Agricultura Técnica (Chile)* 31 (3): 129-135.
- SCHENKEL S., G.; BAHERLE V., P.; FLOODY A., H.; y GAJARDO M., M. 1971b. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. V. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Malleco. *Agricultura Técnica (Chile)* 31 (3): 136-142.
- SCHENKEL S., G.; BAHERLE V., P.; FLOODY A., H.; y GAJARDO M., M. 1971c. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VI. Macronutrientes, provincia de Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)* 31 (4): 169-181.
- SMITH, J.A. and MATTHEWS, B.C. 1957. Release of potassium by 18 Ontario soils during continuous cropping in the greenhouse. *Canadian J. of Soil Sci.* 37 (1): 1-10.
- VAN REEUWIJK, L.P. and de VILLIERS, J.M. 1968. Potassium fixation by amorphous aluminosilica gels. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32 (2): 238-240.
- VOLKE H., V. 1972. Factores de producción del trigo en suelos trumaos de las provincias de Malleco y Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)* 32 (4): 189-200.