

CATEDRA DE AGRICULTURA
Catedrático: Prof. Dr. D. ANDRES SUAREZ

Estudio comparativo del valor de algunas soluciones extractoras del P y K del suelo en relación con su contenido en cinco especies pratenses

*Por Andrés Suárez y
C. Carpintero*

INTRODUCCION

El análisis del suelo como índice del valor de los mismos es un técnica común en todos los países. Para medir este estado de nutrición del suelo se recurre unas veces a métodos biológicos, microbiológicos y en la gran mayoría de los casos al análisis químico.

Haciendo uso de estos últimos métodos se ha tratado de encontrar la posible relación entre el contenido total de un determinado elemento en el suelo y la producción o también el contenido en este mismo en los vegetales. Los resultados, basados en el contenido total, como es bien sabido, no han sido en modo alguno aceptables lo cual obligó a buscar en la determinación de una parte de esta reserva total del suelo en estos elementos (asimilable), tratando de conseguir con ello una mayor aproximación. Con este fin hubo que recurrir a soluciones (extractoras) que tuvieran como condición el acercarse, en su poder extractor, al que tienen las raíces de las plantas, en condiciones normales. Así nacieron los métodos de extracción usados hoy, en todos los cuales resulta esencial, para obtener resultados aceptables, el que la extracción se realice en las condiciones de máxima estandardización, es decir, manteniendo una determinada relación suelo/solución extractora, y que las

demás condiciones de la operación, concentración, pH de la solución, tiempo de extracción, etc. sean, en lo posible homogéneas y fáciles de reproducir. No obstante los resultados obtenidos con las distintas soluciones no son, en la mayor parte de los casos comparables.

En un trabajo anterior uno de nosotros⁴ intentó utilizar la relación "suelo/composición de la planta" para poder deducir, entre un grupo de soluciones extractoras, la más adecuada, dentro de las condiciones de trabajo dadas, para la determinación de P y K asimilables, siguiendo una técnica análoga a la preconizada por VAN DER PAAUW²¹ y que consistía en tomar conjuntamente suelo y vegetación creciendo sobre un terreno de pasto y estudiar así la relación "elemento químico extraído"/"elemento asimilable".

Los resultados obtenidos no puede decirse que fueran precisamente muy concluyentes y por ello no se pudo dejar claramente sentado el valor que el estudio de la relación "elemento químico extraído"/"elemento asimilable" podía tener en este sentido. Parece lógico pensar que una de las razones, quizás la única, esté en que al tratarse de un cultivo asociado se introducen un gran número de variables en el estudio lo cual invalida los resultados. Piénsese que el cultivo pratense tiene una gran complejidad, no sólo por la natural dependencia del suelo y clima, sino por la heterogeneidad que determina la mezcla de especies que forman este cultivo y por la diversidad que manifiestan en su comportamiento. La muestra vegetal es una asociación de plantas de características y composición diferente y por ello no muy adecuada para servir de patrón del estado nutricional del suelo, y por otro lado incluso el crecimiento promiscuo de las plantas introduce factores nuevos que podrían ser los responsables de la baja significación. Sin embargo, por otro lado, la riqueza relativamente elevada en coloides húmicos que tienen los suelos de pradera puede ser un elemento regulador de los diferentes factores que intervienen en el suelo y reducir así las interacciones entre los diversos elementos minerales y asegurar un equilibrio mayor entre los iones presentes en el suelo, atenuar los procesos de insolubilización, una mayor regularidad en la vida microbiana, e incluso el pH se mantiene a un nivel más próximo el normal.

Revisión bibliográfica

Son muchos los trabajos realizados para comparar las distintas soluciones extractoras en el sentido de encontrar la más representativa

en relación con el poder de extracción de la planta. Por otro lado es lógico que dada la enorme cantidad de variables no sea posible encontrar una solución extractora que, en general resulte superior para todos los cultivos y condiciones, y ni tampoco para los diferentes elementos. Es decir que una puede dar buenos resultados para un cultivo pratense y no darlo para uno de leguminosas, o bien reflejar fielmente la absorción de P y no la de K.

En relación con los datos obtenidos para el P y K que a nosotros nos interesan, y siempre pensando en condiciones de cultivo de prado, los resultados aportados por otros autores, en los distintos aspectos en los que este problema ha sido considerado los resultados, no son, en modo alguno concordantes ni definitivos.

En primer lugar BECKWITH² al discutir la facilidad de asimilación de los elementos nutritivos señala el contraste entre el sistema "planta/solución/suelo" por una parte y el "planta/solución-solución/suelo" por otra. Sugiere que hay dos factores que limitan más señaladamente el valor de los procedimientos analíticos de extracción de los elementos nutritivos del suelo. En primer lugar que las plantas crecen a menudo en condiciones que no les permiten aprovechar completamente dichos elementos, en este caso la absorción por la raíz no proporciona un valor real sobre los elementos disponibles, y por otra parte los sistemas "solución/suelo" dan muy poca información sobre el sistema "planta/solución/suelo". MOSES¹² opina que la absorción de nutrientes es un proceso metabólico en el cual los factores fisiológicos juegan un importante papel y por eso piensa, refiriéndose especialmente al P, que los métodos de laboratorio para la extracción de este elemento sacan fracciones diferentes de las que obtienen las plantas.

Frente a esto VAN DEN HENDE y COTTERIE²⁰ en suelos belgas, al comparar distintos métodos en ensayos sobre suelos de prado afirman que el método del lactato amónico es el que ofrece posibilidades más interesantes desde el punto de vista químico, si bien para el fósforo y el potasio encuentran más adecuada la extracción con ácido clorhídrico.

MANUCA,⁵ también para el fósforo, en cultivo de avena, obtuvo la significación más alta ($r = 0,8$ a $0,99$) cuando empleaba el método del fluoruro amónico y el del bicarbonato, siendo para BODY³ el más eficaz el bicarbonato en la mayor parte de los suelos, si bien el HCl dio mejores resultados en los suelos orgánicos y el del ácido cítrico en los

arenosos y arenolimosos, siempre refiriéndose a la extracción de fósforo. OLSEN¹⁶ obtiene también los resultados mejores con el bicarbonato. AVAKIAN¹ afirma que el método del ácido cítrico es bueno para las suelos no calcáreos.

WILLIAMS²⁴ y por otro lado McLACHLAN¹¹ trabajando los dos sobre praderas encuentran que la extracción con bicarbonato y para el segundo autor también el método de Bray es el que facilita mejores resultados. MATTINGLY⁹ obtiene las correlaciones más altas con el método del bicarbonato, en los suelos calcáreos y SEN GUPTA¹⁷ sobre el mismo tipo de suelos, utilizando el vallico como planta, es con el método del bicarbonato y con el de agua saturada de anhídrico carbónico con los que obtiene resultados más significativos. Por el contrario TULCHINSKAYA¹⁹ al comparar el del ácido sulfúrico, lactato cálcico y Burriel-Hernando, encuentra como más adecuado este último en suelos con carbonatos y el del ácido sulfúrico para los no carbonatados. Todos ellos comparan las soluciones extractoras para el fósforo.

Los estudios en relación con el K son también muy abundantes. JORGE⁶ compara distintas soluciones extractoras y el método de Neubauer en el arroz y encuentra que el acetato magnésico, acético, nítrico, y acetato amónico eran las soluciones que tenían un poder de extracción similar al de las plantas. Las soluciones de clorhídrico, nítrico y cloruro sódico 0,5 N extraían más K que las propias plantas. Por el contrario OLLAGNIER y PREVOT¹⁵ sobre cacahuet no encuentran ninguna correlación entre el potasio asimilable del suelo y el de la hoja.

MORACKEWSKY¹² sobre parcelas de experimentación en tres tipos de suelos de prados encontró buena correlación entre el fósforo y potasio de la hierba y el contenido de estos dos elementos en el suelo cuando se refería a plantas de la misma familia y encuentra que el método del lactato es útil solamente en suelos minerales pero no en los alcalinos.

WARREN²³ al estudiar comparativamente la medida del fósforo y potasio en remolacha azucarera encuentran que la mejor solución es la del ácido clorhídrico, menos en los suelos calcáreos que da mejores resultados el bicarbonato. El ácido cítrico daba también buenos resultados. En general los métodos que emplean poca cantidad de disolventes, en relación con la cantidad de suelo, parecen ser más útiles que aquellos, como el del lactato, sulfúrico y acético, que utilizan grandes volúmenes.

Las técnicas de resinas cambiadoras de iones e isotópicas han sido estudiadas por MOSKAL¹⁴, SUZUKI¹⁸ y VIRMANI²² comparándolas con los métodos químicos sobre distintos cultivos encontrando correlaciones altas con técnicas isotópicas.

PARTE EXPERIMENTAL

Características generales.

El estudio ha sido realizado sobre prados naturales de la zona montañosa de la provincia de León. Los tipos de suelos predominantes son las tierras pardas húmedas, rendsinas pardas y rojas, vegas pardas y suelos de gley.

La elevada cantidad de materia orgánica, así como el buen grado de evolución de la misma, nos permite clasificarlos como suelos ricos en humus de tipo "mull". Existen en la zona estudiada gran variedad de facies geológicas que la cruzan. Climatológicamente es una región húmeda con temperaturas medias bajas durante la mayor parte del año.

Los datos obtenidos del Servicio Meteorológico durante el año agrícola 1965-1966 fueron de 1.513 mm de lluvia.

Las características más destacadas de los suelos estudiados se reflejan en la Tabla I.

Se eligieron cinco plantas, tres gramíneas: *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Phleum pratense*, y dos leguminosas: *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*.

La elección de las plantas fue hecha teniendo en cuenta sus cualidades: son forrajes típicos, de buena calidad y por tanto de alto valor nutritivo, y normalmente están presentes en la zona estudiada. Cada planta crece preferentemente sobre una determinada clase de suelos. El vallico abunda sobre suelos arcillosos y frescos mientras que el dactilo y el fleo prefieren suelos compactos y húmedos, calizos principalmente. El vallico es una gramínea de excelente calidad. El trébol blanco y el rojo son leguminosas calcícolas aunque el último vive también en suelos silíceos con tal de que tengan bases y algo de arcilla.

Material y métodos.

Se recogieron veinticuatro muestras de suelo en distintos puntos de toda la zona procurando que incluyeran suelos de distinta naturaleza geológica y dentro del margen de pH existente en dicha zona.

De cada prado se tomó, simultáneamente, muestra separada de las tres gramíneas y dos leguminosas objeto de estudio. Suelos y plantas una vez secos al aire se prepararon convenientemente para su análisis. Sobre las muestras de suelo se determinó la textura y pH así como el contenido en fósforo asimilable por seis métodos diferentes.

Los métodos empleados para el fósforo fueron los siguientes:

Burriel-Hernando.

Ácido cítrico 1% (ARRHENIUS).

Acetato amónico.

Lactato cálcico (EGNER-RIEHM).

Ácido acético 2,5% (WILLIAMS).

Bicarbonato sódico (OLSEN).

Para el potasio:

Acetato amónico.

Ácido clorhídrico (NELSON).

Nitrato amónico (NEHRING).

Lactato cálcico.

Solución Morgan.

El fósforo se determinó colorimétricamente empleando el reactivo propuesto por Lucena-Prat⁷ y adaptado por M. de Pancorbo¹⁰ en un colorímetro Spectronic 20. El potasio se obtuvo por fotometría de llama empleando un fotómetro Eppendorf.

Sobre las muestras vegetales se realizó la determinación del contenido en estos dos minerales empleando colorimetría y fotometría respectivamente previa mineralización de la muestra.

Los resultados obtenidos vienen expresados en las tablas, II, III, IV y V.

La distribución de muestras, con relación al pH, fue la indicada en la tabla VIII predominando las neutras y alcalinas.

TABLA VIII

pH	%
(5-6)	4,5 %
(6-7)	58,2 %
(7-8)	37,3 %

TABLA I
Características de los suelos estudiados.

N. ^o muestra	Geología	Textura	pH	
			H ₂ O	CIK
1	Siluriano	Limo-arenosa	6,1	5,2
2	"	" "	6,2	5,4
3	"	" "	5,8	4,9
4	"	" "	6,5	5,5
5	Estefanense	Limosa	6,6	5,8
6	" "	Limo-arenosa	6,2	5,3
7	Caliza-Montaña	" "	6,2	5,4
8	Estefanense	" "	6,4	5,5
9	Caliza-Montaña	" "	7,5	6,8
10	" "	" "	6,7	5,9
11	Westefaliense	Areno-Limosa	7,1	6,4
12	Caliza-Montaña	Limo-arenosa	6,5	5,6
13	Oligoceno	" "	6,6	5,7
14	Devoniano	" "	6,4	5,4
15	"	" "	6,5	5,4
16	Siluriano	" "	7,3	6,3
17	Devoniano	" "	7,7	7,0
18	"	" "	7,2	6,4
19	Siluriano	" "	7,2	6,4
20	Westefaliense	" "	6,5	5,8
21	" "	" "	7,1	6,4
22	Caliza-Montaña	" "	6,9	6,1
23	Devoniano	Limo-arcillosa	7,2	6,4
24	"	Limo-arenosa	7,5	6,9

TABLA II

Contenido en P_2O_5 asimilable en los suelos (mg/100 g) por distintos métodos.

N.º muestra	Burriel Hernando	Ácido cítrico	Acetato amónico	Lactato cálcico	Ácido acético	Bicarbonato sódico
1	0,90	21,5	0,60	0,60	3,28	3,63
2	1,30	12,9	0,76	0,55	5,1	3,50
3	3,50	17,5	1,24	4,15	8,8	6,1
4	1,10	7,8	0,76	1,20	3,92	3,63
5	2,10	4,25	0,88	0,65	1,52	3,00
6	5,0	31,1	1,12	7,8	10,9	15,3
7	2,10	7,4	0,76	0,83	2,76	3,00
8	1,10	5,3	0,88	1,45	3,04	2,50
9	3,00	9,0	0,88	1,00	6,3	3,13
10	2,00	6,0	0,88	0,90	4,64	3,50
11	3,70	18,3	0,76	1,35	5,8	10,3
12	2,50	6,4	1,00	1,45	2,00	3,88
13	2,40	10,4	0,52	0,35	8,5	2,63
14	2,00	4,25	0,60	0,45	1,44	3,00
15	2,90	14,1	0,72	1,13	11,3	3,50
16	23,2	133	1,72	23,3	44,8	15,1
17	6,8	22,3	1,00	0,75	9,0	8,0
18	5,6	30,1	0,76	7,3	6,4	6,8
19	2,80	11,1	0,96	0,35	8,2	3,50
20	2,50	11,0	0,76	0,63	5,1	3,63
21	3,00	8,9	0,76	0,35	5,6	3,25
22	2,80	10,3	0,96	0,75	9,5	3,38
24	2,80	12,5	0,96	0,45	7,4	4,12
24	3,50	3,40	1,12	1,40	5,8	5,4
Valor mín.	0,90	3,40	0,52	0,35	1,44	2,50
" medio	3,69	17,45	0,89	2,46	7,55	5,16
" máxi.	23,2	133,00	1,72	23,30	44,80	15,30
Valores más frecuentes	1 a 4 [79 %]	0 a 10 [42 %]	0 a 1 [76 %]	0 a 5 [92 %]	0 a 10 [88 %]	2 a 6 (76 %)

TABLA III

Contenido en K_2O asimilable en los suelos (mg/100 g) por distintos métodos.

N.º muestra	Acetato amónico	Ácido clorhídrico	Nitrato amónico	Lactato cálcico	Solución Morgan
1	26,4	9,5	8,0	11,0	4,00
2	27,0	11,8	8,8	10,5	3,40
3	28,0	15,3	9,0	10,5	3,80
4	27,0	11,8	7,0	7,5	1,40
5	30,4	17,0	12,5	11,0	3,80
6	39,0	32,8	27,8	24,0	14,0
7	26,4	10,3	7,5	8,8	2,60
8	25,4	9,0	6,0	6,0	1,00
9	26,0	9,5	6,0	6,5	1,20
10	27,4	13,5	9,8	8,0	1,20
11	28,0	17,0	11,0	11,0	5,00
12	27,4	11,5	7,8	7,5	1,80
13	26,0	11,5	7,8	7,5	1,80
14	29,0	14,5	13,5	12,0	4,60
15	29,0	16,3	13,5	12,0	4,00
16	44,4	40,5	37,3	31,3	16,4
17	34,0	24,0	22,5	17,0	8,0
18	32,0	20,5	18,8	15,5	7,0
19	29,0	14,8	12,3	11,0	3,80
20	34,0	26,5	22,5	22,0	33,80
21	28,0	14,3	12,3	10,5	2,60
22	29,0	15,5	14,3	12,0	4,60
23	27,0	11,5	10,5	8,9	2,40
24	27,4	11,0	10,8	7,5	1,40
Valor mínimo	25,4	9,0	6,0	6,0	1,0
Valor medio	29,5	16,4	13,2	12,1	4,6
Valor máximo	44,4	40,5	37,3	31,3	16,4
Valores más frecuentes	20 a 30(75%)	10 a 20(67%)	10 a 20(42)	10 a 20(50%)	1 a 5(75%)

TABLA IV

Contenido en P_2O_5 (%) en las distintas plantas.

N. ^o muestra	<i>Lolium perenne</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Trifolium pratensis</i>	<i>Trifolium repens</i>
1	0,53	0,60	0,49	0,54	
2	0,44	9,26	0,12	0,39	0,46
3		0,57	0,11	0,43	0,52
4	0,31	0,42	0,15	0,35	0,41
5	0,31	0,39	0,15	0,37	0,75
6	0,63	0,74	0,13	0,58	0,82
7		0,48	0,22	0,38	0,36
8		0,54	0,17	0,37	0,42
9		0,58	0,23	0,34	0,45
10		0,57	0,19	0,37	0,50
11	0,54	0,24	0,20	0,33	0,42
12	0,32	0,26	0,23	0,36	0,43
13	0,29	0,35		0,46	0,63
14	0,43	0,39	0,24	0,26	0,42
15	0,48	0,57	0,35	0,47	0,55
16		0,48	0,64	0,72	0,82
17	0,42	0,50	0,10	0,40	0,59
18	0,66	0,79	0,13	0,49	0,65
19	0,43	0,38	0,25	0,34	0,32
20		0,41	0,16	0,35	0,59
22		0,42	0,12	0,36	0,52
23	0,39	0,41	0,23	0,39	0,42
24	0,49	0,69	0,23	0,41	0,53
Valor medio	0,44	0,48	0,22	0,41	0,51

TABLA V

Contenido en K_2O (%) en las distintas plantas.

N. ^o muestra	<i>Lolium perenne</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Trifolium pratensis</i>	<i>Trifolium repens</i>
1	2,67	3,12	2,93	2,57	
2	2,73	2,21	1,14	1,23	1,02
3		2,51	1,01	1,02	0,86
4	2,07	2,22	1,19	1,27	1,90
5	1,38	1,96	1,43	1,53	1,25
6	2,07	2,59	2,34	2,54	3,27
7		2,57	1,21	1,08	0,95
8		1,94	2,09	1,18	1,36
9		2,38	2,28	1,22	1,01
10		2,28	2,17	1,40	2,21
11	1,91	1,46	2,56	1,93	2,43
12	1,03	1,55	1,83	1,53	1,29
13	1,32	2,54		1,40	1,54
14	1,66	2,24	2,01	1,43	1,70
15	1,54	2,90	1,70	1,45	1,91
16		2,49	2,37	2,65	2,62
17	1,66	2,84	2,40	1,40	1,30
18	1,48	2,30	1,88	2,01	2,98
19	2,18	2,65	2,42	2,16	2,55
20		1,81	1,97	1,56	1,97
21	1,75	2,38	2,29	1,58	2,05
22		2,90	2,47	1,83	2,67
23	1,36	2,02	1,89	1,16	1,26
24	1,62	2,24	2,00	1,23	0,88
Valor medio	1,78	2,34	1,98	1,60	1,78

TABLA VI

Coeicientes de correlación entre el contenido en fósforo de suelos con distintas soluciones extractoras y el de la planta.

Plantas	Burriel Hernando	Ácido cítrico	Acetato amónico	Lactato cálcico	Ácido acético	Bicarbonato sódico
<i>Lolium perenne</i>	r = 0,46*	r = 0,77**	r = 0,16	r = 0,74***	r = 0,34	r = 0,67**
<i>Dactylis glomerata</i>	r = 0,13	r = 0,13	r = 0,20	r = 0,27	r = 0,10	r = 0,27
<i>Phleum pratense</i>	r = 0,60***	r = 0,73***	r = 0,33	r = 0,58**	r = 0,65***	r = 0,28
<i>Trifolium pratensis</i>	r = 0,72***	r = 0,73***	r = 0,48**	r = 0,80***	r = 0,74***	r = 0,66***
<i>Trifolium repens</i>	r = 0,58***	r = 0,57***	r = 0,41*	r = 0,63***	r = 0,54***	r = 0,62***

TABLA VII

Coeicientes de correlación entre el contenido en potasio de los suelos con distintas soluciones extractoras y el de la planta.

Plantas	Nitrato amónico	Acetato amónico	Lactato cálcico	Ácido clorhídrico	Solución Morgan
<i>Dactylis glomerata</i>	r = 0,038	r = 0,015	r = 0,16	r = 0,086	r = 0,19
<i>Phleum pratense</i>	r = 0,17	r = 0,13	r = 0,15	r = 0,049	r = 0,16
<i>Lolium perenne</i>	r = 0,30	r = 0,24	r = 0,30	r = 0,22	r = 0,28
<i>Trifolium pratensis</i>	r = 0,66***	r = 0,63***	r = 0,66***	r = 0,61***	r = 0,57***
<i>Trifolium repens</i>	r = 0,58***	r = 0,56***	r = 0,56***	r = 0,58***	r = 0,58***

Siendo los valores de r marcados con * significativos en el nivel 5%; con ** significativos en el nivel 1% y con *** en el 0,1%.

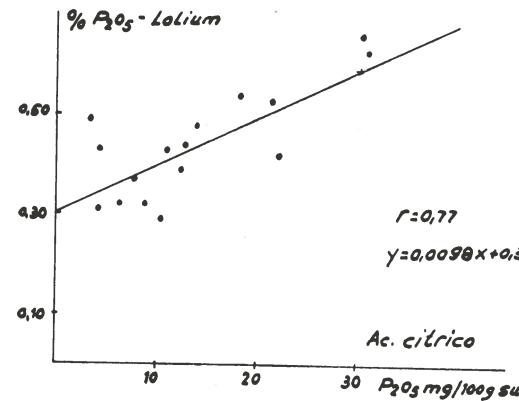


Fig. 1.—Relación entre el P_2O_5 extraído con ácido cítrico y su contenido en el *Lolium*.

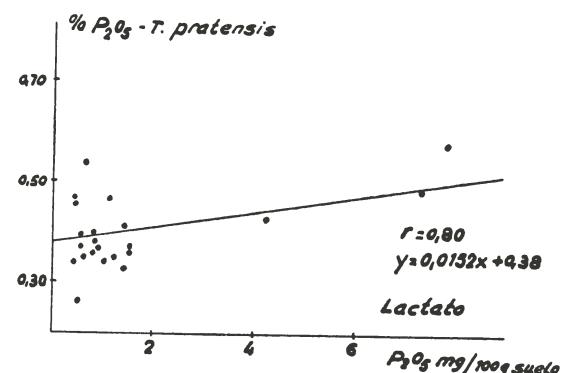


Fig. 2.—Relación entre el P_2O_5 extraído con lactato cálcico y su contenido en el *Trifolium pratensis*.

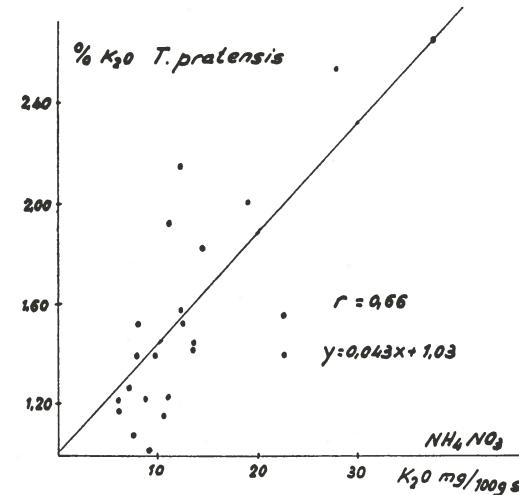


Fig. 3.—Relación entre el K_2O extraído con nitrato amónico y su contenido en el *Trifolium pratensis*.

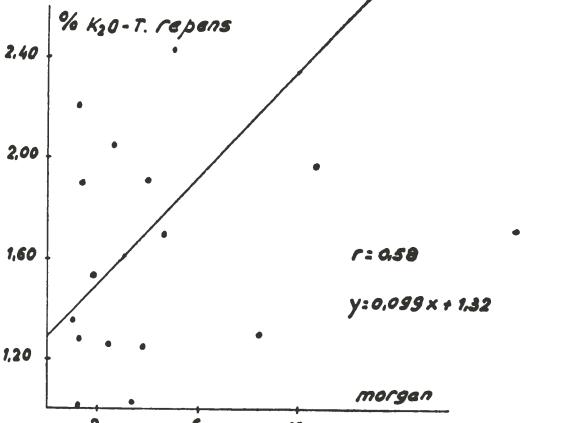


Fig. 4.—Relación entre el K_2O extraído con solución Morgan y su contenido en el *Trifolium repens*.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Sobre la serie de datos expuestos anteriormente se hace un estudio estadístico que relaciona el fósforo y potasio asimilables extraídos por las distintas soluciones extractoras con el contenido de estos elementos en las plantas estudiadas.

En la tabla VI y VII y figs. 1, 2, 3 y 4, se expresan los coeficientes de correlación encontrados y se estudio su significación mediante la fórmula de Fisher.⁵

En el caso del fósforo la correlación no fue significativa para todas las plantas. Para el *Lolium perenne* el método del ácido cítrico y el láctato cálcico dieron significación más alta, el método del bicarbonato significación media y el de Burriel-Hernando sólo significativamente al nivel 5 %. Para el *Dactylis glomerata* no se encontró ninguna significación con ninguno de los métodos. Para el *Phleum pratense* el ácido cítrico, ácido acético y Burriel-Hernando dieron correlación alta, el método del lactato lo hizo al nivel 1 %.

Para las leguminosas todas las soluciones dieron significación por el siguiente orden:

Lactato-acético-cítrico-Burriel-Hernando-bicarbonato-acetato-amónico, en el *Trifolium pratensis*: lactato-bicarbonato-Burriel-Hernando-cítrico-acético-acetato amónico en el *Trifolium repens*.

Los métodos del ácido cítrico y el lactato fueron, en general, los que dieron coeficientes más altos considerando las plantas en conjunto a excepción del dactilo. El acetato amónico no dio correlación significativa con ninguna gramínea y la significación más baja en las leguminosas.

En nuestro trabajo anterior⁴ considerando el conjunto de plantas, gramíneas, leguminosas y otras plantas, el método del acetato amónico dio correlación baja en los dos años que duró la investigación.

El método de Burriel-Hernando puede considerarse como regularmente bueno para este tipo de suelos.

La asimilación del potasio por las gramíneas no se correlaciona con el contenido de este mineral en el suelo por ninguna de las soluciones extractoras empleadas.

Para las leguminosas todas las soluciones son significativas con un nivel de significación mayor en el *Trifolium pratensis* que en el

Trifolium repens. Es notable además que no existe entre ellas ningún orden de preferencia que pueda señalarse, siendo prácticamente igual el empleo de una solución que otra.

CONCLUSIONES

Estudiados estadísticamente los resultados sobre la extracción de fósforo y potasio de 24 muestras de suelo, por distintas soluciones y la composición de las plantas en estos elementos cuando crecen sobre ellos, considerando aisladamente tres especies de gramíneas: *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Phleum pratense* y dos leguminosas *Trifolium pratensis* y *Trifolium repens*, se concluye.

1.º En suelos húmedos de prados, de tipo arenoso-limoso y pH comprendido entre 6 y 7,8 el método del ácido cítrico y el del lactato cálcico dieron correlación muy significativa para el fósforo, tanto para las gramíneas como para las leguminosas.

2.º La asimilación del fósforo por el *Dactylis glomerata*, no puede ser medida por ninguna de las soluciones extractoras empleadas: Burriel-Hernando, ácido cítrico, acetato amónico, lactato cálcico, ácido acético y bicarbonato sódico.

3.º El método del acetato amónico no es aceptable para el fósforo en este tipo de suelos tanto se considere la composición global de las plantas como si se hace separadamente.

4.º El potasio asimilado por las gramíneas no se correlaciona con el contenido del potasio del suelo extraído con la solución nitrato amónico, acetato amónico, lactato cálcico, ácido clorhídrico y solución Morgan.

5.º Para las leguminosas son igualmente aceptables cualquiera de los métodos empleados en la extracción de potasio y con igual significación.

RESUMEN

Se compara el valor de varias soluciones extractoras para el fósforo y potasio asimilables de los suelos de prados de la montaña de León, con los niveles de estos mismos elementos en plantas pratenses. Se

consideran tres especies de la familia de las gramíneas y dos leguminosas para deducir la bondad de las soluciones extractoras en función de la relación "asimilable en el suelo"/"contenido en la planta" de estos dos elementos.

RESUME

On a comparé la valeur de plusieurs solutions extractives pour le Phosphore et le Potassium assimilables des sols des prés de la région montagneuse de León (Espagne) avec les niveaux de ces mêmes éléments dans cinq plantes produites dans les prés.

On a étudié trois espèces de la famille des graminées ou graminacées et deux espèces de la famille des léguminieuses pour en déduire la bonté ou qualité des solutions extractrices en fonction du rapport "assimilable dans le sol"/"contenu dans la plante" de ces deux éléments.

SUMMARY

We have compared the value of various extracting solutions for Phosphorus and Potassium which are assimilable into the grounds of meadows in the mountainous country of León (Spain) to the levels of these same elements in five plants which are cultivated in prairies in said country.

We have considered three species belonging to the gramineous group and two species belonging to the leguminous group in order to conclude about the goodness of the extracting solutions in function of the ratio "assimilable into the ground"/"contents into the plant" of the two above elements.

BIBLIOGRAFIA

- 1) AVAKIAN, D. O. (1962).—*Edafología* (URSS), **11**, 100.
- 2) BECKWITH, R. S. (1963).—*Agrochimica*, **7**, 296.
- 3) BOYD, D. A. (1965).—*Tech. Bull. Minist. Agric. Fish.*, **13**, 94.

- 4) CARPINTERO, M. C. (1965).—*Anal. Fac. Vet. de León*, número 11.
- 5) FISHER, R. A. (1949).—“Método estadístico para investigadores”. Madrid. Aguilar.
- 6) JORGE, J. A., GARGANTINI, H. (1963).—*Bragantia*, **22**, 751.
- 7) LUCENA, F., PRAT, L. (1957).—*Anal. Chim. Acta*, **16**, 473.
- 8) MANUCA, O., DANILIUC, D. (1963).—*Anal. Inst. Cent. Cerc. Agric. Sect. Pedol.*, **31**, 125.
- 9) MATTINGLY, G. E. G., RUSSEL, R. D., JEPHCOTT, B. M. (1963).—*J. Sci. Food. Agric.*, **14**, 629.
- 10) MARTINEZ, P. A. (1959).—*Ann. Edaf.*, **18**, 93.
- 11) McLACHLAN, K. D. (1965).—*Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, **5**, 125.
- 12) MORACZEWSKI, R. (1961).—*Roczn. Blebozn.*, **10**, 49.
- 13) MOSES, U. S., SUTHERLAND, W. H., BLACK, C. A. (1959).—*Plant & Soil.*, **10**, 356.
- 14) MOSKAL, S. (1963).—*Roczn. Glebozn.*, **13**, Serpopl. 249.
- 15) OLLAGNIER, M. PREVOT, P. (1956).—I.R.H.O. París, 262.
- 16) OLSEN, S. R., COLE, C. V., FRANK, S., DEAN, L. A. (1954).—U.S. Dept. Agr. Cric., 9339, 19.
- 17) SEN GUPTA, M. B., CORNEFIELD, A. H.—*J. Sci. Agric.*, **14**, 563.
- 18) SUZUKI, A., LANTON, K., DOLL, E. C. (1963).—*Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **27**, 401.
- 19) TUL-CHINSKAYA, B. I. (1961).—*Kishiner. Sb.* 89.
- 20) VAN DEN HENDE, A., COTTENIE, A., MARTIN, L. (1954).—C.N.V. Congres. Int. Sci. Soil, Leopoldville, **2**, 493.
- 21) VANDER PAAUW, F. (1956).—*Plant & Soil*, **8**, 105.
- 22) VIRMANI, S. M., MOULINIER, H., MAZOYER, R. (1966).—*Ann. agron.*, **17**, 143.
- 23) WARREN, R. G., COOKE, G. W. (1965).—*Tech. Bull. Minist. Agric. Fish.*, **13**, 75.
- 24) WILLIAMS, R. J. B., COOKE, G. W. (1965).—*Tech. Bull. Minist. Agric. Fisch.*, **13**, 84.