

EFFECTO RESIDUAL, SOBRE LA PRADERA, DE LOS FERTILIZANTES APLICADOS EN DIVERSOS ENSAYOS DE ABONOS EN TRIGO Y EFFECTO DE LA APLICACION DE ABONOS FOSFATADOS EN COBERTERA SOBRE PRADERAS ESTABLECIDAS *

Por

ELIAS LETELIER ALMEYDA **

En la región cerealera chilena, especialmente en los suelos de secanos en los que no se cultivan plantas de chacarería, es costumbre aplicar los abonos al cereal (generalmente trigo), el que es seguido por 2 o 3 años de pradera, generalmente a base de trébol, la que se beneficia del efecto residual de los abonos aplicados al cereal. Cuando la rotación incluye chacras, son estas las que reciben la mayor parte del abono, si bien también el cereal es frecuentemente salitrado y a veces, como sucede en los alrededores del Lago Llanquihue, tanto la chacra (papas) como el cereal reciben un abonado bastante completo. Es de interés agronómico y económico medir este efecto residual para cada uno de los tipos de fertilizantes utilizados y apreciar cuanto dura este efecto. Con este objeto, algunos de los ensayos efectuados por el Departamento de Investigaciones Agrícolas se han dejado uno o dos años para cosechar el trébol, mezcla de forrajes, o pradera natural que se deja en las mismas parcelas que llevaron trigo en el primer año de ensayo. Debe tomarse en cuenta que el suelo no se rompe entre el cultivo del trigo y la implantación de la pradera; generalmente el trébol se siembra asociado al trigo, o bien, sobre el rastrojo. Este detalle es importante, puesto que en esta forma el abono no sufre una "dilución", en el suelo, superior a la que ha experimentado mientras éste ha estado con trigo. En todos estos ensayos el abono se aplica inmediatamente antes de la siembra de trigo y se entierra con rastra o cultivador, excepto en el caso del nitrógeno; éste se aplica, la mitad en la misma forma que los demás y la otra mitad a fines del invierno.

Algunos efectos residuales obtenidos en ensayos sobre trigo efectuados en nuestro país ya han sido dados a conocer en "7 años de Investigaciones Agrícolas" (1) y en "Agricultura Técnica" (2).

A continuación se resumen brevemente los resultados ya publicados:

* Recibido para su publicación el 26 de Abril de 1956.

** Ingeniero Agrónomo. Sección Suelos. Departamento de Investigaciones Agrícolas.

El efecto residual del fósforo fué notable, especialmente en Collipulli y Victoria, donde la pradera que se benefició del efecto residual fué trébol encarnado y rosado, respectivamente. Un efecto residual bastante inferior del fósforo se notó en Cauquenes y Osorno, a pesar de haber habido un efecto muy considerable en el trigo; en estas estaciones la pradera fué únicamente a base de vegetación natural, muy pobre en Cauquenes y rica en gramíneas y leguminosas silvestres en Osorno. No se notó ningún efecto residual del nitrógeno ni del potasio. El efecto residual del encalado fué nulo en Cauquenes y Osorno, regular en Victoria y muy considerable en Collipulli; en uno de los dos años en que se midió el efecto residual sobre ensayos NPKCa en Collipulli, el efecto del encalado en el trébol fué en realidad muy superior al manifestado en el año anterior en el trigo.

Los otros ensayos de efecto residual publicados se refieren a comparación entre diversos abonos fosfatados; el efecto sobre la pradera de la aplicación de fósforo al trigo (70 a 100 Kg. P_2O_5 por Há.) fué variable, llegando hasta un 63% sobre la fórmula sin fósforo; lo más notable en estos ensayos fué que ellos señalan como muy probable el hecho de que la diferencia en el grado de aprovechabilidad de los diversos fosfatos tiende a desaparecer después del primer año.

Los resultados que se dan a conocer en el presente artículo se refieren al efecto residual de diversos ensayos factoriales efectuados en trigo entre los años 1947 y 1950. Los ensayos efectuados en trigo han sido descritos y analizados en diversas publicaciones en "Agricultura Técnica" (3, 4), así como también los suelos en que estos ensayos se verificaron. Sin embargo, se ha considerado conveniente incluir, a continuación, un pequeño resumen de las características elimáticas y edáficas en que estos ensayos se efectuaron:

Localidad	Temp. media anual	Lluvia mm.	Lluvia en Mayo, Junio, Julio y Agosto mm.	Textura	Tipo de suelo	pH	M.O. %	Riego o secano
Cauquenes	14,9	800	613	A. arcilloso	granítico	6-6,5	3%	secano
L. Angeles	13,9	1.300	483	fco. limoso	trumao	5,5	16%	riego
Collipulli	12,9	1.300	490	fco. arcilloso	arc. roja	5,5	8%	secano
Victoria	12,0	1.700	669	fco. limoso	trumao	5,8	11%	secano
Osorno	11,9	1.350	1.010	fco. limoso	trumao	5,7	18%	secano

Tanto los trumaos como la arcilla roja son suelos de gran poder tampón en cuanto al efecto del encalado sobre el pH. El suelo granítico de Cauquenes, por el contrario, es muy débilmente tamponado y su pH actual refleja el efecto de las anteriores aplicaciones de cal.

Para apreciar el efecto residual de los abonos, se cercaron estos ensayos luego de cosechado el trigo, de modo de impedir el traslado de fertilidad por el ganado.

Los resultados de estos ensayos de efecto residual se han ordenado en forma de cuadros en los que se indican: los abonos aplicados al trigo, el rendimiento del trébol al año siguiente y, a veces, al año subsiguiente de la aplicación de los abonos. También se comparan en estos cuadros el efecto inmediato de los diversos tratamientos en el trigo y el efecto residual en el trébol, en ambos casos como porcentajes del Testigo, como base de comparación.

Cuadro N° 1.—Aunque la masa de la cosecha de efecto residual fué trébol rosado, hubo también bastante pasto miel (*holcus lanatus*) y algunas malezas (*vigorera*). En el primer año de pradera se nota un efecto residual de los abonos superior al efecto inmediato en el trigo. El efecto principal es de NP y hay un efecto secundario del encalado, pero sólo en dosis superiores a las 5 toneladas de carbonato de calcio

CUADRO N° 1

EFFECTO RESIDUAL DE LA CAL Y DEL ABONO FOSFATADO APLICADO ANTERIORMENTE AL TRIGO. — LOS ANGELES

Siembra del trigo: 1947

1ª cosecha de trébol rosado: Diciembre 1948 y Febrero 1949 (2 cortes)

2ª cosecha de trébol rosado: Diciembre 1949 (1 corte)

Abonos aplicados al trigo	1ª cosecha trébol qq./Há. (verde)	2ª cosecha trébol qq./Há. (verda)	Cosecha trigo en % del testigo	1ª cosecha trébol en % del testigo	2ª cosecha trébol en % del testigo
1. NP	380	208	138	149	121
2. NPCa ₁	365	172	135	143	100
3. NPCa ₂	357	184	138	140	107
4. NPCa ₃	402	202	126	158	117
5. NPCa ₄	388	192	127	152	112
6. Ca ₄	305	174	110	120	101
7. Testigo	255	172	100	100	100

Dif. Sign. P. 5%

qq./Há.

50

No signif.

Coef. Variab. %

12%

26%

N = 200 Kg./Há. Salitre sódico	= 32 Kg./Há. N nítrico
P = 500 Kg./Há. Fosfato Melón	= 92 Kg./Há. P ₂ O ₅ al joulié
Ca ₁ = 1.250 Kg./Há. Carbonato de calcio	= 538 Kg./Há. Ca ₀
Ca ₂ = 2.500 Kg./Há. Carbonato de calcio	= 1.076 Kg./Há. Ca ₀
Ca ₃ = 5.000 Kg./Há. Carbonato de calcio	= 2.152 Kg./Há. Ca ₀
Ca ₄ = 10.000 Kg./Há. Carbonato de calcio	= 4.304 Kg./Há. Ca ₀

CUADRO Nº 2

EFFECTO RESIDUAL SOBRE EL TREBOL DE LOS ABONOS FOSFATADOS Y NITROGENADOS APLICADOS ANTERIORMENTE AL TRIGO. — COSECHA DEL TREBOL EN QG.MM./HA. DE PASTO VERDE O HENO

Abonos aplicados al trigo (1)	LOS ANGELES (Trigo 1947) (en verde)				LOS ANGELES (Trigo 1948) (verde)			
	Cosecha Trébol 1948		Cosecha Trébol 1949		Cosecha Trébol 1949		Cosecha Trébol 1949	
	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100
1. N ₃₂ P ₄₀	261	103	202	116	121	92	99	
2. N ₃₂ P ₈₀	307	121	248	143	150	114	118	
3. N ₃₂ P ₁₂₀	358	142	250	144	172	130	134	
4. N ₃₂ P ₁₆₀	380	151	176	101	151	114	175	
5. N ₆₄ P ₄₀	262	104	182	105	155	117	119	
6. N ₆₄ P ₈₀	347	137	230	132	141	107	154	
7. N ₆₄ P ₁₂₀	324	128	236	136	155	117	170	
8. N ₆₄ P ₁₆₀	382	151	238	137	155	117	157	
9. Testigo	253	100	174	100	132	100	100	
Dif. Sign. P. 5 %,								
qq./há.	67		No Sign.		No Sign.			
Coef. Variabilidad, %	16 %		25 %		24 %			

CUADRO Nº 2 (continuación)

Abonos aplicados al trigo (1)	CAUQUENES (Trigo 1948) (heno)				VICTORIA (Trigo 1948) (verde)				OSORNO (Trigo 1948) (verde)			
	Cosecha Trébol encarn. 1951		Cosecha Trigo Testigo = 100		Cosecha Trébol 1949		Cosecha Trigo Testigo = 100		Cosecha Trébol 1949		Cosecha Trigo Testigo = 100	
	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100	qq./há.	Testigo = 100
1. N ₃₂ P ₄₀	26	137	44	155	44	126	138	138	138	103	107	
2. N ₃₂ P ₈₀	22	116	43	165	43	123	121	137	137	102	113	
3. N ₃₂ P ₁₂₀	24	126	50	168	50	143	156	137	137	102	112	
4. N ₃₂ P ₁₆₀	27	142	50	173	50	143	136	134	134	100	107	
5. N ₆₄ P ₄₀	23	121	44	176	44	126	147	137	137	102	110	
6. N ₆₄ P ₈₀	26	137	38	187	38	109	149	138	138	103	108	
7. N ₆₄ P ₁₂₀	23	121	48	179	48	137	161	134	134	100	117	
8. N ₆₄ P ₁₆₀	28	147	46	185	46	131	143	148	148	110	112	
9. Testigo	19	100	35	100	35	100	100	134	134	100	100	
Dif. Sign. P. 5 %	0.5	—	No sign.	—	No sign.	—	—	No sign.	No sign.	—	—	
Coef. Variabilidad, %	16 %	—	20 %	—	20 %	—	—	9 %	9 %	—	—	

(1) N = salitre sódico.

P = fosfato Melón.

Los índices de las letras N y P indican el número de Kg./há. de nitrógeno nítrico y anhídrido fosfórico aplicados.

por hectárea. El diseño experimental no permite distinguir el efecto de N de el de P, pero lo más probable, de acuerdo con otros antecedentes experimentales, es que la totalidad del efecto residual de NP deba atribuirse a P.

En el 2º año de pradera el efecto residual de los abonos es ya muy errático siendo también muy elevado el error experimental.

Cuadro N° 2.—Los Angeles (Trigo 1947). No hay efecto, ni inmediato ni residual, causado por el aumento de la dosis de N de 32 a 64 unidades por hectárea. En cambio hay un efecto manifiesto, tanto inmediato como residual debido al aumento de la dosis de P de 40 a 160 unidades por hectárea. Sin embargo, el efecto de la dosis menor de P, muy notable en el trigo, casi no es notorio en el trébol; así mismo, el efecto de las dosis elevadas es mayor en el trigo que en el trébol. En el segundo año de trébol el error experimental es muy grande.

Los Angeles (Trigo 1948). Efecto del aumento de la dosis de N en el trigo y, mayor y más claro, del aumento de la dosis de P. En el efecto residual el error experimental es elevado.

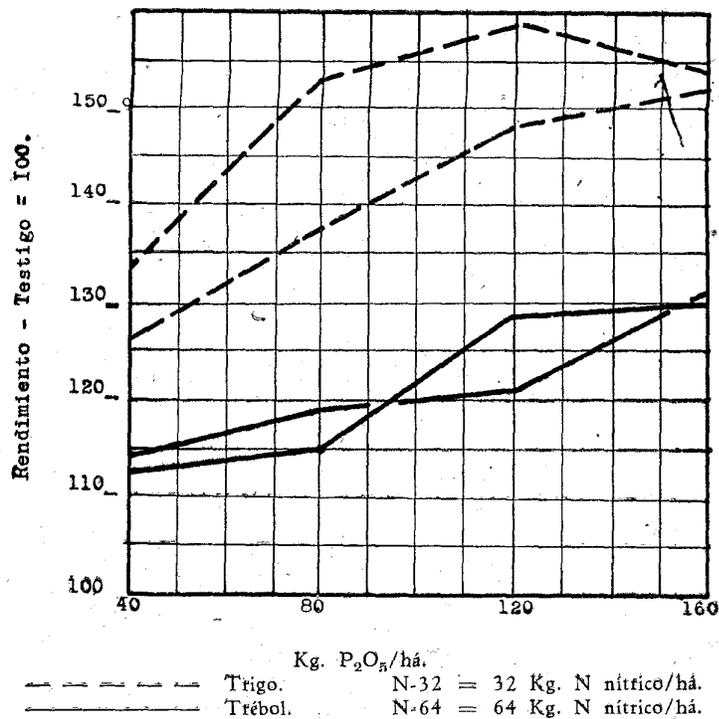


Figura N° 1: Ensayo de dosis de N y P. Promedio de 5 ensayos.

Cauquenes. Efecto de aumento de N y de P en el trigo. Efecto residual sólo de P pero inferior al efecto inmediato.

Victoria. Efecto combinado de N y P notorio en el trigo, aunque no hay efecto del aumento de dosis. En el trébol, el error experimental es grande; se nota, sin embargo, un efecto general de los abonos, aunque inferior al efecto inmediato.

Osorno. Efecto moderado de los abonos en el trigo; no hay efecto del aumento de dosis. No hay efecto residual manifiesto, no obstante que el error experimental es bajo.

Los resultados de los 5 ensayos presentados en el cuadro N° 2 se han promediado y se presentan en la figura N° 1; se destaca en este gráfico el mayor efecto inmediato de P con respecto al efecto residual; el efecto de N sobre el trigo y el ningún efecto residual de este elemento sobre el trébol (por lo menos en cuanto al aumento de 32 a 64 unidades).

Los cuadros N° 3 al N° 6 se refieren al efecto residual de los ensayos factoriales de dosis de P y Ca de cuyos resultados se han analizado en detalle anteriormente en esta misma publicación (4).

Cuadro N° 3.—El pasto sembrado asociado con trigo fué en Cauquenes el trébol encarnado.

Trigo 1948. Cosecha pasto 1950. 2° año trébol encarnado el que ya es bastante escaso en relación a la vegetación natural la que, por otra parte, es siempre escasa en este fundo debido a las condiciones climáticas. Los efectos residuales no son significativos, aunque se vislumbra el efecto favorable de P y de la encaladura. Parece que ambos fueran mutuamente reemplazables, es decir habría una interacción negativa. Este resultado es parecido, en sus líneas generales, al efecto inmediato obtenido en el trigo.

Trigo 1950. Cosecha pasto 1951. El porcentaje de trébol en relación a plantas espontáneas varió en las diversas parcelas entre un 20 y un 100% no observándose preponderancia clara de ningún tratamiento en este aspecto; sin embargo, en la masa total cosechada hubo grandes diferencias. El efecto del encalado fué bastante notable hasta el punto que con dosis elevadas de cal los rendimientos fueron muy altos, aunque no hubiera habido aplicación de P; se puede decir que el fósforo y la encaladura son mutuamente reemplazables en dosis elevadas. El efecto residual en este caso fué muy parecido al efecto inmediato sobre la cosecha del trigo.

Trigo 1950. Cosecha pasto 1952. El trébol es ya muy escaso y el error experimental muy elevado; sin embargo, se nota todavía el efecto de la aplicación de P.

Trigo 1951. Cosecha pasto 1952. A pesar del error experimental elevado, los efectos residuales son significativos, con relación al testigo, notándose también el efecto de las dosis crecientes de P en los 3 niveles más bajos de encaladura, aunque este efecto no alcanza a ser sig-

nificativo. Aparentemente hay también un efecto de interacción negativa P x Ca en la dosis más elevada de encaladura, pero tampoco este efecto es significativo.

CUADRO N^o 3

EFFECTO RESIDUAL, SOBRE LA EMPASTADA, DE LA CAL Y DEL FOSFATO APLICADOS AL TRIGO

CAUQUENES

Tratamientos	Siembra trigo 1948		Siembra trigo 1950		Siembra trigo 1951
	Cosecha pasto seco 50-51 qq./há.	Cosecha pasto seco 51-52 qq./há.	Cosecha pasto seco 52-53 qq./há.	Cosecha pasto seco 52-53 qq./há.	Cosecha pasto seco 52-53 qq./há.
1. Ca ₀ P ₀ N	33,6	29,1	11,7		12,3
2. Ca ₀ P ₁ N	40,0	39,3	13,3		16,5
3. Ca ₀ P ₂ N	48,8	41,8	13,2		19,6
4. Ca ₀ P ₃ N	41,6	45,6	16,2		16,0
5. Ca ₁ P ₀ N	41,0	41,0	13,5		12,4
6. Ca ₁ P ₁ N	38,4	45,2	17,9		14,9
7. Ca ₁ P ₂ N	45,6	41,8	11,9		19,6
8. Ca ₁ P ₃ N	46,4	43,1	16,6		26,2
9. Ca ₂ P ₀ N	32,2	39,5	14,5		13,1
10. Ca ₂ P ₁ N	39,0	41,5	11,8		14,8
11. Ca ₂ P ₂ N	42,9	42,1	15,6		21,2
12. Ca ₂ P ₃ N	40,6	45,1	19,5		24,4
13. Ca ₃ P ₀ N	42,6	40,0	12,3		12,5
14. Ca ₃ P ₁ N	39,5	41,2	14,6		13,7
15. Ca ₃ P ₂ N	43,6	43,4	17,8		27,1
16. Ca ₃ P ₃ N	33,7	41,2	25,0		19,7
17. Ca ₄ P ₀ N	42,6	43,3	15,1		22,3
18. Ca ₄ P ₁ N	38,0	43,1	13,4		18,8
19. Ca ₄ P ₂ N	45,8	44,0	17,4		22,1
20. Ca ₄ P ₃ N	39,0	46,9	21,6		24,0
21. Testigo	29,7	29,2	13,9		6,8
Dif. Sign. P. 5% qq./ha.	No Sign.	6,0	No Sign.		16,3
Coef. Variabilidad %	25%	12%	47%		36%
N = 48 Kg. N. nítrico por Há.		Ca ₁ = 500 Kg. CaO por Há.			
P ₁ = 50 Kg. P ₂ O ₅ + 90 Kg. CaO por Há.		Ca ₂ = 1.000 Kg. CaO por Há.			
P ₂ = 175 Kg. P ₂ O ₅ + 315 Kg. CaO por Há.		Ca ₃ = 2.000 Kg. CaO por Há.			
P ₃ = 300 Kg. P ₂ O ₅ + 540 Kg. CaO por Há.		Ca ₄ = 4.000 Kg. CaO por Há.			

Cuadro N^o 4.—En esta estación (Los Angeles) el pasto sembrado es trébol rosado el cual cubre totalmente el terreno en el primer año de pradera, comenzando a ralearse y enmalezarse en el segundo año.

CUADRO Nº 4

EFECTO RESIDUAL, SOBRE LA EMPASTADA, DE LA CAL Y DEL FOSFATO
APLICADOS AL TRIGO

LOS ANGELES

Tratamientos	Siembra trigo 1948		Siembra trigo 1949	
	Co-secha pasto verde 49-50 qq./há.	Co-secha pasto verde 50-51 qq./há.	Co-secha pasto verde 51-52 qq./há.	Co-secha pasto verde 51-52 qq./há.
1. Ca ₀ P ₀ N	148	151	228	
2. Ca ₀ P ₁ N	171	240	304	
3. Ca ₀ P ₂ N	204	238	264	
4. Ca ₀ P ₃ N	202	354	294	
5. Ca ₁ P ₀ N	148	178	238	
6. Ca ₁ P ₁ N	155	208	260	
7. Ca ₁ P ₂ N	193	302	266	
8. Ca ₁ P ₃ N	263	335	282	
9. Ca ₂ P ₀ N	152	158	224	
10. Ca ₂ P ₁ N	183	188	244	
11. Ca ₂ P ₂ N	204	279	240	
12. Ca ₂ P ₃ N	220	305	268	
13. Ca ₃ P ₀ N	154	164	230	
14. Ca ₃ P ₁ N	149	214	256	
15. Ca ₃ P ₂ N	225	265	286	
16. Ca ₃ P ₃ N	232	320	246	
17. Ca ₄ P ₀ N	194	179	246	
18. Ca ₄ P ₁ N	177	244	268	
19. Ca ₄ P ₂ N	231	288	254	
20. Ca ₄ P ₃ N	251	384	300	
21. Testigo	127	159	176	
Dif. Sign. P. 5%, qq./ha.	60	68	50	
Coef. Variabilidad %	25%	22%	16%	

N = 48 Kg. N. nítrico por Há.

Ca₁ = 500 Kg. CaO por Há.P₁ = 50 Kg. P₂O₅ + 90 Kg. CaO por Há.Ca₂ = 1.000 Kg. CaO por Há.P₂ = 175 Kg. P₂O₅ + 315 Kg. CaO por Há.Ca₃ = 2.000 Kg. CaO por Há.P₃ = 300 Kg. P₂O₅ + 540 Kg. CaO por Há.Ca₄ = 4.000 Kg. CaO por Há.

Trigo 1948. Cosecha pasto 1949. A pesar del error experimental elevado todas las fórmulas con las dos dosis máximas de P tienen efecto significativo (175 y 300 Kg. P₂O₅ por Há.). El efecto residual de 50 Kgs. de P₂O₅ por Há. es poco convincente. Se nota cierto efecto del encalado, aunque no significativo. En general, en este ensayo el efecto residual es bastante parecido al efecto inmediato obtenido en el trigo.

Trigo 1949. Cosecha pasto 1950. Efecto residual muy significativo de las dosis crecientes de P, el que se nota aún en la dosis menor (50 Kg. P_2O_5 por Há.). Ligero y no significativo efecto de la aplicación de cal en su dosis máxima (4.000 Kg. Ca_0 por Há.). Efecto residual bastante paralelo al efecto inmediato.

Trigo 1949. Cosecha pasto 1951. Se mantiene claro el efecto residual de P, pero bastante más reducido que en el primer año.

CUADRO Nº 5

EFFECTO RESIDUAL, SOBRE LA EMPASTADA, DE LA CAL Y DEL FOSFATO
APLICADOS AL TRIGO

COLLIPULLI

Tratamientos	Siembra trigo 1949	
	Cosecha pasto (semilla trébol enc.) 51-52 qq./há.	Notas de apreciación (total 5 repeticiones)
1. $Ca_0 P_0 N$	10,4	18
2. $Ca_0 P_1 N$	4,8	12
3. $Ca_0 P_2 N$	13,6	27
4. $Ca_0 P_3 N$	16,0	25
5. $Ca_1 P_0 N$	6,4	18
6. $Ca_1 P_1 N$	9,6	21
7. $Ca_1 P_2 N$	9,6	19
8. $Ca_1 P_3 N$	18,4	25
9. $Ca_2 P_0 N$	5,6	19
10. $Ca_2 P_1 N$	8,0	19
11. $Ca_2 P_2 N$	16,0	18
12. $Ca_2 P_3 N$	12,8	27
13. $Ca_3 P_0 N$	9,6	16
14. $Ca_3 P_1 N$	9,6	23
15. $Ca_3 P_2 N$	12,8	27
16. $Ca_3 P_3 N$	12,0	21
17. $Ca_4 P_0 N$	12,0	23
18. $Ca_4 P_1 N$	11,2	20
19. $Ca_4 P_2 N$	13,6	22
20. $Ca_4 P_3 N$	12,8	20
21. Testigo	5,6	13
Dif. Sign. P. 5%, qq./ha.	No Signif.	—
Coef. Variabilidad %	169%	—
N = 48 Kg. N. nítrico por Há.	Ca_1 = 500 Kg. CaO por Há.	
P_1 = 50 Kg. P_2O_5 + 90 Kg. CaO por Há.	Ca_2 = 1.000 Kg. CaO por Há.	
P_2 = 175 Kg. P_2O_5 + 315 Kg. CaO por Há.	Ca_3 = 2.000 Kg. CaO por Há.	
P_3 = 300 Kg. P_2O_5 + 540 Kg. CaO por Há.	Ca_4 = 4.000 Kg. CaO por Há.	

Cuadro N° 5.—En este ensayo el efecto residual se midió cosechando en cada parcela la semilla del trébol encarnado en una superficie de 1/4 de metro cuadrado. El elevado coeficiente de variabilidad obtenido indica que esta superficie fué mucho más pequeña de los que autorizaba la homogeneidad de la vegetación. Sin embargo, a simple vista se apreciaba diferencias bastante grandes entre los tratamientos de tal modo

CUADRO N° 6

EFFECTO RESIDUAL, SOBRE LA EMPASTADA, DE LA CAL Y DEL FOSFATO APLICADOS AL TRIGO

VICTORIA

Tratamientos	Siembra Trigo	Siembra Trigo	Siembra Trigo	Promedio en % del Testigo
	1948 Cosecha pasto seco 49-50 qq./há.	1949 Cosecha pasto seco 50-51 qq./há.	1950 Cosecha pasto verde 51-52	
1. Ca ₀ P ₀ N	22,8	19,4	83	105
2. Ca ₀ P ₁ N	19,4	20,2	79	100
3. Ca ₀ P ₂ N	40,6	31,6	98	160
4. Ca ₀ P ₃ N	32,4	23,6	102	134
5. Ca ₁ P ₀ N	25,4	21,6	91	116
6. Ca ₁ P ₁ N	32,0	25,2	83	129
7. Ca ₁ P ₂ N	23,6	25,0	102	125
8. Ca ₁ P ₃ N	39,8	26,0	102	149
9. Ca ₂ P ₀ N	24,2	14,0	65	88
10. Ca ₂ P ₁ N	31,2	26,4	94	134
11. Ca ₂ P ₂ N	28,2	20,6	107	125
12. Ca ₂ P ₃ N	40,8	31,6	86	155
13. Ca ₃ P ₀ N	22,0	25,8	90	119
14. Ca ₃ P ₁ N	25,0	17,8	94	109
15. Ca ₃ P ₂ N	39,2	28,2	99	151
16. Ca ₃ P ₃ N	32,2	20,0	108	129
17. Ca ₄ P ₀ N	24,4	29,2	80	125
18. Ca ₄ P ₁ N	33,4	24,2	108	139
19. Ca ₄ P ₂ N	33,2	23,0	99	133
20. Ca ₄ P ₃ N	37,6	15,2	92	120
21. Testigo	24,0	16,8	80	100
Dif. Sign. P. 5%, qq./ha.	No Signif.	9,0	No Signif.	—
Coef. Variabilidad %	35%	31%	21%	—

N = 48 Kg. N. nítrico por Há. Ca₁ = 500 Kg. CaO por Há.
 P₁ = 50 Kg. P₂O₅ + 90 Kg. CaO por Há. Ca₂ = 1.000 Kg. CaO por Há.
 P₂ = 175 Kg. P₂O₅ + 315 Kg. CaO por Há. Ca₃ = 2.000 Kg. CaO por Há.
 P₃ = 300 Kg. P₂O₅ + 540 Kg. CaO por Há. Ca₄ = 4.000 Kg. CaO por Há.

que para una correcta apreciación de los resultados es mejor guiarse por las notas de apreciación en el terreno que se resumen en este mismo cuadro. Se nota solamente efecto residual más o menos claro del fósforo, lo que coincide con el efecto inmediato en el trigo.

CUADRO Nº 7

EFFECTO RESIDUAL, SOBRE LA EMPASTADA, DE LA CAL Y DEL FOSFORO APLICADOS AL TRIGO

O S O R N O

Tratamientos	Siembra trigo	Siembra trigo	Siembra trigo	
	1948	1949	1950	
	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha
	pasto verde	pasto verde	pasto verde	pasto seco
	49-50	51-52	51-52	52-53
			qq./há.	qq./há.
1. Ca ₀ P ₀ N	141	490	495	19,1
2. Ca ₀ P ₁ N	139	508	312	18,1
3. Ca ₀ P ₂ N	136	476	352	20,1
4. Ca ₀ P ₃ N	150	454	338	16,3
5. Ca ₁ P ₀ N	153	458	286	17,7
6. Ca ₁ P ₁ N	148	465	281	19,0
7. Ca ₁ P ₂ N	149	490	319	14,3
8. Ca ₁ P ₃ N	132	486	331	17,3
9. Ca ₂ P ₀ N	151	442	264	19,4
10. Ca ₂ P ₁ N	131	440	273	15,2
11. Ca ₂ P ₂ N	149	512	288	17,7
12. Ca ₂ P ₃ N	132	545	340	18,5
13. Ca ₃ P ₀ N	153	526	314	17,4
14. Ca ₃ P ₁ N	147	495	302	15,5
15. Ca ₃ P ₂ N	139	521	329	20,3
16. Ca ₃ P ₃ N	144	482	331	20,0
17. Ca ₄ P ₀ N	148	551	275	21,3
18. Ca ₄ P ₁ N	149	468	339	16,3
19. Ca ₄ P ₂ N	140	500	325	19,0
20. Ca ₄ P ₃ N	142	483	315	17,9
21. Testigo	153	483	277	17,0
Dif. Sign. P. 5%, qq./ha.	No Signif.	No Signif.	50	No Signif.
Coef. Variabilidad %	10%	19%	13%	21%
N = 48 Kg. N. nítrico por Há.		Ca ₁ = 500 Kg. CaO por Há.		
P ₁ = 50 Kg. P ₂ O ₅ + 90 Kg. CaO por Há.		Ca ₂ = 1.000 Kg. CaO por Há.		
P ₂ = 175 Kg. P ₂ O ₅ + 315 Kg. CaO por Há.		Ca ₃ = 2.000 Kg. CaO por Há.		
P ₃ = 300 Kg. P ₂ O ₅ + 540 Kg. CaO por Há.		Ca ₄ = 4.000 Kg. CaO por Há.		

Cuadro N° 6.—En el fundo experimental de Victoria se dispone solamente de los resultados de primer año de efecto residual en 3 distintos ensayos y ellos son bastante erráticos, por lo que se ha considerado conveniente promediarlos en relación al testigo. Puede decirse que el efecto residual de la aplicación de abonos fosfatados es bastante más importante para la pradera de trébol que el encalado aunque éste tiene también cierto efecto.

Cuadro N° 7.—Pradera formada por mezcla de trébol rosado y diversas gramíneas (especialmente Dáctyles).

Trigo 1948. Cosecha pasto 1949. El efecto bastante considerable del fósforo en el trigo, no se manifestó en la pradera, ni tampoco el pequeño efecto que tuvo la cal sobre el trigo.

Trigo 1949. Cosecha pasto 1951. El efecto considerable del fósforo en el trigo no se manifestó en la pradera.

Trigo 1950. Cosecha pasto 1951 y 1952. En este ensayo, el efecto del fósforo en el trigo fué enorme y hubo un pequeño efecto de la cal;

CUADRO N° 8

EFECTO DE LA APLICACION DE 200 KGS. DE P_2O_5 EN COBERTERA AL TREBOL DOS AÑOS DESPUES DE LA SIEMBRA DE LA PRADERA ASOCIADA CON TRIGO. ENSAYOS EN DOSIS DE CAL 1947

Fundo experimental: Los Angeles.

Siembra de trigo-trébol: Otoño 1947.

Aplicación de fosfato Melón al trébol: Otoño 1949.

Cosecha del trébol: Diciembre de 1949 (qq. forraje verde/há.)

Abonos aplicados al trigo (sub-tratamientos)	Tratamientos		Promedios sub- tratamientos
	Sin fosfato en el trébol	Con 200 Kg. P_2O_5 en el trébol	
1. NP	208	266	237
2. NPCa ₁	172	266	219
3. NPCa ₂	184	272	228
4. NPCa ₃	202	252	227
5. NPCa ₄	192	308	250
6. Ca ₄	174	262	218
7. Testigo	172	266	219
Promedio tratamientos	186	270	—

Diferencias significativas: P. 5%.

Tratamientos: 35 qq./há.

Sub-tratamientos: No signif.

Interacción: No signif.

NOTA: Las cantidades de abonos aplicados al trigo se encuentran indicadas en el cuadro N° 1.

sin embargo, en el primer año de pradera el efecto del fósforo ha sido bajo y no se alcanza a apreciar ningún efecto del encalado. En el segundo año de pradera no se nota ningún efecto siendo el error experimental del ensayo bastante alto.

Los cuadros N.ºs 8, 9 y 10 se refieren al efecto de la colocación en el segundo año de pradera de 200 unidades de P_2O_5 en cobertera en algunos de los mismos ensayos a que se refieren los cuadros anteriores. Puede apreciarse claramente que el efecto de esta práctica fué de consideración y comparable por su cuantía al efecto obtenido por el fósforo en el trigo y muy superior al efecto residual en estos mismos ensayos.

En el ensayo de dosis de cal en Los Angeles el efecto de la aplicación de fosfato en cobertera fué de 45% y en el ensayo de dosis de N y P en Los Angeles este efecto fué de 51%.

CUADRO Nº 9

EFFECTO DE LA APLICACION DE 200 KGS. DE P_2O_5 EN COBERTERA AL TREBOL DOS AÑOS DESPUES DE LA SIEMBRA DE LA PRADERA ASOCIADA AL TRIGO. ENSAYO DE DOSIS DE N Y P 1947

Fundo experimental: Los Angeles.

Siembra de trigo-trébol: Otoño 1947.

Aplicación de fosfato Melón al trébol: Otoño 1949.

Cosecha del trébol: Diciembre de 1949 (qq. forraje verde/há.)

Abonos aplicados al trigo (sub-tratamientos)	Tratamientos		
	Sin fosfato en el trébol	Con 200 Kg. P_2O_5 en el trébol	Promedios sub- tratamientos
1. $N_{32} P_{40}$	202	386	294
2. $N_{32} P_{80}$	248	348	298
3. $N_{32} P_{120}$	250	292	271
4. $N_{32} P_{160}$	176	340	258
5. $N_{64} P_{40}$	182	344	263
6. $N_{64} P_{80}$	230	302	266
7. $N_{64} P_{120}$	236	334	285
8. $N_{64} P_{160}$	238	304	271
9. Testigo	174	294	234
Promedio tratamientos	215	327	—

Diferencias significativas: P. 5%.

Tratamientos:	32 qq./há.
Sub-tratamientos:	No signif.
Interacción:	No signif.

EFFECTO DE LA APLICACION DE 200 KGS. DE P₂O₅ EN COBERTERA EN EL SEGUNDO AÑO DE LA PRADERA BENEFICIADA DEL EFECTO DE LOS ABONOS APLICADOS AL TRIGO (ENSAYOS DE DOSIS DE Ca Y P)

Tratamientos	CAUQUENES				LOS ANGELES				COLLIPULLI				OSORNO			
	50-51/52-53		49-50/51-52		49-50/51-52		49-50/51-52		49-50/51-52		49-50/51-52		50-51/52-53			
	Heno		Pasto verde		Trébol sin P		Trébol con P		Trébol sin P		Trébol con P		Heno			
	Pasto sin P	Pasto con P	Promedios	Sub-Tratam.	Promedios	Sub-Tratam.	Promedios	Sub-Tratam.	Promedios	Sub-Tratam.	Promedios	Sub-Tratam.	Pasto sin P	Pasto con P	Promedios	Sub-Tratam.
Ca ₀ P ₀	11.7	14.6	13.2	228	328	278	10.4	20.8	15.6	490	490	490	19.1	18.9	19	19
Ca ₀ P ₁	13.3	17.5	15.4	304	386	345	4.8	14.4	9.6	508	555	531.5	18.1	18.4	18.3	18.3
Ca ₀ P ₂	13.2	17.0	15.1	264	370	317	13.6	22.4	18	476	496	496	20.1	22.6	21.4	21.4
Ca ₀ P ₃	16.2	20.4	18.3	294	386	340	16.0	19.2	17.6	454	492	473	16.3	17.4	16.9	16.9
Ca ₁ P ₀	13.5	19.5	16.5	238	344	291	6.4	18.4	12.4	458	474	466	17.7	17.4	17.6	17.6
Ca ₁ P ₁	17.9	20.6	19.3	260	350	305	9.6	17.6	13.6	465	518	491.5	19.0	21.4	20.2	20.2
Ca ₁ P ₂	11.9	23.3	17.6	266	334	300	9.6	16.8	13.2	490	542	516	14.3	14.2	14.3	14.3
Ca ₁ P ₃	16.6	22.2	19.4	282	382	332	18.4	26.4	22.4	486	504	495	17.3	20.1	18.7	18.7
Ca ₂ P ₀	14.5	19.4	17.0	224	294	259	5.6	13.6	9.6	442	495	468.5	19.4	22.2	20.8	20.8
Ca ₂ P ₁	11.8	16.5	14.2	244	348	296	8.0	14.4	11.2	440	517	478.5	15.1	18.2	16.7	16.7
Ca ₂ P ₂	15.6	19.8	17.7	240	350	295	16.0	20.8	18.4	512	534	523	17.7	17.6	17.7	17.7
Ca ₂ P ₃	19.5	19.2	20	268	358	313	12.8	20.8	16.8	545	578	561.5	18.5	21.0	19.8	19.8
Ca ₃ P ₀	12.3	15.5	13.9	230	328	279	9.6	18.4	14	526	581	553.5	17.4	17.8	17.6	17.6
Ca ₃ P ₁	14.6	21.0	17.8	256	358	307	9.6	20.8	15.2	495	562	528.5	15.5	17.2	16.4	16.4
Ca ₃ P ₂	17.8	21.3	19.6	286	366	326	12.8	24.0	18.4	521	524	522.5	20.3	22.7	21.5	21.5
Ca ₃ P ₃	25.0	30.6	27.8	246	356	301	12.0	20.0	16	482	511	496.5	20.0	21.6	20.8	20.8
Ca ₄ P ₀	15.1	17.9	16.5	246	352	299	12.0	20.0	16	551	613	582	21.3	21.3	21.3	21.3
Ca ₄ P ₁	13.4	18.8	16.1	268	384	326	11.2	19.2	15.2	468	530	499	16.3	21.0	18.7	18.7
Ca ₄ P ₂	17.4	21.2	17.3	254	352	303	13.6	16.0	14.8	500	537	518.5	19.0	17.4	18.2	18.2
Ca ₄ P ₃	21.6	28.9	25.3	300	376	338	12.8	19.2	16	483	542	512.5	17.9	17.0	17.5	17.5
1. Testigo	13.9	17.5	15.7	176	244	210	5.6	13.6	9.6	483	554	518.5	17.0	19.0	18	18
Promedios tratamientos	15.5	20.1	—	255	349	—	10.9	18.8	—	488	531	—	17.9	19.2	—	—
ff. Sign. 5% Trat.	3.1	16.4	—	16.4	43.2	—	6.0	—	—	—	16.5	—	No sign.	—	—	—
ff. Sign. 5% Sin trat.	6.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28.5	—	No sign.	—	—	—
ff. Sign. 5% Interac.	No sign.	No sign.	—	No sign.	No sign.	—	No sign.	—	—	—	No sign.	—	No sign.	—	—	—

OTA.—Debajo del nombre de cada estación se indican el año en que fué sembrado el trigo y en que se aplicaron la cal y el fosfato básico. A continuación se indica la temporada de aplicación de los 200 Kgs. de P₂O₅ en cobertura. Este P₂O₅ fué aplicado en forma de fosfato Melón en todos los ensayos, excepto en Osorno, 52-53, donde se usó Hipertofato. La pradera fué de trébol pasado en Los Angeles; trébol encarnado en Cauquenes y mezcla de trébol rosado y gramíneas en Osorno.

CUADRO Nº 11

EFFECTO COMPARATIVO DE LA APLICACION DE CAL Y FOSFORO EN DIVERSAS
DOSIS AL TRIGO; EFECTO RESIDUAL DE ESTAS APLICACIONES EN EL 1º Y 2º
AÑO DE PRADERA Y EFECTO DE LA APLICACION DE FOSFORO EN COBERTERA
EN EL SEGUNDO AÑO DE PRADERA

A b o n o	CAUQUENES			LOS ANGELES			COLLIPULLI			OSORNO			OSORNO		
	Trigo	Trébol 1º	Trébol 2º	Trigo	Trébol 1º	Trébol 2º	Trigo	Trébol 1º	Trébol 2º	Trigo	Trébol 1º	Trébol 2º	Trigo	Trébol 1º	Trébol 2º
Ca ₀	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ca ₁	108	110	110	91	104	96	101	98	101	98	95	98	100	94	93
Ca ₂	121	116	113	83	95	90	104	95	104	95	99	101	99	90	96
Ca ₃	115	106	128	84	98	93	107	98	93	98	101	105	100	98	99
Ca ₄	120	114	124	93	111	98	103	111	98	111	95	104	108	97	101
P ₀	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
P ₁	115	96	106	165	132	114	104	98	104	98	107	96	110	105	89
P ₂	113	98	113	164	165	112	144	149	132	132	101	125	112	112	96
P ₃	122	102	147	200	205	119	262	164	149	164	149	99	155	115	95
Sin P en cobertera	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Con P en cobertera	130	130	137	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172

NOTA.—En este cuadro sólo están incluidos aquellos ensayos que se conservaron hasta el 2º año de pradera.

En el cuadro N° 11 se han resumido los efectos residuales de 1º y 2º año y el efecto de la aplicación de P en cobertera para los ensayos factoriales de dosis de P y Ca; los tratamientos se han agrupado factorialmente en este cuadro promediando el efecto de los diversos tratamientos correspondientes a cada factor; el efecto de la aplicación de P en cobertera varió en estos ensayos entre un 7% y en 72% correspondiendo las cifras más bajas a Osorno y la más elevada a Collipulli.

CAMPO EXPERIMENTAL "HUMAN" (LOS ANGELES)

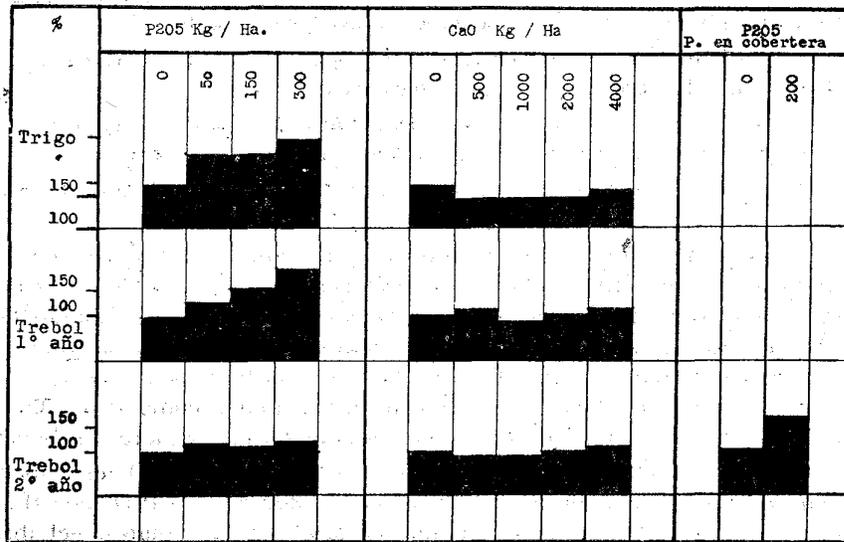


Figura N° 2: Efecto relativo del fósforo y de la cal en el trigo y su efecto residual en el trébol.

La Fig. 2 ilustra el efecto de la cal y del fósforo en el trigo, el efecto residual de los mismos en el 1º y 2º año de pradera y el efecto de la aplicación de fósforo en cobertera en el ensayo factorial de dosis de P y Ca sembrado con trigo en el fundo experimental de Los Angeles en 1949.

DISCUSIÓN

Antes de extraer conclusiones de estos ensayos en lo que se refiere al efecto residual sobre la pradera de los abonos aplicados anteriormente al trigo, es necesario reconocer que ellas pueden ser sólo de carácter muy general, debido al elevado error experimental que acusan los rendimientos en la pradera especialmente desde el segundo año de su implantación. Esta heterogeneidad de la pradera, de la que el error

experimental es una consecuencia, se debe a varias causas siendo las más importantes el desarrollo de malezas, el ataque de cuncunillas (hepiálidos) y seguramente, la técnica demasiado basta de medir los rendimientos, ya sea en verde o en forma de heno, pero sin apreciación adecuada del estado de humedad del forraje. Sin embargo, la segunda parte de estos mismos ensayos, que consistió en la aplicación de fósforo en cobertera, revela, que una de las causas principales de la variabilidad observada en la pradera es, precisamente, la falta de fósforo aprovechable en el suelo, pues las sub-parcelas que recibieron la aplicación de P en cobertera no sólo mejoraron sus rendimientos sino que mejoraron notablemente su stand de trébol y se emparejaron entre ellas.

Las conclusiones de carácter general que es posible extraer de los resultados de estos ensayos son las siguientes:

1. Se confirma que los abonos fosfatados aplicados al trigo tienen un efecto residual evidente sobre la pradera que sigue al cereal.

2. Este efecto residual es, generalmente, inferior al obtenido en la aplicación directa al trigo.

3. La importancia relativa de la aplicación de cal y de abonos fosfatados no se manifiesta claramente diferente para la pradera a base de trébol que para el trigo, a pesar del mayor tiempo que ha habido en la pradera para que la cal actúe químicamente y a pesar de la mayor extracción de calcio por las leguminosas. Debe, por lo tanto, en base a estos experimentos, considerarse la necesidad de encalado como secundaria con respecto a la necesidad de abonos fosfatados en las praderas chilenas.

4. El gran efecto de la aplicación de 200 Kg. de P_2O_5 en cobertera, aún en las parcelas en que el trigo recibió 300 Kg. de P_2O_5 por Há., indica que una gran parte de los abonos fosfatados queda inaprovechable en nuestros suelos, pues una cosecha de trigo y una de trébol no podrían haber extraído más de 100 Kg. de P_2O_5 por Há. El efecto de la aplicación en cobertera de 200 Kg. de P_2O_5 por Há. en el 2º año de pradera puede calcularse, según estos experimentos, en un aumento de producción de pasto de un 40% más o menos.

La aplicación de fosfatos en cobertera a las praderas es actualmente una de las prácticas agronómicas de mayor importancia en Australia y Nueva Zelandia y también se emplea frecuentemente en Europa y EE. UU. Los resultados que se presentan en este artículo prueban que esta práctica está llamada también a tomar gran desarrollo en nuestro país. Se hace necesario emprender un extenso programa de experimentación que indique cuáles son las mejores técnicas para la aplicación de esta práctica en los suelos chilenos: dosis abonos, edad de la pradera en que es más conveniente la aplicación, tipos de abonos fosfatados que es recomendable usar, etc. Asimismo, es también conveniente estudiar el efecto residual de estas aplicaciones sobre un posterior cultivo de trigo.

RESUMEN

Se dá a conocer el efecto residual sobre la pradera de abonos aplicados al trigo en ensayos verificados entre 1947 y 1951 en la zona comprendida entre Cauquenes y Osorno. El efecto residual es considerable en el primer año de pradera en el caso del fósforo aunque este efecto es, en general inferior en relación al obtenido directamente en el trigo. En el segundo año los resultados son generalmente erráticos, debido al mal estado en que se encuentra la pradera. Sin embargo, una aplicación de 200 Kg. de P_2O_5 por Há. en cobertera en el segundo año de pradera mejora notablemente el rendimiento, lo que indicaría que el poco efecto residual en el segundo año se debe a que el fósforo aplicado al trigo con anterioridad se ha vuelto inprovechable (se aplicó hasta 300 Kg. de P_2O_5 por Há. al trigo).

Se destaca la importancia que puede tener para la agricultura chilena la práctica de aplicar fosfatos en cobertera a las praderas.

De estos ensayos se desprende también que la importancia del encalado en los suelos chilenos es secundaria para la pradera en comparación con la aplicación de abonos fosfatados.

SUMMARY

Residual effects on pastures from fertilizers applied previously to wheat on experiments carried on between 1947 and 1951 in the zone from Cauquenes to Osorno are shown.

Residual effects of phosphorous is considerable in the first year pasture, but this effect is generally not so large than the direct effect on wheat. In the second year pasture, results are rather erratic, due to the condition of the pasture. Nevertheless, a top-dressing of 200 Kg./Há. of P_2O_5 on the second year pastured improved greatly the yield of the pastures, which is an indication that the poor residual effect on the second year is probably related to the fixation by the soil of the phosphorous applied to the wheat (amounts of P_2O_5 applied to wheat raised up to 300 Kg./Há.).

Importance of top-dressing of pastures with phosphorous fertilizers in Chilean agriculture is stressed.

These trials show also that liming has not the importance that phosphoric fertilization has for the maintenance Chilean pastures.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—LETELIER, ELIAS. — "Abonos", en "7 Años de Investigaciones Agrícolas", Departamento de Investigaciones Agrícolas, Santiago, 1950.
- 2.—LETELIER, ELIAS. — "Comparación de diversos abonos fosfatados en trigo y su efecto residual en la empastada". Agricultura Técnica, Vol. XIV, 17-26, 1954.
- 3.—LETELIER, ELIAS. — "Ensayos de aplicación de nitrógeno y fósforo en trigo". Agricultura Técnica, Vol. XI, 133-139, 1951.
- 4.—LETELIER, ELIAS. — "Efecto del encalado sobre el rendimiento del trigo en Chile". Agricultura Técnica, Vol. XIII, 109-154, 1953.