

COMPARACION DE DIVERSOS ABONOS FOSFATADOS EN TRIGO Y SU EFECTO RESIDUAL EN LA EMPASTADA (*)

por

ELIAS LETELIER ALMEYDA (**)

Durante los años 1949, 1950 y 1951 se efectuaron en varias Estaciones Experimentales del Departamento de Investigaciones Agrícolas algunos ensayos de aplicación de diversos abonos fosfatados al cultivo del trigo. Estos ensayos son una continuación de los efectuados en los años 1945 y 1946 y publicados en "7 Años de Investigaciones Agrícolas" (1).

Los abonos se aplicaron a igualdad de número de unidades de P_2O_5 por há. Los resultados se encuentran en el cuadro N° 1.

Puede notarse que más de la mitad de los ensayos no dieron resultados estadísticamente significativos. Todos aquellos ensayos que no fueron significativos acusan un coeficiente de variabilidad muy elevado. De modo que esta falta de significación no puede atribuirse a una falta de acción de los abonos, lo que sería tanto más extraño si se tomara en

CUADRO N° 2

PORCENTAJES DE AUMENTO DE RENDIMIENTO SOBRE EL TRATAMIENTO
SIN FOSFATO (= 100)

100 Kg. P_2O_5 por há.

	Cauquenes		Los Angeles		Victoria	Promedio
ABONOS	49	51	49	50		
Guano rojo	108	128	90	114		110%
Melón	109	126	123	151		127%
Hiperfosfato	143	129	100	147		130%
Superfosfato	—	181	—	151		166%

cuenta los antecedentes de estos suelos, todos los cuales responden siempre a los abonos fosfatados.

Para apreciar más claramente el efecto relativo de los diversos abonos fosfatados, en el cuadro N° 2 se expresan los efectos de los di-

(*) Recibido para su publicación el 18 de Junio de 1954.

(**) Ingeniero Agrónomo, Depto. Investigaciones Agrícolas, Sección Suelos.

CUADRO Nº 1

ENSAYOS DE ABONOS FOSFATADOS EN TRIGO

N = 300 Kg. salitre sódico por há.

Nº	A B O N O S	Kg./há.* Abono fosfatado (100 Kg. P ₂ O ₅)	Rendimiento, qq/há.											
			Cauquenes			Los Angeles			Collipulli			Victoria		
			49	50	51	49	50	51	49	50	51	49	50	51
1	Guano rojo + N	663	10,0	11,4	14,3	12,3	12,1	11,0	10,1	17,1	31,8			
2	Melón + N	504	10,1	9,2	14,1	16,7	11,9	14,6	12,1	22,6	33,2			
3	Hiperfosfato + N	380	13,3	12,9	14,5	13,6	11,6	11,5	12,1	22,1	32,3			
4	Superfosfato + N	322	—	14,9	20,3	—	11,0	—	14,6	22,6	34,7			
5	N	—	9,3	9,0	11,2	13,6	10,7	11,4	11,3	15,0	25,9			
6	Testigo	—	8,0	8,2	11,9	12,9	11,4	11,9	10,0	13,5	23,8			
—	Diferencia significativa, P 5% qq/há.		1,5	No sig.	2,8	2,7	No sig.	No sig.	No sig.	6	No sig.			
—	Coefficiente de Variabilidad, %		15	40	15	14	23	17	21	24	16			

* Cantidades medias. Hubo ligeras variaciones como consecuencia de variabilidad en la composición de los abonos. El fosfato Melón es un fosfato fundido, alcalino, y el hiperfosfato es fosforita del Norte de Africa.

CUADRO N^o 4 — ENSAYOS DE EPOCAS DE APLICACION DE FOSFATOS ORGANICOS EN TRIGO

Nº	ABONOS	Kg./há. (fosfatos)				Rendimiento qq./há. 1 9' 4 7				Rendimiento qq./há. 1 9 4 8			
		1947	1948	Cauquenes	Los Angeles	Collipulli	Victoria	Osorno	Cauquenes	Los Angeles	Collipulli	Victoria	Osorno
1	Guano rojo + N	500	425	10,4	19,7	15,8	24,6	45,1	14,1	25,1	15,4	37,1	37,4
2	Guano rojo + N	500	425	10,9	19,0	14,8	26,2	43,5	14,4	25,0	12,1	38,8	35,4
3	Huesos + N	200	288	10,9	21,4	16,2	24,6	44,7	15,9	27,3	14,3	39,7	40,6
4	Huesos + N	200	288	9,2	21,1	15,1	26,7	43,7	15,6	28,1	17,2	35,6	37,9
5	N	—	—	10,0	18,5	11,0	23,1	43,4	13,4	19,3	8,6	33,2	39,7
6	Testigo	—	—	5,1	18,3	11,9	18,9	35,0	8,3	16,8	6,8	28,5	33,5
	Diferencia signif. P. 5 %, qq./há.			2,3	1,9	3,1	No sig.	4,2	2,6	4,0	6,9	No sig.	No sig.
	Coefficiente variabilidad, %			12	7	10	17	7	14	13	36	18	14

NOTA.—Los fosfatos orgánicos se aplicaron a razón de 60 Kg. de P_2O_5 /há. en 1947 y de 88 Kg. de P_2O_5 /há., en 1948, a igualdad de unidades para ambos abonos. N = Salitre sódico, 200 Kg./há.

* Aplicación del fosfato orgánico con la siembra.

*** Aplicación del fosfato orgánico 1 mes antes de la siembra.

CUADRO Nº 5

CUADRO N° 5 — ENSAYO DE EPOCA DE APLICACION DE FOSFATOS ORGANICOS.
RESULTADOS EXPRESADOS EN % DEL TRATAMIENTO SIN FOSFORO.

A B O N O	Epoca de aplicación	1947, 60 Kg. P ₂ O ₅ /há.		1948, 88 Kg. P ₂ O ₅ /há.		Promedio	
		Los Angeles	Collipulli	Cauquenes	Los Angeles		Collipulli
Guano rojo	con la siembra	106	144	105	130	179	133 %
Guano rojo	1 mes antes siembra	103	135	107	130	141	125 %
Huesos	con la siembra	116	147	119	141	166	136 %
Huesos	1 mes antes siembra	114	137	116	146	200	143 %
Promedio Guano rojo:							126 %
Promedio Huesos:							139 %

CUADRO Nº 6

ENSAYOS DE ABONOS FOSFATADOS EN TRIGO 1945 Y 1946.
EFECTO RESIDUAL DE LOS ABONOS APLICADOS EN ESTOS ENSAYOS.
RENDIMIENTOS EN QQ./HA. DE HENO O PASTO FRESCO (1)

Abonos aplicados al trigo 1945 y 1946	Collipulli	L O S A N G E L E S						Promedio N _{Ca} = 100 (2)			
		Trigo 1945 Pasto 1946		Trigo 1945 Pasto 1947		Trigo 1946 Pasto 1948					
		*		*		*					
Pelicano, 70 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	14,8		24,0		78		120		62		154
Melón, 70 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	No se cosechó		23,0		98		125		53		154
Guano rojo, 90 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	12,8		22,7		96		113		65		141
Huesos, 78 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	14,8		24,9		99		134		64		163
Superfosfato, 80 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	15,8		23,0		96		104		63		146
N _{Ca}	9,4		19,8		83		65		35		
Testigo	5,7		16,0		85		60		38		
Diferencia significativa, P. 5 %	7,0	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	6	No sig.		No sig.		
Coefficiente Variabilidad, %	48 %	18 %	27 %	22 %	36 %						

N_{Ca} = 250 Kg. (1945) o 300 Kg. (1946) de salitre sódico + 2.000 Kg. carbonato de calcio.

(1) Las 2 cosechas de pasto de 1946 están expresadas en heno y el resto en pasto fresco.

(2) Se han promediado sólo los ensayos marcados con asterisco, es decir, el primer año de efecto residual.

CUADRO Nº 7

ENSAYOS DE DOSIS DE ABONOS FOSFATADOS EN TRIGO 1945 Y 1946.
EFECTO RESIDUAL, DOSIS DE LOS ABONOS APLICADOS EN ESTOS ENSAYOS.
RENDIMIENTOS EN QQ./HA. DE HENO O PASTO FRESCO (1)

Abonos aplicados al trigo 1945 y 1946	Collipulli	LOS ANGELES					Promedio N _{Ca} = 100 (2)
		Trigo 1945 Pasto 1946 *		Trigo 1946 Pasto 1947 *		Trigo 1946 Pasto 1948	
Melón, 70 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	9,8	20,8	147	90	143	103	
Melón, 140 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	12,2	21,6	135	142	158	133	
Guano rojo, 90 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	12,4	21,2	134	113	140	120	
Guano rojo, 180 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N _{Ca}	17,8	21,8	159	143	145	149	
N _{Ca}	12,4	17,8	125	79	118		
Testigo	0,1	18,0	129	65	91		
Dif. significativa, P. 5 %	3,6	No sig.	No sig.	7	No sig.		
Coefficiente Variabilidad			38 %	23 %	30 %		

N_{Ca} = 300 Kg. de salitre sódico por há. + 2.000 Kg. de carbonato de calcio por há.

(1) Las cosechas de pasto de 1946 están expresadas en heno; el resto en pasto fresco.

(2) Se han promediado sólo los ensayos marcados con asterisco, es decir, el primer año de efecto residual.

CUADRO Nº 8

ENSAYOS DE ABONOS FOSFATADOS EN TRIGO 1949, 1950 Y 1951. EFECTO RESIDUAL EN LA EMPASTADA DE LOS ABONOS APLICADOS EN ESTE ENSAYO. RENDIMIENTOS EN QQ./HA. DE PASTO FRESCO

Abonos aplicados al trigo	Los Angeles		Victoria		Promedio N = 100 (1)
	Trigo 1949 Cosecha pasto 1950 *	Trigo 1949 Cosecha pasto 1951	Trigo 1950 Cosecha pasto 1951 *	Trigo 1951 Cosecha pasto 1952 *	
Guano rojo, 100 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N	154	256	87	86	113
Melón, 100 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N	157	273	101	75	114
Hiperfosfato, 100 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N	166	278	105	95	127
Superfosfato, 100 Kg. P ₂ O ₅ /há. + N	—	—	101	95	129
N	138	234	85	69	
Testigo	122	219	80	70	
Dif. significativa, P. 5%	2	No sig.	2	2	
Coefficiente Variabilidad, %	7%	34%	15%	18%	

(1) Se ha considerado sólo los ensayos marcados con asterisco, es decir, el efecto residual del primer año.

versos abonos, como porcentajes de la fórmula sin fosfato, solamente de los ensayos significativos.

Los ensayos de comparación de abonos fosfatados efectuados en 1945 y 1946 (7 Años de Investigaciones Agrícolas, pág. 194) se han expresado también en forma de porcentajes de la fórmula sin fosfato para cada uno de los ensayos. Se han eliminado los ensayos no significativos (Paine) y aquellos en que la adición de fosfato no tuvo efecto (Collipulli, 1946). Los datos de estos ensayos, expresados en esta forma se encuentran en el cuadro N° 3.

CUADRO N° 3

PORCENTAJES DE AUMENTOS DE RENDIMIENTO SOBRE EL TRATAMIENTO SIN FOSFATO (= 100) EN LOS ENSAYOS 1945 Y 1946

ABONOS	Kg. P_2O_5 por há.	1 9 4 5		1 9 4 6		Promedios
		Cauquenes	Collipulli	Cauquenes	L. Angeles	
Pelicano	70	109	167	151	220	162%
Melón	70	150	163	144	248	176%
Guano rojo	90	127	146	117	153	136%
Huesos	78	113	144	109	131	125%
Superfosfato	80 *	140	156	145	226	167%

* 75 y 85 Kg. en 1945 y 1946, respectivamente.

También se ha tratado de poner sobre la misma base de comparación los ensayos de dosis de fosfato Melón y Guano rojo efectuados en 1945 y 1946. Con este objeto se ha tomado el valor correspondiente a las 100 unidades de P_2O_5 de las curvas de la página 195 de "7 Años de Investigaciones Agrícolas"; dentro de cada una de estas curvas se ha hecho = a 100 el rendimiento del tratamiento sin fosfato y se ha expresado el efecto de los 2 abonos en relación a este valor. Los valores de cada estación se han promediado, obteniéndose los siguientes efectos medios de los abonos ensayados para una aplicación de 100 Kg. de P_2O_5 :

Guano rojo	122%
Fosfato Melón	155%

Durante los años de 1947 y 1948 se efectuaron en varias Estaciones Experimentales ensayos para apreciar el efecto que sobre el rendimiento puede tener el hecho de aplicar los abonos fosfatados orgánicos con anterioridad a la siembra. Los resultados de estos ensayos se encuentran en el cuadro N° 4. En el cuadro N° 5 se expresan estos resultados en forma de porcentajes del tratamiento sin fósforo, habiéndose eliminado de este cuadro los ensayos no significativos y aquellos en que no hubo efecto del fósforo (Cauquenes y Osorno 47).

Algunos de los ensayos de abonos fosfatados en trigo pudieron dejarse para ver su efecto residual en la pradera de trébol el año siguiente y subsiguiente. Este efecto residual puede apreciarse en los cuadros N.ºs 6, 7, 8 y 9. En estos cuadros además de indicarse los rendimientos absolutos en pasto, se comparan también los promedios de los diversos tratamientos en forma de porcentajes del tratamiento sin fosfato. Esta columna se ha calculado promediando los resultados en porcentajes de cada uno de los ensayos, cifras que no figuran en el cuadro. Se han considerado para este cálculo solamente los efectos residuales de primer año pues los del segundo año tienen generalmente un error experimental muy elevado, que da muy poca garantía sobre la significación de los resultados; esto puede apreciarse claramente por la cifra elevada del coeficiente de variabilidad que sube en estos ensayos del 30%.

DISCUSION

Los ensayos de abonos fosfatados verificados en los años 1945 y 1946 ("7 Años de Investigaciones Agrícolas", pág. 194) fueron bastante significativos, mostrando un gran efecto de los fosfatos y una diferenciación bastante clara entre ellos. Puede considerarse en un primer grupo, de mayor efecto en la cosecha inmediata los siguientes abonos fosfatados: Melón, Pelicano y Superfosfato. Como es sabido, los dos primeros son fosfatos térmicos chilenos, de reacción alcalina. El segundo grupo, de más bajo efecto inmediato está constituido por el guano rojo y la harina de huesos. Puede apreciarse que el efecto del guano rojo es algo menos de la mitad del efecto del fosfato Melón en el año de la aplicación.

CUADRO N° 9

ENSAYOS DE EPOCAS DE APLICACION DE FOSFATOS ORGANICOS EN TRIGO
1948. EFECTO RESIDUAL DE LOS ABONOS APLICADOS EN ESTE ENSAYO.
RENDIMIENTO EN QQ/HA. DE HENO

Abonos aplicados al trigo en 1948 (100 Kg. P_2O_5 /há.)	Victoria 1949
Guano rojo con la siembra + N	33,4
Guano rojo 1 mes antes siembra + N	35,0
Huesos, con la siembra + N	31,2
Huesos, 1 mes antes siembra + N	31,8
N	31,2
Testigo	27,0
Dif. signif. P. 5%	No sig.
Coefficientes Variabilidad %	23%

Los ensayos de abonos fosfatados verificados desde 1949 a 1951 se caracterizan por su relativamente poca significación, lo que es raro, tratándose de suelos que siempre han respondido notablemente a la aplicación de fosfatos y que tienen casi todos ellos un poder muy elevado de fijación de fósforo. Es cierto que el error experimental de algunos de estos ensayos es muy elevado, como lo revela la cifra subida del Coeficiente de variabilidad. Los resultados anuales son bastante erráticos y especialmente curiosos son los de Cauquenes, donde el superfosfato superó notablemente a los demás fosfatos en 1951, lo que señalaría la necesidad de investigar las posibles deficiencias de azufre en este suelo. También es notable el buen efecto de la fosforita del Norte de Africa ("hiperfosfato") en Cauquenes. En las cifras medias se mantiene la superioridad del fosfato Melón sobre el guano rojo y se revela la probabilidad de que la fosforita pueda constituir una fuente económica y eficaz de fósforo para los suelos del sur de Chile.

Los ensayos de aplicación de fosfatos orgánicos no revelaron diferencias claras entre la aplicación de estos abonos junto con la siembra y la aplicación con un mes de anticipación. Tanto el guano rojo como la harina de huesos dieron buenos resultados, obteniéndose en la mayoría de los ensayos mayores efectos con los huesos que con el guano rojo.

En cuanto al efecto residual sobre la pradera de los abonos fosfatados aplicados al trigo, puede decirse que, si bien la variabilidad de los resultados obtenidos es grande, en líneas generales, ellos tienden a señalar que el efecto de los diversos abonos fosfatados ensayados tiende a igualarse con el tiempo. Esto, como se comprende fácilmente, es de gran importancia práctica, pues significa que en el conjunto de la rotación cultural, abonos tales como el guano rojo y la fosforita pueden ser los más económicos, aunque en el primer año tengan efecto inferior a los llamados "fosfatos de rápida asimilación". Merece destacarse especialmente la fosforita que en los resultados experimentales que se tienen hasta la fecha revela un efecto inmediato comparable a fosfatos más solubles.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los ensayos de abonos fosfatados en trigo efectuados en los fundos experimentales del Ministerio de Agricultura tienden a señalar lo siguiente:

A igualdad de unidades de P_2O_5 aplicadas se puede considerar que el superfosfato, los fosfatos térmicos nacionales ("Melón" y "Pelícano") y la fosforita del Norte de Africa (Hiperfosfato) pueden considerarse iguales en su efecto sobre la cosecha inmediata. Sin embargo, los datos referentes a la fosforita son todavía muy escasos como para poder poner demasiado énfasis en esta conclusión. El guano rojo y la

harina de huesos tienen un efecto inmediato de aproximadamente la mitad de los anteriores.

En cuanto al efecto residual de los diversos fosfatos sobre la empastada que sigue al trigo en la rotación cultural, los resultados de estos ensayos indican que el efecto de los diversos fosfatos tiende a igualarse posteriormente al primer año de la aplicación.

No se encontró diferencia entre la aplicación de los abonos fosfatados orgánicos (guano rojo y huesos) con la siembra o con un mes de anticipación a esta.

SUMMARY

Field trials on comparison of different phosphorus fertilizers in several farms of the Chilean Ministry of Agriculture point out to the following facts.

Using the same amount of P_2O_5 , superphosphate, chilean thermic phosphates ("Melón" and "Pelicano") and North African phosphorite ("Hyperphosphate") seem to have same effect; the results on phosphorite are limited so the statement can not be conclusive. Red guano and bone-flower have about the same immediate effect and this effect is about half the effect of the phosphates named before.

The yield of the pasture sward that follows wheat in the rotation indicates that the effect of the different sources of phosphorous used in the trials tend to equilibrate after the first year following the application.

The effect of application of the organic fertilizers (bone meal and red guano) at seeding time was practically the same as the application of these fertilizers a month earlier.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—LETELIER, ELIAS. — "Abonos", en "7 Años de Investigaciones Agrícolas". Departamento de Investigaciones Agrícolas, Santiago, 1950.