

## ENSAYOS DE ABONOS EN PAPAS 1947-1952 (\*)

por

ELIAS LETELIER y ALVARO MONTALDO (\*\*)

La mayor parte de los ensayos de abonos realizados en papas por el Departamento de Investigaciones Agrícolas (ex Depto. de Genética y Fitotecnia) se han realizado en la Estación Experimental "Centinela" a orillas del Lago Llanquihue sobre un suelo de trumao orgánico, franco arenoso-fino. Los resultados de los ensayos entre 1941 y 1946 se han publicado en "Agricultura Técnica (6) y en "7 Años de Investigación Agrícola" (5).

Las tendencias observadas en esos ensayos (1941-46) en cuanto a la reacción de la papa a los diversos abonos en dicho suelo son las siguientes:

1. El principal efecto es el producido por los abonos fosfatados. Este es el elemento crítico, cualquiera que haya sido la historia cultural del suelo o los abonos que se le hayan incorporado anteriormente.

2. También ejercen, efecto en los rendimientos las aplicaciones de nitrógeno y potasa, aunque generalmente este efecto es notorio sólo cuando existe una base de abonadura fosfatada.

3. El efecto de la aplicación de cal tiende a ser negativo.

4. Las interacciones entre diversos elementos no son de consideración comparándolas con el efecto individual de los elementos.

5. Las dosis recomendables de abonadura son las siguientes:

48 Kg. de nitrógeno (N) por hectárea.

90 Kg. de anhídrido fosfórico ( $P_2O_5$ ) por hectárea.

100 Kg. de óxido de potasio ( $K_2O$ ) por hectárea.

Aunque se obtuvieron a veces aumentos de rendimiento con abonados superiores a estas dosis, estos no fueron muy grandes.

(\*) Recibido para su publicación el 14 de Junio de 1954.

(\*\*) Ingenieros Agrónomos de la Sección Suelos y Sección Fitotecnia, respectivamente, del Departamento de Investigaciones Agrícolas. Los autores agradecen el importante aporte realizado a esta investigación por el Sr. Bernardo Unanue, especialista en el cultivo de la papa, al Ingeniero Agrónomo Sr. Rodolfo Briceño y al Práctico Agrícola Sr. Manuel Rivera, quienes en diferentes oportunidades han colaborado con los trabajos experimentales de abonos en la Estación Experimental "Centinela".

6. Algunos abonos orgánicos (afrecho de maravilla, guano blanco) producen un efecto favorable superior a lo que se podría esperar de la cantidad de elementos fertilizantes incorporados.

7. No hay diferencia notable entre los efectos producidos por el nitrógeno nítrico y el amoniacal.

8. Entre los abonos fosfatados, el Fosfato Melón, el Fosfato Pelicano, el Superfosfato y el Guano rojo pueden considerarse de igual eficacia; el abono de huesos se mostró inferior.

Los pocos ensayos realizados fuera de Centinela tienden a demostrar que el efecto relativo de los diversos fertilizantes se mantienen en los diversos tipos de trumaos; en dos ensayos realizados en suelos aluviales de riego del Llano Longitudinal de la Región Central, no hubo efecto de ningún abono.

El presente artículo tiene por objeto dar cuenta de los resultados obtenidos posteriormente al año 1946.

*Suelos en que se realizaron los ensayos.*

La Estación Experimental "Centinela", en la que se verificaron la mayoría de los ensayos tiene un suelo profundo de trumao orgánico. Como es sabido, el trumao es un suelo de origen volcánico, de textura franco-arenosa fina, con gran poder de fijación de los fosfatos. Algunos análisis físicos de este suelo son los verificados en muestras provenientes de los ensayos verificados en 1951 (cuadro N° 1).

CUADRO N° 1

CENTINELA. — ANALISIS QUIMICO DE LOS SUELOS EN QUE SE VERIFICARON LOS ENSAYOS DE ABONOS EN 1952

Ensayo	pH	Materia orgánica	Fósforo aprovechable, Kg./há.	Potasio aprovechable Kg./há.
Abonos fosfatados "A"	5,7	22,4	4	683
Abonos fosfatados "B"	5,6	24,8	8	560
Dosis abonado	5,8	22,8	9	511
Dosis NPK	5,9	23,6	9	511
Abonos orgánicos	6,1	21,2	11	560

Los suelos de La Gruta, Puerto Octay, son muy similares a los de Centinela, pues son fundos vecinos.

El suelo en que se verificó el ensayo de Trianón, Temuco (NPK) en 1947 no representa una situación cultural normal, pues había sido esparraguera y había sido abonado con grandes dosis de guano de corral.

Los suelos de Trianón y de Castro, Chiloé, son también trumaos orgánicos, pero menos profundos que los de Centinela. Lo Arcaya, Pirque, y Palmira, Talca, son buenos suelos aluviales típicos de la Región

Central, con materia orgánica alrededor de 5% y pH de más o menos 6,5. El suelo del fundo "El Pino", La Serena, es característico de los llanos de Pan de Azúcar; su pH es 6,2 y su contenido de materia orgánica es bajo.

#### *Técnica de los ensayos realizados.*

Los ensayos se efectuaron en aquellos potreros a los que correspondía papas dentro de la rotación establecida en los fundos respectivos. Excepción a esto fué el año 1948 en que se ubicaron en un potrero en que había betarraga con diversos abonos el año anterior. Se usó el sistema de bloques sorteados y sus resultados se estudiaron estadísticamente mediante el análisis de la variancia de Fisher. Salvo algunas excepciones, el número de repeticiones fué de 5. Las parcelas fueron generalmente de 8 metros de largo por 3 hileras de ancho separadas 80 cms., cosechándose sólo la hilera central.

#### *Ensayos de dosis de N, P y K.*

Se ensayaron 3 dosis de cada elemento, bajo un diseño factorial con 27 combinaciones en total.

*Ensayo La Gruta 1947.*—El fósforo hace aumentar los rendimientos proporcionalmente a la dosis usada, siempre que la dosis de potasa sea superior a las 80 unidades por hectárea; en otro caso sólo hay efecto de  $P_3$  sobre  $P_2$  cuando se usa la dosis más alta de nitrógeno.

El efecto del nitrógeno parece alcanzar su máximo con 80 unidades por hectárea. No existe interacción clara entre este elemento y los otros dos.

En la mayoría de los casos el efecto máximo de la potasa se obtiene con las dosis media (160 unidades por hectárea); con una dosis mayor tiende a disminuir nuevamente el rendimiento.

*Centinela 1948* (año en que se colocaron los ensayos sobre betarraga abonada el año anterior).—El único efecto más o menos claro es aquí el del nitrógeno, que casi siempre hace aumentar los rendimientos hasta con la dosis mayor. Los efectos del fósforo y de la potasa son muy erráticos.

*Centinela 1949.*—Hay efecto considerable del nitrógeno; sin embargo, no hay una tendencia clara con respecto al aumento de dosis, obteniéndose en algunos casos el máximo aumento con 80 Kg. y otras veces con 120 Kg. de nitrógeno por hectárea. Menos pronunciados y menos claros son los efectos debidos al fósforo, si bien, existe en líneas generales, un efecto de este elemento. También existe cierto efecto de la potasa; los rendimientos provocados por la dosis 1 y 2 pueden, sin embargo, considerarse iguales.

*Centinela 1950.*—Tendencia clara hacia un aumento importante de rendimiento hacia las dosis más elevadas de nitrógeno y fósforo. Mucho menos claro es el efecto del potasio, cuyo efecto favorable es errático y, en términos generales parece no existir sobre la dosis media.

CUADRO Nº 2

Ensayos de dosis de N, P, y K	LA GRUTA			CENTINELA			CENTINELA			CENTINELA			CENTINELA			
	1947			1948			1949			1950			1951			
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	
K <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	82	112	125	175	169	206	132	154	167	120	132	158	203	189	252
	P <sub>2</sub>	144	153	140	143	166	244	159	149	173	163	148	198	214	214	189
	P <sub>3</sub>	141	156	168	181	171	194	142	168	161	171	156	207	207	233	219
K <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	143	137	127	147	175	200	155	152	179	157	151	178	182	205	234
	P <sub>2</sub>	158	168	150	203	162	206	151	176	179	154	179	185	191	281	203
	P <sub>3</sub>	175	180	158	194	200	197	155	159	190	145	174	266	225	219	219
K <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	125	128	125	150	197	222	152	156	168	101	166	133	235	244	225
	P <sub>2</sub>	145	153	157	191	212	178	160	175	168	140	161	170	203	216	227
	P <sub>3</sub>	169	177	176	188	203	228	157	157	204	162	176	203	215	225	277
		40			46			29			56			47		
		22			20			14			28			17		

Rendimientos en qqm./há.

N<sub>1</sub> = 40 Kg. N/há.  
 N<sub>2</sub> = 80 Kg. N/há.  
 N<sub>3</sub> = 120 Kg. N/há.  
 P<sub>1</sub> = 80 Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/há.  
 P<sub>2</sub> = 160 Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/há.  
 P<sub>3</sub> = 240 Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/há.  
 K<sub>1</sub> = 80 Kg. K<sub>2</sub>O/há.  
 K<sub>2</sub> = 160 Kg. K<sub>2</sub>O/há.  
 K<sub>3</sub> = 240 Kg. K<sub>2</sub>O/há.

Coefficiente variabilidad, %

Dif. sign. P. 5%, qqm./há.

*Centinela 1951.*—Tendencia más o menos constante del nitrógeno a producir aumentos de rendimiento hacia las dosis más altas. Efecto del fósforo y de la potasa, muy erráticos.

Considerando el conjunto de estos ensayos, puede decirse que el nitrógeno es el único elemento que ha producido un efecto constante y claro sobre los rendimientos, con tendencia a aumentar hacia las dosis más altas.

A pesar de la apariencia errática de los efectos del fósforo y de la potasa un examen más detenido del cuadro Nº 2 revela que hay algunos tratamientos que constantemente pueden considerarse buenos, tales como  $N_3P_3K_3$ , y otros que casi siempre son malos o mediocres, tales como  $N_1P_1K_3$ ; esto indujo a elaborar los resultados en forma de diferencias de rendimiento con  $N_1P_1K_1$  y a promediar estas diferencias, promedios que están indicados en el cuadro Nº 3. De este promedio se ha eliminado el año 1948, por ser muy anormal ya que la papá siguió a la betarraga azucarera, cultivo que fué fuertemente abonado. Se observa en este cuadro, la preponderancia del efecto del nitrógeno y del fósforo sobre el de la potasa. Es interesante observar también que, en promedio, una fórmula que contenga una dosis media de cada uno de los tres elementos alcanza rendimientos bastante elevados, los que sólo son sobrepasados cuando se aumenta la dosis de los tres elementos.

Por último, se indica a continuación el efecto medio de cada una de las dosis de cada elemento, consideradas en su conjunto y haciendo

CUADRO Nº 3

ENSAYOS DE DOSIS DE N, P y K  
DIFERENCIAS DE RENDIMIENTO CON  $N_1$ ,  $P_1$  y  $K_1$   
PROMEDIO 1947, 49, 50 y 51  
QQM./HA.

		$N_1$	$N_2$	$N_3$
$K_1$	$P_1$	0	8	41
	$P_2$	36	32	41
	$P_3$	31	42	55
$K_2$	$P_1$	25	26	45
	$P_2$	29	67	45
	$P_3$	41	49	49
$K_3$	$P_1$	19	39	29
	$P_2$	28	42	46
	$P_3$	42	50	80

abstracción de las posibles interacciones. Dichos promedios se han deducido del cuadro N° 3 y son los siguientes:

Efecto de  $N_2$  sobre  $N_1$  = 11,6 qqm.  
 Efecto de  $N_3$  sobre  $N_2$  = 8,4 qqm.  
 Efecto de  $P_2$  sobre  $P_1$  = 13,5 qqm.  
 Efecto de  $P_3$  sobre  $P_2$  = 8,1 qqm.  
 Efecto de  $K_2$  sobre  $K_1$  = 10,0 qqm.  
 Efecto de  $K_3$  sobre  $K_2$  = 0,1 qqm.

*Ensayos de abonos fosfatados.*

CUADRO N° 4

ENSAYOS DE ABONOS FOSFATADOS EN PAPAS. — CENTINELA

N = 50 Kg. de N/há. (salitre sódico)  
 K = 100 Kg. de  $K_2O$ /há. (cloruro de potasio)  
 P = 100 Kg. de  $P_2O_5$ /há. (abonos fosfatados)

N°	A b o n o s	% medio $P_2O_5$ aprov. en los abonos fosfatados	Kg./há. abonos fosfatados	Rendimientos, qqm./há.			
				1947	1949	1950	1951
1	Melón + NK	18,9	528	186	168	91	165
2	Pelícano + NK	18,8	533	176	169	68	200
3	Guano rojo + NK	12,8	783	160	178	75	141
4	Huesos molidos + NK	24,8	403	117	169	105	160
5	Superfosfato + NK	20,0	500	172	—	—	—
6	Fosfata + NK	26,7	375	—	164	75	149
7	NK	—	—	110	143	32	142
8	Testigo	—	—	95	101	32	130
	Dif. signif. P. 5%, qqm./há.			40	33	44	36
	Coefficiente variabilidad, %			24	16	31	18

NOTA.—El % de  $P_2O_5$  en abonos fosfatados tuvo algunas variaciones en los diversos años, especialmente en el guano rojo y los huesos, las cantidades de aplicación que figuran en el cuadro son los valores medios.

Durante 4 años (47, 49, 50 y 51) se comparó el efecto de diversos abonos fosfatados, aplicados todos a razón de 100 Kg. de  $P_2O_5$  por hectárea (cuadro N° 4). Todos los años la aplicación del fósforo tuvo efecto sobre los rendimientos, lo que parece evidente aunque algunos de los abonos no hayan dado diferencias significativas sobre el tratamiento sin fósforo. Diferencias significativas entre los diversos tipos de fosfatos no ha habido con excepción de 1951 en que el Fosfato Pelícano fué significativamente superior a todos los demás. Para aclarar más las diferencias entre los diversos fosfatos se inserta a continuación una tabla en la que se expresa el orden relativo de los diversos abonos en los diferentes años en cuanto a su efecto sobre los rendimientos; se ha pres-

## CUADRO N° 5

## ENSAYOS DE ABONOS FOSFATADOS EN PAPAS, 1951

N = 100 Kg. de N/há. (salitre sódico)

K = 100 Kg. de K<sub>2</sub>O/há. (cloruro de potasio)P = 200 Kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/há. (abonos fosfatados)

N°	A b o n o s	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aprovechable en los abonos fosfatados	Kg./há. abonos fosfatados	Rendimientos, qqm./há.	
				Centinela	La Gruta
1	Guano rojo (Pabellón Pica) + NK	21,2	944	228	219
2	Guano rojo (Mejillones) + NK	17,6	1.136	177	214
3	Pelicano + NK	19,3	1.036	201	195
4	Phospal + NK	21,9	914	162	146
5	Fosforita + NK	25,5	784	142	188
6	NK			114	127
7	Testigo			121	104
	Dif. signif. P. 5% qqm./há.			37	25
	Coeficiente variabilidad, %			17	11

cindido en esta tabla de las diferencias muy pequeñas, considerando en el mismo lugar correlativo a todos aquellos abonos que han producido prácticamente el mismo efecto.

A b o n o s	47	49	50	51
Melón	1°	2°	2°	2°
Pelicano	2°	2°	4°	1°
Guano rojo	4°	1°	3°	4°
Huesos	5°	2°	1°	2°
Superfosfato	3°	—	—	—
Fosforita	—	2°	3°	3°

Puede observarse que especialmente el Fosfato Melón ha mantenido una posición constantemente elevada; también puede considerarse bastante seguro el efecto del Fosfato Pelicano; los otros abonos podrían considerarse como menos seguros que los 2 nombrados; del Superfosfato no se puede adelantar mucho, pues sólo estuvo un año en ensayo.

En 1951 se efectuó un ensayo especial en Centinela y La Gruta comparando algunos abonos fosfatados, aplicándolos a razón de 200 Kg. de anhídrido fosfórico por hectárea (cuadro N° 5). El "Phospal" es un fosfato térmico francés. El efecto de los abonos fosfatados es también

evidente, si bien la Fosforita en Centinela y el Phospal en La Gruta no alcanzaron la cifra significativa sobre la fórmula sin fósforo. La tabla de comparación correlativa en estos dos ensayos es la siguiente:

	Centinela	La Gruta
Guano rojo, Pabellón de Pica	1º	1º
Guano rojo Mejillones	3º	2º
Pelicano	2º	3º
Phospal	4º	5º
Fosforita	5º	4º

Considerando el efecto (diferencia sobre el testigo) del Fosfato Pelicano como igual a 100 el efecto de los otros tratamientos en el conjunto de los 6 ensayos considerados, sería el siguiente:

Melón	106
Guano rojo	101
Huesos	88
Superfosfato	94
Fosforita	64
Phospal	51

CUADRO Nº 6

ENSAYO DE FORMULAS MINERALES Y ORGANICAS EN PAPAS. CENTINELA, 1947

Nº	A b o n o s	Kg./há.	Unidades aplicadas, Kg./há.			Total unidades Kg./há.	Rendi- miento Qqm./há.	Aumento de rendi- miento sobre el Testigo por 100 unidades agre- gadas. Qqm./há.
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
1	Afrecho maravilla	1.200	84	218	194	496	260	41
	Melón	1.000						
	Cloruro potasio	400						
2	Salitre sódico	600	96	184	195	475	209	32
	Melón	1.000						
	Cloruro potasio	400						
3	Guano de gallina	1.200	105	204	202	511	245	37
	Salitre sódico	520						
	Melón	1.000						
4	Melón	1.000	—	184	195	378	199	38
	Cloruro potasio	400						
5	Afrecho maravilla	1.200	84	34	—	118	126	59
6	Testigo						56	
Diferencia signif. P. 5% = 46 qqm./há.								
Coeficiente variabilidad = 19%								



CUADRO N° 8

ENSAYOS DE ABONADURA ORGANICA EN PAPA. — CENTINELA

N°	A b o n o s	Unidades fertilizantes, Kg./há.			Rendimientos, qqm./há.		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	1949	1950	1951
1	Salitre sódico						
	Melón	100	200	200	175	201	225
	Cloruro potasio						
2	Guano gallina						
	Melón	100	200	200	191	265	264
	Cloruro potasio						
3	Testigo	—	—	—	105	32	175
	Dif. sign. P. 5%: qqm.7há.				35	46	40
	Coefficiente variabilidad, %				18	22	14

Cantidades de abonos aplicados, Kg./há.

A b o n o s	1949		1950		1951	
	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 1	Trat. 2
Salitre sódico	675	—	645	—	645	—
Melón	1.010	583	1.070	508	1.070	508
Cloruro potasio	412	318	457	372	457	372
Guano de gallina	—	7.692	—	3.922	—	3.922

Los ensayos con abonos orgánicos se han ajustado a diversos esquemas, de modo que ellos se analizarán separadamente:

*Fórmulas minerales y orgánicas*, (cuadro N° 6).—Este ensayo efectuado en 1947 compara 3 fórmulas, de composición muy semejante en cuanto a cantidad y proporción de unidades fertilizantes. En una de ellas el total del nitrógeno y una pequeña parte del fósforo se aplicaron en forma orgánica como afrecho de maravilla; en otra, se aplicó una pequeña parte del N, P y K (más o menos el 10% del total de unidades) en forma orgánica, como guano de gallina; en otra fórmula, el total de elementos nutritivos fué aplicado en forma mineral. Se agregó también una fórmula mineral sin nitrógeno y otra de afrecho de maravilla sola, en la misma dosis aplicada en la fórmula compuesta.

En este ensayo hubo un gran efecto del abonado. Las fórmulas compuestas de base orgánica fueron superiores a la mineral, si bien aquellas con guano de gallina no alcanzó una superioridad significativa para P. 5% con la fórmula mineral. El efecto del nitrógeno en este ensayo está expresado por la diferencia entre la fórmula PK con respecto a

NPK; esta diferencia es sólo de 10 qqm./há.; el efecto de P + K es notable: 143 qqm./há. El gran efecto de la aplicación de 1.200 Kg./há. de afrecho de maravilla puede, en parte, atribuirse a la acción de la ley de los rendimientos decrecientes, pero es indudable que los resultados de este ensayo demuestran, en su conjunto, que hubo un efecto específico y favorable de la aplicación de una parte de los abonos en forma orgánica.

*Diversos abonos orgánicos* (cuadro Nº 7).—En este ensayo se experimentaron diversos productos orgánicos, comparándolos entre sí y con fórmulas minerales a igualdad de peso. Paradójicamente, este ensayo no tuvo ninguna significación en Ovalle, donde, dadas las características del suelo, arcilloso y pobre en materia orgánica, cabía esperar una respuesta de la aplicación de residuos orgánicos. En cambio en Centinela, en un excelente suelo orgánico la aplicación de 2.000 Kg. de guano de gallina o de afrecho de maravilla superó en rendimiento a la aplicación de 2.000 Kg. de una mezcla mineral fácilmente aprovechable, a pesar de que ésta contenía más o menos 5 veces el número de unidades fertilizantes que el guano de gallina y más del doble que el afrecho de maravilla. Este efecto de la materia orgánica, independiente del número de unidades fertilizantes aplicadas, se refleja en la última columna del cuadro Nº 7 en el que se compara las diversas fórmulas a base del aumento producido por una aplicación de 100 unidades. Salvo el caso de la paja de trigo molida y de la harina, que por su alta relación C/N, pueden haber provocado una escasez temporal de nitrógeno, todos los residuos orgánicos, individualmente considerados, provocaron un mayor efecto por unidad aplicada que la fórmula mineral; se mostraron especialmente eficaces el guano de gallina y el aserrín.

A pesar que la observación de conjunto de este ensayo, deja pocas dudas respecto al efecto favorable y específico que tuvo la aplicación de materia orgánica, es prudente tomar estos resultados con cierta reserva, por cuanto el error experimental fué bastante elevado; son pocas las fórmulas orgánicas que pasan de la significación de 5% sobre el testigo. Además resulta extraño, dentro del conjunto de los resultados, la superioridad de la fórmula 14 sobre la 16, siendo que esta última se diferencia de la anterior sólo en que lleva 1.000 Kg. de guano de gallina agregados a la base mineral PK.

*Abonadura orgánica* (cuadro Nº 8).—Ensayos realizados en Centinela de 1949 a 1951. El plan consistió en comparar dos fórmulas que aportaban el mismo número de unidades fertilizantes: una con componentes totalmente minerales y la otra a base de guano de gallina complementada con abonos minerales.

En los tres años de ensayo la fórmula de base orgánica superó a la mineral; la significación estadística de esta superioridad fué muy buena en 1950, aceptable en 1951 y débil en 1949.

CUADRO Nº 9

ENSAYO DE ABONOS ORGANICOS Y MINERALES; FUNDO "EL PINO",  
LA SERENA. — 1947

Nº	A b o n o s	Kg./há.	Unidades fertilizantes Kg./há.				Rendimiento qqm./há.
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Total	
	Salitre sódico	400					
1	Sulfato potasio	333	64	25	166	255	33
	Melón (Fosfato)	133					
2	Afrecho maravilla	800	56	23	—	79	76
3	Fosfato Melón	133	—	25	166	191	31
	Sulfato potasio	333					
4	Compóst (*)	8.204	Aproximadamente			150	39
5	Testigo	—	—	—	—	—	28
	Diferencia significativa P. 5%, qqm./há.						13
	Coeficiente de variabilidad, %						17

(\*) a base de guano de cabra.

*Fórmulas orgánicas y minerales, fundo "El Pino", La Serena.*

Del examen del cuadro Nº 9 se deduce lo siguiente: no hubo efecto significativo de los abonos minerales ni del compuesto a base de guano de cabra (aunque este estuvo muy cercano a la cifra significativa de 5%).

CUADRO Nº 10 ENSAYO DE DOSIS DE ABONADO, CENTINELA, 1951

A b o n o s	Kg./há.	Unidades fertilizantes aplicadas				Rendimiento Qqm./há.	Aumento de rendimiento producido por la agregación de 100 unidades fertilizantes. Qqm./há.	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Total			
Salitre sódico	313	50	100					
Fosfato Pelicano	518		100			374	26	
Cloruro potasio	103			100	250			
Salitre sódico	626	100						
Fosfato Pelicano	1.036		200			417	21	
Cloruro potasio	206			200	500			
Salitre sódico	1.352	200						
Fosfato Melón	2.072		400			426	12	
Cloruro potasio	412			400	1.000			
Testigo	—	—	—	—	—	310	—	
	Diferencia significativa, P. 5%, qqm./há.						56	
	Coeficiente de variabilidad, %						7	

En cambio, 800 Kg. de afrecho de maravilla, que aportaron sólo la cuarta parte de las unidades fertilizantes que la fórmula mineral, produjeron un enorme y significativo aumento de rendimiento.

Se trata de un solo ensayo efectuado en Centinela en 1951 para ver la utilidad económica de las grandes dosis de abonadura, muy usados para la papa por los agricultores de la orilla del lago Llanquihue. La dosis 100, 200, 200 superó bastante a la 50, 100, 100 sin bajar excesivamente el aprovechamiento del abono; esta dosis probablemente se justificaría económicamente. El aumento de rendimiento con la dosis 200, 400, 400 sobre la 100, 200, 200 fué insignificante lo que no haría económico el uso de esta dosis, si se considera sólo su efecto sobre el cultivo inmediato.

*Ensayos de tres elementos (NPK).*

CUADRO N° 11

ENSAYOS DE 3 ELEMENTOS EN PAPAS, 1947

N°	A b o n o s	Rendimientos, qqm./há.			
		Lo. Arcaya Pirque	Palmita Talca	Triación Temuco	Castro Chiloé
1	N	271	199	106	No se sembró
2	P	263	224	142	46
3	K	237	216	125	No se sembró
4	NP	264	260	136	106
5	NK	271	237	134	55
6	PK	246	221	123	142
7	NPK	263	213	152	152
8	Testigo	270	236	99	70
Dif. signif. P. 5% qqm./há.		No signif.	No signif.	No signif.	21
Coefic. variabilidad, %		8	14	25	11

N = 313 Kg. salitre sódico = 50 Kg. N/há.  
 P = 546 Kg. fosfato Melón = 100 Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/há.  
 K = 206 Kg. cloruro potasio = 100 Kg. K<sub>2</sub>O/há.

Se trató con estos ensayos de apreciar en diversas localidades el efecto de los 3 elementos fertilizantes principales. Los ensayos ubicados en terrenos aluviales de la Región Central no acusaron ningún efecto de los abonos; no cabe atribuir este resultado al error experimental, que es bastante bajo en ambos ensayos.

Los otros dos ensayos se realizaron en terrenos de trumao. El de Temuco, a pesar de un error experimental elevado, acusa cierta tendencia hacia un efecto del fósforo y de la potasa, tal como en el trumao de

Centinela; debe recordarse que el suelo en que se verificó este ensayo había recibido, hasta muy recientemente, dosis muy elevadas de abonos orgánicos. En cuanto al ensayo efectuado en Castro (Chiloé), lo único que puede decirse con cierta seguridad es que revela efecto del fósforo.

#### DISCUSION

En los ensayos de dosis de tres elementos es interesante notar que el nitrógeno fué el elemento de efecto más claro y constante, a diferencia del anterior período de ensayos (1941-46) en que el fósforo fué fundamental. Sin embargo, ambos grupos de ensayos no son estrictamente comparables, pues en los del último período no hubo testigo sin abono; existe por lo tanto, la posibilidad de que el fósforo haya continuado siendo el elemento crítico en dosis inferiores a 40 Kg. de N., 80 Kg. de  $P_2O_5$  y 80 Kg. de  $K_2O$ . El efecto del fósforo, aunque más errático que el del nitrógeno fué, en promedio bastante evidente. La potasa tuvo efectos importantes sólo al pasar de la dosis de 80 a la de 160 Kg./há. Es lógico, de acuerdo con la ley de rendimientos decrecientes, que en estos ensayos, los efectos no sean tan espectaculares como los obtenidos comparando dosis moderadas de aplicación con ausencia de aplicación. Las cifras obtenidas en el período anterior de efecto de los diversos elementos nutritivos sobre la no aplicación de los mismos (véase "Abonos" en "7 Años de Investigaciones Agrícolas") (5) superan 3 veces en el caso del fósforo y 2 veces en el caso de la potasa a los efectos totales ( $P_3-P_1$  y  $K_2-K_1$ ) obtenidos en los ensayos que se discuten en el presente trabajo. En cambio, en el caso del nitrógeno sucede lo contrario pues  $N_3-N_1$ , de los presentes ensayos, supera en 7 qqm./há a  $N_1-N_0$  de los anteriores. Esto concuerda con las ideas generalmente aceptadas respecto a la cuantía relativa de los incrementos de producción producidos por N, P y K aplicados en dosis crecientes (Mistcherlich), en el sentido de que el efecto del nitrógeno alcanza a su máximo con dosis más elevadas que el efecto del fósforo y del potasio.

Desde el punto de vista práctico, parecen relativamente pobres los aumentos de rendimientos producidos, con los aumentos de dosis sobre  $N_1$ ,  $P_1$ ,  $K_1$ , o sea sobre 40 Kg. de N, 80 Kg. de  $P_2O_5$  y 80 Kg. de  $K_2O$ , lo que confirmaría las cifras determinadas como recomendables en el anterior período de ensayos. En todo caso, las dosis medias parecen ser mucho más prudentes que las dosis elevadas. Una confirmación a este acierto la da el ensayo de dosis de abonado efectuado en 1951 (cuadro N° 10) en el que se vé que las dosis superiores a 100, 200, 200 (N-P-K) producen aumentos de poca importancia.

Es conocido el hecho de que los agricultores del Lago Llanquihue, en el cultivo de la papa usan cantidades enormes de abono; parece dudoso, en vista de los resultados de los ensayos obtenidos en Centinela,

que esta gran cantidad de abono se justifique económicamente considerando el cultivo inmediato; es claro que queda un gran efecto residual para el cultivo del trigo y de la pradera que siguen a la papa. Dados los resultados hasta ahora conocidos de la reacción del trigo y de las praderas al efecto residual de los abonos, sólo sería posible admitir por el momento, como útiles las grandes dosis de abonos fosfatados, pero no de abonos nitrogenados, ni de la potasa.

Los ensayos de abonos fosfatados (cuadro N° 4) confirman el hecho de que, a pesar de las continuas aplicaciones de abonos fosfatados a los potreros de Centinela, la papa continúa respondiendo grandemente a estos abonos cuando se aplican en dosis normales; el efecto medio de la aplicación de 100 Kg. de  $P_2O_5$  en forma de Fosfato Melón en estos ensayos, fué de 45 qqm./há. Este efecto es, sin embargo, evidentemente inferior a los 88 quintales métricos obtenidos en las mismas condiciones y con el mismo abono en el anterior período de ensayos ("7 Años de Investigaciones Agrícolas", pág. 204). Esto señalaría la posibilidad de que exista ya cierto grado de saturación de los coloides férricos de este suelo con respecto al ión fosfórico.

Es interesante que en este grupo de ensayos se confirma, la eficacia del guano rojo como abono fosfatado para la papa en este suelo, fenómeno ya observado en el período anterior. En efecto, para la papa, el guano rojo puede considerarse al mismo nivel de utilidad inmediata que los fosfatos fundidos nacionales (Melón y Pelicano) y que el superfosfato. La eficacia de los huesos y de la fosforita es inferior a la de los fosfatos nombrados anteriormente, siendo más eficaces los huesos que la fosforita, pero en todo caso ambos han producido aumentos evidentes de rendimiento.

Los diversos ensayos en que se comparó la aplicación de abonos minerales y orgánicos no dejan lugar a dudas de la superioridad de los últimos en este cultivo en la región del Lago Llanquihue; esta deducción está reforzada por los resultados obtenidos en el anterior período de ensayos, así como también por el consistente buen comportamiento del guano rojo en este cultivo en comparación con fosfatos considerados generalmente como de mayor eficacia inmediata.

Los textos de agricultura general, reconocen generalmente la importancia que tiene la materia orgánica para la papa. Así por ejemplo, Fream (3) dice en sus "Elementos de Agricultura": "En vista de su inclinación por la materia orgánica este cultivo sigue frecuentemente a una pradera..."

Otros autores, Thomas y Eyre (8): "Para producir buenas cosechas de papa temprana el suelo debe estar provisto de materia orgánica".

Watson y More (9): "La base del abonado de la papa es una buena aplicación de estiércol".

Barker (1): "Los suelos de fácil trabajo, ricos en materia orgánica son los que producen las mejores cosechas".

Whithead y col. (10): "Aunque se pueden obtener buenas cosechas usando solamente abonos artificiales, los abonos orgánicos (especialmente estiércol) son necesarios para mantener la fertilidad del suelo".

Hardenburg (4), autor que da especial importancia a la aereación del suelo como factor primordial para el cultivo de la papa, opina que las principales funciones de la materia orgánica con relación a este cultivo son: "mantener un suministro estable de nitrógeno, ayudar a la retención y absorción de la humedad del suelo, mantener y manejar las condiciones físicas del suelo".

Este autor, sin embargo, como otros investigadores, no le atribuye un efecto inmediato a la materia orgánica superior a sus equivalentes minerales y cita en apoyo de esta tesis experimentos efectuados por Brown en 1926.

Entre los autores chilenos, Opazo (7) sólo se refiere a la necesidad de aplicar materia orgánica, cuando escasea en el suelo.

En resumen si bien la literatura que trata sobre el abonado de la papa, se infiere que sus autores aceptan, en general, la idea que casi siempre sustentan los agricultores en el sentido de una especial preferencia de este cultivo por los abonos orgánicos, no es menos cierto que casi siempre lo hacen en forma vaga y las explicaciones que algunos dan sobre este fenómeno son muy generales, se refieren al efecto a largo plazo del abonado, y no pueden en ningún caso explicar los resultados obtenidos en los ensayos efectuados en nuestro país. Es lamentable también la falta de interés que parece haber existido en los investigadores extranjeros para comparar los abonos orgánicos con los minerales a igualdad de unidades fertilizantes aplicadas.

De tal modo que no es posible encontrar en la literatura extranjera una orientación que permita explicar la mayor eficacia que en la zona del Lago Llanquihue y, esporádicamente en otras zonas (La Serena) han tenido los abonos orgánicos sobre los minerales aplicados a igualdad de unidades fertilizantes. Desde luego, un mejoramiento de las condiciones físicas del suelo no puede ser una explicación satisfactoria si se considera las dosis muy bajas (como enmiendas) de abonos orgánicos que se aplicaron, las buenas condiciones físicas de los suelos ensayados y el alto porcentaje de materia orgánica del suelo de Centinela.

Sin otra pretensión que ayudar a orientar las futuras investigaciones sobre este problema se sugieren a continuación algunas posibles explicaciones del fenómeno observado:

1. Como los productos orgánicos ensayados proceden de otras regiones del país, pueden aportar algún elemento menor de que carezcan, o que esté bloqueado, en los suelos de Centinela.

2. Como los abonos para la papa son aplicados en el surco, puede producirse en la vecindad de las raíces de la planta una concentración de fósforo asimilable muy superior al resto del suelo, cuya alta capacidad de fijación de este elemento está comprobada. Este fósforo asimilable puede provenir de la descomposición misma de la materia orgánica, de la acción desfijadora de los ácidos orgánicos sobre el ión fosfórico, de la acción protectora de los coloides orgánicos sobre los fosfatos en solución, de la acción disolvente del  $\text{CO}_2$  producido por la descomposición orgánica sobre los minerales del suelo o de la acción conjunta de todos estos factores.

Los ensayos de tres elementos (NPK) verificados en diversas regiones del país son muy escasos para sacar conclusiones. Sin embargo, comparando estos resultados con los ya obtenidos en el período anterior de ensayos, puede decirse que ellos, tienden a comprobar la gran eficacia del fósforo y en menor grado de N y K en los trumaos.

### RESUMEN

Entre 1947 y 1952 se verificaron numerosos ensayos de abonos en papa en la Estación Experimental "Centinela" y algunos en otras regiones del país.

*Ensayos de dosis de abónado.*—Los abonos producen aumentos de rendimiento de importancia hasta una dosis de 100, 200, 200 (N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ). Sobre estas cifras los aumentos producidos disminuyen considerablemente y son erráticos.

*Comparación entre abonos fosfatados.*—En su efecto los fosfatos ensayados pueden clasificarse en el siguiente orden:

1. Fosfato Melón, Fosfato Pelicano, Superfosfato, Guano rojo.
2. Huesos.
3. Fosfórita molida, Phospal.

Los fosfatos Melón, Pelicano y Phospal son fosfatos fundidos.

*Comparación entre abonos orgánicos y minerales.*—A igualdad de unidades fertilizantes aplicadas los abonos orgánicos y las fórmulas de abonado de base orgánica fueron más eficaces que los abonos y las fórmulas minerales.

Todos los fosfatos produjeron aumentos considerables de rendimiento.

### SUMMARY

In the period 1947-52 several fertilizer field-trials on potatoes were carried on, most of them at Centinela Experiment Station. Centinela has highly organic soil and a rainfall of about 1.500 millimeters.

*Rate of fertilization.*—important increases of yields are produced up to a rate of 100, 200, 300 (Kg. per hectare of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O). Over these rates increments are rather small and erratic.

*Comparison between several phosphates.*—According to their effect on the yield the tested phosphates can be ranked as follows:

1. Melón, Pelicano, Superphosphate, Red Guano.
2. Bone flour.
3. Fosforite, (rock phosphate) Phosphal.

Melón, Pelicano and Phosphal are fused phosphates. All the phosphates tested gave measurable increases in yield.

*Comparison between organic and mineral fertilizers.*—Using the same amounts of nutrients, organic fertilizers always had a better effect than mineral fertilizers.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.—BARKER, A. S. — "The use of fertilizers". Oxford University Press. Oxford, Inglaterra, 1935.
- 2.—BURTON, W. G. — "The potato". Chapman and Hall Ltd. Londres, Inglaterra, 1948.
- 3.—FREAM. — "Elements of Agriculture". Robinson Ltd. Londres, Inglaterra, 1948.
- 4.—HARDENBURG, E. V. — "Potato Production". Comstock Publishing Co. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos, 1949.
- 5.—LETELIER, ELIAS. — "Abonos". Siete Años de Investigaciones Agrícolas. Depto. Investigaciones Agrícolas. Depto. Investigaciones Agrícolas. Santiago, Chile, 1950.
- 6.—LETELIER, ELIAS y ALVARO MONTALDO. — "Ensayos de abonos en papas realizados en la Estación Genética "Centinela". Agricultura Técnica. 5:111-128, 1945. Santiago, Chile.
- 7.—OPAZO, ROBERTO. — "Monografía cultural de las diversas plantas agrícolas". Imprenta Cervantes. Santiago, Chile, 1932.
- 8.—THOMAS, W. L. y P. W. EYRE. — "Early Potatoes". Faber and Faber Ltd. Londres, Inglaterra, 1950.
- 9.—WATSON, A. S. y JO A. MORE. — "Agriculture". Oliver and Boyd. Edimburgo, Escocia, 1949.
- 10.—WHITEHEAD, T.; T. P. McINSTOSH y W. M. FINDLAY. — "The Potato". Oliver and Boyd. Edimburgo, Escocia, 1945.