

ENSAYO DE ABONOS EN MACETEROS DE LOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE BÍO-BÍO (*)

por

INES SOTOMAYOR ROMAN (**)

INTRODUCCION

El Departamento de Investigaciones Agrícolas realizó en su Invernadero en 1948-49 algunos ensayos de fertilidad en maceteros. Con este objeto se escogieron 10 series de tierra de la provincia de Bío-Bío, tomando de cada una tres muestras escogidas en diferentes localidades:

1)	Serie Arenales	1139 — 1140 — 1141
2)	" Santa Fe	1142 — 1143 — 1144
3)	" Mirador	1145 — 1146 — 1147
4)	" Arrayán	1148 — 1149 — 1150
5)	" Candelaria	1151 — 1154
6)	" Human	1152 — 1153 — 1158
7)	" Chacayal	1156 — 1157 — 1159
8)	" Llano Blanco	1160 — 1163
9)	" Coreo	1161 — 1162
10)	" Collipulli	1168 — 1164 — 1167

El objeto de este trabajo fué efectuar un reconocimiento rápido y suficientemente completo de la fertilidad de los suelos de esta provincia, que fué la primera en contar con un mapa general de suelos. Los ensayos en maceteros tienen la ventaja de hacerse durante todo el año y en un período más corto de tiempo que los experimentos en el campo. Por otro lado, parecía más seguro y más de acuerdo con la realidad efectuar ensayos biológicos que hacer determinaciones analíticas de laboratorio.

(*) Recibido para su publicación el 21 de Enero de 1952.

(**) Ingeniero Agrónomo Departamento de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura.

Se contaba además, como base de comparación con los resultados obtenidos en ensayos de campo en trigo y trébol en la Estación Experimental de Human (1) y con los obtenidos por la Corporación de Fomento en betarraga sacarina (2).

Se emplearon maceteros de greda con capacidad para 400 grs. de tierra. De cada Serie se tomaron tres muestras, excepto de las Series Candelaria, Coreo y Llano Blanco de las que se tomaron dos y se hicieron tres repeticiones por muestra, cada una con diferentes plantas: una con cebada, otra con trigo y la última con trébol. Cada repetición consta de 16 tratamientos. El total de maceteros trabajados fué de 1.296.

Como portadores de los nutrientes se usaron sales puras, en solución y mezcladas bien con la tierra, en las siguientes combinaciones:

N — P — K — Ca — NP — PK — NK — NPK — NCa — PCa — KCa, NPCa — PKCa — NKCa — NPKCa y testigo.

Para el *nitrógeno* se empleó el nitrato de sodio (NO_3Na), en la cantidad de 1.827 grs. por kilo de tierra, lo que corresponde a una aplicación de unos 749 Kgs. de N. nítrico por Há. Para el *fósforo* se usó el fosfato de Sodio monocalcico ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) con 0.510 grs. para un kilo de tierra, que corresponde a unos 717 Kgs. de anhídrido fosfórico por Há.

Para el *potasio* se usó el Sulfato de potasio (SO_4K_2), empleando 0.530 grs. para un kilo de tierra, o sea, más o menos 715 Kgs. de K_2O por Há.

Y el *calcio*, en forma de hidróxido de calcio $(\text{OH})_2\text{Ca}$ con 2.75 grs. por kilo de tierra, lo que corresponde a unos 5.197 kilos de OCa por Há.

Descripción de las series de tierra: Estas series pueden clasificarse considerando la textura, en:

Suelos arenosos: series Arenales, Llano Blanco, Coreo, Human y Santa Fe.

Trumaos (franco arenoso-fino): series Arrayán, Candelaria y Chacayal.

Sulos arcillosos: series Collipulli y Mirador.

Una amplia descripción de estas series pueden encontrarse en: "Reconocimiento de los Suelos de la Provincia de Bío-Bío" — Manuel Rodríguez Z. (3).

Los suelos de estas 10 series tienen una reacción ácida, no hay acumulación calcárea y los pH son los siguientes:

Serie Arenales	6.80	Serie Chacayal	6.20	Serie Collipulli	5.90
" Santa Fe	6.65	" Candelaria	5.95	(Nº 1168, sub-suelo)	
" Mirador	5.75	" Llano Blanco	6.70		
" Human	6.30	" Coreo	6.25		
" Arrayán	6.05	" Collipulli	4.95		

TECNICA

Las muestras de tierra se dejaron secar a la temperatura ambiente, se deshicieron los terrones, se pasó por un harnero de más o menos $\frac{1}{4}$ pulgada, se mezcló y se repartieron 400 grs. por macetero. En seguida se agregó a la tierra el abono en solución y en un tiesto aparte se revolvió bien. De nuevo se vació al macetero, se le colocó una etiqueta con el número de la serie, la repetición, el tratamiento y la fecha de plantación.

Las plantas se sacaron de un almácigo hecho con arená lavada, colocando 4 en cada macetero, de manera que todas fueran de un mismo tamaño dentro de las 3 repeticiones. El riego se hizo con agua corriente, regando por encima del macetero, con poca agua, según las necesidades de la planta. No se reincorporó el agua de drenaje.

Los maceteros se cambiaron de lugar continuamente para que todos recibieran las mismas condiciones de luz.

A los pocos días de plantados, 10 o 15, empezaron a diferenciarse en altura y se les colocó la primera nota. Después se observó el grosor de la caña, el color y desarrollo de las hojas, etc. Se continuó colocándoles nota más o menos cada 10 días, tomando 3 a 4 observaciones en total (Fig. N° 1).

En seguida se cortaron las plantas a ras de la tierra para tomarles el peso fresco y por último se dejaron secar a la temperatura ambiente para pesarlas en este estado.

Los cuadros N° 1, 2 y 3 resumen todas las observaciones de "peso seco". El cuadro N° 4 indica todas las observaciones realizadas. Se colocó nota a las plantas, siendo la nota 5 para las mejores, disminuyendo hasta uno para las más chicas.

A continuación se sacó el promedio de estas notas. Se anotaron también los pesos frescos y secos. Estas observaciones se hicieron para las 3 muestras de cada serie y en las 3 especies de plantas.

RESULTADOS

Para exponer los resultados en forma clara se han dibujado los 10 gráficos que se incluyen. En estos gráficos, cada columna representa el porcentaje de rendimiento en peso seco obtenido con todas las fórmulas que llevaron el nutriente respectivo con respecto a las que no la llevaron.

Así por ejemplo, para el Nitrógeno se sumaron en cada ensayo todos los rendimientos de las fórmulas que no llevaron Nitrógeno luego se sumaron los rendimientos de las fórmulas que llevaron Nitrógeno y esta suma, expresada en porcentaje de la primera, dió su valor a la columna respectiva en el gráfico.

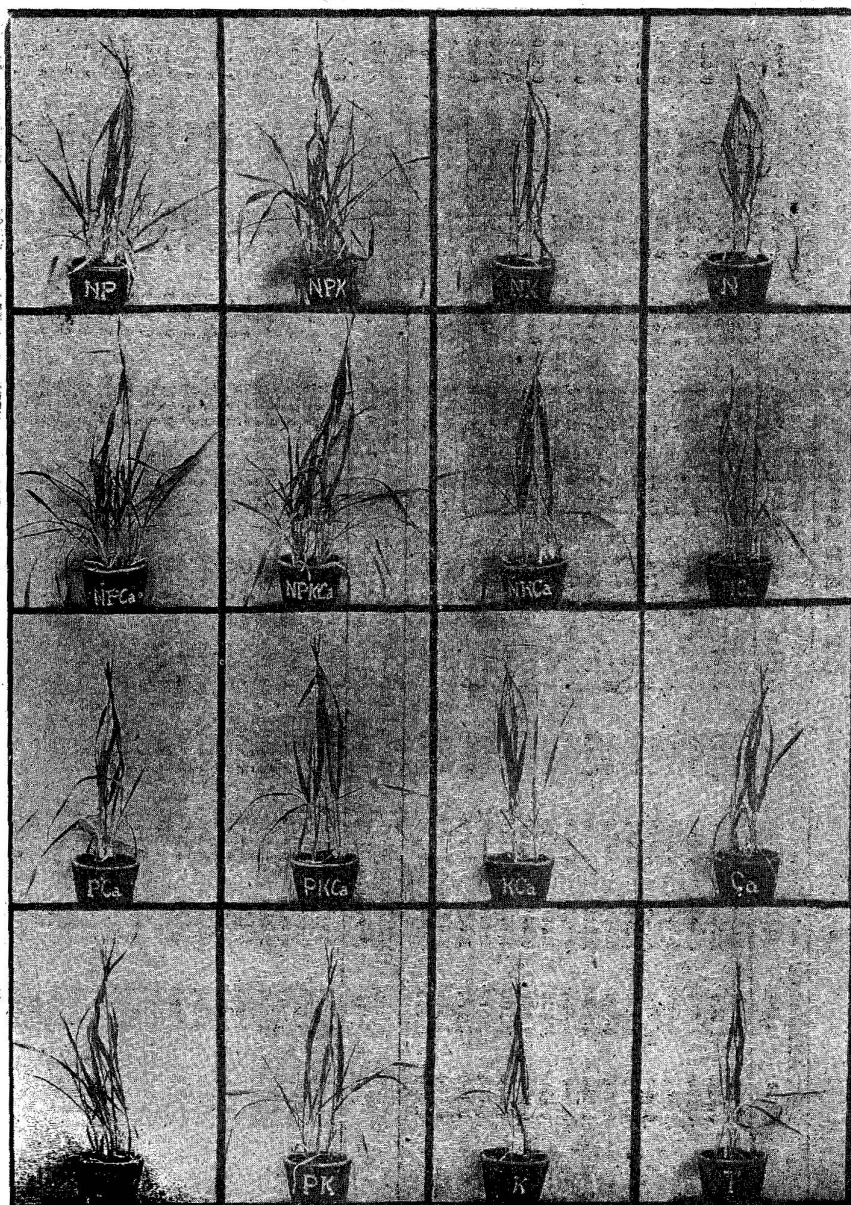


Figura Nº 1

CUADRO Nº 1

SERIES DE LA PROVINCIA DE BIO-BIO
PESOS SECOS

C E B A D A

ARENALES				SANTA FE				MIRADOR				ARRAYÁN				CANDELARIA			
1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1154	1155	1156	1157	1158		
N	0.460	0.720	1.100	0.620	1.000	0.610	0.690	1.580	0.255	0.285	0.470	0.730	0.630	0.470	0.730	0.630	0.630		
P	0.890	1.320	1.730	1.700	1.930	1.930	1.500	1.550	0.430	0.990	1.690	1.050	1.120	1.690	1.050	1.120	1.120		
K	0.600	0.450	0.450	0.610	0.930	0.610	0.880	1.200	0.215	0.440	0.430	0.625	0.500	0.430	0.625	0.500	0.500		
Ca	0.320	0.700	0.610	0.800	1.120	1.020	0.770	1.670	0.350	0.440	0.640	0.560	0.370	0.440	0.560	0.370	0.370		
NP	0.950	1.510	2.250	2.970	1.550	1.880	1.770	1.620	0.520	0.750	2.280	0.820	1.560	0.750	0.820	1.560	1.560		
PK	0.795	0.970	1.500	2.040	1.140	1.460	1.420	1.320	0.845	0.650	2.440	1.140	1.280	0.650	0.845	1.280	1.280		
NK	0.380	0.530	0.800	1.050	1.650	0.450	0.850	1.105	0.300	0.350	0.380	0.840	0.400	0.300	0.350	0.400	0.400		
NPK	1.070	1.920	2.240	2.670	1.550	2.100	1.550	1.039	0.580	0.980	2.810	1.055	2.240	0.980	1.055	2.240	2.240		
NCa	0.540	0.420	0.950	0.860	1.180	0.650	0.680	1.600	0.220	0.260	0.380	0.685	0.380	0.220	0.260	0.380	0.380		
PCa	0.670	0.820	1.690	1.500	1.050	1.130	1.195	1.270	0.600	0.650	2.180	0.890	1.840	0.600	0.650	1.840	1.840		
KCa	0.620	0.600	0.830	0.690	0.800	1.120	0.770	1.540	0.176	0.290	0.450	0.650	0.540	0.176	0.290	0.450	0.540		
NPKa	0.530	2.100	1.750	2.110	1.330	1.880	0.840	1.560	0.600	0.970	1.500	0.970	1.800	0.600	0.970	1.500	1.800		
PKCa	0.700	1.010	1.400	1.390	0.970	1.550	1.200	1.380	0.655	0.680	2.070	1.030	1.040	0.655	0.680	2.070	1.040		
NKCa	0.390	0.850	1.020	1.380	1.260	0.750	0.670	1.060	0.310	0.250	0.630	0.650	0.490	0.310	0.250	0.630	0.490		
NPKCa	0.670	1.860	2.020	1.550	1.630	1.680	0.870	1.055	0.510	0.805	2.070	1.058	1.450	0.510	0.805	2.070	1.450		
T	0.420	0.530	0.795	0.590	0.740	0.740	1.050	1.460	0.285	0.395	0.380	0.600	0.340	0.285	0.395	0.380	0.340		
HUMAN																			
				CHACAYAL				LLANO BLANCO				COREO				COLLIPULLI			
				1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	
N	0.500	0.610	0.240	0.240	0.140	0.340	0.440	1.220	0.650	0.500	0.540	0.590	0.400	0.540	0.650	0.400	0.470		
P	0.980	0.970	0.680	0.680	0.410	0.600	0.900	1.360	0.950	1.050	0.630	1.070	0.680	0.630	0.950	0.680	1.010		
K	0.400	0.670	0.310	0.310	0.230	0.390	0.450	0.920	0.650	0.390	0.570	0.540	0.550	0.390	0.570	0.540	0.550		
Ca	0.405	0.730	0.290	0.290	0.240	0.360	0.420	0.980	0.380	0.670	0.400	0.770	0.500	0.380	0.670	0.500	0.560		
NP	1.370	1.450	0.830	0.830	0.630	1.340	1.380	2.380	1.405	1.530	0.930	1.270	1.295	1.405	1.530	0.930	1.555		
PK	0.880	1.400	0.960	0.960	0.830	1.220	0.940	1.210	0.910	0.770	0.580	1.340	0.920	0.910	0.770	0.580	1.360		
NK	0.405	0.650	0.360	0.360	0.250	0.370	0.640	0.980	0.290	0.370	0.530	0.650	0.495	0.290	0.370	0.530	0.680		
NPK	0.495	1.460	1.040	1.040	0.630	1.440	1.170	1.580	1.150	1.360	0.555	1.100	1.000	1.150	1.360	0.555	1.440		
NCa	0.490	0.760	0.380	0.380	0.200	1.030	0.560	1.170	0.375	0.450	0.420	0.450	0.530	0.375	0.450	0.530	0.770		
PCa	0.550	0.940	0.900	0.900	0.640	0.890	0.850	1.180	0.710	0.720	0.705	1.350	0.790	0.710	0.705	1.350	1.010		
KCa	0.590	0.660	0.230	0.230	0.160	0.300	0.340	0.850	0.300	0.480	0.300	0.360	0.480	0.300	0.480	0.360	0.625		
NPKa	0.675	1.080	0.810	0.810	0.480	0.990	1.250	1.600	0.630	1.245	0.560	1.120	1.200	0.630	1.245	0.560	1.330		
PKCa	0.560	0.990	0.570	0.570	0.610	0.900	1.050	1.100	0.880	0.685	0.400	0.720	0.900	0.880	0.685	0.400	1.000		
NKCa	0.510	0.940	0.200	0.200	0.230	0.355	0.430	1.050	0.565	0.610	0.330	0.370	0.630	0.565	0.610	0.330	0.605		
NPKCa	0.680	1.210	0.760	0.760	0.540	1.530	1.190	1.680	0.750	0.900	0.710	0.970	1.230	0.750	0.900	0.710	0.790		
T	0.610	0.630	0.320	0.320	0.360	0.340	0.590	0.930	0.520	0.250	0.260	0.400	0.490	0.520	0.250	0.260	0.620		

CUADRO Nº 2

SERIES DE LA PROVINCIA DE BIO-BIO

PESOS SECOS

TRIGO

	ARENALES				SANTA FE				MIRADOR				ARRAYAN				CANDELARIA			
	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158
N	1.900	0.600	1.060	0.900	0.800	0.670	0.900	1.910	1.030	1.850	0.720	1.040	0.410	0.830						
P	2.050	0.680	1.710	1.200	0.970	1.130	1.500	2.080	1.900	1.370	0.730	1.230	1.445	1.210						
K	1.400	0.250	0.670	0.460	0.890	0.700	0.870	1.820	0.870	0.700	0.430	0.780	0.660	0.710						
Ca	1.480	0.480	0.790	0.900	0.750	1.020	0.930	1.640	0.630	0.450	0.650	0.660	0.980	0.480						
NP	3.790	0.660	2.850	2.350	0.890	0.850	1.570	1.650	2.570	1.050	1.055	1.750	1.400	1.920						
PK	1.740	0.940	1.550	1.190	0.730	0.950	1.370	2.480	1.370	1.840	0.800	1.790	1.310	1.840						
NK	1.770	0.480	1.050	0.770	0.430	0.760	0.730	1.690	0.965	0.950	0.250	0.980	1.120	0.705						
NPK	1.580	0.860	1.590	2.010	0.840	0.810	1.860	2.240	2.070	1.300	0.770	2.220	1.100	2.430						
NCa	1.360	0.520	0.630	0.870	0.850	0.530	0.955	1.650	0.720	0.530	0.440	0.550	0.830	0.410						
PCa	1.930	0.600	0.920	1.060	0.780	1.370	1.180	1.650	0.950	1.393	0.750	1.630	1.200	2.130						
KCa	1.540	0.660	0.950	0.720	0.580	0.730	0.770	1.540	0.800	0.745	0.450	0.830	0.700	0.670						
NPCa	1.170	0.400	1.260	1.430	1.030	0.750	0.995	1.230	2.055	1.790	0.980	1.480	1.220	1.600						
PKCa	2.150	0.580	1.290	1.000	0.870	0.820	1.410	1.605	1.330	1.150	1.000	1.270	1.350	1.670						
NKCa	0.980	0.370	0.890	0.900	0.800	0.520	0.760	1.310	0.470	0.740	0.440	0.780	0.910	0.430						
NPKCa	1.050	0.380	1.240	2.260	0.600	0.840	1.050	0.950	2.160	1.645	0.670	0.970	1.250	1.595						
T	1.19	0.320	0.800	1.100	0.870	1.220	0.770	2.230	1.000	0.600	0.370	0.740	0.870	0.600						
	HUMAN				CHACAYAL				LLANO BLANCO				COREO				COLLIPULLI			
	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171
N	0.380	0.455	0.910	0.820	0.715	0.770	0.540	0.640	0.600	0.680	0.730	0.400	0.590							
P	0.770	1.010	1.510	1.100	1.050	1.140	0.620	0.920	0.550	0.810	1.370	0.660	0.605							
K	0.485	0.550	0.750	0.440	0.430	0.620	0.300	0.550	0.450	0.370	0.500	0.390	0.530							
Ca	0.450	0.270	0.800	0.370	0.530	0.980	0.485	0.480	0.305	0.455	0.350	0.320	0.495							
NP	0.880	1.210	1.190	0.750	1.350	1.790	0.830	1.140	1.095	1.260	1.050	0.590	0.720							
PK	0.600	0.850	1.950	1.050	1.640	1.650	0.450	0.685	0.520	0.530	1.340	0.770	1.250							
NK	0.560	0.770	0.400	0.420	0.570	0.540	0.495	0.725	0.370	0.620	0.490	0.550	0.750							
NPK	0.780	1.430	1.705	1.560	1.600	1.305	0.800	1.610	0.640	1.500	0.890	0.610	0.710							
NCa	0.380	0.580	0.700	0.805	0.460	0.630	0.540	0.520	0.455	0.300	0.455	0.360	0.395							
PCa	0.370	0.880	1.680	1.220	1.300	1.380	0.630	0.750	0.400	1.280	1.255	0.630	0.780							
KCa	0.530	0.480	0.510	0.245	0.530	0.540	0.490	0.650	0.550	0.590	0.420	0.500	0.300							
NPCa	0.370	0.710	1.945	1.300	1.440	1.240	0.950	0.840	0.630	1.360	1.700	0.860	0.770							
PKCa	0.550	0.925	1.780	1.300	1.470	1.695	0.500	0.840	0.650	0.750	0.950	0.630	0.305							
NKCa	0.350	0.480	0.750	0.310	0.550	0.780	0.405	0.320	0.810	0.750	0.450	0.500	0.510							
NPKCa	0.620	0.690	1.355	1.080	1.270	1.480	0.730	1.130	0.670	1.100	1.550	1.030	0.550							
T	0.500	0.550	0.750	0.670	0.705	0.645	0.440	0.520	0.300	0.320	0.450	0.395	0.550							

CUADRO Nº 3

SERIES DE LA PROVINCIA DE BIO-BIO

PESOS SECOS

TREBOL

ARENALES					SANTA FE					MIRADOR					ARRAYAN					CANDELARIA									
	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1154		1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1154
N	0.230	0.830	0.620	0.430	1.100	1.280	1.130	0.980	1.445	0.060	0.240	0.300	0.345	0.300		0.230	0.830	0.620	0.430	1.100	1.280	1.130	0.980	1.445	0.060	0.240	0.300	0.345	0.300
P	0.540	2.860	3.890	1.650	1.520	4.640	2.360	0.820	2.990	0.820	1.170	0.670	0.790	0.980		0.540	2.860	3.890	1.650	1.520	4.640	2.360	0.820	2.990	0.820	1.170	0.670	0.790	0.980
K	0.205	0.740	0.940	0.270	0.940	1.890	0.790	1.055	2.020	0.135	0.350	0.430	0.450	0.430		0.205	0.740	0.940	0.270	0.940	1.890	0.790	1.055	2.020	0.135	0.350	0.430	0.450	0.430
Ca	0.170	0.500	0.550	0.700	1.280	0.700	0.650	0.640	1.790	0.290	0.310	0.300	-0.340	0.300		0.170	0.500	0.550	0.700	1.280	0.700	0.650	0.640	1.790	0.290	0.310	0.300	-0.340	0.300
NP	0.505	2.610	2.720	1.430	1.270	6.030	2.080	0.780	3.130	0.750	1.150	0.840	-0.650	0.830		0.505	2.610	2.720	1.430	1.270	6.030	2.080	0.780	3.130	0.750	1.150	0.840	-0.650	0.830
PK	0.555	1.320	4.220	0.950	1.380	6.920	1.640	0.590	2.450	0.880	1.010	0.950	0.590	0.980		0.555	1.320	4.220	0.950	1.380	6.920	1.640	0.590	2.450	0.880	1.010	0.950	0.590	0.980
NK	0.140	0.500	0.790	0.340	0.740	-0.380	0.860	0.350	1.550	0.045	0.250	0.320	0.110	0.360		0.140	0.500	0.790	0.340	0.740	-0.380	0.860	0.350	1.550	0.045	0.250	0.320	0.110	0.360
NPK	0.645	1.110	4.370	0.960	2.140	5.930	2.100	0.950	3.130	0.500	1.210	0.385	0.320	0.580		0.645	1.110	4.370	0.960	2.140	5.930	2.100	0.950	3.130	0.500	1.210	0.385	0.320	0.580
NCA	0.230	0.590	0.300	0.290	0.610	1.030	0.650	0.885	1.570	0.120	0.100	0.270	0.190	0.190		0.230	0.590	0.300	0.290	0.610	1.030	0.650	0.885	1.570	0.120	0.100	0.270	0.190	0.190
PCa	0.495	2.220	2.590	-0.820	1.370	3.740	1.205	0.550	2.720	0.550	1.010	0.580	0.260	0.570		0.495	2.220	2.590	-0.820	1.370	3.740	1.205	0.550	2.720	0.550	1.010	0.580	0.260	0.570
KCa	0.230	0.660	0.650	0.520	0.880	0.880	0.590	0.400	1.500	0.175	0.370	0.370	0.340	0.350		0.230	0.660	0.650	0.520	0.880	0.880	0.590	0.400	1.500	0.175	0.370	0.370	0.340	0.350
NPCa	0.650	2.480	2.540	0.350	1.440	3.860	1.060	0.250	1.200	0.425	0.680	0.800	0.475	0.840		0.650	2.480	2.540	0.350	1.440	3.860	1.060	0.250	1.200	0.425	0.680	0.800	0.475	0.840
PKCa	0.305	2.790	2.140	1.250	1.970	5.170	1.040	0.705	1.550	0.570	1.050	0.450	0.725	0.760		0.305	2.790	2.140	1.250	1.970	5.170	1.040	0.705	1.550	0.570	1.050	0.450	0.725	0.760
NKCa	0.200	0.650	0.420	0.440	0.650	0.920	0.380	0.310	1.190	0.050	0.210	0.340	0.300	0.370		0.200	0.650	0.420	0.440	0.650	0.920	0.380	0.310	1.190	0.050	0.210	0.340	0.300	0.370
NPKCa	0.555	2.790	3.640	0.650	1.710	3.870	0.560	0.260	1.030	0.255	0.760	0.490	0.420	1.100		0.555	2.790	3.640	0.650	1.710	3.870	0.560	0.260	1.030	0.255	0.760	0.490	0.420	1.100
T	0.250	0.610	0.760	0.500	0.830	1.190	0.960	0.900	2.070	-0.180	0.160	0.280	0.440	0.430		0.250	0.610	0.760	0.500	0.830	1.190	0.960	0.900	2.070	-0.180	0.160	0.280	0.440	0.430

	CHACAYAL					LLANO BLANCO					COREO					COLIPULLI											
	1152	1153	1158	1156	1157	1159	1160	1163	1161	1162	1164	1167	1168		1152	1153	1158	1156	1157	1159	1160	1163	1161	1162	1164	1167	1168
N	0.170	0.280	0.095	0.175	0.050	0.150	0.270	0.150	0.080	0.170	0.130	0.020	0.465		0.170	0.280	0.095	0.175	0.050	0.150	0.270	0.150	0.080	0.170	0.130	0.020	0.465
P	0.785	0.955	0.750	0.480	0.380	0.670	0.790	1.280	0.550	0.780	0.680	0.200	0.790		0.785	0.955	0.750	0.480	0.380	0.670	0.790	1.280	0.550	0.780	0.680	0.200	0.790
K	0.340	0.300	0.240	0.120	0.070	0.090	0.270	0.380	0.095	0.150	0.170	0.055	0.340		0.340	0.300	0.240	0.120	0.070	0.090	0.270	0.380	0.095	0.150	0.170	0.055	0.340
Ca	0.220	0.220	0.150	0.050	0.100	0.125	0.200	0.245	0.160	0.130	0.130	0.050	0.380		0.220	0.220	0.150	0.050	0.100	0.125	0.200	0.245	0.160	0.130	0.130	0.050	0.380
NP	0.880	0.735	0.540	0.390	0.500	0.590	0.950	0.695	0.555	0.460	0.670	0.280	1.000		0.880	0.735	0.540	0.390	0.500	0.590	0.950	0.695	0.555	0.460	0.670	0.280	1.000
EK	0.860	1.030	0.550	0.530	0.410	0.670	0.690	0.940	0.550	0.780	0.570	0.260	0.640		0.860	1.030	0.550	0.530	0.410	0.670	0.690	0.940	0.550	0.780	0.570	0.260	0.640
NK	0.300	0.195	0.050	0.200	0.070	0.170	0.180	0.225	0.050	0.145	0.145	0.010	0.425		0.300	0.195	0.050	0.200	0.070	0.170	0.180	0.225	0.050	0.145	0.145	0.010	0.425
NPK	0.400	1.200	0.875	0.540	0.080	0.625	0.360	1.025	0.420	0.600	0.130	0.130	0.600		0.400	1.200	0.875	0.540	0.080	0.625	0.360	1.025	0.420	0.600	0.130	0.130	0.600
NCA	0.220	0.290	0.150	0.070	0.030	0.130	0.360	0.290	0.100	0.080	0.220	0.040	0.250		0.220	0.290	0.150	0.070	0.030	0.130	0.360	0.290	0.100	0.080	0.220	0.040	0.250
PCa	0.380	0.900	0.670	0.540	0.370	0.600	0.500	0.695	0.360	0.580	0.600	0.250	0.765		0.380	0.900	0.670	0.540	0.370	0.600	0.500	0.695	0.360	0.580	0.600	0.250	0.765
KCa	0.290	0.465	0.110	0.050	0.110	0.050	0.200	0.150	0.050	0.155	0.200	0.100	0.430		0.290	0.465	0.110	0.050	0.110	0.050	0.200	0.150	0.050	0.155	0.200	0.100	0.430
NPCa	0.580	0.470	0.565	0.415	0.570	0.405	0.490	0.750	0.410	0.590	0.760	0.170	0.850		0.580	0.470	0.565	0.415	0.570	0.405	0.490	0.750	0.410	0.590	0.760	0.170	0.850
PKCa	0.400	0.670	0.760	0.670	0.420	0.550	0.600	0.890	0.570	0.400	0.680	0.320	0.710		0.400	0.670	0.760	0.670	0.420	0.550	0.600	0.890	0.570	0.400	0.680	0.320	0.710
NKCa	0.230	0.310	0.090	0.050	0.120	0.085	0.155	0.070	0.090	0.110	0.020	0.050	0.420		0.230	0.310	0.090	0.050	0.120	0.085	0.155	0.070	0.090	0.110	0.020	0.050	0.420
NPKCa	0.250	0.875	0.595	0.620	0.255	0.560	0.380	0.915	0.380	0.650	0.870	0.155	0.350		0.250	0.875	0.595	0.620	0.255	0.560	0.380	0.915	0.380	0.650	0.870	0.155	0.350
T	0.450	0.350	0.155	0.100	0.050	0.270	0.515	0.125	0.110	0.080	0.170	0.080	0.380		0.450	0.350	0.155	0.100	0.050	0.270	0.515	0.125	0.110	0.080	0.170	0.080	0.380

CUADRO Nº 4
SERIE ARENALES CEBADA

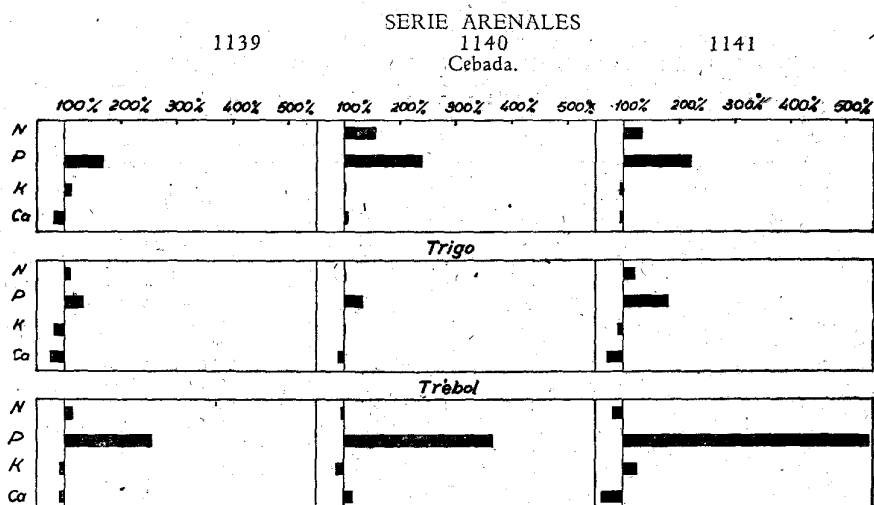
Fórmula	Nº 1139 (Siembra el 27-IX-48)					
	N O T A S			Prom. Notas	Peso Fresco	Peso Seco
	13-X	25-X	4-XI			
N	2,0	3,0	3,0	2,66	2.580	0.460
P	3,0	5,0	4,5	4,16	4.260	0.890
K	2,0	4,0	4,0	3,33	3.130	0.600
Ca	2,0	2,0	2,0	2,00	1.890	0.320
NP	2,5	5,0	5,0	4,16	5.930	0.950
PK	4,0	5,0	4,5	4,50	4.130	0.795
NK	2,0	2,0	3,0	2,33	2.100	0.380
NPK	3,5	5,0	5,0	4,50	6.710	1.070
NCa	4,0	3,5	3,5	3,66	3.000	0.540
PCa	5,0	4,0	3,5	4,16	3.110	0.670
KCa	4,0	4,0	3,5	3,83	2.930	0.620
NPCa	4,0	3,5	3,5	3,66	3.190	0.530
PKCa	3,0	4,5	4,0	3,83	4.280	0.700
NKCa	3,0	3,0	3,0	3,00	2.430	0.390
NPKCa	4,0	3,5	4,0	3,83	4.400	0.670
T	2,0	2,0	3,0	2,33	2.120	0.420

Nº 1140 (Siembra 3-VIII-48)							
Fórmula	N O T A S				Prom. Notas	Peso Fresco	Peso Seco
	23-VIII	28-VIII	4-IX	20-IX			
N	5	4,5	3	2,5	3,75	4.830	0.720
P	4	5	4,5	4	4,37	8.450	1.250
K	4	3,5	3	2	3,12	2.750	0.450
Ca	3	3	3	2,5	2,87	4.780	0.700
NP	5	5	4,5	4,5	4,75	10.670	1.510
PK	5	4	4	3	4,00	6.090	0.970
NK	3	3,5	3	2	2,87	3.420	0.530
NPK	5	5	5	4,5	4,87	13.320	1.920
NCa	3	3	2	1	2,25	2.630	0.420
PCa	4,5	4	3,5	3	3,75	5.900	0.820
KCa	3	3	2,5	2	2,62	4.080	0.600
NPCa	5	5	5	5	5,00	15.100	2.100
PKCa	4	4,5	4,5	3,5	4,12	7.350	1.010
NKCa	5	4,5	3	3	3,87	5.870	0.850
NPKCa	4,5	4,5	5	5	4,75	14.280	1.860
T	4	3	3	1	2,75	3.460	0.530

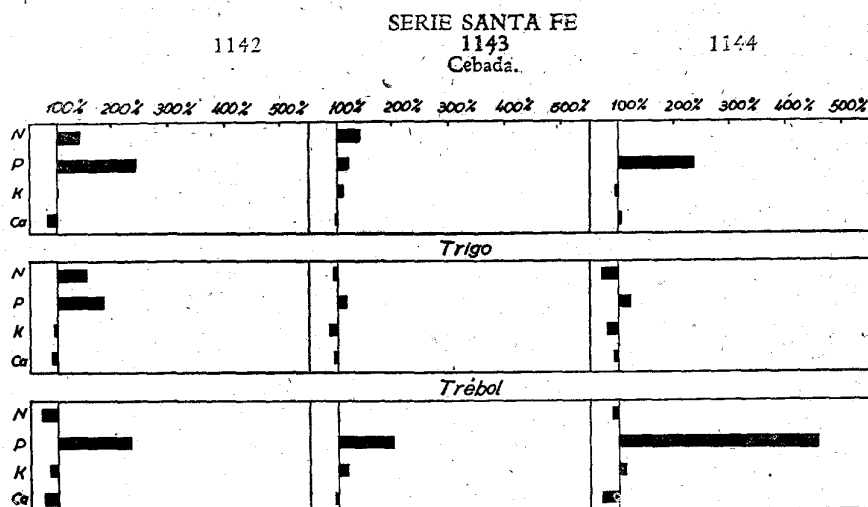
Fórmula	Nº 1141 - (Siembra 31-VIII-48)			Prom. Notas	Peso Fresco	Peso Seco
	N O T A S					
	7-IX	24-IX	29-IX			
N	4	3	3,5	3,5	7.330	1.100
P	4	5	5	4.66	9.780	1.730
K	2,5	1	1	1,5	2.370	0.450
Ca	4	3	2,5	3,16	3.650	0.610
NP	4	4,5	5	4,5	13.800	2.250
PK	4	5	4,5	4,5	7.500	1.500
NK	3	3	3	3	5.140	0.800
NPK	2,5	5	5	4,16	14.970	2.240
NCa	3	3	2,5	2,83	6.450	0.950
PCa	5	4,5	4	4,5	8.770	1.690
KCa	3	3	2,5	2,83	4.940	0.830
NPCa	2	3,5	5	3,5	12.200	1.750
PKCa	2,5	4,5	4,5	3,83	7.680	1.400
NKCa	2,5	3	3	2,83	7.200	1.020
NPKCa	4	4	4,5	4,16	14.320	2.020
T	3	3	2	2.66	4.600	0.795

OBSERVACION: 1139.—En general estas plantas tuvieron poca macolla.

1140.—N — K — NCa — KCa — NK y T, sin macollas.

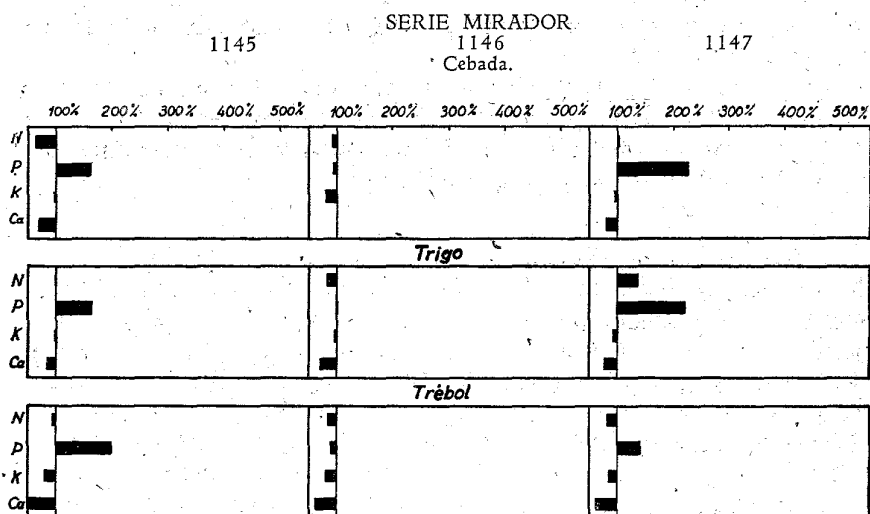


Serie Arenales: En este gráfico puede observarse el gran efecto del fósforo especialmente en trébol, alcanzado en la muestra 1141 un valor de 547,9%. En cebada también se aprecia un aumento, aunque es menor y en trigo su efecto disminuye algo más. El nitrógeno presenta efecto favorable en esta serie. En cebada en dos muestras su acción es acentuada, no así la muestra 1139 que es ligeramente negativa. En trigo, en sus tres muestras el nitrógeno respondió bien aunque en forma moderada. En trébol sólo la muestra N° 1139 presenta efecto positivo, el resto es negativo. En todas las muestras y repeticiones el calcio produjo efecto negativo, con la sola excepción de la muestra 1140 que en cebada y trébol fué positivo.



Serie Santa Fe: Esta serie presenta un efecto notable del fósforo en todas las muestras, especialmente en trébol, mucho menor en cebada y trigo N° 1143. El nitrógeno acusa efecto favorable en cebada excepto en la muestra 1144. En trigo, sólo en la muestra N° 1142 su influencia es marcada, en las otras dos, es negativo. En trébol una muestra no indica efecto, en las otras dos su influencia es negativa. El potasio en general acusa efecto negativo, pero en trébol en dos de sus muestras y una en cebada se aprecia un efecto regular. Para el calcio vemos apreciable efecto negativo, especialmente en la muestra N° 1142 y trébol 1143. En el resto de la Serie su acción negativa es de poco monto.

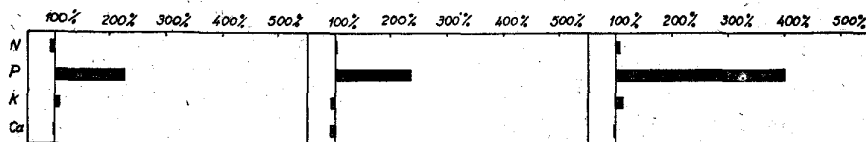
Serie Mirador: Esta tierra es muy compacta y las plantas respondieron muy poco a los abonos. Así pueden apreciarse los resultados negativos de toda la muestra N° 1146, con una pequeña acción del fósforo e nitrógeno. En las otras dos muestras, el fósforo fué el único que acusó influencia, pero tampoco alcanzó los rendimientos observados en las demás series. El nitrógeno fué siempre negativo exceptuando el trigo de la muestra 1147 y casi ninguna influencia en cebada de esta misma muestra. Podemos ver el efecto negativo del potasio para todas las muestras de tierra y sus repeticiones aunque de poco valor para la cebada y el trigo. El calcio fué altamente negativo para toda la Serie.



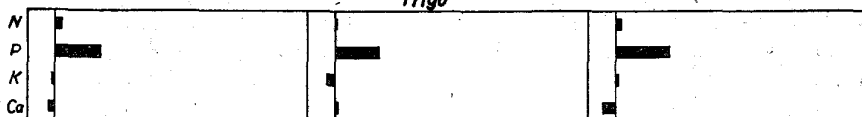
Serie Arrayán: Aquí resalta la acción del fósforo y la influencia negativa de la cal. El fósforo presenta una acción extraordinaria en cebada N° 1150 con 400% y en los tréboles N° 1148 con un rendimiento de 450,2% y el N° 1149 con 367,1%. También se vé un efecto marcado en el resto de las cebadas. En los trigos es un poco menor, igualmente

SERIE ARRAYAN

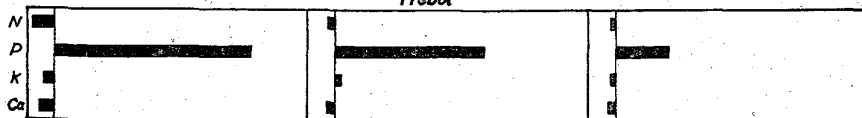
Cebada.



Trigo



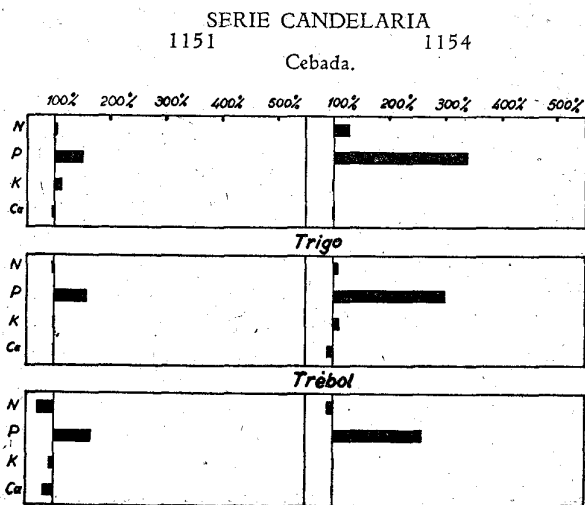
Trébol



en el trébol Nº 1150. La influencia del nitrógeno es poca y esta se observa en cebada Nº 1149 y 1150 y en todos los trigos y ha resultado negativa en diferentes proporciones en los tréboles en todas sus muestras de tierra. El potasio tiene muy poco efecto. En cebada se observa una pequeña influencia, excepto en la muestra Nº 1149 que es negativa; igualmente negativo es en trigo, exceptuando la muestra Nº 1150 en que su respuesta es pequeña.

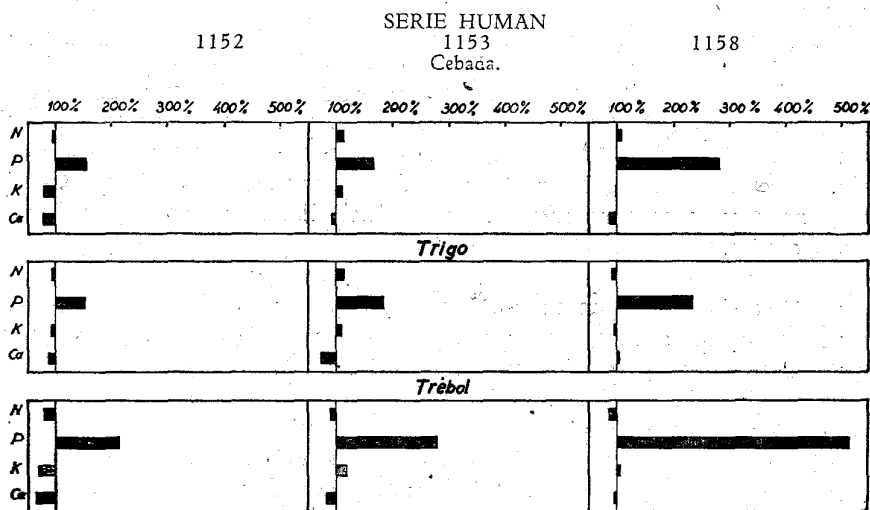
En trébol en dos de sus muestras de tierra el resultado es negativo y en el número 1149 es positivo con un rendimiento de 112,2%. El calcio en general ha respondido en forma negativa, en diferentes proporciones. Un 105% acusa el trigo Nº 1149.

Serie Candelaria: Vemos el efecto del fósforo para toda la serie, siendo de mayor proporción en toda la muestra Nº 1154. El Nitrógeno tiene poco efecto positivo, siendo mayor en cebada que en trigo y negativo en trébol especialmente en la muestra Nº 1151; ésta en general no respondió a la abonadura con nitrógeno. El potasio dió cierto resultado, aunque pequeño y su efecto negativo fué de poca importancia. El calcio presenta en cebada un resultado negativo de poca consideración. En trigo, en la muestra Nº 1151 se observa que no ha habido aumento de rendimiento, en cambio en el Nº 1154 éste es negativo. En trébol, a la inversa, el Nº 1151 dá resultado negativo y el Nº 1154 no produjo aumento de rendimiento.



Serie Human: Se puede observar el aumento extraordinario de rendimiento en trébol N° 1158 por efecto de la abonadura con fósforo, alcanzando a 510,1%. Las demás muestras de tierra y plantas presentan también un gran resultado, en diferentes proporciones. El nitrógeno en general dió poco efecto.

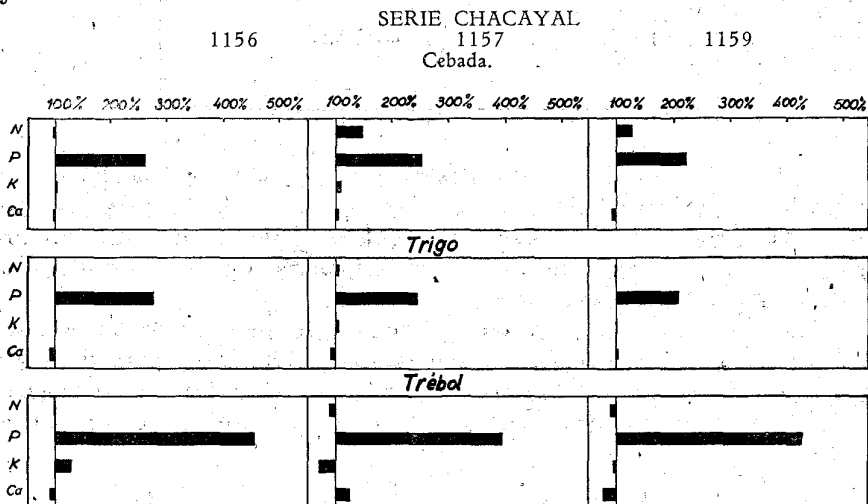
Es de resultado negativo en todas las plantas de la muestra N° 1152, lo mismo sucedió en la muestra N° 1153, salvo para la cebada en que su efecto positivo fué poco. La muestra N° 1153 es sólo negativa en trébol, como en el resto de los tréboles y ligeramente positivo en ce-



bada y trigo. En cuanto al potasio, en la muestra de tierra N° 1152 hay un marcado resultado negativo, no así en la muestra N° 1153 en que hay un regular efecto de este elemento en las 3 repeticiones. En la muestra de tierra N° 1158, su influencia es de poca consideración en trébol.

No aumenta en cebada y es ligeramente negativo en trigo. En esta serie el calcio es regularmente negativo en todas las muestras y plantas, con excepción del trigo N° 1158 que acusa un pequeño aumento.

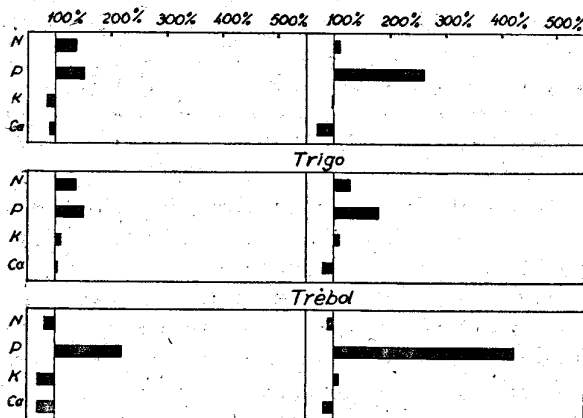
Serie Chacayal: Los tréboles han respondido en forma extraordinaria a la aplicación de fósforo. La muestra N° 1156 da un valor de 457,4%; el N° 1157 con 398%. En menor proporción, pero siempre muy superior a los otros abonos se encuentran los rendimientos en los trigos y cebadas.



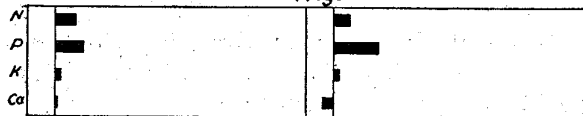
En esta serie el nitrógeno no ha ejercido influencia, con la sola excepción de las cebadas N° 1157 y 1159. El potasio ha tenido influencia especialmente en la muestra N° 1156, siendo regular para el trébol y poca en cebada y trigo. Lo mismo sucede con la muestra de tierra N° 1157, pero aquí su efecto es negativo en trébol. En la muestra N° 1159 no hubo efecto.

Serie Llano Blanco: Esta serie formada por arena gruesa ha respondido a la abonadura, especialmente para el fósforo, nitrógeno y potasio. Presenta en la muestra N° 1163, trébol, una extraordinaria respuesta al fósforo, 423,7%. En menor escala se observa su efecto en las otras plantas. Hay un regular efecto del nitrógeno en esta serie, con la sola excepción de los tréboles, que respondieron negativamente. El potasio fué de cierto efecto positivo para toda la muestra N° 1163 y en trigo 1160.

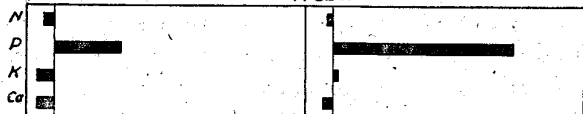
SERIE LLANO BLANCO
1160 1163
Cebada.



Trigo



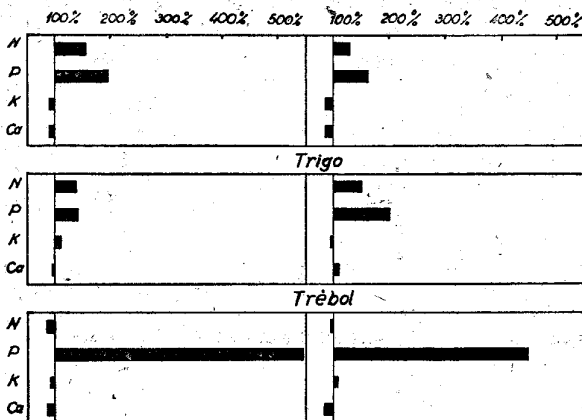
Trébol



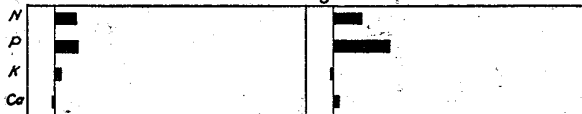
Para la cebada y trébol, especialmente en esta última la respuesta fué altamente negativa. El calcio se presenta con efecto negativo en diversas proporciones, teniendo el trigo N° 1160 un pequeño efecto positivo.

Serie Coreo: También formada por arena gruesa. Hay respuesta para el fósforo y nitrógeno. Resalta en este gráfico el alto rendimiento ejercido por el fósforo para esta Serie en los tréboles, alcanzando un 547,5% en la muestra de tierra N° 1161 y de un 448,1% en trébol

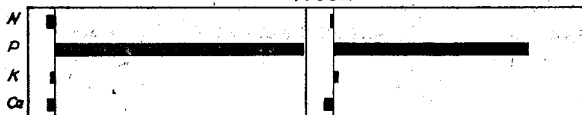
SERIE COREO
1161 1162
Cebada.



Trigo



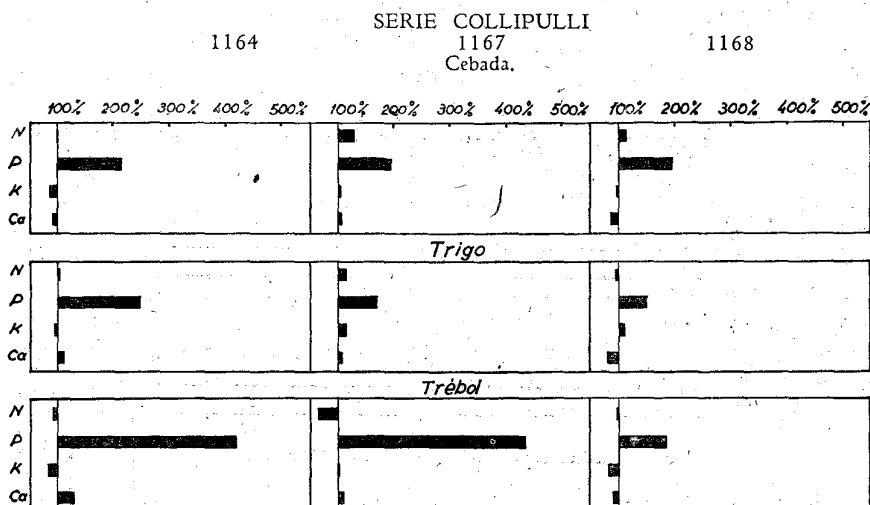
Trébol



N° 1162. En las cebadas y trigos se observa también un aumento, aunque en mucho menor proporción. El nitrógeno presenta una apreciable respuesta en cebada y trigo, no así en los tréboles en que su efecto es ligeramente negativo. Hay un pequeño efecto negativo del potasio, con excepción de la muestra de trigo N° 1161 y trébol N° 1162 en que se aprecia muy poco aumento de rendimiento. El calcio también produjo ligero efecto negativo en toda la Serie exceptuando el trigo N° 1162 con un pequeño aumento.

Serie Collipulli: Esta serie hay que analizarla en dos partes. Las muestras N° 1164 y 1167 corresponden a muestras tomadas de suelo y la N° 1168 de tierra erosionada, es decir sub-suelo. En esta última muestra se observa menor respuesta a los abonos comparada con las dos anteriores. Así vemos que el fósforo sólo tiene un efecto regular. El nitrógeno fué efectivo, aunque poco, sólo en cebada. El calcio respondió negativamente en toda la muestra, lo mismo sucedió con el potasio, salvo el trigo que dá un ligero aumento. Las muestras N° 1164 y 1167 dieron un aumento de rendimiento considerable producido por el fósforo; en trébol N° 1164 llega a un valor de 419,4% y el trébol N° 1167 con un rendimiento de 435,8%. En los trigos y cebadas también hay aumento, aunque no tan notable.

El nitrógeno en la muestra de tierra N° 1164, en cebada no hubo aumento, en trigo éste fué muy pequeño y en trébol el efecto fué negativo. En la muestra N° 1167 en cebada y trigo hubo un regular aumento, pero en trébol su respuesta fué altamente negativa. El potasio produjo efecto negativo en cebada, trigo y trébol de la muestra N° 1164; en la



Nº 1167 hubo un pequeño rendimiento en cebada y trigo, no así en trébol en que no hay influencia. El calcio presenta ligeros aumentos en las dos muestras, con excepción de la cebada Nº 1164 en que su resultado negativo fué de poca consideración.

DISCUSION

Los resultados de estos ensayos ponen énfasis principalmente en la notable deficiencia en fósforo que presentan todos los suelos de esta provincia: arenas, trumaos y arcillas rojas, a pesar de sus diferentes características de material de origen.

El efecto en la vegetación de este elemento ha sobrepasado en algunos casos el 500% en peso; este hecho viene a ser una comprobación de los resultados obtenidos en los ensayos de campo, tanto de los efectuados sobre trigo y trébol por el Departamento de Investigaciones Agrícolas como de los realizados en betarraga por la Corporación de Fomento. Casi la única excepción la constituye la muestra Nº 1146 de la Serie Mirador que dió incrementos negativos tanto con aplicación de fósforo como de los demás elementos. Las otras muestras de esta Serie acusan efectos positivos muy reducidos para el fósforo y casi siempre negativos para los otros elementos; la Serie Mirador es muy arcillosa y adquirió una estructura muy compacta en el macetero que impidió el desarrollo de las raíces; es posible que ésta haya sido la causa del mal aprovechamiento de los abonos, ya que en los ensayos de campo en betarraga ha habido gran efecto de la aplicación de fósforo; además, el material de origen de la Serie Mirador es semejante al de la Serie Collipulli en la que el fosfato siempre ha tenido un gran efecto en los ensayos de campo.

De las tres plantas ensayadas es el trébol la que ha presentado una mayor respuesta a la aplicación de fósforo.

El Nitrógeno ha tenido generalmente efecto favorable en trigo y cebada aunque muy inferior al del fósforo. En trébol su efecto ha sido, casi sin excepción, negativo. Es probable que la cantidad aplicada, 1.827 gramos de NO_3Na por Kg. de tierra equivalentes a unas 749 Kgs. de N Nítrico por Há. está ya en el límite de la tolerancia para las dos primeras plantas, y sea ya tóxica para el trébol que es capaz de sumar a su economía el nitrógeno absorbido por sus nódulos radiculares. (Se presentaron nódulos en todas las plantas de trébol, pero no se averiguó si eran efectivos fijadores de nitrógeno).

La potasa ha tenido en la mayoría de los casos un efecto negativo y en las pocas ocasiones en que éste ha sido positivo, fué de muy poca consideración. También en este caso habría que buscar la causa en lo excesivo de la dosis aplicada, 0,530 grs. por Kg. de tierra, o sea, unos 715 Kgs. de K_2O por Há.

Los ensayos en el terreno han acusado un pequeño efecto positivo del potasio en trigo en los trumaos y en la arcilla roja de Collipulli.

En cuanto a la cal, también hay generalmente un pequeño efecto negativo. Aún en suelos que responden habitualmente en forma positiva a la aplicación de cal (Collipulli), el resultado en estos ensayos es prácticamente nulo. La cantidad aplicada, equivalente a unos 5.197 Kgs. de OCa por Há. no fué excesiva desde el punto de vista de la práctica corriente, aunque estas dosis se usan muy rara vez en Chile. La explicación más probable es que habiéndose aplicado en estos experimentos hidróxido de calcio en solución y habiéndose incorporado en forma muy completa, su efecto es mucho mayor que iguales dosis aplicadas corrientemente en el terreno.

En resumen, de los cuatro elementos aplicados, el único que ha dado una información valiosa respecto a la fertilidad de los suelos de Bío-Bío, es el fósforo. Los otros 3: N, K y Ca han sido aplicados en proporciones posiblemente excesiva para estas plantas.

Sin embargo, el procedimiento usado en estos experimentos tiene características generales que lo hacen recomendable en nuestra opinión como método biológico para determinar la fertilidad de los suelos: en efecto, no requiere instalaciones especiales ni trabajo delicado de laboratorio; la cantidad de tierra que se requiere es relativamente poca; si se reduce el trabajo a una sola planta y a 5 fórmulas fundamentales (NPKCa, NPK, NPCa, PKCa y testigo), se necesitarían solamente 1.600 gramos de tierra por muestra. El tiempo necesario para obtener los resultados es también corto.

En el cuadro Nº 2 puede apreciarse por las notas de observación que ya a los 25 días de la siembra hay diferencias bastante apreciables medibles en cosecha; si se combina este trabajo con análisis rápido de tejido (tissue-tests), podría acortarse aún más el tiempo necesario. Las especies de plantas utilizadas son rústicas y se pueden obtener en forma de líneas puras (trigo y cebada) o de tipos muy homogéneos (trébol).

Como se colocan varias plantas por macetero, se evitan aun más las consecuencias de posibles diferencias genéticas, semillas dañadas, etc.

Las principales modificaciones que habría que hacerle al método consistiría en adoptar las dosis óptimas de N, P, K, y Ca, lo que habría que estudiar experimentalmente y tal vez mezclar la tierra con cierta proporción de arena cuarzosa para evitar los inconvenientes derivados de la destrucción de la estructura por el tamizado, la mezcla con las sales fertilizantes, el riego, etc.

El hecho de que el fósforo sea el único de los elementos aplicados cuya reacción es suficientemente digna de fiar, hace que no sea posible una comparación válida de la variación de las necesidades de fertilizantes dentro de una serie y entre las series, como se intentó al ensayar 3 muestras de cada serie.

RESUMEN

Se describe una serie de ensayos de abonos en maceteros con trigo, cebada y trébol sobre muestras de suellos correspondientes a 10 series de la provincia de Bío-Bío. En todas las series las tres plantas dan una gran respuesta a la aplicación de fósforo, a pesar de que las series son muy diferentes entre sí. La reacción al N, K y Ca aplicadas no constituye un índice valioso, pues las dosis aplicadas de estos elementos fueron demasiado elevadas y posiblemente tóxicas.

Se sugiere que la técnica usada en estos experimentos puede constituir un buen método biológico de determinación de las carencias nutritivas de los suelos, siempre que se le hagan algunas modificaciones.

SUMMARY

A serie of pot fertilizer trials in wheat, barley and clover on samples taken from 10 Bío-Bío soil series is described. In spite of the big differences among series tested, a big response to P fertilization was common to all of them. Responses to N, K and Ca are unreliable because the used amounts of nutrients were too big and possibly toxic to plants.

It is suggested that the technique employed can be used as a good biological method for determining nutrients deficiencies in soils, provided that some modifications will be considered.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.—LETELIER, ELIAS.—"Siete Años de Investigación Agrícola". Abonos. Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile, 1950.
- 2.—JUL, GUILLERMO.—"Ensayos de Abonos en betarraga". Inédito.
- 3.—RODRIGUEZ Z., MANUEL.—"Agricultura Técnica". Ministerio de Agricultura. Año IX, Diciembre de 1949, Nº 2.