

# Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IX. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización. Provincia de Valdivia<sup>1</sup>

Gotardo, Schenkel S.<sup>2</sup>, Pedro Baherle V.<sup>3</sup>, Tatiana Floody A.<sup>4</sup>  
y Mauricio Gajardo M.<sup>5</sup>

## INTRODUCCION

La exploración de deficiencias nutritivas en los suelos de las provincias de Malleco (Schenkel *et al*, 1971d), Cautín (Schenkel *et al*, 1971b) y Valdivia (Schenkel *et al*, 1972), presentan algunos resultados comunes.

En general, se determina la misma jerarquía de deficiencias para los elementos fósforo, potasio y azufre, cuya gravedad decrece en el orden indicado, pero no rigurosamente para todos los suelos de una misma provincia. Además, hay una intensificación de las carencias nutritivas, particularmente potasio, con el aumento de la pluviometría (Almeyda y Saéz, 1958). La falta de potasio es tanto más marcada cuanto más al sur se ubique, en la zona estudiada, el lugar de origen de la muestra. Semejante observación ya había sido formulada por Letelier (1965), en base a los resultados de ensayos de campo.

En cambio, se observan diferencias claras entre las características de fertilidad de los suelos procedentes de las tres provincias consideradas, en especial de Valdivia, respecto de las otras dos. Sobresale en esta provincia la mayor gravedad que reviste la deficiencia de magnesio y de uno o más micronutrientes. De los diagramas de fertilidad de las muestras de Valdivia (Schenkel *et al*, 1972) se infiere que

su fertilidad potencial solo puede alcanzarse cuando, junto a los demás nutrientes faltantes, se agrega el o los micronutrientes carenciales.

La caída de rendimiento determinada con el tratamiento sin micronutrientes en las muestras de Valdivia (Schenkel *et al*, 1972) es responsabilidad de uno o más de los siguientes elementos: boro, molibdeno, cinc, cobre o manganeso. A este respecto cabe recordar que Schalscha *et al* (1968) creen que en estos suelos hay problemas con manganeso disponible. Igual opinión expresan Clarke y Winkler (1969), atribuyendo también al boro una función correctiva importante en los tréboles.

Poca importancia práctica tendría la deficiencia anterior, si con los fertilizantes comúnmente usados en esta zona se agregara el micronutriente respectivo, por estar contenido en los abonos aplicados. Pero al no ser así, la no corrección de esta deficiencia genera un marcado deterioro en la fertilidad del suelo.

Por las razones precedentes se desea evaluar la acción mejoradora de algunos fertilizantes comerciales (nitrato de amonio, superfosfato triple y sulfato de potasio), sobre la fertilidad del suelo.

Se determina en ensayos de maceta con ballena el comportamiento de las fórmulas de fertilización N (nitrato de amonio), NP (nitrato de amonio + superfosfato triple) y NPKS (nitrato de amonio + superfosfato triple + sulfato de potasio) frente a las mismas muestras de suelo de la provincia de Valdivia previamente empleadas (Schenkel *et al*, 1972).

Finalmente se desea conocer la influencia que tienen las distintas fórmulas, a base de fertilizantes comerciales, sobre las muestras que proceden de distinta profundidad. Esta

<sup>1</sup>Recepción manuscrito: 4 de febrero de 1972.

<sup>2</sup>Ing. Químico, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 58-D, Temuco-Chile.

<sup>3</sup>Ing. Agr., Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

<sup>4</sup>Laboratorista Químico, Proyecto Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

<sup>5</sup>Ayudante de Laboratorio e Invernadero, Proyecto de Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

información se justifica, por cuanto las reservas nutritivas —incluyendo los micronutrientes— son afectados por la ubicación de la muestra dentro del perfil del suelo.

### MATERIALES Y METODOS

Una identificación de las muestras de suelo de la provincia de Valdivia se encuentra en la Parte VIII (Schenkel *et al*, 1972).

Con anterioridad se ha descrito la técnica del ensayo de maceta (Schenkel y Baherle, 1971), como asimismo el procedimiento gráfico para calcular las ecuaciones de producción (Schenkel *et al*, 1971) sobre el diagrama de fertilidad (Schenkel, 1971).

Una descripción de los tratamientos de fertilización se hace en la Parte V (Schenkel *et al*, 1971c). Se rectifica en esta oportunidad el

contenido de  $K_2O$  del sulfato de potasio indicado en la pág. 136 (Vol. 31), que es 46,07% y no 16,07% como allí aparece.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Las tres fórmulas de fertilización consideradas poseen muy distinta eficiencia para aumentar la baja fertilidad inicial de los suelos de la provincia de Valdivia. En el Cuadro I se leen los promedios generales 30,5 - 57,9 y 92,8 para los coeficientes de posición de las respectivas líneas de producción N, NP y NPKS. Además se comprueba que los valores de las pendientes correspondientes aumentan —considerando el signo— en el mismo orden, lo que indica que la fertilización de mantención es más grave en el primer caso. Lo anterior permite afirmar que la fertilización NPKS supera a la abonadura NP y ésta a la nitrogenada.

Cuadro I — Valores de las líneas de producción ( $\log Y = mX + \log A$ ) para fertilizaciones N, NP y NPKS. Provincia de Valdivia.

MUESTRA Nº LAB.	+ N		+ NP		+ NPKS	
	A	m*	A	m*	A	m*
2030	9,2	-1272	49	-1607	86	+ 76
2031	41	-2113	101	-1404	109	- 150
2040	30	-1988	73	-1949	110	- 281
2280	29	-1728	62	-1365	100	- 117
2281	21,5	-2078	50	-1634	97	- 212
2282	39	-2909	61	-1461	90	+ 286
2295	27,5	-2663	47	-1714	74	+ 727
2296	28	-3726	48	-2725	130	-1628
2297	25	-3618	60	-2162	110	- 690
2298	34	-2953	62	-2686	100	- 294
2299	26	-2766	48	-3169	101	- 295
2300	18,5	-2969	55	-3797	110	- 318
2301	22	-3010	39	-2038	114	-1495
2302	21,5	-3812	34	-3257	108	-1313
2303	30	-2982	39	-2111	85	- 444
2304	22	-2283	43	-1750	75	- 880
2305	20,5	-2598	53	-2294	92	-1198
2306	17,5	-2700	50	-2159	63	- 0
2307	24	-2925	57	-1513	66	+1388
2308	12,5	-1902	34	-1335	56	+1259
2309	14	-2436	37	-2538	63	- 0
2310	7,3	-1174	31	-1690	59	+ 651
2311	15,5	-2290	51	-1635	70	- 524
2312	13,5	-1862	37	-1994	69	- 186
2313	19	-3097	38	-2765	73	+ 166
2314	21	-2929	57	-2912	90	-1567
2315	11,5	-3071	48	-2535	79	- 390
2316	18,5	-2877	45	-2512	72	- 689
2317	25	-2842	63	- 769	74	-1135
2318	21,5	-3749	33	- 927	83	- 377
2319	28	-4929	55	-5484	67	- 536

\*El coeficiente angular m debe multiplicarse por  $10^{-5}$ .

Cuadro 1 — (Continuación).

MUESTRA Nº LAB.	+ N		+ NP		+ NPKS	
	A	m*	A	m*	A	m*
2320	37	-3342	91	-2164	84	- 352
2321	40	-3010	120	-2284	115	-1130
2322	50	-2452	61	-1809	73	+1234
2323	27	-4793	77	-2788	73	-1520
2324	36	-4121	100	-3486	128	-2787
2325	22	-3253	54	-5231	114	-1759
2326	23	-3519	68	-2478	76	- 446
2327	19,5	-1450	59	-2486	95	-1467
2328	27,5	-4305	66	-3872	83	- 200
2329	28	-5146	40	-4553	88	-1155
2330	59	-5710	58	-5261	125	-2539
2331	34	-5140	60	-3051	130	-3413
2332	29	-5612	60	-4771	150	-3352
2333	23,5	-4123	48	-6201	95	-1708
2334	22,5	-4100	50	-2752	115	-2778
2335	22	-5090	32,5	-3011	80	0
2336	23	-3476	43	-2960	105	-1302
2337	36	-3091	83	- 783	77	+ 668
2338	34	-5315	58	-2720	108	-1103
2339	29	-3176	61	-2201	79	-1195
2340	47,5	-3759	55	-2197	80	0
2341	32,5	-5119	37	-2991	103	-2369
2342	38	-4460	65	-4782	112	-2455
2343	45	-3438	58	-1697	90	- 49
2344	42	-4794	53	-4261	87	- 701
2345	38	-4952	55	-4355	96	-2434
2346	36	-3002	62	-2680	77	- 516
2347	37	-4371	50	-2330	79	- 64
2348	28	-4707	48,5	-3810	83	- 894
2352	43	-4692	76	-4517	110	-3857
2355	12	+2452	48	-5240	140	-5731
2381		Ensayo perdido				
2382		Ensayo perdido				
2383	19	- 929	31	-4914	78	- 466
2391		Ensayo perdido				
2398	39	-3377	66	-3903	93	+ 288
2399	61	-3927	78	-3366	104	+ 320
2400	62	-4171	70	-3130	113	-1195
2401	43	-2436	68	-2250	87	+ 318
2402	29	-2823	62	-3372	111	- 78
2403	67	-4348	88	-2011	98	- 238
2404	55	-3702	78	- 916	101	- 113
2405	41	-2748	105	- 826	90	+ 55
2406	63	-4996	68	-1661	84	+ 764
Promedio 72						
Suelos	30,47	-3316,31	57,93	-2749,47	92,83	- 757,04

\*El coeficiente angular m debe multiplicarse por 10<sup>-5</sup>.

Semejante comportamiento es interesante porque corrobora resultados previamente obtenidos con iguales fórmulas de fertilización en suelos de Malleco (Schenkel *et al*, 1971c) y de Cautín (Schenkel *et al*, 1971a). Para mayor claridad se presenta en la Figura 1 el diagrama de fertilidad del conjunto de 72 muestras de Valdivia, que se compara con el de 56 muestras superficiales. Resalta la gran ventaja que tiene la fórmula NPKS como abonadura de corrección, porque siempre determina mayores niveles de fertilidad. Es menor el efecto alcanzado con la abonadura NP, y aun más pequeña la fertilidad obtenida con la fertilización nitrogenada.

Antecedentes recogidos con experiencias de campo confirman estos resultados. Volke (1968) expresa que "el nitrógeno y el fósforo son los dos nutrientes de mayor importancia para obtener rendimientos adecuados de trigo en suelos trumaos". Pero el mismo autor en un trabajo posterior (1971, no publicado)<sup>1</sup> atribuye al potasio una limitante nutricional importante cuando el suelo dispone de suficiente fósforo y nitrógeno. También con mezclas forrajeras (The Rockefeller Foundation. Ann. Rep. 1962) se corrobora que la fertilización NP es ineludible para su adecuado establecimiento, aunque notando una influencia beneficiosa de la fertilización potásica por aumentar "la longevidad del trébol rosado en los años posteriores". Muy significativa es la conclusión de A. Winkler (informe no publicado, 1970)<sup>2</sup> quien determina una mayor producción y una utilidad económica más elevada en predios de esta provincia que usan una fertilización NPKS. Las cantidades de fertilizantes recomendadas han sido sintetizadas por Clarke y Winkler (1969), desprendiéndose de esta publicación la conveniencia cada vez mayor del uso de abonaduras completas.

La Figura 1 tiene, además, el mérito de mostrar que la línea de producción NP se confunde con la línea de fertilidad del potasio, confirmando de este modo las conclusiones obtenidas en Malleco (Schenkel *et al*, 1971c) y Cautín (Schenkel *et al*, 1971a). Por consiguiente, un aumento ilimitado de las cantidades de NP aplicadas a los suelos en cuestión, o de otros abonos que no sean potásicos, conducen a una condición de fertilidad final similar y absolutamente inadecuada para el potencial que dichos suelos poseen. En efecto, esta fertilidad final corresponde a la definida por la línea del tratamiento sin potasio, como se observa en las Figuras 1 y 2. Esta última presenta

el diagrama de fertilidad de trece muestras superficiales que se comparan con el de las respectivas muestras subsuperficiales.

La fórmula de fertilización nitrogenada se manifiesta igualmente ineficiente, ya sea que se consideren muestras superficiales o más profundas, o que se atienda a la provincia de la cual procedan (Schenkel *et al*, 1971a, 1971c). La idea simplista que horizontes más profundos son más pobres en materia orgánica, y por tanto tendrían más respuesta a la fertilización N, ha demostrado ser inexacta. Podría ocurrir que en muestras subsuperficiales se requirieran mayores cantidades de abonos nitrogenados

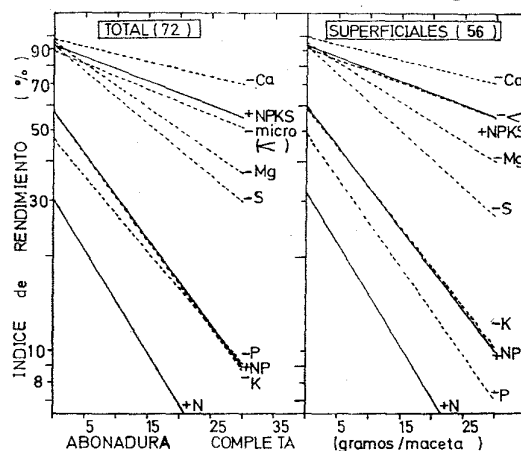


Figura 1 — Diagrama de fertilidad. Promedio de muestras de la provincia de Valdivia.

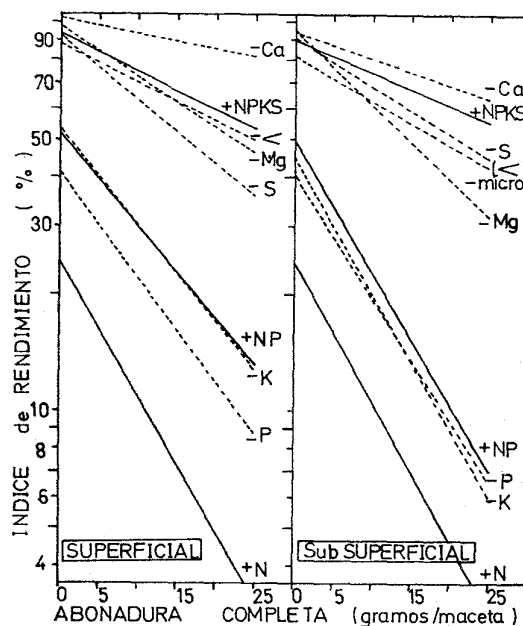


Figura 2 — Diagrama de fertilidad de 13 perfiles. Provincia de Valdivia.

<sup>1</sup>Factores de producción de trigo en suelos Trumaos de las provincias de Malleco y Cautín.

<sup>2</sup>Estudios prediales a través de seis años consecutivos (1964-65 hasta 1969-70).

para producir el mismo efecto que se logra en muestras superficiales con menor dosis de nitrógeno. Esta posibilidad se acepta, pero no se investigó.

En cambio, la experiencia efectuada indicaría que generalmente imperan las mismas limitaciones nutricionales —especialmente macronutrientes— sobre todo el perfil, aunque su intensidad sea afectada por la profundidad de la muestra.

Con la fórmula N se alcanza un máximo de 30% de la fertilidad potencial, valor que es semejante al obtenido para Cautín en las mismas condiciones. Parecidas son también las respuestas a la abonadura NP con las determinadas en suelos de otras provincias (Schenkel *et al.*, 1971a, 1971c), pues prácticamente se duplican los índices de rendimiento mencionados para la fórmula N no alcanzando más allá del 60% de la fertilidad potencial.

La línea de producción NPKS se confunde con la línea de fertilidad del tratamiento sin micronutrientes. Así se comprueba en las Figuras 1 y 2. Esta coincidencia es particularmente buena en las muestras superficiales.

Siempre se determinan los máximos índices de rendimiento para la línea de fertilidad del calcio. Ella supera a las líneas de la fórmula NPKS y del tratamiento sin micronutrientes. Este hecho significa que los suelos de Valdivia —no obstante su carácter muy ácido— no poseen una deficiencia de calcio; más bien se insinúa una falta de algún micronutriente.

La circunstancia que exista una pequeña divergencia (Figuras 1 y 2) entre las líneas de producción NPKS y de fertilidad del tratamiento sin micronutrientes en las muestras subsuperficiales, no ocurriendo lo mismo con las muestras superficiales, no excluye la posibilidad de que se trate de dos elementos nutritivos problema, en vez de uno solo. Bien podría ocurrir que el micronutriente carencial en las muestras superficiales no estuviese contenido en el superfosfato triple ni en el sulfato de potasio. Se admite que esta posición la pueda asumir el boro. Por el contrario, cualquiera de los demás micronutrientes (Mo, Cu, Zn, Mn) podría existir en cantidades deficitarias en las muestras subsuperficiales, pero estar contenido como impureza en los abonos integrantes de la fórmula NPKS. En atención al gran valor que tiene el coeficiente de eficiencia de estos elementos en la ecuación de Mitscherlich (1954) (Scheffer und Welte, 1955), se podría explicar el aumento de fertilidad provocado por las pequeñas cantidades agregadas a las muestras subsuperficiales. Este incremento de fertilidad es suficiente para causar una no coincidencia de ambas líneas, la de producción NPKS y la de fertilidad sin micronu-

trientes, superando siempre la primera a la segunda. Una identificación de los nutrientes carenciales permitiría una explicación más completa del fenómeno observado.

Por lo tanto no debe sorprender que con ensayos de campo, en suelos de Valdivia se haya concluido que:

a) “el uso de fósforo se requiere para establecer una mezcla de gramíneas y leguminosas”. (The Rock. Found. Rep. 1962). Ello confirma la limitante nutricional impuesta por el fósforo, y que ya había sido observada para trigo (Letelier, 1965) (Volke, 1971).

b) “el potasio no aumenta la producción en el primer año, pero su efecto es notorio, aumentando la longevidad del trébol rosado en los años siguientes” (The Rock. Found. Rep. 1962). La falta de potasio incide sobre las reservas de hidratos de carbono del trébol rosado, al extremo que compromete su sobrevivencia en años posteriores.

c) “la adición de estiércol siempre sobrepasa la producción determinada por la fórmula NPK” (The Rock. Found. Rep. 1962). La presencia de otros elementos nutritivos en el estiércol —no incluidos en la fórmula NPK— justifica esta mayor fertilidad, suponiendo que las dosis de estos tres elementos hayan sido iguales en ambas abonaduras. Desde luego se excluyó al azufre y a los micronutrientes. Entre estos se sospecha del manganeso (Clarke y Winkler, 1969) (Schalscha *et al.*, 1968), y del boro (Clarke y Winkler, 1969).

En la Figura 3 se han representado dos suelos que permiten ilustrar sobre la situación creada frente a las diferentes fórmulas de fertilización. La muestra Lumaco, de Río Bueno corresponde a un suelo eminentemente deficiente en fósforo, mientras que la muestra Vista Alegre de Valdivia, tiene carencias simultáneas de fósforo y potasio, con la particularidad que la segunda de ellas es más intensa en las tres profundidades consideradas. La Figura 3 permite afirmar que la fertilización nitrogenada es ineficiente para cualquiera de las seis profundidades elegidas. Cuando se le acompaña de fósforo —fórmula NP— se producen índices de rendimiento parecidos a los de la línea del tratamiento sin potasio, aunque en todo caso notoriamente inferiores a los determinados por la fórmula NPKS. Con ésta última fertilización se obtienen rendimientos similares a los de la abonadura completa.

Una mayor complejidad, en cuanto a sus problemas de fertilidad, presentan el suelo Las Huellas, de Riñihue, y muy especialmente el suelo ñadi, de Loncopán. De la Figura 4 se desprende que la sola fertilización nitrogenada no genera una fertilidad aceptable, considerando su gran potencialidad. Poco influye

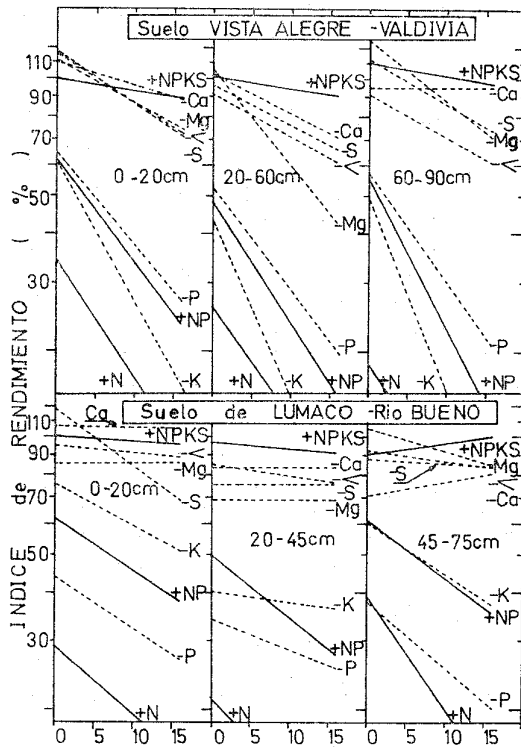


Figura 3 — Influencia de la profundidad en el diagrama de fertilidad. Provincia de Valdivia.

la profundidad, aunque parece existir una leve ventaja en las muestras superficiales. Puede notarse en ambos suelos que la fórmula NP produce índices de rendimiento coincidentes con los definidos por la línea de fertilidad del tratamiento sin potasio. Este resultado merece un comentario en el suelo ñadi Loncopán, profundidad 0-20 cm, porque estrictamente hablando debería sobreponerse a la línea del azufre y no a la del potasio, ya que la primera determina menores niveles de fertilidad que la segunda. Ciertamente podría estimarse que las diferencias entre ambas líneas de fertilidad son escasas, por lo que esta diferencia no tiene gran significación. Además, debe reconocerse que los análisis del superfosfato triple usado en el ensayo han revelado contener azufre (1,18%), cantidad que puede justificar el desplazamiento de fertilidad observado. En todo caso, la fórmula NP es poco satisfactoria para cualquiera de los suelos o profundidades mencionados.

Mejores resultados se obtienen con la fertilización NPKS; algunos sorprenden cuando se observa la Figura 4. En la muestra N° 2304 (Riñihue) se determinan con esta fórmula niveles de fertilidad inferiores a los definidos por la línea de fertilidad del magnesio. Para

esta anomalía no se tiene una explicación, aunque se supone que la presencia de gran cantidad de potasio puede agotar rápidamente el magnesio del suelo, sin permitir su uso eficiente por la planta. Para las otras dos profundidades del mismo suelo Riñihue se obtiene una respuesta que se ajusta bien al diagrama de fertilidad, pero en todo caso modesta en relación a la fertilidad potencial. Análoga consideración se puede hacer con el suelo ñadi, donde en la profundidad 0-20 cm hay una buena coincidencia entre las líneas de la fórmula NPKS y del tratamiento sin magnesio. Este comportamiento se justifica por la grave deficiencia de magnesio que caracteriza a la muestra N° 2334. Pero, ¿por qué no se produce algo similar para la segunda profundidad (N° 2335)? Es evidente que en estos dos suelos, especialmente en el ñadi, no se ha descifrado la complejidad de los problemas de fertilidad.

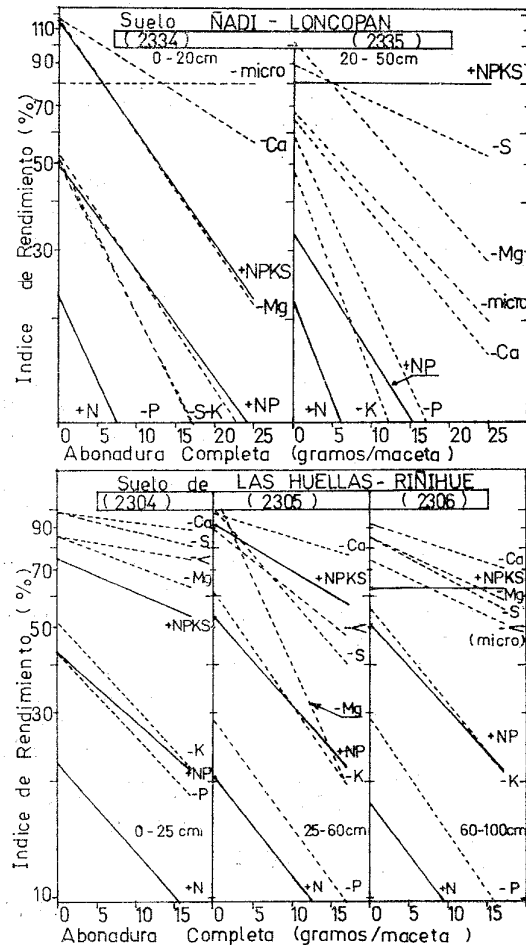


Figura 4 — Influencia de la profundidad en el diagrama de fertilidad, Valdivia.

## CONCLUSIONES

La sola fertilización nitrogenada se manifiesta incapaz para elevar la fertilidad de los suelos de Valdivia a niveles satisfactorios. La respuesta observada es casi independiente de la profundidad de la cual procede la muestra, no obstante contener diferentes cantidades de materia orgánica. Se presentan, en cambio, diferencias entre distintos suelos.

Los índices de rendimiento se mejoran sensiblemente cuando junto al nitrógeno va la fertilización fosfatada, porque de este modo (NP) se subsana la grave deficiencia de fósforo. La deficiencia de potasio subsiste, y debe considerarse la limitante nutricional que sigue al fósforo en intensidad.

Buena coincidencia se ve entre las líneas de producción NP y de fertilidad del potasio, al extremo que a menudo se confunden ambas. En general se comprueba que los suelos de Valdivia son más pobres en potasio que los pertenecientes a las otras dos provincias estudiadas.

Al agregar sulfato de potasio + superfosfato triple + nitrato de amonio (NPKS) se corrige notablemente la fertilidad de los suelos estudiados, alcanzando valores próximos a los determinados por la línea del tratamiento sin micronutrientes. La coincidencia entre ambas líneas en el diagrama de fertilidad es extraordinariamente buena en las muestras superfi-

ciales. Este resultado se atribuye a una limitación impuesta por la falta de algún micronutriente que no se incorpora al suelo, ni aun como impureza de los abonos integrantes de la fórmula NPKS. Se presume que este elemento sea el boro. El mayor desplazamiento observado entre las mismas líneas citadas para las muestras subsuperficiales que para las superficiales, se interpreta como la resultante de una segunda deficiencia de micronutrientes, contemporánea de la primera. Se acepta la idea que este exista en el superfosfato triple o en el sulfato de potasio, por lo que la adición de estos en el ensayo lo incorporaría como impureza. La aplicación de estos abonos comerciales al suelo remedia la deficiencia de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y de este segundo micronutriente, pero no de otro (u otros). No se identifica este micronutriente, pero se entrega información de otros investigadores que responsabilizan al manganeso.

Los ensayos efectuados indican que generalmente imperan las mismas deficiencias nutritivas en todo el perfil, aunque su intensidad sea afectada por la profundidad. Se incluyen diversos diagramas para ilustrar la discusión del tema y se muestran dos suelos para los cuales se encuentran difíciles problemas de fertilidad. Particular mención debe hacerse del suelo ñadi-Loncopán, el cual, incluso, presenta intensos contrastes de fertilidad entre horizontes.

## RESUMEN

En ensayos de maceta con *Lolium perenne* × *Lolium multiflorum* se estudia el comportamiento de tres fórmulas de fertilización: N, NP y NPKS. Los resultados de estas aplicaciones en 72 muestras de suelo de la provincia de Valdivia se interpretan mediante el diagrama de fertilidad.

Escasa elevación de la fertilidad se registra con la aplicación NP, y menos aún con la fórmula N, en relación al potencial de los suelos. En la respuesta a la abonadura nitrogenada se distingue menos influencia de la profundidad a que se obtuvo la muestra que del suelo de donde ella procede. Esta tendencia es menos definida con la fórmula NP. La línea de producción NP se sobrepone muy bien con la línea de fertilidad del potasio, cuya gravedad es manifiesta, y generalmente coexistente con la falta de fósforo.

La fórmula de fertilización NPKS eleva notablemente la producción de estos suelos, hasta quedar limitada, en muchos de ellos, por la falta de micronutrientes. Ambas líneas, la de producción NPKS y la de fertilidad del tratamiento sin micronutrientes, se confunden para las muestras superficiales. Con las muestras más profundas se obtienen mayores índices de rendimiento con la fórmula NPKS. Se admite que existen dos micronutrientes simultáneamente deficientes. Sólo uno de ellos es suministrado por el superfosfato triple o por el sulfato de potasio, y corrige al micronutriente carencial de las muestras superficiales.

## SUMMARY

The behaviour of three fertilizer combinations (N, NP and NPKS) on potted trials with *Lolium perenne* × *Lolium multiflorum* was studied. The results given by these

treatments on seventy two soil samples, collected in the province of Valdivia, is interpreted by a fertility diagram.

A low increase in fertility is observed with the NP application, and the response was lower with N alone, in comparison with the soil potential. The variation in the degree of response to the N fertilization is larger for the different locations than the one for the different depths of soil sampling. This tendency is less outstanding for the NP combination. The NP production line coincides well with the potassium fertility line. Potassium deficiency is severe in this soils and, in general, coincides with that of phosphorus.

The NPKS combination increases drastically the fertility of these soils, until micronutrients become limitant. The production NPKS line and the fertility of the samples line with no micronutrients are almost coincident for the topsoil samples. With deeper samples, the yield indexes for the NPKS combination are higher. Two micronutrients are supposedly deficient. Only one of them is provided by the triple superphosphate or the potassium sulphate, and the deficiency in the deeper samples is corrected.

### LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, E. y SÁEZ, F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola. 195 p.
- CLARKE, M. y WINKLER, A. 1969. Lechería intensiva y manejo de las praderas para lograrlo. Apartado de la Memoria y Recopilación de Conferencias dictadas en la Asociación de Agricultores "Dr. Bertram Kalt" en Villarrica. Santiago (Chile), Imprenta Claus v. Plate. s/p.
- LETELIER, E. 1965. Uso actual y necesidad potencial de fertilizantes en la agricultura chilena (II). Agricultura Técnica (Chile). 25 (4): 137-154.
- MITSCHERLICH, A. 1954. Bodenkunde für Landwirte, Forstwirte und Gärtner. 7. Auflage, Berlin, Paul Parey. 327 p.
- THE ROCKEFELLER FOUNDATION. 1962. Program in the Agricultural Sciences. Annual Report 1961-1962. Office of Publication, N. York. p. 220.
- SCHALSCHA, E., RIQUELME, R., VERGARA G. y VERGARA I. 1968. Elementos trazas en suelos derivados de cenizas volcánicas. I. "Disponibilidad" de Cinc, Cobre, Hierro y Manganese. Estudio Comparativo de diversos métodos de extracción. Agricultura Técnica (Chile). 28 (4): 137-143.
- SCHEFFER, F. und WELTE, E. 1955. Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde II. Teil Pflanzenernährung. 3. Auflage, Stuttgart, Enke Verlag. pp. 210-224.
- SCHENKEL, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. II. Diagrama de fertilidad. Turrialba (Costa Rica). 21 (3): 263-271.
- y BAHERLE, P. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. Agricultura Técnica (Chile). 31 (1): 9-24.
- , BAHERLE, P., FLOODY, T. y GAJARDO, M. 1971 a). Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Cautín. Agricultura Técnica (Chile). 31 (4): 181-191.
- , —, — y —. 1971 b). Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VI. Macronutrientes, provincia de Cautín. Agricultura Técnica (Chile). 31 (4): 169-181.
- , —, — y —. 1971 c). Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. V. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Malleco. Agricultura Técnica (Chile). 31 (3): 136-142.
- , —, — y —. 1971 d). Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IV. Macronutrientes, provincia de Malleco. Agricultura Técnica (Chile). 31 (3): 129-135.
- , —, — y —. 1972. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VIII. Macronutrientes, provincia de Valdivia. Agricultura Técnica (Chile). 32 (1): 37-48.
- , PINO, E. y FLOODY, T. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. III. Cálculos de las líneas de fertilidad. Agricultura Técnica (Chile). 31 (2): 106-115.
- VOLKE, V. 1971. Factores de producción del trigo en suelos trumaos de las provincias de Malleco y Cautín (no publicado).
- , 1968. Efectos del nitrógeno y del fósforo sobre el rendimiento y contenido de ambos nutrientes en trigo Capelle Desprez. Agricultura Técnica (Chile). 28 (4): 162-169.
- WINKLER, A. 1970. Estudios prediales a través de seis años consecutivos. (1964-65 hasta 1969-70). (Informe no publicado; mecanografiado).