

LITERATURA CITADA

1. CHOLAKY, E. Un híbrido de Maíz para ensilar. Estación Experimental Agronómica, Universidad de Chile, Maipú, Chile. 1965. 3 p. (Mimeografiado).
2. DAVIES, D. J. and ALLISON, R. W. Maize silage investigations in Canterbury. *New Zealand Journal of Agriculture*. 110 (1): 2-4. 1965.
3. DIGGINS, R. V. y BUNBY, C. E. Producción de carne bovina. Traducción de la 1ª ed. inglesa por Angel Zamora de la Fuente, México, D. F. Cía. Editorial Continental, S. A. 1962. 404 p.
4. DZINIC, M. Influence of variety method of sowing and stage of vegetation of maize on the composition, digestibility and nutritive value of silage. *Veterinaria, Sarajevo*, 7: 443-458. 1958. (Original no consultado; compendiado en: *Nutrition Abstracts and Review* 30 (1): 252. 1960).
5. HENDERSON, H. F. Butt silage the complete cattle feed. *The Farm*. 16 (1): 73. 1961.
6. HUNT, R. T. and VANDER NOOT, G. W. The relationship of total digestible nutrients and digestible energy values of silages cut at two stages of maturity. *Journal of Animal Science*. 20 (1): 197. 1961.
7. JENSEN, L. A., DIETRICH, I. I. and CARTER J. F. Forage, hay silage and haylage. University of North Dakota. Circular 303. 1963. 6 p.
8. KIRCHGESSNER, M. e HIRSCH, P. Aspectos fisiológicos de la producción de carne y leche con una alimentación de ensilaje. *Nutrición, Bromatología y Toxicología. (Chile)*. 3 (1): 1-15. 1964.
9. MEISKE, J. C., *et al.* Regular-cut and high-cut corn silage, sorghum silage and three levels of protein for wintering calves. Rosemount. University of Minnesota. Agricultural Experiment Station. 1962. 35 p.
10. MORRISON, F. B. Feeds and Feeding. 22nd ed. New York. The Morrison Publishing Company. 1957. 1164 p.
11. RIVADENEIRA, H. Valor alimenticio de distintas clases de ensilaje con y sin agregación de diversos tipos de suplementos para raciones invernales de novillos en su último período de engorda. *In Investigaciones Ganaderas en Chile*. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1965, pp. 11-14.
12. SNAPP, R. R. and NEUMANN, A. L. Beef Cattle. 5th ed. New York. Wiley and Sons, Inc. 1960. 684 p.
13. VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE. Silos and Silage Blacksburg, Virginia. Agriculture Extension Service, Bulletin 232. 1955. 48 p.

Estudio de deficiencias nutritivas en muestras superficiales de suelos de Ñuble¹

José F. Araos F.²

INTRODUCCION

Como objetivo general, este trabajo persigue contribuir al conocimiento de la fertilidad de los suelos de la región centro-sur del país, principalmente de la provincia de Ñuble y regiones adyacentes. Específicamente, se ha querido evaluar la disponibilidad de los nutrientes esenciales en diez de las series de suelos más representativas de la región.

El nitrógeno y el fósforo son, en estos suelos, frecuentemente deficientes y suelen limitar la producción si no se agregan adecuadamente. Respecto del resto de los nutrientes, potasio, elementos secundarios y menores, hay menos información y, en general, aparecen como de importancia limitada aunque en algunos casos se ha observado respuestas y en otros se sospe-

cha de posibles deficiencias. Es de interés, por lo tanto, explorar la disponibilidad de estos nutrientes en un amplio rango de suelos que, a la vez, están sujetos a diferentes tipos de agricultura y manejo.

Como método de trabajo se ha empleado la técnica de cultivo de ballica inglesa en maceteros propuesta por Chaminade (3), en la cual los rendimientos en presencia de una abondura completa se comparan con los rendimientos en ausencia de cada uno de los nutrientes en estudio.

Esta técnica permite detectar deficiencias, establecer una jerarquía entre ellas, de acuerdo a su intensidad y orden de aparición, y además, apreciar el agotamiento de las reservas nutritivas a través de los cortes sucesivos que produce la ballica.

Para la interpretación de los resultados, sin embargo, es importante tener en cuenta que el agotamiento del suelo en los maceteros es mu-

¹Recepción manuscrito: 28 de marzo de 1966.

²Ingeniero Agrónomo, Proyecto Suelos, Estación Experimental Chillán, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

cho más intenso que en el campo, debido a la elevada densidad de plantas que emplea el método.

REVISION DE LITERATURA

Letelier (11) expresa que ensayos realizados desde Coquimbo a Llanquihue, a partir de 1940, indican al P y N como elementos más críticos al sur de Santiago; que la cal es importante de Cauquenes al sur, especialmente en suelos graníticos y rojos arcillosos, y que la acción de la potasa es reducida.

Hurtado (5), Peterson (14) y Novoa (13) estudiaron en laboratorio varias propiedades químicas de suelos dedicados al cultivo de alfalfa entre Coquimbo y Magallanes, en muestras extraídas de 0 a 25, 25 a 50 y 50 a 75 cm. de profundidad.

Para calcio de intercambio, Peterson (14) obtuvo cantidades bajas e intermedias, y para magnesio de intercambio, cantidades intermedias, según la pauta de Metson para suelos neozelandeses. En cuanto a azufre soluble en agua, obtuvo cantidades generalmente muy pequeñas o no detectables.

Novoa (13) encontró en los análisis de manganeso un amplio rango de valores, y en Linares, Ñuble y Malleco obtuvo, en promedio, las cantidades más bajas. Las reacciones calcio de intercambio/boro soluble en agua y magnesio de intercambio/boro soluble en agua disminuyeron hacia el sur. En cuanto a cobre y zinc, encontró mayores cantidades de cobre que de zinc y los valores de zinc fueron más variables que los de cobre.

El mismo autor concluye que el contenido de Mn, B, Cu, Zn y Cl del suelo disminuye de norte a sur, con excepción de Magallanes y otros lugares.

Beratto (2), en un ensayo con alfalfa en ivernadero, en un suelo de Ñuble perteneciente a la serie Santa Bárbara, no obtuvo respuesta ni al B ni al Mo.

Letelier (12), en cien ensayos de campo con trigo, de Coquimbo a Llanquihue, encontró que el nitrógeno y el fósforo eran de primordial importancia, mientras que la cal y el potasio tendrían una importancia secundaria. Observó una tendencia a aumentar las posibilidades de respuesta al fósforo, potasio y a la cal, de norte a sur.

Barahona (1) afirma que obtuvo respuesta al azufre en una importante proporción de ensayos exploratorios en praderas, que realizó desde Valparaíso a Malleco.

En ensayos de campo realizados por IANSA (6), (7), (8), (9), en general no se ha encontrado respuesta al K, elementos secundarios y menores; sin embargo, en algunos casos, ha habido respuesta a azufre y boro.

Hewitt (4) observó en viñas de Ñuble y zonas vecinas, síntomas de deficiencias de boro. Las carencias de nitrógeno, potasio y magnesio o manganeso eran más limitadas y ocurrían sólo en ciertas partes de algunos viñedos. Este investigador asoció la deficiencia de boro en estas viñas con una sequía en los meses de verano.

Merino y Etchevers¹, recientemente han obtenido respuestas al boro en algunos de los ensayos de campo en viñas de la región de Ñuble.

MATERIAL Y METODO

Se realizaron diez ensayos en base a la técnica propuesta por Chaminade (3). Cada ensayo correspondía a una serie de suelos, cuyas muestras se extrajeron de la profundidad 0-20 cm, en Ñuble. Las series de suelo fueron: Santa Bárbara, Arrayán, Mañil, Mirador, Collipulli, San Carlos, Quella, Arenales, Cauquenes y San Esteban, cuyas descripciones han sido hechas por el IREN (10).

Las series Santa Bárbara, Arrayán y Mañil son suelos derivados de cenizas volcánicas más o menos recientes, conocidos con el nombre de trumaos.

La serie Collipulli son suelos rojos arcillosos derivados de sedimentos glaciales formados por conglomerado volcánico descompuesto, de andesita y basalto.

La serie Mirador son suelos rojos arcillosos formados por sedimentos fluvio-glaciales de toba andesítica y basáltica.

La serie San Carlos son suelos derivados de sedimentos aluviales antiguos, de toba de composición mixta.

La serie Quella son suelos arcillosos derivados de sedimentos aluviales y lacustres de arcillas y toba de composición mixta.

La serie Arenales son suelos derivados de arenas andesíticas y basálticas.

Las series Cauquenes y San Esteban son suelos primarios derivados de rocas graníticas.

Cada ensayo tuvo dos repeticiones y nueve tratamientos:

1. Abonadura completa (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu y Mo) o testigo.
2. Abonadura completa menos P
3. Abonadura completa menos K
4. Abonadura completa menos Ca
5. Abonadura completa menos Mg
6. Abonadura completa menos S
7. Abonadura completa menos B
8. Abonadura completa menos Mn, Cu, Zn, Mo
9. Abonadura completa menos N

¹Merino H., Ricardo y Etchevers B., Jorge. Informe sobre ensayos con boro en viñas. Chillán, Chile, 1966. (Comunicación personal).

Chaminade (3) no incluye el tratamiento sin nitrógeno, sosteniendo que si no se aplica este elemento, los rendimientos rápidamente llegan a ser nulos. En este estudio, sin embargo, se ha incluido este tratamiento de un modo tentativo, con el objeto de ver posibles diferencias entre los distintos suelos.

Se empleó maceteros de cartón forrados en polietileno, de forma cilíndrica, de 15 cm. de alto y 9 cm. de diámetro, con un volumen de 954 cc.

Los nutrientes se aplicaron como reactivos químicos grado proanálisis Merck, en forma de soluciones, excepto el Ca que se aplicó en polvo, mezclándolos homogéneamente con todo el suelo del macetero. Los reactivos y cantidades aplicadas por macetero fueron las siguientes:

P	: NaH ₂ PO ₄ x H ₂ O, 20 cc. de una solución de 97 gr/lt.
K	: KHCO ₃ , 20 cc. de solución de 95 gr/lt.
Ca	: CaCO ₃ , 0,620 mgr. en polvo.
Mg	: MgCl ₂ x 6H ₂ O, 20 cc. de solución de 22 gr/lt.
S	: Na ₂ SO ₄ x 10 H ₂ O, 20 cc. de solución de 45 gr/lt.
B	: H ₃ BO ₃ , 10 cc. de solución de 0,360 gr/lt.
Cu	: CuSO ₄ x 5 H ₂ O, 10 cc. de solución de 0,625 gr/lt.
Mn	: MnSO ₄ x H ₂ O, 10 cc. de solución de 0,900 gr/lt.
Zn	: ZnSO ₄ x 7 H ₂ O, 10 cc. de solución de 0,445 gr/lt.
Mo	: Molibdato de amonio, 10 cc. de solución de 0,032 gr/lt.
N	: NH ₄ NO ₃ , 20 cc. de solución de 22,5 gr/lt.

El nitrógeno se aplicó semanalmente en dosis de 20 cc. de una solución de NH₄NO₃ de 17,15 gr/lt., por macetero.

En el suelo Arenales, debido a su elevado porcentaje de arena, los nutrientes, con excepción del N, se agregaron en un 60% de las cantidades indicadas, con el fin de evitar peligros por exceso de concentración de electrolitos, factor que recomienda tomar en cuenta el autor del método.

Las muestras de suelo fueron secadas al aire y tamizadas a 2 mm. y se colocaron en maceteros hasta 3 cm. bajo el borde superior, ocupándose las siguientes cantidades por macetero: series Santa Bárbara y Arrayán, 702 gr., Mañil, 750 gr.; Mirador, 948 gr.; Collipulli, 1.048 gr.; San Carlos, 848 gr.; Quella, 928 gr.; Arenales, 1.198 gr.; Cauquenes, 1.148 gr. y San Esteban, 1.144 gr.

Como planta indicadora se usó ballica inglesa (*Lolium perenne* L.), sembrada a razón de 750 semillas (1,5 gr.) por macetero. La semilla fue distribuida uniformemente sobre una capa de 1 mm. de espesor de arena fina que se co-

locó directamente sobre el suelo, y fue cubierta con otra capa de la misma arena, de espesor de 2 mm.

La siembra se realizó entre el 16 y 22 de octubre de 1965 y se efectuaron 5 cortes de la vegetación, el último de los cuales se dio en abril del año siguiente.

Los maceteros se mantuvieron en condiciones naturales, sobre mesones colocados a la intemperie, teniéndose la precaución de cubrirlos con polietileno antes de las lluvias.

Los riegos se hicieron con agua destilada, llevando la humedad del suelo al valor de humedad equivalente, determinada previamente, con la excepción del suelo Arenales, que se regó a un porcentaje intermedio entre la humedad equivalente y los 2/3 de la humedad de saturación.

Los cortes se hicieron con tijeras, a ras del borde del macetero, y los rendimientos se midieron en materia seca a 80°C (por 48 horas).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados promedio de los cinco cortes se presentan en el Cuadro 1, expresados en porcentaje del rendimiento de la abonadura completa. Las cifras indicadas son el promedio de las dos repeticiones.

En general, se observa bastante uniformidad en cuanto a deficiencias en el comportamiento de las distintas series de suelo, pese a sus naturalezas ampliamente diferentes.

Se comprueba que, como afirma Chaminade, los tratamientos sin nitrógeno con esta técnica producen rendimientos muy pequeños que rápidamente se hacen nulos, y puede decirse que los suelos estudiados están bien provistos de Ca, Mg, B, Cu, Zn, Mn y Mo, pero son deficientes en P, S y K.

Haciendo una jerarquía de la gravedad de las deficiencias encontradas, y excluyendo al nitrógeno, se observa que la más importante es la de P, en segundo lugar la de S, y en tercer lugar, muy distante, la de K (figura 1).

Como se aprecia en el Cuadro 1 y en la Figura 2, los suelos con las menores reservas totales de P fueron Santa Bárbara (13,0%) y Collipulli (13,3%), mientras que los suelos San Carlos (27,9%), Mirador (24,3%) y Mañil (24,3%) tuvieron reservas comparativamente mayores.

El tratamiento sin S, en todos los suelos produjo menos que el testigo. En cuanto a las reservas totales de S, como se aprecia en el Cuadro 1 y Figura 3, la mayor escasez se produjo en los suelos Quella (11,5%), Arenales (11,2%), Cauquenes (10,4%) y San Esteban (12,5%). El suelo Arenales es muy arenoso y susceptible de lixiviación, lo que podría ocasionar

Cuadro 1 — Rendimiento total de 5 cortes de ballica inglesa (promedio de 2 repeticiones)

	STA. BÁRBARA	ARRAYÁN	MAÑIL	MIRADOR	COLLIPULLI	SAN CARLOS	QUELLA	ARENALES	CAUQUENES	SAN ESTEBAN
Abonadura completa (gr/macetero)	31,89	31,43	22,43	25,53	27,84	24,07	28,68	19,69	25,44	26,17
Sin P	13,0	16,5	24,3	24,3	13,3	27,9	18,8	23,6	18,1	18,7
Sin K	75,0	78,8	88,4	93,4	81,0	52,7	52,4	79,8	64,0	87,4
Sin Ca	102,8	97,9	102,9	102,3	96,2	105,5	90,6	101,4	101,8	97,8
Sin Mg	100,1	96,2	104,8	98,5	96,4	100,1	99,6	99,3	93,4	99,6
Sin S	39,1	37,2	78,8	34,2	25,0	34,6	11,5	11,2	10,4	12,5
Sin B	95,3	85,6	103,1	100,6	90,1	99,9	95,2	100,9	99,7	101,6
Sin Mn, Cu, Zn, Mo	103,3	90,8	102,3	100,3	93,9	103,1	95,6	91,9	87,9	98,4
Sin N	3,6	4,3	6,7	8,8	2,7	5,6	6,7	3,3	1,2	2,8
Coef. de variabilidad	5,72	4,84	11,34	5,47	7,88	6,55	5,41	7,30	2,94	3,86
D. M. S., 5%	9,34	7,59	19,09	9,36	12,07	10,54	8,25	11,27	4,16	6,26
D. M. S., 1%	13,59	11,04	27,77	13,61	17,56	15,33	12,00	16,40	6,06	9,11

pérdidas importantes de sulfatos, mientras que el suelo Quella es muy arcilloso y de drenaje imperfecto, lo que impediría una liberación del S de la materia orgánica con la rapidez necesaria para las plantas.

En el tratamiento sin K, los descensos de rendimiento fueron bastante paulatinos (Figura 4).

En el Cuadro 1 y Figura 4 se aprecia que los suelos con menos reservas totales de K fueron San Carlos (52,7%) y Quella (52,5%), y que el mejor provisto fue Mirador.

Respecto a las magnitudes que estas deficiencias de P, S y K presentarían en los suelos en el campo mismo, si bien nada puede evaluarlas más fielmente que el ensayo de campo, resulta conveniente aplicar la pauta provisoria elaborada por Chaminade en base a experiencias realizadas con este método, principalmente en Madagascar. Según dicha pauta, un rendimiento de más de 70% no indica que en el campo exista la deficiencia. Un rendimiento de 40 a 70% indica que en el campo hay una deficiencia neta, y un rendimiento de menos de 40% indica una deficiencia de campo grave, necesiándose en ambos casos corregirlas con fertilizaciones de corrección.

CONCLUSIONES

En base a la pauta de Chaminade, la situación, en el campo, de las series estudiadas sería la siguiente:

a) Todos los suelos tendrían una deficiencia grave de P, necesitando una fertilización de corrección.

b) Los suelos Collipulli, Quella, Arenales, Cauquenes y San Esteban tendrían una deficiencia neta de S, necesitando una fertilización de corrección.

c) Los suelos Santa Bárbara, Arrayán, Mañil, Mirador y San Carlos no presentarían deficiencias de S actualmente, pero las reservas de este elemento serían muy escasas, por lo que convendría aplicar fertilizaciones de mantención.

d) Los suelos no presentarían actualmente deficiencias de K, pero las reservas de este nutriente son un tanto escasas, principalmente en los suelos San Carlos, Quella y Cauquenes, en los cuales sería conveniente aplicar fertilizaciones de mantención.

En general, los resultados obtenidos concuerdan con los antecedentes analíticos y experimentales de los suelos estudiados. Podría considerarse excepción a este acuerdo, el boro, nutriente que en este estudio no mostró deficiencia.

Resumiendo, en general, el comportamiento de las muestras de las 10 series de suelos fue bastante similar en lo que a carencia de los elementos estudiados se refiere. Haciendo una jerarquía de las deficiencias detectadas, en base a su intensidad y orden de aparición, y sin incluir al nitrógeno, se comprobó que en todos los suelos el P tuvo la primera importancia, el S la segunda y el K la tercera, aunque muy distante de los dos primeros. Los demás nutrientes estudiados, Ca, Mg, B, Mn, Cu, Zn y Mo no mostraron deficiencias en ningún suelo.

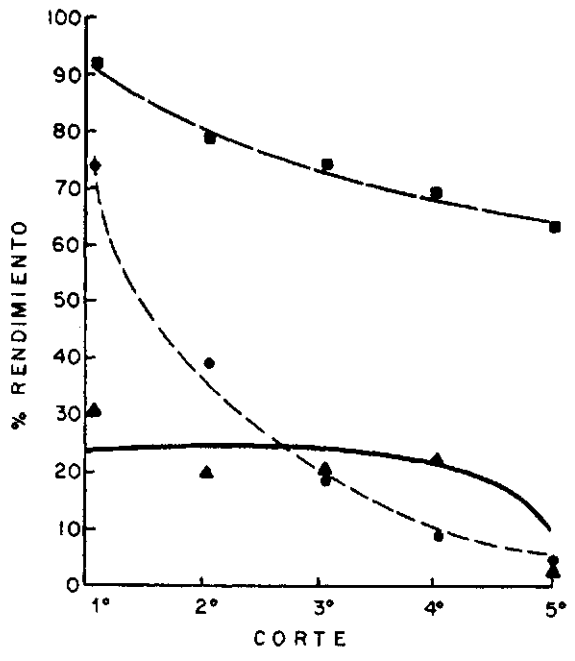


Figura 1 - Agotamiento de las reservas de P, S y K. Promedio de los 10 suelos.

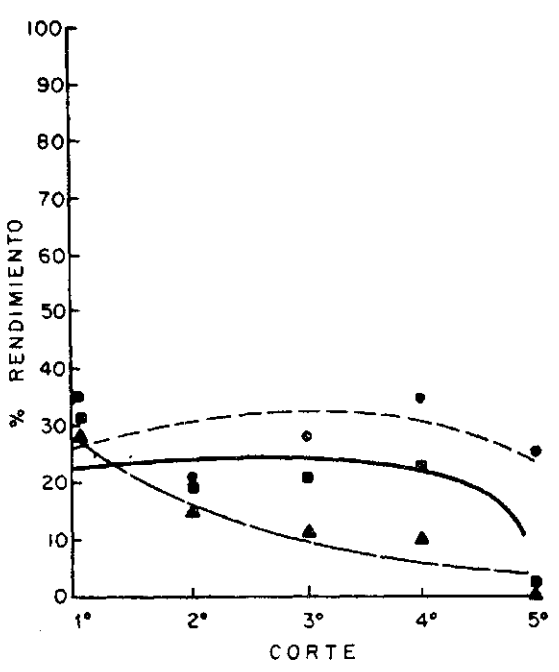


Figura 2 - Agotamiento de las reservas de P, en promedio, en el suelo más rico y en el más pobre.

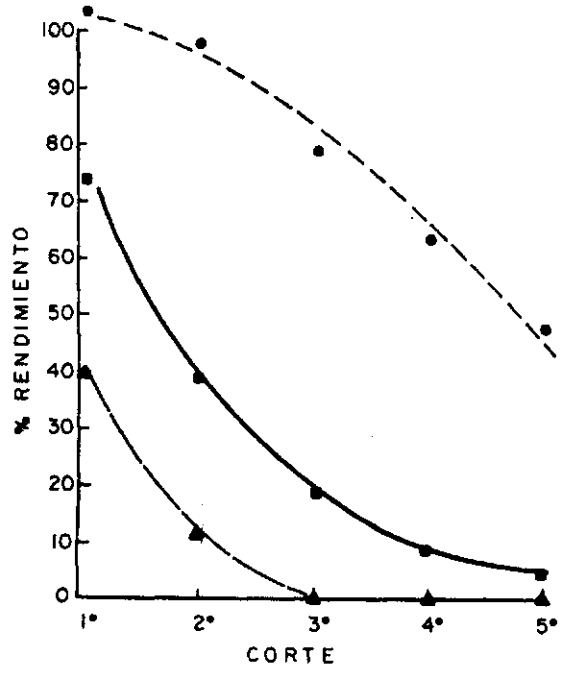


Figura 3 - Agotamiento de las reservas de S, en promedio, en el suelo más rico y en el más pobre.

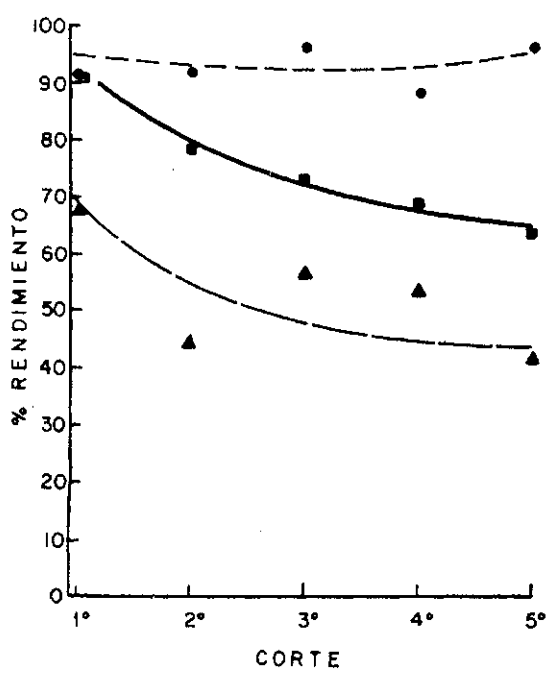


Figura 4 - Agotamiento de las reservas de K, en promedio, en el suelo más rico y en el más pobre.

RESUMEN

Se realizó una evaluación de la disponibilidad de P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Cu, Zn y Mo en 10 series de suelo de Ñuble mediante el método propuesto por Chaminade (3) en maceteros con ballica inglesa; se incluyó además un tratamiento sin nitrógeno. Se emplearon muestras de suelos extraídas a la profundidad de 0-20 cm, y se realizaron 10 ensayos, uno por serie de suelo.

Los resultados fueron bastante similares para los diferentes suelos, e indicaron que además del N, el P es el elemento cuya diferencia es más intensa, seguido en importancia por el S y finalmente por el K. Los demás elementos estudiados no mostraron deficiencias.

SUMMARY

An appraisal of the availability of P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Cu, Zn and Mo was made in ten soil series of Ñuble, using the technique proposed by Chaminade (3) which uses a ryegrass pot culture. A treatment with no N was also included soil samples from the 0-20 cm. surface layer were tested in the experiments, one for each soil series.

Results were fairly similar among the different soils, and showed P as being the most deficient nutrient besides N, followed in importance by S and finally K. Other elements studied did not show deficiencies.

LITERATURA CITADA

1. BARRIONA S., JORGE. Ensayos de abonos con azufre y fósforo en praderas. *Simiente*. Chile 29 (1-4): 16, 1959.
2. BERATTO M., EDMUNDO. Estudio de la interacción fósforo-boro y fósforo-molibdeno, con alfalfa en trumaos. Tesis Ing. Agr., Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 1964. 156 p. (Mimeografiada).
3. CHAMINADE, R. Diagnostic des carences minerales du sol par l'experimentation en petits vases de vegetation. *Science du Sol*, deuxième semestre s.p. 1964.
4. HEWITT, WILLIAM B. Informe al Gobierno de Chile sobre las enfermedades y otros problemas de los viñedos chilenos (2ª parte). *Boletín Informativo de la Asociación Nacional de Viticultores*, Santiago, Chile 3 (11): 15-22. Noviembre, 1965.
5. HURTADO L., RICARDO. Potasio, nitrógeno y materia orgánica de suelos dedicados al cultivo de la alfalfa. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. 1962. 296 p.
6. INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL S. A. (IANSA). Resultados de la experimentación agronomía y económica en remolacha azucarera. Temporada 1960-61. Santiago, Chile, IANSA, Departamento Agrícola, 1961. 237 p.
7. ————. Resultados de la investigación agronomía y económica en remolacha azucarera. Temporada 1961-1962. Santiago, Chile, IANSA, Departamento Agrícola, 1962. 291 p.
8. ————. Resultados de la investigación agronomía en remolacha azucarera. Temporada 1962-63. Santiago, Chile, IANSA, Departamento Agrícola, 1963. 310 p.
9. ————. Resultados de la investigación agronomía en remolacha azucarera. Temporada 1963-64. Santiago, Chile, IANSA, Departamento Agrícola, 1965. 359 p.
10. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES, CORFO. Suelos. Descripciónes Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID. Publicación Nº 2, Santiago, Chile, 1964. 391 p.
11. LETELIER A., ELÍAS. Abonos en Chile. *In* Departamento de Investigaciones Agrícolas. Chile. Siete Años de Investigación Agrícola. 1950. pp. 177-232.
12. LETELIER A., ELÍAS *et al.* Cien ensayos NPK en trigo. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, Departamento de Investigaciones Agrícolas. *Boletín Técnico* Nº 9. 1961. 43 p.
13. NOVOA S. A., RAFAEL. Elementos menores en suelos dedicados al cultivo de la alfalfa. Tesis Ing. Agr. Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 1962, s.p. (mimeografiada).
14. PETERSON B., JOSÉ. Contenido de elementos secundarios (Ca-Mg-S) en muestras de suelos procedentes de alfalfares chilenos. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, 1962. 235 p.