

# Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XIII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Llanquihue<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

Esta Parte XIII pretende corroborar la existencia de las graves deficiencias de fósforo, potasio y azufre en los suelos de la provincia de Llanquihue. Un diagnóstico de las carencias nutritivas se hizo anteriormente en la Parte XII (Schenkel, Baherle, Floody y Gajardo 1973a), empleando la técnica del elemento faltante en ensayos de maceta con *Lolium perenne* × *Lolium multiflorum*.

En esta oportunidad se utilizan las mismas muestras de suelo, pero se aplica la técnica del elemento agregado, también en ensayos de maceta con ballica de rotación corta. Sirven a esta finalidad tres fórmulas de fertilización convenientemente elegidas, después de considerar las principales carencias minerales que afectan a los suelos recolectados y determinadas en la Parte XII. Se obtiene la prioridad de las deficiencias nutritivas principales que se desean corregir cuando la intensidad de éstas sobre el diagrama de fertilidad se ordena en forma decreciente.

Los tratamientos elegidos corresponden a N, NP y NPKS, donde los elementos mencionados se incorporan como nitrato de amonio (N); N + superfosfato triple (NP), y NP + sulfato de potasio (NPKS), respectivamente. Sólo el nitrato de amonio es de pureza analítica, añadiéndose los otros dos productos citados como abonos comerciales.

La investigación realizada con los suelos de la provincia de Llanquihue pone de manifiesto dos hechos importantes. En primer lugar, que "la necesidad de los estudios sobre fertilizantes se hace cada vez más apremiante" (Chile, Ministerio de Agricultura, 1961) para el desarrollo ganadero de la zona. En segundo término, la validez que mantiene la conclusión del trabajo realizado por el Centro Agronómico de Llanquihue (1967) cuando expresa que "la mayor necesidad de asistencia técnica es en las materias: suelos y abonos, praderas, plagas y enfermedades, lechería y alimentación del ganado".

## MATERIALES Y METODOS

Se siguió el método del ensayo de macetas descrito por Schenkel y Baherle (1971) con los tratamientos de fertilización usados por Schenkel *et al.* (1971).

La identificación de las 51 muestras de suelo incluidas en este trabajo se proporcionó en la Parte XII (Schenkel *et al.*, 1973a).

<sup>1</sup>Recepción originales: 1º de febrero de 1973.

<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 Fertilidad de Suelo, Estación Experimental Carillanca, INIA.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con el promedio de las ecuaciones de producción, presentado en Cuadro 1, se dibuja la Figura 1. Se infiere de aquí, que la sola aplicación de fertilizante nitrogenado a los suelos de la provincia de Llanquihue es inadecuada, por cuanto se obtiene una escasa respuesta de la ballica en relación a su potencial de producción. Este resultado concuerda con la observación de Letelier (1961), en virtud de la cual "el mínimo de efectos del nitrógeno se encuentra en las provincias de Osorno y Llanquihue", o bien cuando Letelier (1944) sostiene que "pocas veces se observa efecto cuando el nitrógeno es aplicado solo".

El anterior comportamiento no es sino la consecuencia de una jerarquización en las deficiencias nutritivas, donde el nitrógeno no ocupa el primer lugar. En efecto, con ayuda del diagrama de fertilidad de las mismas 51 muestras de suelo se puede afirmar que la deficiencia de fósforo (Figura 1) es tan severa que su exclusión de cualquier fórmula de fertilización limita la eficiencia de las mismas. Con razón Letelier y Montaldo (1945) señalan "al fósforo como el principal elemento fertilizante para la papa en esta región", y "a la potasa y al nitrógeno, en segundo término, debiendo destacarse que este último nunca debe ser aplicado solo, sino en presencia, por lo menos, de fosfato".

La producción de ballica se mejora apreciablemente cuando junto al nitrógeno (N) se agrega fósforo (NP). Existen unas pocas muestras de suelo para las cuales ambas líneas de producción difieren escasamente. Estas son, por ejemplo, las muestras Nº 2356, (Figura 2); las 2219 - 2220 - 2221 (Figura 3) y 2250 - 2365 - 2368. Tal situación se origina por la grave deficiencia de potasio que existe en estas muestras, cuya intensidad es aún más severa que la de la respectiva carencia de fósforo (Schenkel *et al.*, 1973a).

Del Cuadro 1 y Figuras 1 y 2 se deduce que las intensidades de las deficiencias de potasio y fósforo son del mismo orden de magnitud —aunque no iguales— en numerosos suelos empleados en este trabajo. Esta circunstancia permite prever una buena acción de los abonos fosfopotásicos, sobre los suelos y las plantas, pues la ausencia de cualquiera de ellos en la fórmula de fertilización limita la eficiencia del otro. Muy ilustrativa es en este sentido la muestra 2356 (Figura

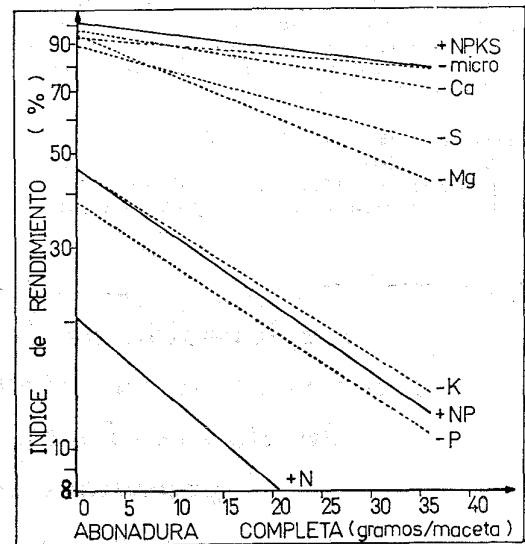


Figura 1 — Diagrama de fertilidad de la provincia de Llanquihue (promedio de 51 muestras de suelo).

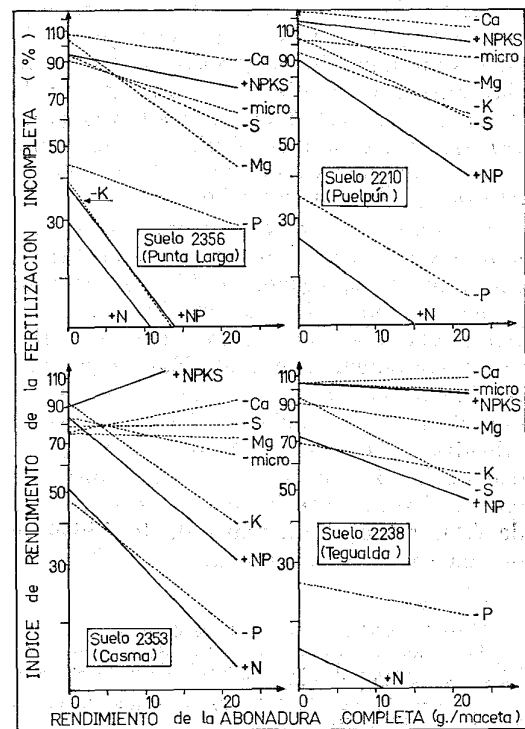


Figura 2 — Diagrama de fertilidad de 4 suelos de la provincia de Llanquihue.

Cuadro 1 — Valores de las líneas de producción ( $\log Y = \log A + mX$ ) para fertilización N, NP y NPKS en suelos de la provincia de Llanquihue.

| MUESTRA     | FORMULA DE FERTILIZACION AGREGADA AL SUELO |         |      |         |        |        |
|-------------|--|---------|------|---------|--------|--------|
|             | + N  |         | + NP |         | + NPKS |        |
| Nº          | A  | m*      | A    | m*      | A      | m*     |
| Laboratorio |  |         |      |         |        |        |
| 2041        | 38,5                                       | -2019   | 96   | -1855   | 121    | -436   |
| 2208        | 27   | -1514   | 58,5 | -1313   | 111    | 0      |
| 2209        | 24,5                                       | -2224   | 33,5 | -879    | 92     | -217   |
| 2210        | 26   | -1766   | 90   | -1613   | 117    | -262   |
| 2211        | 28,5                                       | -178    | 67   | -1209   | 99     | -25    |
| 2212        | 23   | -2783   | 59   | -1383   | 109    | -144   |
| 2213        | 18   | -982    | 53   | -1192   | 104    | 0      |
| 2214        | 15,5                                       | -1730   | 42   | -1449   | 120    | -720   |
| 2215        | 18,5                                       | -2545   | 27   | -1215   | 112    | -394   |
| 2216        | 10   | -2857   | 33   | -1255   | 87     | -802   |
| 2217        | 11,5                                       | -3658   | 36,5 | -1520   | 102    | -606   |
| 2218        | 22,5                                       | -1304   | 36   | -881    | 111    | 0      |
| 2219        | 21,5                                       | -2145   | 31,5 | -1748   | 104    | -90    |
| 2220        | 22,5                                       | -2012   | 23,5 | -1108   | 96     | +169   |
| 2221        | 20   | -1672   | 34   | -2262   | 94     | +341   |
| 2230        | 24   | -1188   | 53,5 | -1694   | 116    | -496   |
| 2231        | 20   | -1997   | 50   | -1371   | 95     | -226   |
| 2232        | 16,5                                       | -2051   | 43,5 | -1774   | 115    | -695   |
| 2236        | 17   | -1646   | 50   | -1284   | 101    | +182   |
| 2237        | 3,9  | -1442   | 11   | -1913   | 98     | -44    |
| 2238        | 16,5                                       | -1087   | 72   | -880    | 105    | -142   |
| 2239        | 9,4  | -1589   | 31,5 | -1533   | 93     | -255   |
| 2240        | 9,7  | -1682   | 37,5 | -1688   | 97     | -299   |
| 2249        | 8,7  | -844    | 47   | -1581   | 124    | -71    |
| 2250        | 13   | -438    | 22   | -901    | 97     | +38    |
| 2251        | 20,5                                       | -1641   | 31   | -544    | 114    | 0      |
| 2252        | 7,5  | -1372   | 38   | -715    | 130    | -380   |
| 2253        | 14   | -886    | 28   | -543    | 100    | +134   |
| 2254        | 3,9  | -1689   | 30   | -954    | 106    | -90    |
| 2255        | 4,9  | -1747   | 25   | -205    | 81     | +352   |
| 2256        | 12   | -1496   | 44   | -1033   | 125    | -190   |
| 2257        | 11   | -1397   | 39,5 | -1455   | 82     | +233   |
| 2258        | 8,5  | -1329   | 42,5 | -733    | 125    | -277   |
| 2259        | 25,5                                       | -1070   | 36,5 | -1103   | 86     | +437   |
| 2260        | 12   | -1434   | 40   | -1584   | 96     | +105   |
| 2261        | 6,7  | +696    | 51   | -1129   | 118    | -115   |
| 2262        | 10   | -2041   | 35,5 | -1058   | 109    | -96    |
| 2263        | 14,5                                       | -1488   | 26,5 | -891    | 120    | -377   |
| 2289        | 19,2                                       | -1069   | 56,5 | -455    | 93     | -297   |
| 2291        | 24   | -2816   | 58   | -2313   | 106    | -518   |
| 2292        | 25   | -2979   | 60   | -3113   | 82     | +507   |
| 2349        | 22   | -3324   | 36   | -3477   | 90     | -2272  |
| 2353        | 51   | -2483   | 83   | -1966   | 90     | +792   |
| 2354        | 35   | -5727   | 67   | -5507   | 120    | -4375  |
| 2356        | 30   | -2982   | 38   | -3051   | 94     | -451   |
| 2357        | 31,5                                       | -1488   | 68   | -1345   | 57     | +330   |
| 2358        | 47   | -5170   | 87   | -4698   | 97     | -1196  |
| 2365        | 30   | -2726   | 34   | -2593   | 94     | -610   |
| 2366        | 30   | -1617   | 44,5 | -1002   | 55,5   | +3008  |
| 2367        | 42   | -4794   | 72   | -2766   | 97     | -2741  |
| 2368        | 30,5                                       | -3125   | 37   | -3342   | 89     | -2344  |
| Promedio    |  |         |      |         |        |        |
| 51 muestras | 20,3                                       | -1971,5 | 46   | -1628,9 | 101,5  | -306,4 |

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

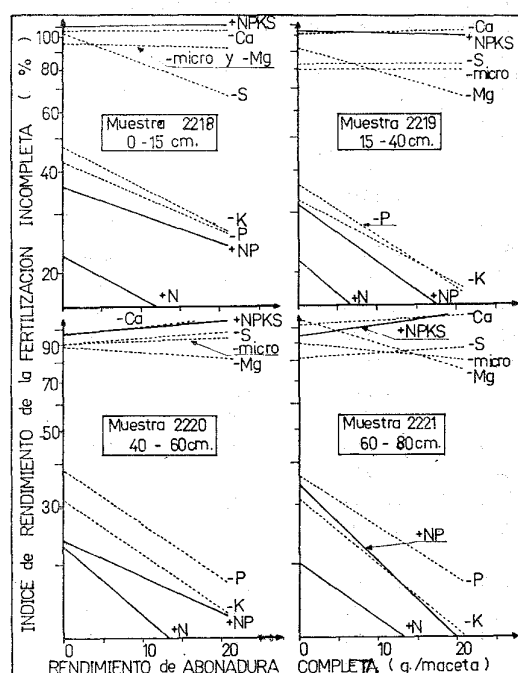


Figura 3 — Diagrama de fertilidad de 4 profundidades del suelo Colegual de la provincia de Llanquihue.

2), para la cual se confunden las líneas de producción NP con la de fertilidad del potasio sobre su diagrama de fertilidad.

La interpretación anterior, sobre las limitantes de potasio y fósforo, se confirma en forma elocuente con los trabajos de Goic (1968a - 1968b) en pradera. Manifiesta Goic (1968a) que "en los suelos de ñadi y Puerto Fonck, las respuestas a fósforo son altas, pero existe otra limitante para obtener rendimientos máximos, que es el potasio". Goic (1968b) vuelve a ratificar estos resultados cuando dice "en los suelos rojos arcillosos de la Costa (Serie Fresia) y en el ñadi, si bien hay respuesta al fósforo, los mejores resultados se obtienen cuando va acompañado de nitrógeno o potasio, que limitan una alta producción". La validez de esta afirmación se cumple plenamente en los 4 suelos de la Figura 2, donde intencionalmente se ha excluido la representación de una muestra de suelo ñadi.

Es notable el aumento de producción que se alcanza con la fertilización NPKS en relación a la obtenida con la abonadura NP. En el Cuadro 1 y en las Figuras 1 y 2 se ve que la incorporación de sulfato de potasio a la fórmula NP (superfosfato triple + nitrato

de amonio) permite duplicar los rendimientos de ballica, como consecuencia del incremento en la fertilidad de los respectivos suelos. Debe destacarse que este resultado, obtenido con la técnica del elemento agregado, confirma el diagnóstico de deficiencias hecho con la técnica del elemento faltante. De acuerdo a ambos métodos experimentales debe conferirse a los elementos nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, la máxima responsabilidad en la baja fertilidad actual de los suelos chilenos estudiados.

Oliger (1971) considera que "después del fósforo y del nitrógeno hay otros elementos deficitarios en nuestros suelos: son el potasio, azufre y magnesio. Las deficiencias de estos elementos aparecen cuando se ha logrado una agricultura de alta producción o muy intensiva". Concurren también en observar la existencia de deficiencias de potasio y azufre otros autores (IANSA, 1961/1962, y Letelier, 1969).

El presente trabajo, al igual que los presentados previamente en esta serie de publicaciones, permite postular la hipótesis siguiente:

Cuando la utilización del suelo es escasa o moderada, generalmente se satisfacen las necesidades nutritivas de las plantas cultivadas en los suelos ubicados entre las provincias de Llanquihue y Malleco —que en base a nuestros trabajos más recientes se puede extender hasta Biobío— con una fórmula de fertilización NP. Pero, una mayor intensidad de uso de dichos suelos pone de manifiesto la existencia de otras carencias nutritivas —por lo menos en la mayoría de los suelos— cuya corrección es indispensable para obtener elevados rendimientos en forma permanente. Tales elementos son generalmente potasio y azufre, aunque no deben omitirse el magnesio y algún micronutriente aún no identificado. La máxima complejidad se observa en los suelos ñadis (Schenkel et al., 1972a, 1972b y 1973b) y en algunos suelos ubicados en la precordillera de la Costa (Figura 4, muestra 2367).

Un antecedente que apoya la hipótesis anterior, lo proporciona Vogel (1959). En su trabajo "comprobó que no bastan las fórmulas tradicionales N - P - K, con agregados de calcio, para cultivos de grandes exigencias en principios minerales, y que los elementos magnesio y azufre deben ser considerados en los ensayos futuros de aplicación de abonos sobre suelos de la zona comprendida entre Cautín y Chiloé". Análogamente, Gutiérrez y

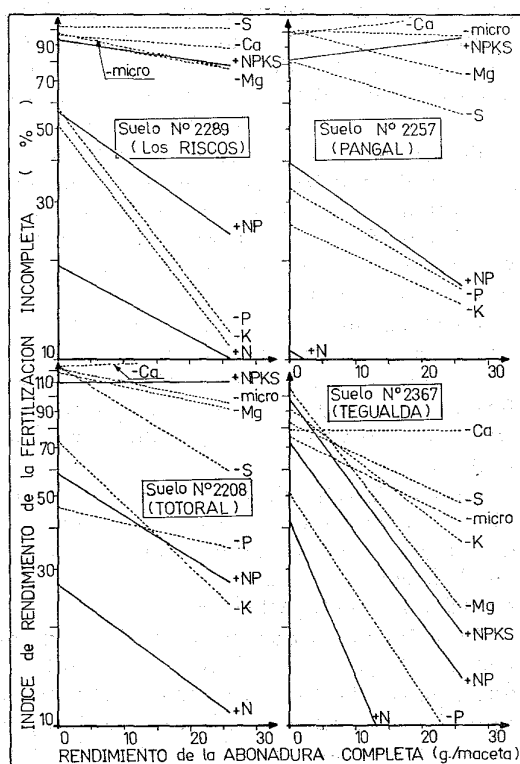


Figura 4 — Diagrama de fertilidad de 4 suelos de la provincia de Llanquihue con distinta fisiografía.

Ortiz (1962) observan una gran diferencia en la cubierta vegetal —de una mezcla forrajera en un suelo de la serie Fresia— en los tratamientos que contenían elementos menores. En las parcelas que llevan elementos menores “hay un elevado porcentaje de gramíneas, en contraposición con el resto de la parcela, donde sólo se encuentra presente el trébol rosado”, aunque “no da diferencia significativa para rendimiento” (Gutiérrez, 1964).

Otro aspecto interesante se colige del Cuadro 1. La fertilización NPKS es adecuada para subsanar las principales deficiencias nutritivas de todos los suelos trumaos profundos, cualquiera sea la profundidad de la cual proceda la muestra y siempre que ésta se ubique entre las provincias de Llanquihue y Biobío, como se observa en la Figura 3. Nuevamente hay una excepción importante que mencionar; ella corresponde al suelo ñadi, como se ve en el Cuadro 1 de este estudio y en Figura 3 del trabajo de Schenkel y Gajardo (1971).

Una estimación más precisa del comportamiento de las distintas fórmulas de fertilización de los suelos de la provincia de Llanqui-

hue se puede hacer cuando se toma en cuenta el reconocimiento de suelos efectuado por Rodríguez (1950). Ya se había visto “que la jerarquía de las carencias nutritivas dominantes varía de acuerdo a la ubicación fisiográfica de los respectivos suelos” (Schenkel *et al.*, 1973a). Según dichos resultados cabe esperar, en general, una buena respuesta a la fertilización NPKS en todos los suelos (Figura 4), porque precisamente son los elementos integrantes de esta fórmula de fertilización los más deficitarios. Menos satisfactorio debería ser el comportamiento de la abonadura NPKS en los suelos con impedimento en su drenaje y ubicados en el llano central (ñadi), porque en ellos existen otras graves deficiencias, tales como magnesio y micronutrientes, no subsanadas mediante la mencionada fórmula. Asimismo, hay una marcada deficiencia de magnesio en los suelos ubicados en la precordillera de los Andes, que no se logra corregir totalmente con las trazas de magnesio que contiene el sulfato de potasio. En este caso es indispensable incorporar dicho elemento en la fórmula de fertilización, como se desprende del diagrama de fertilidad de la muestra 2289 (Figura 4). Similar interpretación debe darse al suelo 2367 (Tegualda), situación que se opone a la planteada con la muestra 2288 (Figura 2) que también procede de la proximidad de Tegualda. Los diagramas de fertilidad de ambas muestras se han dibujado con el propósito de advertir oportunamente al lector de las diferencias de fertilidad que pueden encontrarse en dos suelos ubicados muy próximo uno de otro. Tal discrepancia se atribuye a que “en los suelos rojos arcillosos predominan minerales cristalinos caoliníticos, asociados en diversos grados a óxidos cristalinos de hierro y aluminio y a pequeñas proporciones de alofán” (Besoin, 1958). La cantidad de cenizas volcánicas que cubren las colinas de la precordillera de la Costa “varía mucho, y en algunos casos la presentación exterior de los suelos es compleja, y tendrá probablemente que delimitarse como complejos de suelos, con y sin cenizas” (Wright, 1959/1960). En otros términos, “la existencia de alofán en los suelos rojos arcillosos se explica admitiendo que cenizas volcánicas recientes han contaminado estos suelos induciendo un claro rejuvenecimiento de ellos” (Besoin, 1958). La presencia de estas cenizas recientes no es de espesor uniforme, confiriéndole por tanto, distintas propiedades al respectivo suelo rojo arcilloso.

## CONCLUSIONES

El uso de las fórmulas de fertilización N - NP y NPKS es conveniente para efectuar la contraprueba del diagnóstico de deficiencias nutritivas previamente establecido en los suelos de la provincia de Llanquihue por la técnica del elemento faltante (Schenkel *et al.*, 1973a). La elección de los elementos integrantes de las fórmulas de fertilización, en la técnica del elemento agregado, se hace respetando el orden decreciente con el cual se manifiestan las intensidades de las respectivas deficiencias sobre el diagrama de fertilidad. Cuando así se procede es posible ir elevando gradualmente la fertilidad de los suelos, y por lo tanto, su productividad.

En general ocurre que la deficiencia nutritiva más grave es el fósforo, por lo que su exclusión de cualquier fórmula de fertilización envuelve un fracaso de la misma. Mal puede esperarse una buena respuesta a la sola aplicación de nitrógeno, como efectivamente se comprobó en el ensayo de macetas. Similares antecedentes han sido recogidos en las experiencias de campo.

Una vez subsanada la limitante nutritiva mayor —que corresponde al fósforo— se obtiene un aumento apreciable en la fertilidad de estos suelos, la que se eleva aún más en el caso de incorporar en ella al sulfato de potasio (NPKS). Sin embargo, la fórmula NPKS es todavía insuficiente en algunos suelos especiales como los ñadis y aquéllos ubicados en la precordillera de los Andes. En

ellos, la carencia de magnesio es demasiado severa, y no logra corregirse con las impurezas que llevan los abonos comerciales, superfosfato triple y sulfato de potasio de la correspondiente fórmula NPKS.

En consecuencia, es fundamental que la fórmula de fertilización que se recomienda —o aplique— tome muy en cuenta la ubicación fisiográfica de los suelos de la provincia, y también la intensidad con la cual se practica la agricultura.

La abonadura NP será capaz de satisfacer las exigencias de una agricultura y ganadería poco intensiva, pero será absolutamente insuficiente para lograr una elevada producción en los mismos suelos de la provincia de Llanquihue.

La fertilización NPKS es particularmente bien adaptada a los suelos trumaos profundos, porque por su intermedio se corrigen las deficiencias nutritivas de las muestras superficiales y subsuperficiales.

Para dos suelos que proceden de la vecindad de Tegalda se observa una conducta diferente con las tres fórmulas de fertilización probadas. Este comportamiento se explica por la presencia o ausencia de cenizas volcánicas en el suelo rojo arcilloso (Wright, 1959/1960). Se concuerda con Besoain (1958) que la presencia de abundante ceniza volcánica lleva a un rejuvenecimiento del suelo rojo arcilloso. Dicho suelo adquiere propiedades de fertilidad diferentes de las que tiene en ausencia de la ceniza.

## RESUMEN

El comportamiento de tres fórmulas de fertilización se estudia en ensayos de macetas con 51 muestras de suelo de la provincia de Llanquihue. La elección de las tres abonaduras (N - NP y NPKS) se hace tomando en cuenta las principales deficiencias nutritivas previamente determinadas en el diagrama de fertilidad de las respectivas muestras.

Los resultados demuestran que la adición exclusiva de N es inadecuada en los suelos ensayados. Un notable mejoramiento de la fertilidad se produce cuando se incorpora NP a los suelos. Sin embargo, para alcanzar una agricultura de alta producción o muy intensiva en la zona, y mantenerla en forma permanente, será indispensable emplear, a lo menos, NPKS. Además en suelos ñadis y de la precordillera de los Andes, se manifiesta una carencia de magnesio, cuya intensidad impide que la abonadura NPKS sea suficiente.

Para cada suelo se calculan los parámetros de las líneas de producción N - NP y NPKS. El valor promedio de A es: 20,3; 46,0 y 101,5, mientras el de m: -0,019715; -0,016289 y -0,003064 para las 51 ecuaciones ( $\log Y = m X + \log A$ ) de las respectivas líneas N - NP y NPKS.

## SUMMARY

Three fertilization formulas are studied in pot experiments with 51 samples of the province of Llanquihue.

These formulas (N - NP - NPKS) were selected taking into consideration the main nutrient deficiencies as they were determined previously by means of fertility diagrams of the samples.

It was found that the single addition of N in the soils tested, is inadequate. Considerable improvement in fertility is obtained with the addition of NP to these soils. However, in order to maintain an intensive agriculture with high yields it will be necessary to use NPKS formula. In the fiadi soils and in the Andes Mountain Piedmont, magnesium should be added.

The parameters of the production lines for N - NP and NPKS were calculated for each soil. The average value of A is: 20.3; 46.0 and 101.5 and of m: -0.019715; -0.016289 and -0.003064 for the 51 equations of each line.

## LITERATURA CITADA

- BESOAIN, E. 1958. Mineralogía de las arcillas de algunos suelos volcánicos de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*. 18 (2): 110-165.
- CENTRO AGRONÓMICO DE LLANQUIHUE. 1967. Acción del Ingeniero Agrónomo en la Asistencia Técnica y Crédito Agrícola. *Sociedad Agronómica de Chile (Santiago)*. *Simiente* 37 (4): 9-11.
- CHILE, IANSA. 1961/1962. Resultados de la Investigación Agronómica y Económica en Remolacha Azucarera. Temporada 1961/1962. *Industria Azucarera Nacional, S. A. Departamento Agrícola, Santiago*. pp. 56-57.
- , MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1961. Programa nacional de desarrollo ganadero 1961/1970. *Ministerio de Agricultura y Corporación de Fomento de la Producción*. (Apéndice N° 3). pp. 1-19.
- GOIG, L. 1968a. Fertilización en establecimiento de praderas en cinco series de suelos de Osorno. *Agricultura Técnica (Chile)*. 28 (1): 16-22.
- . 1968b. Diferentes niveles de fósforo y nitrógeno en establecimiento de mezcla forrajera, en cinco series de suelos de la zona de Osorno. *Agricultura Técnica (Chile)*. 28 (1): 38-41.
- GUTIÉRREZ, T. 1964. Ensayo de abono N-P-K en serie Fresia. *In: Chile, Departamento de Investigación Agrícola. Síntesis de trabajos presentados en las Reuniones Técnicas del Departamento*. 2-6 septiembre, 1963. *Santiago, Ministerio de Agricultura*. p. 120.
- y ORTÍZ, F. 1962. Ensayo de abonos NPK en mezcla forrajera, serie Fresia. *In: Chile, Departamento de Investigación Agrícola. Síntesis de trabajos presentados en las Reuniones Técnicas del Departamento*, 3-7 septiembre, 1962. *Santiago, Ministerio de Agricultura y Pesca (Boletín especial N° 15)*. p. 179.
- LETELIER, E. 1969. Respuesta a la fertilización de los suelos volcánicos chilenos (trumaos), según resultados de ensayos de campo. *In: IICA. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina*, 6-13 julio, 1969. *Turrialba (Costa Rica). Instituto Interamericano de Ciencia Agrícolas*. ppC. 3.1 -C.3.14.
- . 1944. Tres años de ensayos de abonos en trigo. *Agricultura Técnica (Chile)*. 4 (2): 209-223.
- . 1961. Cien ensayos NPK en trigo. *Santiago, Chile, Departamento de Investigación Agrícola, Ministerio de Agricultura (Boletín Técnico N° 9)*. 43 p.
- y MONTALDO, A. 1945. Ensayos de abonos en papas realizados en la Estación Genética de Centinela. *Agricultura Técnica (Chile)*. 5 (2): 111-128.
- OLIGER, L. 1971. Praderas permanentes para la zona sur. *Santiago, Central de Divulgación Técnica, Servicio Agrícola y Ganadero, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Boletín Divulgativo N° 10, Estación Experimental Carillanca)*. 14 p.
- RODRÍGUEZ, M. 1950. Reconocimiento de suelos en las provincias de Osorno y Llanquihue. *In: Chile, Departamento de Investigaciones Agrícolas. Siete años de investigación agrícola. Memoria del ex-Departamento de Genética y Fitotecnia, 1940-1947. Santiago, Dirección General de Agricultura*. pp. 271-282.
- SCHENKEL, G. 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. 1973a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XII. Macronutrientes, provincia de Llanquihue. *Agricultura Técnica (Chile)*. 33 (3): 111-121.

- , —, — y —. 1973b. Exploración de deficiencias nutritivas en suelos en macetas. XI. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Osorno. Agricultura Técnica (Chile). 33 (2): 53-72.
- , —, — y —. 1972a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. X. Macronutrientes, provincia de Osorno. Agricultura Técnica (Chile). 32 (2): 99-111.
- , —, — y —. 1972b. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VIII. Macronutrientes, provincia de Valdivia. Agricultura Técnica (Chile). 32 (1): 37-48.
- , —, — y —. 1971. 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.
- SCHENKEL, G. y GAJARDO, M. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. III Fórmula de fertilización del abonamiento de corrección. Turrialba (Costa Rica) 21 (3): 272-279.
- VOGEL, O. 1959. Problemas de carencias minerales en betarraga. Ensayos de abonos con seis elementos. Sociedad Agronómica de Chile (Santiago) Simiente. 29 (1-4): 31-36.
- WRIGHT, CH. 1959/1960. Observaciones sobre los suelos de la zona Central de Chile. Agricultura Técnica (Chile). 19/20: 65-95.