

Identificación de micronutrientes deficientes con ensayos de macetas.

I. Antecedentes¹

Gotardo Schenkel S.²
Pedro Baherle V.³

INTRODUCCION

Los micronutrientes boro, molibdeno, cinc, cobre, manganeso e hierro son tan esenciales al crecimiento de las plantas como lo son los nutrientes primarios —fósforo, nitrógeno y potasio— o los secundarios —calcio, magnesio y azufre. Cuando los rendimientos de las plantas cultivadas son mejorados por una fertilización adecuada con nutrientes primarios y secundarios, a menudo se convierte la falta de uno o más microelementos en el factor limitante de su producción. Siempre es conveniente reconocer oportunamente la carencia de un micronutriente en el suelo, porque su incidencia sobre la producción vegetal puede llegar a ser tan seria como la provocada por un macronutriente (Hignett, 1979). Además, una menor disponibilidad de nutrientes en el suelo, unida a una mayor pobreza de materia orgánica, puede disminuir su actividad biológica (Gould y otros, 1979).

Cada año hay más casos de respuestas económicamente significativas a la adición de microelementos, frecuentemente en áreas donde la deficiencia era previamente insospechada (Hignett, 1979). En el otro extremo, las aplicaciones excesivas de microelementos revisten especial gravedad. Estos excesos son fáciles de alcanzar, porque las cantidades de micronu-

trientes toleradas por los cultivos son pequeñas en relación a los macronutrientes requeridos. Existe el peligro que si el suelo no necesita las adiciones de micronutrientes, o los requiere en una cantidad inferior a la aplicada, disminuya apreciablemente la producción. El efecto depresivo se provoca por las elevadas concentraciones de micronutrientes en las plantas cultivadas y puede persistir por varios años (Scheffer y Welte, 1955).

El conocimiento de los niveles que alcanzan los microelementos disponibles en el suelo tiene un triple interés, porque permite (Reisenauer, Walsh y Hoeft, 1973):

- a. Conocer contenidos pobres y deficientes a los cuales tendrán respuesta las aplicaciones del respectivo microelemento.
- b. Detectar posibles excesos nutricionales en el forraje, que resultan tóxicos a la nutrición animal (p. ej., molibdeno); y
- c. Disponer de valores que originan reducciones apreciables en el crecimiento de las plantas, por suministro excesivo del microelemento en cuestión.

Si la nutrición de los animales depende exclusivamente de la producción de la pradera, puede ocurrir que al ser ésta deficiente en un nutriente dado, también los animales acusen la misma carencia mineral (Bidwell, 1974). Generalmente, es variable la concentración de microelementos en la mayoría de los alimentos empleados en nutrición animal, dependiendo estas variaciones del contenido en los suelos de los cuales

¹ Recepción de originales: 13 de mayo de 1981.

² Ing. Quím., Casilla 244, Osorno, Chile.

³ Ing. Agr., M.S., Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Correo 3, Santiago, Chile.

proceden las plantas cultivadas (Scott, 1972). A su vez, el exceso de un micronutriente puede inducir o agravar la deficiencia de otro. Conocido es el caso del molibdeno, que actúa como un elemento antagónico potente en el metabolismo del cobre en los animales vacunos. Cuando los contenidos de molibdeno en los suelos arenosos son elevados, se provoca o intensifica la deficiencia de cobre (Miels, 1966).

Los resultados encontrados con un microelemento en un lugar determinado no pueden extrapolarse a los demás suelos (Scheffer y Welte, 1955). Con acierto señala Stout (1972) que "los profesionales preocupados de las ciencias agrícolas tienen la responsabilidad de identificar las épocas y lugares donde el suministro de micronutrientes es inadecuado en el campo, correspondiéndoles también la corrección de esas deficiencias".

Alguna atención merece el criterio a utilizar en la recuperación de la fertilidad de un suelo, cuando disponiendo de suficiente agua, es afectado por la falta de nutrimentos. Kline (1954) se refiere a suelos australianos con deficiencias múltiples, donde frecuentemente se cuentan a macro y micro-elementos entre los nutrientes carenciales.

Se considera impostergable acelerar la prospección de las deficiencias de micronutrientes que pudieran afectar a los suelos chilenos, especialmente al comparar el criterio de Viets y Lindsay (1974), cuando sostienen que "si una planta presenta síntomas de deficiencia, no puede haber duda que ella está enferma". Mientras no se identifiquen los micronutrientes carenciales y se localicen los correspondientes suelos chilenos afectados, será difícil vislumbrar las proyecciones que tendrían las posibles deficiencias de microelementos. Especialmente compleja resulta esta evaluación porque "el rendimiento de las plantas puede ser disminuido por una deficiencia de micronutrientes sin presentar signos externos que evidencien esta carencia" (Viets y Lindsay, 1974).

Los resultados encontrados en ensayos de macetas ejecutados con *Lolium perenne* x *L. multiflorum*, en numerosos suelos chilenos procedentes del área ocupada por suelos derivados de cenizas volcánicas —provincias de Arauco a Magallanes, ambas inclusive— insinúan la probable existencia de algunas deficiencias de micronutrientes (Schenkel y otros, 1980, 1971a y 1971b). Dichas experiencias incluyeron un único tratamiento de fertilización sustractiva con micronutrientes, por omisión conjunta de boro, molibdeno, cinc, cobre y manganeso. Tales condiciones experimentales no permiten la identificación del microelemento carencial, aunque posibilitan la detección de su efecto depresivo.

Para la identificación del microelemento deficiente se ha emprendido una nueva etapa de experimentación, recurriendo también a ensayos de macetas por la técnica del elemento faltante. Los tratamientos de fertilización se generan, en esta oportunidad, al retirar de la abonadura completa a un solo micronutriente. Se trabaja con los mismos microelementos boro, molibdeno, cinc, cobre y manganeso, porque el micronutriente carencial que produjo disminuciones de rendimiento en la exploración de macronutrientes (Schenkel y otros, 1971a) corresponde a uno de ellos.

Otro factor importante, al cual se encuentra estrechamente vinculado el éxito en la detección de una deficiencia nutritiva, es el relativo a la especie vegetal elegida como planta indicadora en el ensayo de macetas. Las exigencias y/o la capacidad de respuesta que tienen las especies vegetales a un nutrimento dado —por ejemplo un micronutriente— no son las mismas para todas las plantas (Viets y Lindsay, 1974). Las especies vegetales, y también las variedades de una misma especie, tienen requerimientos específicos y diferentes en lo concerniente a su nutrición mineral (Brown y Graham, 1978).

Puede suponerse que dos especies definen distintas intensidades para la deficiencia de un mismo nutrimento carencial, como efectivamente se ha determinado por Munson y Nelson (1974), Viets y Lindsay (1974) y por los autores en Carillanca. La distinta sensibilidad de las plantas para detectar una deficiencia nutritiva ha llevado a algunos investigadores a plantear objeciones al método elegido. Fridman hace notar que la falta de una definición clara del significado de la fertilidad potencial es grave, pues se detecta con una planta dada, admitiendo que este resultado es válido con otras plantas y Martin—Prevel acepta que hay lugar a cierta controversia cuando unos consideran el caso de un policultivo y otros el de un monocultivo, por lo que la valoración de la fertilidad de un suelo no debe abordarse exclusivamente en función de una única planta perenne (Theories Scientifiques, 1968).

Se considera ventajoso identificar a los microelementos carenciales con una planta indicadora distinta de *Lolium perenne* x *L. multiflorum*, usada anteriormente en la detección de su deficiencia (Schenkel y Barberle, 1971). La especie vegetal elegida debe ser sensible a la deficiencia de micronutrientes y, en lo posible, cultivada en la región investigada, condiciones ambas que satisface el trébol rosado (*Trifolium pratense*).

Una evaluación de la magnitud que adquiere la carencia de microelementos proviene de la información da-

da por Ruiz y Navía (1980b). Del total de muestras procedentes de vid y plantas frutales que recibe anualmente el laboratorio de servicio de la Estación Experimental La Platina (INIA), "un porcentaje de muestras no inferior al 30 por ciento presentan deficiencias de cinc y, en menor grado, de manganeso". Se agrega "que el hierro, a pesar de que no se analiza en hojas, constituye otro problema, especialmente en durazneros y nectarines".

El fortalecimiento que ha tenido la exportación chilena de productos frutícolas ha traído consigo una intensificación de los cultivos de la vid y de los huertos frutales. Han quedado de manifiesto, mediante el análisis fitoquímico, los desbalances de su nutrición mineral, como consecuencia de una insuficiente e inadecuada fertilización, viéndose comprometidos cada vez más los micronutrientes. Hasta el presente se ha mencionado a boro, cinc, manganeso, cobre e hierro (Benito y Ruiz, 1975; Rodríguez y otros, 1974; Lavín, Morandé y Razeto, 1975; Ruiz y Navía, 1980a y 1980b) entre los micronutrientes deficientes de algunos suelos chilenos dedicados a huertos frutales o viñedos. También han surgido problemas derivados de los excesos de cobre (Aravena, 1940; Sudzuki, 1963/1964 y Marín, 1973) y de boro (Valenzuela y Sepúlveda, 1977).

En Magallanes "habrán deficiencias minerales para el crecimiento de las leguminosas que variarán de suelo a suelo", siendo probable la carencia de molibdeno (O'Connor, 1964 y 1965). Sin embargo, Concha (1969) no encuentra respuesta a las aplicaciones de algunos microelementos (Mo—Mn—B y Cu), ni aún a la de los macronutrientes, agregados en diferentes dosis y épocas a praderas naturales y artificiales de la región.

En suelos derivados de cenizas volcánicas se identifican deficiencias de cinc (Schwabe, 1961; Schalscha y Bentjerodt, 1969 y Clarke, 1972); de manganeso (Schalscha y otros, 1968; Cubillos y otros, 1970); de molibdeno (Weinberger, 1971 y Clarke, 1972) y de boro (Schwabe, 1953; IANSA, 1963/1964 y 1964/1965; Letelier, 1969 y Clarke, 1972). Una mayor complejidad parecen adquirir los problemas de fertilidad con microelementos en los suelos de Chiloé (IANSA, 1964/1965 y 1965/1966; Schenkel y otros, 1974a) y de Aisén (Schenkel y otros, 1974d y 1975).

Será muy difícil alcanzar un progreso sustancial en la solución integral de los problemas de fertilidad del suelo así planteados, mediante el solo análisis fitoquímico.

Los ensayos controlados, tanto de macetas como de campo, se perfilan como métodos complementarios indispensables para aislar los factores de crecimiento

limitantes en la nutrición de las plantas. Deben servir a la identificación del microelemento carencial y también al estudio de su disponibilidad como función del tiempo, de los diversos factores ambientales que le afectan y de sus relaciones con otros nutrientes capaces de modificar su absorción por las plantas. Para lograr este objetivo, es fundamental disponer de una buena metodología de trabajo con macetas, donde sea posible la individualización de cada uno de los micronutrientes carenciales.

La serie de publicaciones que aquí se inicia entrega los resultados obtenidos con numerosos ensayos de macetas que permiten reconocer suelos pobres en micronutrientes e identificar la deficiencia. Tal objetivo se ha podido alcanzar como consecuencia de la buena técnica de macetas, desarrollada con este fin. Esta circunstancia nos mueve a describir, en la Parte II, la metodología empleada.

En esta I Parte se cree conveniente incluir una revisión bibliográfica de las investigaciones chilenas con microelementos, que, aunque incompleta, sirve para orientar al lector sobre la gran atención que se está concediendo en Chile a la nutrición de las plantas con este grupo de nutrimentos. Se exponen los distintos criterios utilizados para el reconocimiento de áreas, suelos o plantas con problemas de microelementos.

Un menor progreso se advierte en las investigaciones con micronutrientes del área cubierta por los suelos derivados de cenizas volcánicas, esto es, de la principal región ganadera del país. Esta realidad puede ser la resultante del menor impacto que causan, en los suelos de la región, las carencias de microelementos que las de macronutrientes, para elevar su fertilidad, porque siempre será prioritaria la corrección de la deficiencia de fósforo, aunque a nivel predial puedan existir modificaciones.

REVISION DE LITERATURA CHILENA

La preocupación por los microelementos se inicia en Chile con el estudio de los problemas de toxicidad de cobre sobre las plantas cultivadas en suelos regados con aguas del río Cachapoal (Aravena, 1940), causados por los relaves del mineral de cobre "El Teniente" (Sánchez, 1956; Sudzuki, 1963/1964 y Marín, 1973). Varios años después se menciona la existencia de una deficiencia de micronutrientes (Schwabe, 1953).

Para conocer la disponibilidad de los diversos microelementos esenciales para las plantas se ha recurrido a los análisis químicos que sirven para determinar sus contenidos en:

- a. aguas de riego: Aravena (1940), Sánchez (1956),

Sudzuki (1963/1964), Marín (1973) y Valenzuela y Sepúlveda (1977).

- b. fertilizantes: Chávez, Oneto y Murúa (1968).
- c. suelo: Chwabe (1961), Novoa (1962), Schalscha y otros (1968), Schalscha y Bentjerodt (1969), Matamala (1971), Weinberger (1971) y Ruiz y Navia (1980a y 1980b).
- d. plantas: Urrutia (1956); Sotomayor (1966); Baez y otros (1968), Godoy (1970), Cubillos y otros (1970), Godoy, Kocher y Muñoz (1971), Rodríguez y otros (1972 y 1974), Clarke (1972), Marín (1973), Sepúlveda (1975 y 1976), Lavín, Sotomayor y Marín (1976) y Valenzuela y Sepúlveda (1977).

Sobre la importancia científica y económica derivada de "la aparente falta de microelementos en muchas regiones de Chile, justificando investigaciones sobre los efectos de estos factores de crecimiento de las plantas, hasta hoy no considerados debidamente en el país" se pronuncian Kocher, Valenzuela y Villalobos (1967). Añaden que "sus propios trabajos de investigación les permiten afirmar que la deficiencia de boro, junto con la de magnesio y manganeso, constituyen por el momento el problema nutricional más destacado en vid de la zona centro-sur".

Ha sido determinada la falta de microelementos en el suelo mediante análisis químico del suelo o de la planta y algunos síntomas de sus deficiencias se han observado en condiciones de campo para diversas especies vegetales:

- a. pino insignis: Tollenaar (1969);
- b. papayo: Muñoz, Kocher y Villalobos (1966);
- c. vid: Hewitt (1965a y 1965b), Kocher, Villalobos y Valenzuela (1966), Etchevers y Merino (1966), Prado, Riba y Del Solar (1969), Godoy (1970), Matamala (1971), Rodríguez y otros (1972), Lavín, Avendaño y Vieira (1973a, 1974 y 1973b), Lavín y otros (1975) e Illanes (1975);
- d. trigo: Hube y Montecinos, citado por Schenkel y otros (1973a);
- e. remolacha: Schwabe (1953), Vogel (1959) e IANSA (1963/64 y 1964/1965);
- f. forrajeras: Azócar (1962), Gutiérrez y Ortiz (1962), Velasco (1960), Rockefeller Foundation (1962), Cubillos y otros (1970), Weinberger (1971) y Clarke (1972);
- g. manzanos: Razeto (1970); Benito, Ruiz y Zúñiga (1970); Razeto y Uriu (1971) y Ruiz y Navia (1980a y 1980b);
- h. guindo: Manns (1972); y
- i. citrus: Benito y Ruiz (1975).

Los ensayos de macetas con especies forrajeras también han sido elegidos para los estudios de detección de deficiencias de micronutrientes: Beratto (1964), Araos (1967), Schenkel y otros (1971a, 1971c, 1972a, 1972c, 1973b, 1973d, 1974b, 1974d y 1980). Dichos ensayos dejan de manifiesto que si alguna carencia de micronutrientes existe en los suelos estudiados, ésta integra una deficiencia múltiple, donde generalmente es más intensa la falta de macronutrientes acompañantes.

El estudio de los problemas de la nutrición mineral con microelementos en plantas cultivadas sobre suelos chilenos deficientes en ellos ha recibido distintas orientaciones:

1. Levantamientos nutricionales. El éxito obtenido en otros países con la evaluación del estado nutricional de las plantas, especialmente frutales y vid, tuvo una clara influencia sobre las posteriores investigaciones chilenas afines. Esta afirmación se basa que en estos trabajos nacionales se ha recurrido a la consulta bibliográfica de una o más de las siguientes investigaciones previas, donde se usó el mismo criterio: Boynton y Compton (1945), O'Brady (1948), Walrath y Smith (1952), Smith y Taylor (1952), Bould y otros (1953), Woodbridge y McLarty (1953), Bould (1957), Beattie y Forshey (1954), Cook y Kishaba (1956), Shavlis y Kimball (1956), Smith, Fleming y Poorbaugh (1957), Bovay (1959), Gaertel (1959), Bryant, Clore y Woodbridge (1959), Gruppe y Haas (1961), Eschnauer (1962), Bollard, Ashwin y Mc Grath (1962), Hernando y Mendiola (1965), Smith (1965), Levy (1965) y Rosel (1967).

Los trabajos basados en levantamientos nutricionales han significado una contribución importante al conocimiento de las limitantes que tiene la nutrición de las plantas por disponibilidad inadecuada de ciertos nutrientes en el suelo, entre los cuales se incluyen diversos micronutrientes. Además, tienen el gran mérito de confirmar la deficiencia de los mismos micronutrientes con diversas especies vegetales cultivadas sobre un mismo suelo. Ha ocurrido así, por ejemplo, con la falta de cobre y de cinc, observada en viñedos (Prado y otros, 1969) y en huertos frutales (Rodríguez y otros, 1974), de algunos suelos de Curicó.

Es característica casi general que con dichos levantamientos se diagnostique una deficiencia nutritiva múltiple, que puede incluir a uno o más microelementos (Benito y otros, 1970; Rodríguez y otros, 1974; Lavín y otros, 1975), junto a varios macronutrientes. Hasta el momento se ha dado preferencia a levantamientos nutricionales en huertos y viñedos, encontrándose problemas en la nutrición del boro, cobre, cinc y manganeso.

2. Sintomatología de deficiencias nutritivas. La visita ocular de un experto extranjero, el Dr. W.B. Hewitt, a viñedos chilenos afectados con graves trastornos de la así llamada "enfermedad del sur", permitió dar su real importancia a los problemas nutricionales de la vid con los microelementos.

Hewitt (1965a y 1965b), basado en la sintomatología de las plantas afectadas, hace el diagnóstico de una deficiencia nutritiva múltiple, donde deben considerarse las carencias de boro, nitrógeno, potasio, manganeso y magnesio. Posteriormente, Gaertel (1967), citado por Lavín y otros (1975), coincide en el reconocimiento de una deficiencia nutritiva compleja, que incluye al boro, potasio, cinc y manganeso.

Si la falta de un micronutriente en el suelo adquiere la gravedad propia de una carencia nutritiva principal —en el sentido de la jerarquía de deficiencias asignada por Chaminade (1964 y 1965b), Schenkel (1971) y Schenkel, Pino y Floody (1971)— cabe esperar una respuesta de las plantas afectadas a las aplicaciones de este microelemento, independientemente de lo que ocurra con las disponibilidades de los demás nutrientes. Cuando Hewitt (1965a) atribuye especial importancia a la falta de boro, le confiere el carácter de principal deficiencia nutritiva en los viñedos de secano de la zona de Cauquenes. Con ello impulsa en forma notable las posteriores investigaciones regionales y aun nacionales. Pronto se encuentra que las aplicaciones de boro son eficaces para corregir los síntomas de la "enfermedad del sur" y para causar una respuesta en el vigor y en la producción de la vid de la zona de secano (Etchevers y Merino, 1966; Sotomayor, 1966; Kocher y otros, 1966; Lavín y otros, 1973a y 1973b).

Sin embargo, no siempre tiene el boro el carácter de principal carencia nutritiva, dando con ello origen a la búsqueda de relaciones entre nutrientes. Kocher y otros (1966), Kocher y otros (1967), Godoy (1970), Matamala (1971) y Godoy y otros (1971) consideran que la vid es sensible a la relación Ca/B e intentan este camino. Posiblemente tenga utilidad práctica el control de esta relación para plantas o suelos de ciertas regiones, aunque es difícil aceptar que su generalización tenga validez (Lavín y otros, 1975).

3. Ensayo de macetas. La técnica desarrollada por Chaminade (1964, 1965a y 1965b) para la exploración de deficiencias nutritivas en suelos de países africanos (Killian y Velly, 1964), ha influido notablemente en algunas investigaciones chilenas con microelementos. Es propio a la concepción de este método que los suelos tengan una fertilidad actual inferior a la potencial, debido a la existencia de una deficiencia mineral múltiple, es decir, a las limitaciones que imponen las carencias de varios nutrimentos. Esto

significa que las deficiencias de micronutrientes no se presentan solas (Schenkel y otros, 1971c y 1973c).

Por la técnica del elemento faltante (Chaminade, 1965a; Martini, 1970; Schenkel y Baherle, 1971) se mide el deterioro que provoca la exclusión de un nutriente de la fórmula de fertilización sobre la planta elegida como indicadora (Schenkel y otros, 1971). Por lo tanto, es implícito al método que no sólo se identifique al nutrimento deficiente, pues preocupa igualmente conocer la intensidad con la cual se presenta una carencia cualquiera en relación a las demás, o sea, la jerarquía de las deficiencias (Araos, 1967; Schenkel, 1971).

La iniciación de un programa exploratorio de deficiencias nutritivas en los suelos de una región con la técnica mencionada, exige una decisión entre dos alternativas:

- a. reunir a todos los micronutrientes en un único tratamiento por omisión. La carencia de uno o más de ellos se detecta por la depresión de rendimientos que causan, pero no es posible reconocer al microelemento deficiente. Tiene la ventaja de aumentar la cantidad de muestras que puede ser investigada, en relación a la alternativa b;
- b. tener un tratamiento por la técnica del elemento faltante para cada microelemento, con lo cual se identifica al micronutriente carencial, causante de la disminución de rendimiento.

Las investigaciones nacionales han antepuesto casi invariablemente la definición de la jerarquía de las deficiencias nutritivas a la identificación de los micronutrientes carenciales (Araos, 1967; Schenkel y otros, 1971). Analizado desde este punto de vista, deben considerarse satisfactorios los trabajos nacionales con macetas, que se han propuesto comparar la gravedad de las deficiencias de microelementos con las de los demás nutrimentos.

Significativo es el aumento de fertilidad obtenido con la abonadura NPKS (Schenkel y otros, 1971d; 1972b, 1973a y 1975). Sólo una vez subsanadas las deficiencias de NPKS se vé que "el daño causado por la ausencia del o de los micronutrientes deficientes en los suelos de Biobío es de mayor gravedad que el provocado por una carencia de magnesio o más todavía por una falta de calcio" (Schenkel y otros, 1980).

Sin embargo, aplicando un enfoque restringido, como es pretender saber cual o cuales microelementos limitan la fertilidad actual de los suelos, debe admitirse que el trabajo en macetas está inconcluso. Urge complementar los estudios ya efectuados con otros donde se identifique a los micronutrientes carenciales, particularmente ahí donde ellos se ubican entre las más importantes, de acuerdo a la jerarquía de las deficiencias.

RESUMEN

Con este trabajo se inicia una serie referente a la identificación de los micronutrientes deficientes en suelos chilenos.

En esta I Parte se hace una revisión bibliográfica, dando especial atención a los aportes nacionales. Se estima que éstos pueden orientar sobre la identidad de los microelementos carenciales y, también, de los suelos afectados por sus excesos, tales como se ha encontrado con boro y cobre, aunque corresponden a casos excepcionales.

Los levantamientos nutricionales, preferentemente de viñas y huertos frutales, al igual que la sintomatolo-

gía de deficiencias nutritivas observada en algunas especies vegetales y los ensayos de macetas con algunas plantas, indican que los micronutrientes integran una deficiencia múltiple. Frecuentemente, les acompaña una pobreza en otros nutrientes, primarios o secundarios, cuya carencia se presenta generalmente con mayor intensidad que la falta de microelementos.

Se considera fundamental desarrollar una metodología de ensayo de macetas que permita la identificación del microelemento carencial y sirva, además, el propósito de demostrar que con la adición de dicho nutrimento se corrige la falta del microelemento deficiente.

SUMMARY

Pot experiments for the identification of deficient micronutrients in chilean soils. I. Antecedents

This is a first paper of a series on the identification of micronutrients deficient in chilean soils.

This Part I is devoted to a review of literature, with special emphasis on national contributions. These give a general view on the deficiencies identified and on some, rather few, cases of soils affected by excessive levels of micronutrients, such as boron and copper.

Nutritional surveys, done mainly in vineyards and or-

chards, deficiency symptoms observed in some species, and pot experiments show that micronutrients are involved in multiple deficiencies. Frequently they appear together with other deficiencies, of primary or secondary elements, normally more severe.

The importance of developing a pot experiment technique to identify the specific micronutrient that may be deficient in soils and, at the same time, to show that the addition of such microelement will correct it, is stressed.

LITERATURA CITADA

- ARAOS, F. 1967. Estudio de deficiencias nutritivas en muestras superficiales de suelos de Ñuble. *Agricultura Técnica (Chile)* 27(1): 15-20.
- ARAVENA, A. 1940. Investigación del cobre en los terrenos regados por el río Cachapoal. Santiago. U. de Chile (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- AZOCAR, P. 1962. Resultados de los ensayos de forrajeras en suelos Ñadi. En: CHILE, Ministerio de Agricultura, Departamento de Investigación Agrícola. Síntesis de trabajos presentados en las reuniones técnicas del Departamento. 2-6 septiembre 1963. 101 p. (Boletín especial Nº 22).
- BAEZ, H., M. VARGAS, R. URBA, R. ENERO Y P. PILAR. 1968. Composición química de los maíces autóctonos chilenos. *Agricultura Técnica (Chile)* 28(1): 29-35.
- BEATTLE, J. AND FORSHEY, C. 1954. A survey of the nutrient element status of Concord grapes in Ohio. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64: 21-28.
- BENITO, D. Y R. RUIZ. 1975. Prospección nutricional de cítricos en las provincias de Santiago, O'Higgins y Colchagua. *Agricultura Técnica (Chile)* 35(2): 70-77.
- BENITO, D.; R. RUIZ Y G. ZUÑIGA. 1970. Levantamiento nutricional de 50 huertos de manzano de la provincia de Curicó. Santiago. U. Católica de Chile. 86 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).

- BERATTO, E. 1964. Estudio de la interacción fósforo—boro y fósforo—molibdeno con alfalfa en trumaos. Chillán, Chile, U. de Concepción. 156 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- BIDWELL, A. 1974. Plant physiology. MacMillan, New York. 643 p.
- BOLLARD, E., P. ASHWIN AND H. McGRATH. 1962. Leaf analysis in the assesment of nutritional status of apple trees. New Zeal. J. Agric. Res. 5: 373—383.
- BOULD, C. 1957. Leaf analysis of deciduous fruit. En: CHILDETS, N. (ed.) Fruit nutrition. Rutgers, The State University. 668 p.
- BOULD, C., J. NICHOLAS, E. TOLHURST AND I. POTTER. 1953. Copper deficiency of fruit trees in Great Britain. J. Hort. Sci. 28: 268—277.
- BOVAY, E. 1959. A study of the nutrient status of 157 vineyards in French Switzerland by means of foliar diagnosis. Landw. Jb. Schweiz. 8: 605—620.
- BOYNTON, D. AND J. COMPTON. 1945. Leaf analysis in estimating the potassium, magnesium, and nitrogen needs of fruit trees. Soil Sci. 59: 339—351.
- BROWN, J. AND J. GRAHAM. 1978. Requirements and tolerance to elements by alfalfa. Agr. J. 70(3): 367—373.
- BRYANT, R., W. CLORE AND C. WOODBRIDGE. 1959. Factors affecting yields of Concord grapes and petiole composition in some vineyards in the Yakima valley. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73: 151—155.
- CHAMINADE, R. 1965a. Bilan de trois années d'expérimentation en petit vases de vegetation. L'Agronomie Tropicale 11: 1101—1162 (extrait du)
- CHAMINADE, R. 1965b. Recherche sur la fertilité et la fertilisation des sols tropicaux. Principe de base et techniques. L'Agronomie Tropicale 20(11): 1014—1017.
- CHAMINADE, R. 1964. Diagnostic des carences minerales du sol par l'expérimentation en petit vases de végétation. Science du Sol. Deuxième semestre, 1964.
- CHAVEZ, G., C. ONETO Y M. MURUA. 1968. Determinación de micronutrientes en fertilizantes. Santiago, Chile. U. Técnica del Estado. 43 p. (Tesis Profesor de Estado).
- CLARKE, M. 1972. Antecedentes de deficiencias de elementos minerales en los suelos de la provincia de Osorno y parte de la provincia de Valdivia a través de análisis foliar de plantas forrajeras. Osorno, Chile, Cooperativa Agrícola y Lechera de Osorno. Boletín Técnico Mayo 1972.
- CONCHA, R. 1969. Establecimiento de praderas en Magallanes. Simiente (Chile) 39(1/3): 3—7.
- COOK, J. AND T. KISHABA. 1956. Using leaf symptoms and foliar analysis to diagnose fertilizer needs in California vineyards. En: PREVOT, M. (ed.). Analyse des plantes et problemes des fumures minerales. Paris, Institute de Recherche en Huiles et Oleagineux. p. 158—176.
- CUBILLOS, G., R. BARNES, C. NOLLER, D. CERVIÑO Y F. ORTIZ. 1970. Efecto de la edad de la planta en la composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de ballica perenne, *Lolium perenne*. Agricultura Técnica (Chile) 30(1): 1—6.
- ESCHNAUER, H. 1962. Topography of the micronutrients in the vine growing region of Ober—Ingelheim (Rheinhesen). Mitteilung Klosterneuburg Ser. A. 12: 293—314.
- ETCHEVERS, J. Y MERINO, R. 1966. Estudio del problema de las viñas del área de secano en relación a los agentes carenciales. En: Sociedad Agronómica de Chile, XVIII Jornadas Agronómicas, Santiago, Vitivinicultura. Soc. Agr. de Chile, Publicación Especial N° 3. p. 39—52.
- GAERTEL, W. 1959. Untersuchungen über den Kupfergehalt von Rebteilen und Most. Weinberg und Keller 6: 431—440.
- GAERTEL, W. 1967. Krankheiten und Schaedlinge im Chilenischen Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der Probleme in den südlichen Gebieten. Bernakastel—Kues. Mol. Biologische Bundesanstalt für Land—und Forstwirtschaft, Institut für Rebenkrankheiten (mimeografiado).
- GODOY, J. 1970. Efecto de niveles crecientes de calcio en el contenido foliar de boro en vid de la variedad sultanina. Santiago, Chile, U. de Chile. 52 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- GODOY, J., KOCHER, F. Y MUÑOZ, I. 1971. Efecto de niveles crecientes de calcio en el contenido foliar de boro y magnesio en plantas de vid de la variedad sultanina. Agricultura Técnica (Chile) 31(1): 33—40.
- GOULD, W. ANDERSON, R., McCLELLAN, J., GOLEMAN, D. AND GURNSEY, J. 1979. Characterization of a paleosol: its biological properties and effect on overlying soil horizons. Soil Science 128(4): 201—210.
- GRUPPE, W. UND HAAS, P. 1961. Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse im Obstbau. Kali Briefe, Fachgebiet 2(2): 2—12.
- GUTIERREZ, T. Y F. ORTIZ. 1962. Ensayos de abonos NPK en mezcla forrajera, series Fresia y Ñadi Frutillar. En: Chile, Departamento de Investigación Agrícola. Síntesis de trabajos presentados a las reuniones técnicas del Departamento. 3—7 septiembre. Santiago, Ministerio de Agricultura. Boletín especial N° 15 p. 179—180.
- HERNANDO, V. Y J. MENDIOLA. 1965. Estudio de la nutrición mineral en viñedos de Ciudad Real. Anuario Edafológico Agrobiológico (Madrid) 24: 193—203.
- HEWITT, W. 1965a. Informe al Gobierno de Chile sobre las enfermedades y otros problemas de los viñedos chilenos. Programa ampliado de Asistencia Técnica. Roma, FAO, Informe N° 1962.
- HEWITT, W. 1965b. Informe al Gobierno de Chile sobre las enfermedades y otros problemas de los viñedos chilenos (segunda parte). Boletín Informativo de la Asociación Nacional de Viticultores, Santiago, Chile 3(11): 15—22.
- HIGNETT, T. 1979. Fertilizer Manual. International Fertilizer Development Center. United Nations Industrial Development Organization. 353 p.
- IANSA. 1963/1964. Resultados de la investigación agronómica en remolacha azucarera. Temporada 1963/1964. Santiago, Chile, Industria Azucarera Nacional. 359 p.

- IANSÁ. 1964/1965. Resultados de la investigación agrónomica en remolacha azucarera. Temporada 1964/1965. Santiago, Chile, Industria Azucarera Nacional. 374 p.
- IANSÁ. 1965/1966. Resultados de la investigación agrónomica de la remolacha azucarera. Temporada 1965/1966. Los Angeles, Chile, Departamento Agronómico, Industria Azucarera Nacional (Informe no publicado).
- IANSÁ. 1966/1967. Resultados de la investigación agrónomica en remolacha azucarera. Temporada 1966/1967. Los Angeles, Chile, Departamento Agronómico, Industria Azucarera Nacional (Informe no publicado).
- ILLANES, S. 1975. Recopilación de investigaciones en vid, con relación a los elementos carenciales, efectuados por la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción (1965—1970). Chillán, Chile. U. de Concepción. 80 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- KILLIAN, J. ET VELLY, J. 1964. Diagnostic des carences minerales en vases de vegetation sur quelques sols de Madagascar. *L'Agronomie Tropicale* 5: 413—443.
- KLINE, Ch. 1954. Trace elements, reclaiming acres with ounces. *Agric. & Food Chem.* 2(8): 404—408.
- KOCHER, F., J. VALENZUELA Y A. VILLALOBOS. 1967. Algunos problemas nutricionales y causados por virus en la vid. *Agricultura Técnica (Chile)* 27(1): 1—8.
- KOCHER, F., A. VILLALOBOS Y J. VALENZUELA. 1966. Deficiencia de boro en suelos de Confluencia, provincia de Ñuble, detectada mediante sintomatología externa en vides cepa país. *Agricultura Técnica (Chile)* 26(4): 172—173.
- LAVIN, A.; AVENDAÑO, J. Y VIEIRA, A. 1973 a. Contenido de boro en el mosto de variedades de vid semillón y país sometidas a niveles diferenciales de borax. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(4): 225—226.
- LAVIN, A.; AVENDAÑO, J. Y VIEIRA, A. 1973b. Fertilización bórica en vides de secano variedad semillón. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(3): 156—163.
- LAVIN, A.; AVENDAÑO, J. Y VIEIRA, A. 1974. Fertilización con potasio en vides de secano, variedad Carignan. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(4): 201—208.
- LAVIN, A., P. MORANDE Y B. RAZETO. 1975. Prospección nutricional en 72 viñedos de secano, cultivar país, del departamento de Cauquenes. *Agricultura Técnica (Chile)* 35(4): 178—185.
- LAVIN, A., J. SOTOMAYOR Y F. MARIN. 1976. Variación del contenido de hierro durante la elaboración de mostos del cv. Riesling en el secano Centro—Sur de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 36(2): 86—88.
- LETÉLIER, E. 1969. Respuesta a la fertilización de los suelos volcánicos chilenos (trumaos) según resultados en ensayos de campo. En: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6 al 13 de julio Turrialba (Costa Rica), Centro de Enseñanza e Investigación Agrícola del IICA. p. C.3.1.—C.3.14.
- LEVY, L. 1965. Identification et étude par l'analyse foliar des quelques carences alimentaires de la vigne. *Vignes et vins* 138: 18—26.
- MANN, S. J. 1972. Estado nutricional del guindo en Chile. Santiago, Chile, U. Católica de Chile. 63 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- MARIN, H. 1973. Prospección de toxicidad de cobre en naranjos, *Citrus sinensis*, en la provincia de O'Higgins. Santiago, Chile, U. de Chile, 61 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- MARTINI, J. 1970. Caracterización del estado nutricional de los principales Andosoles de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. *Turrialba (Costa Rica)* 20(1): 72—84.
- MATAMALA, M. 1971. Relación entre el contenido de boro en el suelo con el contenido de boro en el follaje, mosto y algunas características del suelo en viñedos de la provincia de Ñuble. Chillán, Chile, U. de Concepción, 62 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- MIELS, C. 1966. Trace elements deficiency in livestock in Europe. *World Review of Animal Production* 1: 51—58.
- MUNSON, R. AND W. NELSON. 1974. Principles and practices in plant analysis. En: EALSH, L. AND BEATON, J. (ed.), 1974. *Soil Testing and Plant Analysis*. 2nd. ed. Madison, Wisconsin. Soil Science Society of America. p. 223—248.
- MUÑOZ, M., F. KOCHER Y A. VILLALOBOS. 1966. Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papayo (*Carica candamarcensis* Hook f.). *Agricultura Técnica (Chile)* 26(3): 106—113.
- NOVOA, R. 1962. Elementos menores en suelos chilenos dedicados al cultivo de la alfalfa. Chillán, Chile. U. de Concepción. 128 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- O'BRADY, J. 1948. Leaf analysis as a research tool in apple orchards. Connecticut Agric. Exp. Station. Bulletin 45, 35 p.
- O'CONNOR, K. 1965. The agricultural and pastoral development of Magallanes, Chile. 61 p. (mecanografiado report to the Sociedad Explotadora Tierra del Fuego).
- O'CONNOR, K. 1964. Initial report on a visit to Magallanes province. 11 p. (mecanografiado report to the Sociedad Explotadora Tierra del Fuego).
- PRADO, O., J. RIBA Y C. DEL SOLAR. 1969. Levantamiento nutricional en 112 viñedos de riego de la zona central y centro sur del país. Santiago, Chile, U. Católica de Chile, 77 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- RAZETO, B. 1970. Nutrición mineral del duraznero y manzano en Chile. Santiago, Chile. U. de Chile. Boletín Técnico Nº 32: 3—12.
- RAZETO, B. Y URIU, K. 1971. Estado de la nutrición mineral de frutales de hoja caduca en Chile. Santiago, Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. Boletín Técnico Nº 47.
- REISENAUER, H., L. WALSH AND R. HOEFT. 1974. Testing soils for sulphur, boron, molybdenum and chlorine. En: WALSH, L. AND J. BEATON (ed.), 1974. *Soil Testing and Plant Analysis*. 2nd. ed. Madison, Wisconsin. Soil Science Society of America. p. 173—200.

- ROCKEFELLER FOUNDATION. 1962. Program in the agricultural sciences. Annual Report 1961/1962. New York. Rockefeller Foundation p. 219-220.
- RODRIGUEZ, J.; LIZANA, A.; BENITO, D.; RUIZ, R.; ZUÑIGA, G.; URZUA, H. Y SUAREZ, F. 1974. Levantamiento nutricional en 50 huertos de manzanos de la provincia de Curicó. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(4): 212-221.
- RODRIGUEZ, J.; GIL, G.; PRADO, O.; SUAREZ, D.; DEL SOLAR, C.; URZUA, H. Y RIBA, I. 1972. Levantamiento nutricional en 112 viñedos de la zona central de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 32(4): 166-175.
- ROSEL, R. 1967. Levantamiento nutricional en huertos de manzanos de Río Negro. Buenos Aires, INTA, Publicación Nº 43.
- RUIZ, R. Y T. NAVIA. 1980a. Determinación de microelementos en suelo mediante el método DTPA. *Agricultura Técnica* 40(2): 70-82.
- RUIZ, R. Y T. NAVIA. 1980b. Relación entre niveles de cinc, manganeso y hierro del suelo y foliar en manzanos de la zona de Curicó. *Agricultura Técnica (Chile)* 40(2): 63-65.
- SANCHEZ, H. 1956. Análisis de las aguas del río Cachapoal. Santiago, Chile, U. Técnica del Estado, 42 p. (Tesis mecanografiada).
- SCHALSCHA, E. Y BENTJERODT, O. 1969. Determinación microbiológica de fósforo y cinc en suelos trumaos. *Agricultura Técnica (Chile)* 29(1): 24-28.
- SCHALSCHA, E.; RIQUELME, R.; G. VERGARA Y VERGARA, I. 1968. Elementos trazas en suelos derivados de cenizas volcánicas. I. Disponibilidad de cinc, cobre, hierro y manganeso. Estudio comparativo de diversos métodos de extracción. *Agricultura Técnica (Chile)* 28(4): 137-143.
- SCHAEFFER, F. UND E. WELTE. 1955. Lehr buch der Agriculturnahrung und Bodenkunde. II. Teil, Pflanzenernahrung. Stuttgart. Ferdinand Enke Verlag. 215 p.
- SCHENKEL, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca con ensayos de macetas. II. Diagramas de fertilidad. *Turrialba (Costa Rica)* 21(3): 263-271.
- SCHENKEL, G. Y BAHERLE, P. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. *Agricultura Técnica (Chile)* 31(1): 9-24.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1971a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IV. Macronutrientes. Provincia de Malleco. *Agricultura Técnica (Chile)* 31(3): 129-135.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1971b. 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.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1971c. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VI. Macronutrientes, Provincia de Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)* 31(4): 169-181.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1971d. 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.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1972a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VIII. Macronutrientes, Provincia de Valdivia. *Agricultura Técnica (Chile)* 32(1): 37-48.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1972b. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IX. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, Provincia de Valdivia. *Agricultura Técnica (Chile)* 32(1): 48-55.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1972c. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. Macronutrientes, Provincia de Osorno. *Agricultura Técnica (Chile)* 32(2): 99-111.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1973a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XI. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, Provincia de Osorno. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(2): 53-72.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1973b. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XII. Macronutrientes, Provincia de Llanquihue. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(3): 111-121.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1973c. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XIII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, Provincia de Llanquihue. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(3): 121-128.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1973d. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XIV. Macronutrientes, Provincia de Chiloé. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(4): 214-224.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1974a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XV. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, Provincia de Chiloé. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(1): 19-29.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1974b. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XVI. Macronutrientes, Provincia de Magallanes, Continente. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(2): 68-83.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1974 c. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XVII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, Provincia de Magallanes, Continente. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(3): 116-136.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1974d. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XVIII. Macronutrientes, Provincia de Aysén. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(4): 189-200.
- SCHENKEL, G.; BAHERLE, P.; FLOODY, T. Y GAJARDO,

- M. 1975. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XIX. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización Provincia de Aysén. *Agricultura Técnica (Chile)* 35(1): 15–25.
- SCHENKEL, G., BAHERLE, P., FLOODY, T. Y GAJARDO, M. 1980. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XX. Macronutrientes, Provincia de Biobío. *Agricultura Técnica (Chile)* 40(3): 119–129.
- SCHENKEL, G., PINO, E. Y FLOODY, T. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. III. Cálculo de las líneas de fertilidad sobre el diagrama de fertilidad. *Agricultura Técnica (Chile)* 31(2): 106–115.
- SCHWABE, G. 1953. Ensayos de abonadura con elementos menores. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)* 28: 141–154.
- SCHWABE, G. 1961. Düngungsversuche zu Körnerfrüchten im südlichen Chile unter Berücksichtigung mikroklimatischer Einflüsse. *Die Phosphorsäure* 21: 113–141.
- SCOTT, M. 1972. Trace elements in animal nutrition. En: MORTVEDT, J., P. GIORDANO AND W. LINDSAY. *Micronutrients in Agriculture*. Madison, Wisconsin. Soil Science Soc. of America, p. 555–591.
- SEPULVEDA, G. 1975. Resultados de análisis foliar en vides, para los valles de Elqui y Limarí. Temporada 1973/1974. *Resumen. Simiente (Chile)* 45(2): 17.
- SEPULVEDA, G. 1976. Resultado de análisis foliar en vides, para los valles de Elqui y Limarí. Temporada 1974/1975. *Resumen. Simiente (Chile)* 46(3/4): 11.
- SHAVLIS, N. AND K. KIMBALL. 1956. The association of nutrient composition of Concord grape petioles with deficiency symptoms, growth and yield. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68: 141–156.
- SMITH, C. 1965. A 5-year nutritional survey of Pennsylvania apple, peach and sour cherry orchards. *Pennsylvania State Univ. Agric. Exp. Sta. Bulletin* 717.
- SMITH, C., FLEMING, H. AND H. POORBAUGH. 1957. The nutritional status of Concord grape vines in Erie Country, Pennsylvania, as indicated by petiole and soil analysis. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70: 189–196.
- SMITH, C., AND G. TAYLOR. 1952. Tentative optimum leaf concentrations of several elements of Alberta peaches and Sayman apples in Pennsylvania orchards. *Proc. Amer. Hort. Sci.* 60: 33–41.
- SOTOMAYOR, J.P. 1966. Contenido de boro en mosto de 10 zonas vitícolas de Chile. Santiago, Chile, U. de Chile. 41 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- STOUT, P. 1972. Introduction. En: MORTVEDT, J., P. GIORDANO AND W. LINDSAY (ed.). *Micronutrients in Agriculture*. Madison, Wisconsin. Soil Sci. Soc. of Amer. p. 1–5.
- SUDZUKI, F. 1963/1964. Relaves de cobre y aguas de riego del río Cachapoal. *Agricultura Técnica (Chile)* 23/24: 15–62.
- THEORIES SCIENTIFIQUES DE LA FERTILISATION DES SOLS. *Methodologie en cette matière. Compte Rendu de la reunion tenue par la Commission Restreinte "Methodologie". Conclusions. 1968. L'Agronomie Tropical* 23(2): 195–196.
- TOLLENAAR, H. 1969. Deficiencias de boro en plantaciones de pino en la Zona Central. *Agricultura Técnica (Chile)* 29(2): 85–88.
- URRUTIA, B. 1956. Determinación de oligoelementos en vegetales. Santiago, Chile. U. Técnica del Estado (Tesis mecanografiada).
- VALENZUELA, J. Y G. SEPULVEDA. 1977. Exceso de boro en viñedos del valle de Elqui. *Agricultura Técnica (Chile)* 37(2): 93–96.
- VELASCO, G. 1960. Ensayo de elementos menores en trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), Pichilemu. Santiago, Chile. U. Católica de Chile. 26 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
- VIETS, F. AND W. LINDSAY. 1974. Testing soils for zinc, copper, manganese and iron. En: WALSH, L. & J. BEATON. *Soil testing and plant analysis*. 2nd. ed., Madison, Wisconsin. Soil Sci. Soc. of Amer. p. 153–172.
- VOGEL, O. 1959. Problemas de carencias minerales en beterraga. Ensayos de abonos con seis elementos. *Simiente (Chile)* 29(1/4): 31–36.
- WALRATH, E. AND R. SMITH. 1952. Survey of 40 apple orchards. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 60: 22–32.
- WEINBERGER, P. 1971. Charakteristische Eigenschaften und die Fruchtbarkeit südchilenischer Grasslandböden auf vulkanischen Asche. *Der Tropenlandwirt (Witzenhausen, Germany)* 72: 51–71.
- WOODBRIDGE, C. AND McLARTY, H. 1953. Further observations and investigations on manganese deficiency in fruit trees in British Columbia. *Can. J. Agric. Sci.* 33: 153–158.