

Algunos problemas nutricionales y causados por virus en la vid¹

Federico Kocher G.², Jorge Valenzuela B.³ y Aurelio Villalobos P.³

La vid es el frutal más ampliamente plantado en el mundo y se cultiva en las zonas templadas de ambos hemisferios y en todos los continentes. En las estadísticas aparecen más de 40 países con superficies superiores a 500 hectáreas de vides.

Se conocen alrededor de 60 especies del género *Vitis*, de las cuales tres cuartas partes son nativas de Norteamérica, pero el cultivo en el mundo está basado en *V. vinifera* L., nativa del Asia Menor y de la región sur de los Montes Caucásicos. Sin embargo, en áreas donde esta especie no prospera por condiciones extremas de frío, como Canadá, Japón y algunas regiones de Europa, se utilizan los llamados híbridos franceses (*V. vinifera* x una o más especies americanas) o variedades de especies americanas como *Vitis labrusca*.

Pocos cultivos pueden desarrollarse tan exitosamente como la vid en suelos de diferencias extremas. La vid, por lo menos *Vitis vinifera*, tiene la habilidad, poco frecuente en frutales, de comportarse adecuadamente en un amplio rango de suelos. Es obvio que estos suelos extremos requieran de prácticas de fertilizaciones también ampliamente diferentes y que en cada localidad los problemas nutricionales que se presentarán serán distintos.

Los problemas relacionados con la nutrición han adquirido una importancia creciente desde que se hizo evidente que los llamados microelementos juegan un destacado papel en la fisiología de las plantas. Es verdad que la mayoría de los suelos contienen estos elementos, pero se sabe de suelos en que las cantidades necesarias para un crecimiento equilibrado están bajo los niveles críticos.

A principios de siglo, los sistemas tradicionales de fertilización que habían dado buenos resultados empezaron a fracasar, principalmente en las áreas de cultivos intensivos, y aparecieron síntomas de alteraciones no conocidas en las plantas que no estaban asociadas con organismos patógenos o con ataques de insectos. Así, la literatura fue poblándose de términos como "hoja amarilla", "savia ácida", "hoja chica", "mancha corchosa", "hoja moteada", "muerte progresiva basipétala" y otras, todas las cuales incluyen falta de vigor y fructificación. En un intento de remediar esta situación, se aplicó a los suelos un amplio rango de abonos, algunas veces con éxito pero otras con efectos perjudiciales. Cuando los tratamientos convencionales fallaron en mejorar la situación se hizo evidente que debían comenzarse nuevos estudios para comprender las causas de las inexplicables fallas de los cultivos.

Los problemas se investigaron desde varios ángulos; a menudo hubo partidas falsas, pero eventualmente se descubrió que pequeñas cantidades de microelementos permitieron mejorar la precaria condición de algunas plantas frutales. Numerosas investigaciones han demostrado que pequeñas cantidades de Mn, B, Fe o Zn a menudo restauran el vigor de la planta.

Muchos de los problemas relacionados con esta fase de la nutrición de las plantas están por resolverse. De aquí, que sea esencial continuar con nuevas investigaciones para obtener información adicional exacta sobre las causas fundamentales del comportamiento anormal de las plantas, cuya nutrición es deficiente en uno u otro micro-

¹Recepción manuscrito: 28 de diciembre de 1966.

²Ingeniero Agrónomo, Ph. D., Profesor de la Cátedra de Fruticultura General, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Proyecto Fisiología Vegetal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias; por Convenio Escuela de Agronomía-Instituto.

³Ingeniero Agrónomo, Proyecto Fisiología Vegetal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

elemento. Hay que destacar, en todo caso, que los tratamientos al azar y los métodos empíricos han sido desplazados por la investigación científica. Esto se debe a que no existe un sustituto para la información exacta derivada de observaciones y experimentos controlados. La aparente falta de microelementos en muchas regiones de Chile enfatiza el amplio alcance de este tipo de problemas. La importancia científica y económica del problema justifica investigaciones sobre los efectos de estos factores de crecimiento de las plantas, hasta hoy no considerados debidamente en Chile.

Junto con los problemas nutricionales, el complejo aspecto fitosanitario también requiere una atención adecuada. Los principales centros de investigación del mundo están buscando los caminos para conocer la biología de los organismos que afectan el cultivo de la vid y poner al alcance de los viticultores los métodos más apropiados para su control.

Así como la comprensión del papel de los elementos menores promovió nuevos conceptos en la investigación sobre nutrición, el descubrimiento de la naturaleza virosa de muchas enfermedades de la vid, que se atribuían a las causas más diversas, modificó las técnicas de propagación, abrió nuevos campos a la patología e, incluso, obligó a una nueva revisión de las investigaciones en nutrición y otras áreas de la fisiología.

Las enfermedades producidas por virus están presentes en los principales países vitícolas del mundo, en los que reducen entre un 30 y 80% la producción en las plantaciones afectadas y es el hombre el que principalmente ha ayudado a su diseminación al propagar agámicamente material proveniente de plantas enfermas.

Los síntomas que acusan la presencia de virus en las plantas son inconstantes y muy variables, lo que complica enormemente el diagnóstico. Fuera de esto, un virus puede presentarse modificado dando origen a una serie de "strains", cada uno de los cuales hará reaccionar al tejido vegetal comprometido en forma característica, dependiendo también de la especie afectada. Esta situación puede presentarse aún más compleja ya que, en una misma variedad de planta, los síntomas varían con la edad de la planta al infectarse, sus condiciones de crecimiento y el tiempo transcurrido desde su infección.

Algunas plantas reaccionan, ante la invasión sistemática de un virus, en forma violenta. Este "shock" en algunos casos se recupera, mostrando las plantas síntomas menos severos a medida que transcurre el tiempo, e incluso enmascarándose completamente. Lo mismo que las plantas enfermas que nunca muestran síntomas, estas plantas recuperadas son la fuente de virus más peligrosa debido a que están libres de sospecha. Esta permanencia del virus cobra su máxima importancia en plantas de las que se espera una producción continuada por muchos años, ya que no sólo implica la baja gradual de rendimiento sino también la pérdida de capital.

Los fruticultores deben, por lo tanto, pesar seriamente el riesgo que significa tener en sus plantaciones material enfermo, por la pérdida de insumo y capital, y los viveristas comprender su responsabilidad debido a que usan prácticamente todos los métodos de propagación que un investigador en virus utiliza para perpetuar y multiplicar los virus que estudia.

Dada la importancia del cultivo de la vid en nuestro país, que supera muchas veces la superficie de cualquier otro frutal, los investigadores chilenos no se han desentendido de esta situación, y es así como en distintos centros se están estudiando los problemas enunciados, inherentes al mejoramiento de la viticultura nacional.

LOS PROBLEMAS NUTRICIONALES DE LA VID

Al recorrer el viñedo chileno y observar las plantas con detención, es frecuente encontrar síntomas que reflejan desequilibrios nutricionales. Algunos síntomas están presentes en un amplia gama de suelos, mientras otros son específicos de ciertas regiones.

Los trabajos de investigación de los autores en el efecto de niveles de elementos esenciales en el crecimiento de la vid; en la producción, bajo condiciones controladas,

de síntomas de deficiencia de elementos nutritivos esenciales; en la recuperación de plantas afectadas por la "enfermedad del sur" mediante aplicación controlada de elementos nutritivos, y en la obtención de síntomas de deficiencia de boro en plantas que crecieron en suelos de la provincia de Ñuble, les permiten afirmar que la deficiencia de B, junto con la de magnesio y manganeso, constituyen, por el momento, el problema nutricional más destacado en la zona centro-sur.

DEFICIENCIA DE BORO

Después de los trabajos de Oinoue en 1938 en Japón sobre la respuesta de la vid al boro, en que con aplicaciones foliares de 0,01% de borato de sodio 20 días antes de la floración logró duplicar la cuaja de las bayas y aumentar la germinación del polen de la variedad Moscatel de Alejandría, la literatura mundial ha ido aportando una enorme cantidad de información sobre síntomas de deficiencias de boro, en regiones vitícolas tan importantes como Portugal, Francia, Alemania, Australia, Nueva Zelandia y Estados Unidos de Norteamérica.

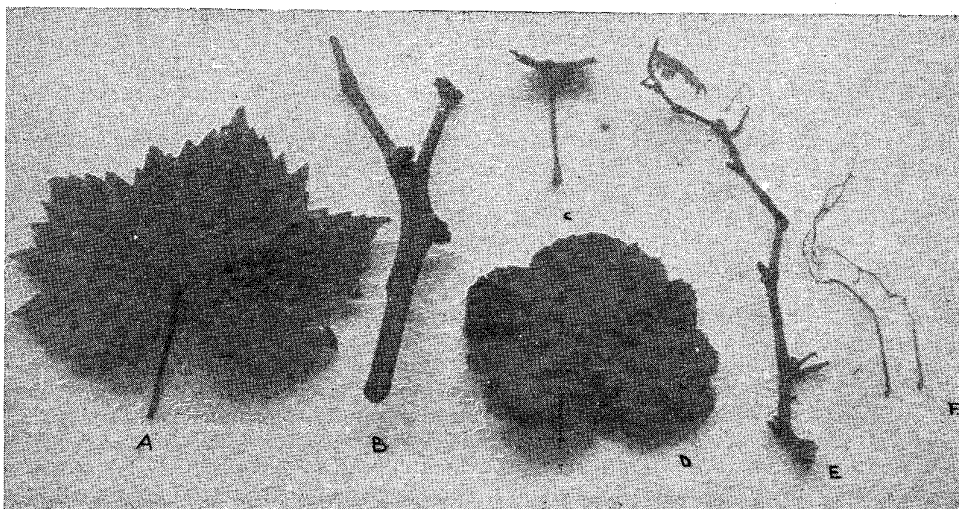
Que las plantas requieran suministros continuos de pequeñas cantidades de boro desde su germinación hasta su madurez, es un hecho desde hace mucho tiempo establecido. Este suministro continuo es necesario debido a que el boro es utilizado y fijado en la planta y es de difícil translocación a nuevas áreas de crecimiento, como lo hace el nitrógeno o el magnesio. Debido a esta característica los primeros síntomas de deficiencia de boro se manifiestan en los tejidos jóvenes, en crecimiento, de modo que las hojas viejas pueden permanecer verdes, mientras que la parte terminal del brote puede detener su desarrollo o morir. La deficiencia de boro afecta al tejido conductor y puede hacer también que las hojas viejas sean gruesas, quebradizas y, en general, de un verde más oscuro. Por otra parte, tanto la cuaja de las flores como el desarrollo de las semillas pueden verse drásticamente reducidos por deficiencia de este elemento.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS EN VID

Los síntomas visibles de deficiencia de boro en vid son numerosos, lo que no quiere decir que necesariamente se presenten todos en una misma planta.

Entre los síntomas más típicos y que hemos observado en algunos viñedos de Chile, se pueden citar los siguientes: a) muerte de meristemas terminales con pérdida de la dominancia apical y subsecuente brotación de yemas laterales que originan brotes de

Síntomas característicos de deficiencia de Boro: a) Clorosis intervenal; b) Fasciación en el sarmiento; c) Estrangulamiento del peciolo de la hoja; d) Malformación de las hojas; e) Internudos largos y cortos, crecimiento en zig-zag y muerte del ápice terminal, y f) Muerte de zarcillos. (Foto C. Lemus).



aparición normal; b) internudos cortos en la parte apical del brote primario; c) internudos creciendo en zig-zag; d) brotes quebradizos; e) clorosis foliar característica, inicialmente casi blanca para ir cambiando a roja en algunas variedades; f) zarcillos muertos o con zonas necróticas; g) áreas hinchadas en la porción terminal de los sarmientos que a veces aparecen como lesiones; h) correduras de racimos o millerandage, e i) muerte y caída de racimos florales.

Los síntomas en el follaje son más notorios entre dos semanas antes de la floración y dos semanas después. Pasado este período, los síntomas pueden verse opacados por la presencia de nuevos crecimientos, generalmente vigorosos, a partir de yemas laterales, dando al observador casual la impresión que las hojas cloróticas son basales, pero realmente son terminales en los brotes primarios.

Las deficiencias de boro en las principales áreas vitícolas del mundo se han observado, generalmente, en suelos cuyo material generador fue pobre en este elemento, en suelos ácidos muy lixiviados, en suelos con altos niveles de calcio aprovechable y en aquéllos que contienen cantidades o muy altas o extremadamente bajas de magnesio. La baja disponibilidad de agua en estos suelos acentúa la deficiencia.

El caso de los suelos ácidos muy lixiviados se presenta en Chile en las provincias de Maule, Ñuble y Concepción, zona en que la baja disponibilidad de boro, sumada a la mala distribución pluviométrica en los últimos tres años, dio origen a una serie de trastornos fisiológicos que se englobaron en la llamada "enfermedad del sur".

En el caso de los suelos con altos niveles de calcio y/o magnesio, o con bajo nivel de magnesio y cuando el boro está en nivel crítico, la deficiencia de boro se produciría debido a que la planta que crece en estas condiciones tiende a acumular grandes cantidades de este elemento en su follaje y en otras partes vegetativas. El gasto relativamente rápido del boro del suelo, en estas condiciones, dará como resultado la deficiencia de boro.

El conocimiento de esta situación nos indujo a investigar la enfermedad no identificada denominada por Hewitt "chlorotic leaf curl" (enrollamiento clorótico de la hoja), que se presenta en la mayoría de los viñedos de la zona central y norte del país, abordándola desde el punto de vista nutricional, de acuerdo con este especialista. Las investigaciones realizadas bajo condiciones controladas, en que se logró recuperar las plantas problema, están indicando que esta sintomatología se encuentra estrechamente relacionada con una deficiencia de boro.

En algunos viñedos la evolución de este problema es más rápido que en la generalidad, y en estos casos las plantas no se recuperan por completo al ser tratadas con boro, lo que está indicando que existe otro factor involucrado: al inocular plantas herbáceas indicadoras de virus con extractos provenientes de estas vides problema, hemos logrado, en algunos casos, evidencias de virus.

La sintomatología foliar externa de la deficiencia de boro tiene algunas semejanzas con la producida por la conocida enfermedad de Pierce, causada por virus, lo que podría inducir a una confusión. Sin embargo, existe, entre otras, una diferencia que conviene destacar. Así, la enfermedad de Pierce comienza afectando las hojas basales de los brotes, produciendo clorosis y muerte de tejidos, mientras que la deficiencia de boro comienza generalmente en las hojas terminales de los sarmientos primarios, siendo la apariencia externa, en algunas variedades, para ambas causas prácticamente igual.

La confusión entre enfermedades a virus y problemas originados por desequilibrios nutricionales, es frecuente aun en nuestros días, debido a la complejidad implicada en el estudio de ambos tipos de problemas. Así, por ejemplo, hasta 1954 se consideraba en Portugal, que la enfermedad de vides denominada "maromba" era causada por el virus que produce la enfermedad de Pierce; sin embargo, Días encontró que con aplicaciones de 24 Kg. de borato de sodio por hectárea esta enfermedad desaparecía.

LOS PROBLEMAS DE MAGNESIO Y MANGANESO

En cuanto a estos dos elementos, la situación, en opinión de los autores, no está todavía clara en nuestro país. Aun cuando los trabajos realizados nos están indicando que estos elementos juegan un papel en el vasto campo de los problemas nutricionales de la vid en Chile, es prematuro emitir juicio de su alcance.

Aparentemente, a semejanza de lo que ocurre en otras áreas vitícolas del mundo, estaríamos en presencia tanto de carencia como de exceso de estos elementos, debido

a pH del suelo, interacción con otros cationes (especialmente metales pesados y potasio), y obviamente por exceso o deficiencia natural del suelo. Afortunadamente son contados los casos en que la literatura mundial cita a estos elementos como limitantes serios de la producción. Esto no quiere decir que los agricultores dejen de preocuparse, y quizás con razón, del aspecto externo que acusan sus plantas desde mediados de temporada hacia adelante.

LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

La identificación, formas de dispersión y control de las enfermedades producidas por virus que atacan a la vid son problemas comunes en todos los países del mundo que se dedican a este cultivo.

Antes de describir estos problemas y sus implicaciones, es útil definir y aclarar brevemente el significado de algunos términos.

A la luz de los conocimientos actuales, los virus son entidades submicroscópicas formadas en su mayor parte por una proteína, que envuelve al otro componente obligatorio: un ácido nucleico, que es el elemento activo. La mayoría de los virus carecen de enzimas y ninguno tiene metabolismo; de ahí que su reproducción se efectúa solamente en células vivas. La actividad de un virus o de su ácido nucleico yace en su habilidad de entrar en una célula viva en una planta, animal o bacterio, e inducir en esa célula un metabolismo anormal.

En la identificación de los virus que atacan a los vegetales se utilizan principalmente dos técnicas: a) uso de plantas indicadoras o diferenciales, que reaccionan rápidamente y en forma característica al ser inoculadas, y b) serología, que se basa en las reacciones producidas por el acto de combinación de un antisuero que contiene los anticuerpos, con un antígeno, en este caso, virus.

La dispersión de los virus de la vid se realiza naturalmente mediante insectos (enfermedad de Pierce, *flavescence dorée*), nematodos (hoja en abanico o fanleaf, mosaico amarillo, venas en bandas o vein banding y anillado negro del tomate o tomato black ring virus), y otros medios aún no determinados (encrespamiento de la hoja o leafroll, mosaico asteriote, corteza corchosa o corky bark y nervadura amarilla o yellow vein).

Hewitt, en sus informes sobre las enfermedades de la vid en Chile, estableció la presencia de las enfermedades a virus transmitidas por nematodos (Soil Borne Viruses): hoja en abanico, mosaico amarillo y venas en banda.

Estas tres enfermedades a virus de la vid son diferentes razas del virus "Fanleaf" y aunque, generalmente, aparecen actuando juntas sobre una misma planta, cada una de ellas tiene síntomas característicos y definidos.

El virus de la "Hoja en Abanico" está ampliamente difundido en el mundo y se le conoce por lo tanto con diversos nombres: court noué, roncet, urticado, reisigkrankheit, arriciamiento, etc., y al igual que el mosaico amarillo y venas en banda es un componente de la enfermedad llamada "Degénérescence infectieuse".

Por otra parte, los virus mosaico amarillo y venas en banda son similares a las enfermedades "Panachure" y "Clorose infecciosa".

Estas razas del virus "Fanleaf" están siendo identificadas sobre la base de producción de síntomas en plantas indicadoras en los trabajos que los autores están realizando en la Estación Experimental La Platina. Las plantas indicadoras comúnmente usadas en trabajos de virus de vid son especies y variedades, ya sea pertenecientes al género *Vitis* o plantas herbáceas muy sensibles a estos virus.

El trabajar con plantas herbáceas, especialmente *Chenopodium quinoa* Willd., *Ch. amaranticolor* Costye & Reyn. y *Gomphrena globosa* L., muy apropiadas para la identificación de virus de vid transmitidos por nematodos, tiene la ventaja de rapidez y facilidad en su inoculación, que es de tipo mecánica; pero son de un éxito relativo, por la dificultad de obtener sintomatología clara y precisa, la que es influenciada por condiciones de medio ambiente, baja concentración del virus en la planta problema, uso inadecuado de buffers, etc. Este hecho se ha podido constatar en los ensayos de transmisibilidad que se efectúan en La Estación Experimental La Platina, en los que se ha obtenido un bajo porcentaje de respuesta.

Fuera de la dispersión natural en el viñedo por el nematodo vector *Xiphinema index*, Thorne & Allen., el mayor responsable de su distribución es el hombre, por la pro-

pagación agámica y distribución de plantas infectadas con virus. De ahí que, universalmente se acepte que el mejor control para las enfermedades a virus en los viñedos es plantar material libre de virus en suelos nuevos para vides.

La obtención de clones de vides libres de virus es uno de los objetivos de los trabajos que se realizan en la Estación Experimental La Platina, en cooperación con la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile y la Universidad de California. Los pasos que se están ejecutando son los siguientes:

- a) Obtención de estacas de clones de las principales variedades de vides usadas por la industria vitícola nacional de acuerdo a identidad varietal, alta producción, buena formación del racimo y sanidad adecuada.
- b) Probar la presencia de virus sobre estos clones mediante "indexing", en el que se usan plantas indicadoras de virus de vides que son inoculadas por injertación de yemas provenientes de los clones seleccionados. Las plantas indicadoras usadas son:
 - Vitis rupestris* Scheele var. Saint George (Sin.: *Rupestris du Lot*).
 - Vitis vinifera* var. Mission.
 LN - 33 (Híbrido), traídas originalmente del vivero de la Universidad de California en Davis y actualmente en multiplicación en el país. Generalmente se necesitan tres estaciones de crecimiento para completar las etapas de selección e indexing.
- c) Completados los pasos anteriores se establece la plantación de fundación con clones libres de virus, sobre suelo esterilizado y regado con agua de pozo. La plantación de fundación satisfará las siguientes necesidades:
 - Proporcionar material para establecer "viñas madres" desde las cuales viveristas y agricultores obtengan material para propagar, y proporcionar material sano y seleccionado a la investigación.

Si bien el plantar material libre de virus es el primer paso esencial hacia el control de las enfermedades causadas por virus y prolongar así la vida útil de las plantas, esto no significa que se garantice la sanidad perpetua de ellas.

Debido a esto, el material de la plantación de fundación debe ser sometido a un reindexing cada 5 años o cada vez que se descubran nuevas y mejores técnicas de indexing.

Otra herramienta con que cuenta el investigador en la obtención de plantas libres de virus es la termoterapia, técnica muy valiosa pero que demora aún más tiempo que el indexing corriente.

COMENTARIO FINAL

Uno de los primeros documentos conocidos que analizan los aparentemente sencillos problemas de abonar, podar y cultivar los suelos de una viña, es decir lo que implica el término manejo de este frutal, data del año 55 D. C., y fue escrito por Columella.

Es sorprendente constatar que la mayor parte de los conceptos por él emitidos son tan valederos en la actualidad como lo fueron en su época. Aunque en esta publicación lo dicho no se basa en trabajos experimentales como los entendemos hoy en día, su discusión sobre suelo y manejo general de la vid bien podría servir como introducción al capítulo fertilización de un tratado moderno sobre la vid.

Si bien es cierto que los conceptos emitidos por Columella, al igual que los de otros textos modernos bien fundamentados, tienen amplia aplicación para la localidad a que se refieren y, en el mejor de los casos, para áreas donde crecen viñas "normales", hoy se entiende que no es posible universalizar los conceptos y prácticas, y las excepciones se hacen cada día más evidentes como respuesta a la amplia gama de condiciones en que se ha plantado la vid y, más aún, como respuesta a las enormes exigencias de producción que el viticultor moderno imprime al cultivo para hacerlo económico.

Síntomas típicos de "enrollamiento clorótico de la hoja" en variedad Emperor (Foto: F. Kocher).



Síntomas de 2,4-D en hojas del híbrido LM-33, transmitido por injertación (Foto: F. Kocher).



Esta situación, donde la recomendación general no satisface los requerimientos, ha abierto el enorme campo que se les presenta a los centros de investigación en general y a los investigadores en particular.

Un problema que el investigador enfrenta es la enorme y generalmente valiosa tradición vitícola del agricultor. Es así como el manejo del suelo y distancias de plantación se efectúan en el país, en la mayoría de los casos, en la misma forma, tanto en la zona norte de riego, zona central de riego, como en los secanos, sin considerar disponibilidad de agua, fertilidad, profundidad del suelo, luminosidad y otros factores que determinan la productividad del viñedo.

Es frecuente escuchar opiniones en relación a que la vid, en la zona de secano, no responde a las aplicaciones de nitrógeno, existiendo casos de viñedos que han sido manejados como "leguminosas" por más de 50 años, a consecuencia de lo cual los rendimientos son bajísimos. El abuso de labores profundas en los suelos delgados característicos de esta zona, está, sin duda alguna, limitando la superficie radicular en un alto porcentaje, producida por una excesiva poda de raíces, que indudablemente no sólo está afectando la absorción de elementos minerales, sino que también contribuyendo a la senescencia prematura de la planta.

El avance tecnológico, que ha permitido solucionar muchos problemas de la producción agrícola, también ha contribuido a complicar el panorama del investigador.



Manejo inadecuado de suelos delgados en la zona sur de secano. Las araduras profundas producen excesiva poda de raíces (Foto: A. Villalobos).

Nadie se atrevería actualmente a discutir la importancia de los herbicidas en el control de malezas, pero el efecto de la aplicación no controlada de estos productos en la vid dificultan el diagnóstico del técnico.

Este hecho se comprende mejor al conocer que la sintomatología debida al efecto de algunos herbicidas, es muy semejante a la producida por algunas enfermedades virales y deficiencias nutricionales. En relación a esto, los autores han logrado transmitir mediante injertación la sintomatología del 2,4-D de plantas que dos años antes habían sido dañadas por aspersiones de este producto.

En esta nota no se ha pretendido agotar la enumeración y descripción de los innumerables problemas de la viticultura nacional, sino comentar algunos aspectos sobre nutrición y enfermedades a virus que últimamente se han puesto de actualidad.

LITERATURA CITADA

- COOK, JAMES, A. Grape nutrition. In Nutrition of fruit crops. 2nd ed. N. F. Childers, Editor Somerset Press, Somerville N. J. 1966. pp. 776-882.
- LYNN, CURTIS D. and KISSLER, JAMES J. Boron deficiency in California vineyards. American Journal of Enology and Viticulture 11 (14): 185-194. 1960.
- CRAFTS, A. S. Herbicide behaviour in the plant. In The Physiology and Biochemistry of Herbicides. L. J. Adus, Editor. Academic Press. N. Y., 1964. pp. 75-110.
- ESAU, KATHERINE. Phloem structure in the grapevine and its seasonal changes. Hilgardia 18(5): 217-275. 1948.
- Anatomic effects of the viruses of Pierce's disease and phoney peach. Hilgardia 18(12): 421-464. 1948.
- FRAENKEL-CONRAT, H. Design and function at the threshold of life: the viruses. Academic Press. N. Y. 1962. p. 117.
- HEWITT, E. J. The essential nutrient elements: requirements and interactions in plants. In Plant Physiology. F. C. Steward, Editor. v. 3. 1963. pp. 137-360.
- HEWITT, Wm. B. Enfermedades y otros problemas de los viñedos chilenos. Informe al Gobierno de Chile. Programa ampliado de Asistencia Técnica. Nº 1.962. FAO. Roma. 1965. 28 p.
- et al.* Studies on virus diseases of the grapevines in California. Vitis 3(2): 57-83. 1962.
- RASKI, D. J. and GOHEEN, A. C. Nematode vector of soilborne fanleaf virus of grapevines. Phytopathology 48 (11): 586-595. 1958.
- KOCHER, F., VILLALOBOS, A. y VALENZUELA, J. Deficiencia de boro en suelos de Confluencia, provincia de Nuble, detectada mediante sintomatología externa de vides de cepa País. Agricultura Técnica (Chile) 26 (4): 172-173. 1966.
- REED, H. S. A physiological study of boron deficiency in plants. Hilgardia 17 (11): 377-411. 1947.
- RUSSEL, A. D. Boron and soil fertility in soils. U.S. D. A. The 1957 Yearbook of Agriculture. 1957, pp. 121-128.
- TAYLOR, R. H. Grapevine viruses in Victoria. The Journal of the Department of Agriculture, Victoria (Australia). pp. 336-342. July, 1962.
- WINKLER, A. J. Pierce's disease investigations. Hilgardia 19 (7): 207-264. 1949.