

Estudio morfoanatómico de la enfermedad amarillamiento de la vid (*Vitis vinifera* L.)¹

Paulina Sepúlveda R.², Mario Alvarez A.³, Claudia Botti G.⁴, Jorge Valenzuela B.³
y Gonzalo Sepúlveda R.⁵

INTRODUCCION

La enfermedad denominada "Amarillamiento de la vid", se descubrió el año 1970 afectando vides cv. Moscatel de Austria en el valle de Elqui. Esta anomalía, cuyo agente causal se desconoce, también se ha encontrado en otros cvs. como Moscatel Rosada y Pedro Jiménez.

Gartel (1972) y Hernández y Machala (1972), asociaron sintomatológicamente el Amarillamiento de la vid con la enfermedad descrita en otros países como Flavescence dorée, transmitida por el langostino *Scaphoides littoralis* Ball. y por injertación (Caudwell *et al.*, 1971), por lo que existiría el peligro potencial de su diseminación. Esta enfermedad fue considerada por Caudwell (1964) como una virosis. Sin embargo, estudios posteriores la consideran como una micoplasmosis (Giannotti *et al.*, 1969).

Alvarez y Sepúlveda (1977) asociaron la enfermedad del Amarillamiento, encontrada en Chile, con el hongo *Verticillium dahliae* Kleb. aislado de tejido enfermo de plantas con síntomas. Indicaron, además, que la enfermedad se caracterizaba por necrosis vascular en varias partes de la planta, amarillez metálica de

ciertos sectores de la hoja y deshidratación de brotes y racimos. Estos síntomas se asemejan a los producidos por *Verticillium* en otros cvs. como Petit Sirah en California (Schnathorst y Goheen, 1977), *V. rupestris* cv. St. George en Nueva Zelandia (Canter-Visscher, 1970) y en vides americanas R. 110 en Grecia (Zachos y Panagopoulos, 1965).

Algunos patógenos producen también anomalías morfoanatómicas. Así, Esau (1948a) señala a ciertos virus como causantes de varias alteraciones del floema expresadas principalmente como crecimiento anormal seguido de necrosis. Este síntoma se presenta, además, en vides afectadas por F. dorée (Caudwell, 1964), Leaf roll (Hoefert y Gifford, 1967) y Corky bark (Beukman y Gifford, 1969).

Generalmente, el xilema responde a las alteraciones virosas con acumulaciones de goma. Sin embargo, las formaciones gomosas y los geles en este tejido no son un síntoma específico de las enfermedades de virus. Otros patógenos como el bacterio causante de la Enfermedad de Pierce en vid y ciertas causas fisiológicas, provocan estas depositaciones en los tejidos (Esau, 1948b; Agrios, 1969). Estas formaciones pueden actuar química o físicamente como una barrera que previene la penetración del patógeno a las células vivas adyacentes.

Otras formaciones de similar modo de acción son las tildes o tilosas, sobrecrecimiento de células parenquimáticas del xilema que penetran a un vaso adyacente (Agrios, 1969).

Las tilosas y gomas se han descrito en varios árboles y cultivos como formaciones estructurales estimuladas por heridas del vegetal o también debido a marchitez causada por

¹Recepción originales: 4 de junio de 1979.

Parte de la tesis presentada por Paulina Sepúlveda como requisito para optar al título de Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

²Ingeniero Agrónomo.

³Ings. Agrs., Ph. D., Programa Frutales y Viñas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Casilla 5427, Santiago, Chile.

⁴Ing. Agr., Profesor adjunto Morfoanatomía Frutal de Postgrado, Producción Agrícola, Fac. de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

⁵Ing. Agr., Programa Frutales y Viñas, Subestación Experimental Vicuña, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Casilla 73, Vicuña, Chile.

agentes patógenos. Entre éstos, se mencionan marchitamientos producidos por *Verticillium* en arce y olmo (Struckmeyer *et al.*, 1954) y en vides afectadas por la Enfermedad de Pierce (Esau, 1948b). Sin embargo, las tilosas también ocurren normalmente en muchas plantas como roble (Gerry, 1914) y vid (Esau, 1948b), donde los vasos se inactivan por la presencia de éstas cuando tienen 2 a 3 años y los obturan completamente a los 6-7 años (Pratt, 1974).

Otra alteración producida por patógenos es la coloración vascular característica que se presenta en el xilema de plantas afectadas por hongos como *Verticillium* y *Fusarium* (Alvarez y Sepúlveda, 1977; Isaac, 1946).

Varias teorías tratan de explicar el mecanismo de marchitez incluyendo formas de bloqueamiento a elementos del xilema como goma, geles y tilosas, balances de agua y teorías de toxinas (Agrios, 1969; Dimond, 1955).

Con el propósito de aportar un mayor conocimiento de la enfermedad, se estimó necesario realizar el presente estudio cuyos objetivos fueron:

- Describir el desarrollo sintomatológico de la enfermedad mediante análisis visual y cuantificar su presencia en un parronal de 8 años.
- Describir la sintomatología de la enfermedad a nivel histológico.

Este trabajo que constituyó parte de las investigaciones de INIA en la IV Región en fitopatología de vides pisqueras, se realizó en un predio en la localidad El Tambo, provincia de Elqui, en la Subestación Experimental Vicuña del INIA y en el laboratorio de Anatomía Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.

MATERIALES Y METODOS

El material usado estuvo constituido por vides de 8 años cv. Moscatel de Austria, conducidas en parronal español plantado a 3 × 3 m., con un total de 5.304 plantas, ubicado en la localidad El Tambo, provincia de Elqui.

Descripción sintomatológica a nivel macroscópico

La descripción visual se hizo mediante individualización de cada una de las 5.304 plantas durante las temporadas 1976-77 y 1977-78, ca-

talogándolas según el grado de enfermedad mediante una escala de 5 notas. Se efectuó un análisis semanal a las plantas afectadas para describir la evolución de la enfermedad y una revisión cada 2 semanas de todo el parronal para detectar e identificar nuevos focos de la enfermedad.

Este trabajo, sumado a los 6 años anteriores (Sepúlveda, 1977), completó 8 años de estudio que corresponden a la edad de las plantas.

Descripción sintomatológica a nivel histológico

El análisis histológico se realizó en tejido enfermo de pecíolos, hojas, sarmientos de la temporada de crecimiento y sarmientos de 2 años. El material se obtuvo de 14 plantas enfermas del cv. Moscatel de Austria. Como testigo se tomaron muestras de tejidos de 6 plantas sanas del mismo cv., obtenidas en un parronal de la Sub-Estación Experimental Vicuña, INIA.

El material obtenido a fines de temporada (marzo) se fijó de inmediato en F.A.A. (Formaldehído, Acido acético y Alcohol 70%; 5:5:90 v/v/v) y permaneció en el fijador durante una semana, aproximadamente. Posteriormente se infiltró en parafina 56-58°C punto de fusión, según el método de Heidenhein (Johansen, 1940). Se cortó con micrótopo rotatorio a 7-8 μ de grosor.

Las tinciones se hicieron con hematoxilina y verde rápido según el método de Heidenhein (Johansen, 1940), safranina y verde rápido (Brooks, Bradley y Anderson, 1950) y ácido tánico, cloruro de fierro y safranina según el método de Foster (Brooks *et al.*, 1950).

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción sintomatológica a nivel macroscópico

Los síntomas de la enfermedad se presentaron en hojas, racimos, sarmientos y troncos.

Los primeros síntomas, a comienzos de enero, se caracterizaron por un color bronceado intenso en ciertas secciones de la lámina que luego se tornaba amarillo-café, terminando por secarse y caer dejando en algunos casos el pecíolo adherido al sarmiento. Este síntoma también se ha descrito para F. dorée (Caudwell, 1957). Sin embargo, otros síntomas característicos de esa enfermedad como ordena-

ción en escalera de las hojas y curvatura hacia abajo de los extremos, no se encontraron en el presente estudio.

En los brotes el síntoma se manifestó por la muerte y caída del ápice de crecimiento y un descamamiento total o parcial que avanzaba hacia la base del sarmiento. Otro síntoma, aún cuando de menor incidencia en sarmiento fue la tardía lignificación o falta de ella en ciertos sectores, caracterizado por un color verde claro. Este síntoma también se presenta en otras afecciones como Enfermedad de Pierce (Esau, 1948b) y F. dorée (Caudwell, 1957, 1964).

En los racimos de brotes con síntomas se observó deshidratación desde el extremo distal hacia la base, terminando por comprometer a todo el racimo, que quedó seco y adherido al sarmiento. La enfermedad se presentó generalmente afectando sólo ciertas partes de la planta aunque en ocasiones existió un daño total. Esta característica también se señala para olivos afectados por *Verticillium* (Wilhelm y Taylor, 1965) y vides con F. dorée (Caudwell, 1957).

Unido a los síntomas antes mencionados se presentó una necrosis vascular color café oscuro en el xilema de pecíolos, sarmientos y troncos de plantas enfermas, la cual abarcó, a veces, toda la circunferencia o sólo se presentó en bandas. Esta necrosis también se presenta en otras afecciones producidas por los hongos *Verticillium* y *Fusarium* (Isaac, 1946; Alvarez y Sepúlveda, 1977; Schnathorst y Goheen, 1977). Sin embargo, hay otras enfermedades que producen amarilleces parecidas, pero que no presentan necrosis vascular, como F. dorée, Bois Noir y Formas de Phi (Caudwell *et al.*, 1971); por esta razón no se pudo asociar el Amarillamiento de la vid con ninguna de estas enfermedades.

La estrecha relación que existió entre la manifestación de síntomas aéreos y presencia de necrosis xilemática en sarmientos de 1 año o más, permitió considerar la necrosis del sistema vascular como el síntoma más característico de la enfermedad. Esto concuerda con lo encontrado por Alvarez y Sepúlveda (1977) en su descripción de Amarillamiento.

Se determinó, además, que no existía relación entre que una planta presentara la enfermedad en alguna oportunidad y que volviera a presentar síntomas en las siguientes temporadas. Es así como del total de plantas afectadas en los 8 años de estudio, sólo 9,6% de ellas se vieron afectadas con Amarilla-

miento en más de una oportunidad. Este hecho se debería más bien a un factor de azar y no a que las plantas estuvieran enfermas con anterioridad. Así, plantas que fueron afectadas por Amarillamiento dieron origen a brotes sanos en las siguientes temporadas, permaneciendo sólo la necrosis del xilema en la madera afectada. Esta recuperación de las plantas puede deberse a una inactivación del agente causal, como ocurre para infecciones de *Verticillium* en damascos y olivos (Wilhelm y Taylor, 1965).

Los síntomas externos de Amarillamiento en vid parecen restringirse a la temporada de ataque y sólo se volverían a presentar mediante nuevas infecciones. Así lo señalan también Wilhelm y Taylor (1965) para infecciones de *Verticillium* en olivos.

En relación a la incidencia de la enfermedad durante los 8 años de estudio, se observó que el número de plantas afectadas y su incidencia de ataque se ha reducido. En porcentaje, la proporción de ataque para la temporada 1977-78 llegó a 0,2% en comparación con cifras de más de 5% para la temporada 1972-73 (Cuadro 1). Asumiendo que esta enfermedad está asociada a *Verticillium*, esto se debería a un aumento de la resistencia de las plantas a medida que se vuelven adultas, como también a una disminución de la cantidad de inóculo en el suelo. La vid no es un huésped común de *Verticillium* y, por tanto, no aumentaría la cantidad de inóculo en el suelo, como se menciona para otros huéspedes susceptibles, lo que dificultaría nuevas infecciones. Schnathorst y Goheen (1977) concuerdan con lo anterior e indican que *Verticillium* en vid parece restringirse a plantas jóvenes que se encuentran en terrenos en que se han cultivado huéspedes susceptibles al hongo.

Descripción a nivel histológico

La alteración más evidente se observó en xilema de sarmientos afectados de 2 años y en sarmientos de la temporada de crecimiento, caracterizándose por una fuerte tinción de las fibras (Figura 1). Este sector dañado correspondió con la zona necrótica a nivel macroscópico. Los sarmientos de plantas sanas no presentaron dicha alteración. El color observado en estas células fue morado oscuro a negro en las preparaciones teñidas con hematoxilina y verde rápido, como también en aquellas teñidas con ácido tánico, safranina y ver-

Cuadro 1 — Número y porcentaje de plantas de vid cv. Moscatel de Austria con síntomas de Amarillamiento en relación al grado de ataque según una escala de 1 a 5. Observaciones sobre un total de 5.304 plantas entre 1971 y 1978.

Nota ¹	A ñ o s							
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
1	54	34	94	5	12	7	6	1
2	6	99	86	33	21	9	16	8
3	2	63	52	19	32	8	4	2
4	3	29	23	5	10	2	0	0
5	2	10	14	1	7	1	0	0
Total	67	235	269	63	82	27	26	11
%	1,3	4,4	5,1	1,2	1,5	0,5	0,5	0,2

¹Calificación de acuerdo a la siguiente escala de grados de ataque: 1 = síntomas dudosos; 2 = 25% de la planta afectada; 3 = 50% de la planta afectada; 4 = 75% de la planta afectada y 5 = 100% de la planta afectada.



Figura 1 — Corte transversal en xilema de sarmiento de 2 años de plantas con Amarillamiento: fa = fibras afectadas; r = radio; v = vaso; fs = fibras sanas. (Foto P. Sepúlveda, Marzo 1978).

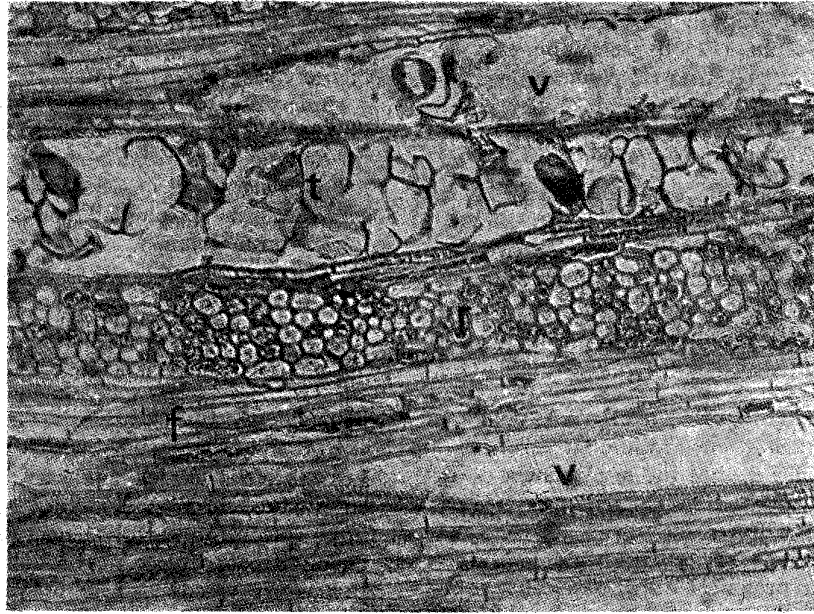


Figura 2 — Corte longitudinal en xilema de sarmiento de 2 años de planta con Amarillamiento: t = vaso con tilosas; v = vaso sano; f = fibras septadas; r = radio. (Foto P. Sepúlveda, Marzo 1978).

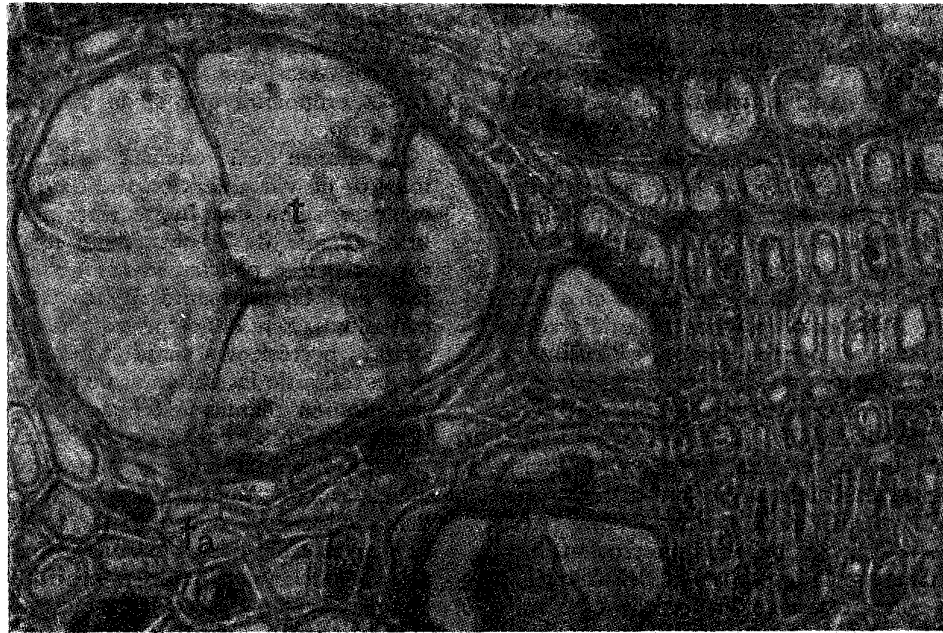


Figura 3 — Corte transversal en xilema de sarmiento de 2 años con Amarillamiento: t = vaso con tilosas; fa = fibras xilemáticas; r = radio. (Foto P. Sepúlveda, Marzo 1978).

de rápido. Las preparaciones teñidas con safranina y verde rápido adquirieron un color rojo oscuro. Esau (1948b) relaciona esta coloración con la presencia de gomas en los vasos de plantas afectadas por la Enfermedad de Pierce, usando safranina y verde rápido como tinción.

La necrosis presente en el sistema vascular, coincidente con la mayor tinción, indica que en estos sectores existe una obliteración de las fibras que impediría el transporte de elementos como el agua. En sarmientos enfermos existían sectores dañados, mientras otros estaban totalmente sanos y la cantidad de fibras teñidas en ellos fue directamente proporcional a la intensidad del daño (Figura 1).

Otra alteración encontrada en sarmientos enfermos de 1 y 2 años fue la presencia de tilosas en los vasos activos del xilema (Figuras 2 y 3). Varios autores (Agrios, 1969; Dimond, 1955; Misaghi, Devay y Duniway, 1978) señalan que la presencia de tilosas, como también de gomas y geles, limitan el paso del agua y constituyen una de las principales causas de marchitamiento. Esto explicaría los síntomas aéreos presentados por la enfermedad.

En relación a la formación de tilosas, se las señala como estimuladas por la presencia del micelio de *V. dahliae* en los vasos (Talboys, 1958) o también como respuesta a una obturación de ellos con goma (Esau, 1948b). Aunque las tilosas constituyen formaciones normales en vid durante la temporada de receso, el hecho de haberlas encontrado en xilema activo de sarmientos de 2 años y en el de sarmientos de la temporada, permite asociar dichas formaciones como causadas por la enfermedad, ya que no se observaron en xilema activo de plantas sanas. La formación de tilosas ha sido mencionada por varios autores (Mc Clure, 1950; Struckmeyer *et al.*, 1954; Talboys, 1958) como consecuencia de ataques provocados por hongos como *Verticillium* y *Fusarium*, como también en vides afectadas por el bacterio causante de la Enfermedad de Pierce (Esau, 1948b).

Los tejidos de médula, floema y epidermis de sarmientos enfermos no presentaron diferencias con aquéllos de plantas sanas.

Los síntomas histológicos diferencian fundamentalmente la enfermedad del Amarillamiento con otras como F. dorée y Leaf roll, cuyo daño anatómico principal se presenta en

el tejido floemático (Caudwell, 1964; Hoefert y Gifford, 1967).

En hojas, el daño se presentó principalmente en el tejido del mesófilo (parénquima) y epidermis, produciéndose ruptura y muerte de células. Esta afección coincidió con el sector dañado y necrótico a simple vista. El floema y epidermis de las venas, no presentó alteración. En pecíolos de vides enfermas, se encontraron solamente algunos sectores del xilema (fibras y ciertos vasos) con deposición de sustancias. La médula, floema y epidermis de pecíolos no mostraron diferencias con aquéllos de plantas sanas.

CONCLUSIONES

Los síntomas aéreos que caracterizaron a la enfermedad fueron: amarillez metálica de la hoja, que luego se volvía necrótica, deshidratación de los ápices de brotación y racimos y necrosis vascular. Este último síntoma se presentó siempre íntimamente relacionado con la enfermedad, por lo que se consideró el de mayor importancia. La permanencia de la necrosis vascular aún después de la recuperación de las plantas, permitió identificar a aquéllas que estuvieron anteriormente afectadas por Amarillamiento.

La incidencia de la enfermedad ha disminuido hasta casi desaparecer por completo en los últimos años. Es por esto que la enfermedad del Amarillamiento no tendría la importancia económica que se le atribuyó en un comienzo.

El examen de la estructura interna de sarmientos de vid enfermos, indicó que el xilema presentaba una fuerte tinción en sus fibras, además de la obturación de ellas con sustancias que podrían identificarse como gomas y el taponamiento de los vasos activos con tilosas. Este daño fue coincidente con los sectores necróticos a simple vista y constituiría la causa de los síntomas de marchitez presentados en plantas enfermas. El floema de plantas enfermas no presentó alteración.

Los daños anatómicos encontrados en vides afectadas por Amarillamiento no corresponden a aquéllos producidos por F. dorée, por lo que la enfermedad estudiada más bien se podría asociar con daños producidos por un hongo vascular (que afecte al xilema) como es *Verticillium*.

RESUMEN

Se estudió el desarrollo sintomatológico de la enfermedad Amarillamiento de la vid, a nivel histológico y macroscópico en vides de 8 años cv. Moscatel de Austria, en la localidad El Tambo, provincia de Elqui. Como testigo se usaron plantas sanas de la misma variedad, obtenidas en la Sub-Estación Experimental Vicuña, INIA.

Los síntomas de la enfermedad se presentaron en hojas, racimos y sarmientos, caracterizándose por amarillez metálica de las hojas, deshidratación de ápices de brotación y racimos y necrosis vascular color café oscuro en troncos, brazos, sarmientos y pecíolos.

El análisis histológico de hojas, sarmientos y pecíolos de vides enfermas, indicó que el daño se presentó en el tejido xilemático y se manifestó por fuerte tinción de las fibras y la presencia de tilosas en el xilema activo, especialmente en sarmientos de dos años. El floema de plantas enfermas no manifestó alteraciones.

SUMMARY

MORPHOANATOMIC STUDY OF A YELLOWING DISEASE OF GRAPES
(*Vitis vinifera* L.)

Symptoms development of a yellowing disease was studied in eight-year-old grapes cultivar Moscatel de Austria in a vineyard of El Tambo, Elqui, Chile. Macroscopic and histological symptoms were described. Moscatel de Austria obtained from the Experimental Station of INIA at Vicuña was used as healthy control.

The symptoms of the disease appeared on the leaves, fruit clusters and shoots, and were characterized by methalic yellow on some areas of leaf blades, die-back of tip shoots and fruit clusters. Also, a deep brown vascular discoloration was observed in trunks, arms, canes and petioles.

Histological analysis of leaves, canes and petioles of diseased grapes showed that the damage affected the xylematic tissue. A strong staining of fibers and presence of tyloses in the active xylem, specially in 2 year-old canes was observed. The phloem of diseased plants showed no alteration.

LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G. N. 1969. Plant Pathology. Academic Press Inc. 629 p.
- ALVAREZ, M. y SEPÚLVEDA, G. 1977. *Verticillium dahliae* asociado con síntomas de Amarillamiento en Vid. Agric. Técnica 37 (3): 138-140.
- BEUKMAN, E. F. and GIFFORD Jr., E. M. 1969. Anatomic effects of corky bark virus in *Vitis*. Hilgardia 40 (3): 73-103.
- BROOKS, R. M., BRADLEY, M. V. and ANDERSON, T. I. 1950. Plant microtechnique manual. Dep. of Pomology Univ. Calif. Davis. 70 p.
- CANTER-VISSCHER, T. W. 1970. *Verticillium* wilt of grapevine, a new record in New Zealand. N. Z. J. Agric. Res. 13 (2): 359-361.
- CAUDWELL, A. 1957. Deux années d'études sur la Flavescence dorée, nouvelle maladie grave de la vigne. Ann. L'Amélior des Plantes 4: 359-393.

- . 1964. Identification d'une nouvelle maladie à virus de la vigne. "La Flavescence dorée". Etude des phénomènes de localisation des symptômes et de rétablissement. Ann. de Epiphyties 15 N° hors. serie 1 193 p.
- , LARRUE, J., KUSZALA, C. et BACHALIER, J. C. 1971. Pluralité des jaunisses de la vigne. Ann. Phytopathol. 3 (1): 95-105.
- DIMOND, A. E. 1955. Pathogenesis in the wilt diseases. Annual Rev. Plant. Physiology. 6: 329-350.
- ESAU, K. 1948a. Some anatomical aspects of plant virus disease problems. II, Bot. Rev. 14 (7): 413-449.
- . 1948b. Anatomic effects of the viruses of Pierce's disease and Phony peach. Hilgardia 18 (12): 423-482.
- GARTEL, W. 1972. Enfermedades y plagas de la viticultura chilena. II Parte. Univ. Católica de Chile. Escuela de Agronomía. 33 p. (mimeografiado).
- GERRY, E. 1914. Tyloses: their occurrence and practical significance in some american woods. Journal Agric. Res. 1 (6): 445-470.
- GIANNOTTI, J., CAUDWELL, A., VAGO, C., et DUTHOIT, J. L. 1969. Isolement et purification de microorganismes de type mycoplasme à partir de vigne atteintes de Flavescence dorée. D. R. Acad. Sci. 268: 845-847.
- HERNÁNDEZ, A., y MACHALA, G. 1972. La Flavescence dorée en el valle de Elqui. Boletín DAV N° 3. Abril-Junio. Ministerio de Agricultura. SAG.
- HOEFERT, L. L. and GIFFORD, E. M. 1967. Grapevine leaf-roll virus. History and anatomic effects. Hilgardia 38 (11): 403-426.
- ISAAC, I. 1946. *Verticillium* wilt of sainfoin. Rev. App. Mic. 25: 504 (Abstract).
- JOHANSEN, D. A. 1940. Plant microtechnique. New York: Mc Graw-Hill Book Co. 523 p.
- MC CLURE, T. T. 1950. Anatomic aspects of *Fusarium* wilt of sweet potatoes. Phytopathology 40: 769-775.
- MISAGHI, I. J., DEVAY, J. E. and DUNIWAY, J. M. 1978. Relationship between occlusions of xylem elements and disease symptoms in leaves of cotton plants infected with *Verticillium dahliae*. Can. J. Bot. 56 (3): 339-342.
- PRATT, Ch. 1974. Vegetative anatomy of cultivated grape. A review. Am. J. Enol. Vit. 25 (3): 131-150.
- SCHNATHORST, W. C. and GOHEEN, A. C. 1977. A wilt disease of grapevines (*Vitis vinifera*) in California caused by *Verticillium dahliae*. Pl. Dis. Rep. 61 (11): 909-913.
- SEPÚLVEDA, G. 1977. Informe Técnico INIA, Programa Frutales y Viñas, Vicuña.
- STRUGMEYER, B. E., BECKMAN, Ch., KUNTZ, J. E. and RICHER, A. J. 1954. Pluggins of vessels by tyloses and gums in wilting oaks. Phytopathology 44: 148-153.
- TALBOYS, P. W. 1958. Association of tylosis and hyperplasia of the xylem with vascular invasion of the hop by *Verticillium albo-atrum*. Rev. App. Mic. 37: 673 (Abstract).
- WILHELM, S. and TAYLOR, B. 1965. Control of *Verticillium* wilt of olive through natural recovery and resistance. Phytopathology 55: 310-316.
- ZACHOS, D. G. and PANAGOPOULOS, C. G. 1965. Hadromycosis of the vine caused by *Verticillium albo-atrum*. Rev. Appl. Mic. 44: 57 (Abstract).