

I. VIDAL\*  
A. VENEGAS\*  
C. HIDALGO\*

### Summary

*The variability of foliar N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu and B content as a function of time was studied in an irrigated, 18 year old cherry orchard (*Prunus avium* L.). Samples were taken during two seasons at 15 days intervals from leaves of 1, 2 to 3 and 4 to 5 years old woody branches. In general, N, P, Cu and Zn concentrations decreased as the growth period advances, while Ca, Mg, Fe and Mn concentration showed an inverse response. The behavior of K and B was very similar, having their higher concentration at the middle of the growing season. The period of higher stability of the macro and micronutrients occurs during the summer. There is an important effect on the mineral concentration according to the leave position for all the nutrients, except for N and P. Considering the good fit of the regression equation, correction factors are proposed for samples taken at any time during the growing season.*

### Introducción

**E**l cultivo del guindo dulce (*Prunus avium* L.) en Chile, presenta crecientes posibilidades de mercado como fruta fresca o industrializada, tanto para el consumo nacional como internacional. Entre los problemas que aquejan al manejo de este frutal, lo concerniente a la nutrición mineral, es de primera importancia. Esta situación se agudiza en la VIII Región por el hecho de que gran parte de los huertos están en suelos de baja fertilidad, como son los derivados de material granítico o los de origen aluvial de textura gruesa (8)

Una de las técnicas de diagnóstico que presenta mayor ventaja para estudiar el aspecto nutricional de los frutales, es el análisis foliar, el cual puede proporcionar la información necesaria para la determinación de deficiencia y/o exceso de los elementos esenciales en el árbol frutal (2). Este método ha permitido obtener muy buenos resultados en el control de la nutrición de especies permanentes y, como ejemplo de ello, se pueden citar trabajos en guindo (3, 16, 20),

manzano (10, 21), damasco (1, 21), duraznero (17, 18, 19, 21, 22), vid (4, 9), almendro (6, 7), olivo (14), palto (11), pino (13) y ciruelo (15).

Para iniciar el estudio de la nutrición de un cultivo por análisis foliar, es necesario conocer una serie de factores que garanticen que la muestra represente el estado nutritivo de la planta en una determinada época (5). De aquí se deduce la importancia de fijar el tipo de hoja y la época en que ésta debe ser recogida.

Por la importancia y perspectiva futura que reviste esta especie frutal para esta zona, es que se planteó la presente investigación con el fin de: a) determinar la evolución estacional del contenido de nutrimentos (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn y B) en hojas de guindo dulce, cultivar Corazón de Paloma o Royal Ann, b) establecer la mejor época de muestreo con propósitos de diagnóstico nutricional y c) medir el efecto de la posición de la hoja sobre la composición mineral.

### Materiales y métodos

El estudio se realizó en un huerto de guindo dulce, cultivar Corazón de Paloma, de 17 años de edad, de riego, perteneciente a la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción en Chillán (36° 36' latitud sur y 72° 06' longitud oeste), VIII Región de Chile

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 3 de mayo, 1984.  
Parte del Proyecto 20 26 07 de la Dirección de Investigación, Universidad de Concepción

\* Dpto. Agronomía, Univ. de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

La región presenta características climáticas de transición entre el clima mediterráneo y el clima templado húmedo. Las precipitaciones son del orden de los 1 033 mm anuales, con periodos secos de 3 a 5 meses y una temperatura media anual de 14 a 15°C, presentándose las máximas en diciembre-enero y las mínimas, en julio. El suelo corresponde a la serie Diguillín, que de acuerdo a la séptima aproximación, se clasifica como Typic Dystrandept, originado de toba volcánica sedimentaria y ceniza volcánica, con buen drenaje y pendiente de 0.5 a 1.5%.

Para la selección de los árboles, se consideró la uniformidad en cuanto a desarrollo y vigor y su buen estado sanitario. Se escogieron así cuatro árboles, los cuales se usaron como repeticiones en el análisis estadístico de los resultados. El manejo sanitario comprendió la utilización de productos químicos que no interfirieran en la concentración foliar.

El muestreo se realizó durante las temporadas 1980-81 y 1981-82. Se obtuvieron hojas provenientes de maderas de 2-3 años, cada 15 días aproximadamente, entre los meses de octubre y marzo, inclusive. Con el propósito de determinar el efecto de la posición de la hoja sobre la composición mineral, en los meses de enero, febrero y marzo, se tomó tejido foliar proveniente de maderas de 1 año, de 4-5 años y más de 5 años, además del material de 2-3 años que se venía previamente muestreando.

En las muestras foliares se determinó N, por el método Kjeldahl y el resto de los nutrimentos, a excepción del B, se solubilizaron en una mezcla de ácido nítrico y perclórico. El Ca, Mg, Zn, Fe, Mn y Cu, se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica; el K por fotometría de llama; el P por colorimetría. Para el B, se usó una mineralización vía seca y se determinó posteriormente en forma colorimétrica, de acuerdo a la metodología propuesta por Lachica (12).

Los coeficientes de variación para los diferentes elementos estudiados en las dos temporadas, se obtuvieron a partir de un análisis de varianza. Los valores del análisis con respecto a los días de postfloración de las dos temporadas, se ajustaron a ecuaciones de regresión de tipo cuadrática, cúbica, logarítmica y potencial, considerando cada elemento en forma individual. El periodo de mayor estabilidad en la composición mineral, se obtuvo a partir de las ecuaciones de regresión, según la metodología propuesta por Leece y Gilmours (18). Posteriormente, a partir de las mismas ecuaciones, se calculó un factor de corrección para las muestras tomadas antes o después del periodo de estabilidad.

El suelo correspondiente al huerto, se muestreó a tres profundidades (0-30, 30-60 y 60-90 cm), para

evaluar sus características físicas y químicas). En los Cuadros 1 y 2 se indican los resultados de estos análisis. Con respecto a las características químicas, el perfil del suelo presenta contenidos normales de Ca, Mg, K, Na y relación C/N, en cambio los niveles de P son medios a bajos. El pH es ligeramente ácido y su contenido de MO es normal, disminuyendo en profundidad. El N total es más bien bajo, con tendencia a disminuir aún más en profundidad. En relación a las características físicas del suelo, llama especialmente la atención la mayor densidad aparente y una menor porosidad en el primer horizonte, atribuible esto a un mayor contenido de arcilla de el estrato superficial y el paso de la maquinaria agrícola en el huerto. En relación a las otras características éstas se encuentran dentro de los rangos considerados normales para esta serie de suelo (24).

### Resultados y discusión

#### Variabilidad de los elementos

En el Cuadro 3, se presentan los coeficientes de variación de ambas temporadas, para los diferentes elementos estudiados. Se observa que existe un estrecho grado de asociación en el coeficiente de variación de las dos temporadas para todos los elementos, a excepción del Fe que varió de una temporada a otra. La variabilidad del Fe, se puede atribuir a que este microelemento tiene un comportamiento bastante irregular, pues es muy propenso a sufrir contaminación con partículas de polvo, las cuales son ricas en este nutrimento, o durante la molienda en micromolinos acerados del tipo Wiley.

El rango de variación de la primera temporada es de 7 a 66%, en tanto que en la segunda, éste va de 3 a 33% aproximadamente, presentando los menores valores el N, P, K, Mg y Zn, en tanto que el Ca, Mn, Fe, B y Cu mostraron valores superiores al 15%. Esta variabilidad, asociada a las fechas de muestreo, indica que es necesario contar con las curvas de evolución estacional para las diferentes condiciones edafoclimáticas en que se plante cerezo, con el propósito de estandarizar la época de muestreo.

De acuerdo a lo anterior, se infiere que es de particular importancia la época de recolección de la muestra foliar en el caso del Ca, Mn, Fe, B y Cu y de mediana importancia para N, K, P, Mg y Zn.

#### Evolución estacional

La evolución estacional de la composición foliar del guindo dulce, durante las temporadas 1980-81 y 1981-82, se representa en las ecuaciones del Cuadro 4 y en las Figuras 1 y 2. Se infiere que las ecuaciones

Cuadro 1. Características químicas del suelo del huerto.

Profund. (cm)	Ca	Mg	K	Na	pH	M.O. %	N total %	P Olsen ppm	Relac. C/N
	meq/100 g suelo								
0-30	9.50	2.78	1.15	0.33	6.10	6.70	0.28	13.0	13.93
30-60	8.75	2.34	0.99	1.09	6.20	3.40	0.11	3.0	18.18
60-90	8.25	3.50	1.20	1.09	6.50	2.10	0.04	4.0	10.00

Cuadro 2. Características físicas del suelo del huerto.

Profundidad (cm)	Arcilla %	Da	Dr	Porosidad %	Tensión Atm.	
		g/cc			1/3	15
					%	
0-30	26	1.04	2.46	57.5	35.71	16.13
30-60	21	0.86	2.57	64.4	36.55	20.12
60-90	19	0.98	2.71	63.9	32.44	19.69

Cuadro 3. Coeficiente de variación (C.V.) para los elementos estudiados en las dos temporadas.

Elemento	Coeficiente de variación (%)	
	Temporada 80-81	Temporada 81-82
Nitrógeno	C.V. = 9.61	C.V. = 7.68
Fósforo	C.V. = 8.62	C.V. = 8.29
Potasio	C.V. = 8.64	C.V. = 3.57
Calcio	C.V. = 14.59	C.V. = 15.78
Magnesio	C.V. = 8.46	C.V. = 7.48
Manganeso	C.V. = 14.72	C.V. = 20.56
Hierro	C.V. = 66.49	C.V. = 12.28
Cinc	C.V. = 7.43	C.V. = 10.07
Cobre	C.V. = 29.08	C.V. = 27.13
Boro	C.V. = 17.85	C.V. = 33.65

representan muy bien la evolución de los diferentes nutrientes a través de la temporada. Los coeficientes de correlación obtenidos, fueron altamente significativos ( $P \leq 0.01$ ).

Los niveles de N, P, Cu y Zn presentan una tendencia muy clara a disminuir con respecto al avance de la temporada de crecimiento, manteniéndose valores relativamente estables a partir del mes de enero. Esto concuerda en forma muy aproximada con trabajos realizados por Sánchez (22), Leece y Gilmour (18) y McClung y Lott (19).

El K y el B presentan un comportamiento muy similar entre sí con las mayores concentraciones a mediados de la estación de crecimiento (fines de diciembre), para posteriormente disminuir.

El Ca, Mg, Fe y Mn aumentan a medida que avanza la temporada de crecimiento. Sin embargo, el Fe y Mn presentan un período de cierta estabilidad a mediados de verano, para caer posteriormente en el mes de marzo.

Las tendencias descritas anteriormente, coincide con estudios realizados en guindo dulce (16, 20), así

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) para los diez elementos estudiados.

Elemento	Ecuación	$R^2$
%		
N	$8.262F^{-0.38}$	0.87**
P	$0.595 - 0.088 \ln F$	0.59**
K	$1.087 + 0.018F - 9.12 \times 10^{-5}F^2$	0.40**
Ca	$0.19F^{0.51}$	0.72**
Mg	$0.084F^{0.311}$	0.69**
ppm		
Fe	$211.15 - 4.96F + 0.067F^2 - 2.25 \times 10^{-4}F^3$	0.45**
Cu	$15.25 - 2.10 \ln F$	0.31**
Mn	$11.55 + 0.39F - 1.41 \times 10^{-3}F^2$	0.40**
Zn	$44.52 - 5.43 \ln F$	0.44**
B	$16.75 + 0.74 F - 3.2 \times 10^{-3}F^2$	0.31**

\*\* Significativo al  $P \leq 0.01$ .

F = Días después de floración (20 sep.).

como duraznero (18, 22) y damasco (1). En efecto, Smith (23) y Leece y Gilmour (18), señalan que las curvas estacionales son características para cada uno de los elementos y varían muy poco entre especies.

Las bases fisiológicas de los cambios descritos precedentemente, han sido discutidos por McClung y Lott (19), Emmert (5) y Smith (23). La tendencia descendente del N, P, Cu y Zn que ocurren en primavera, se debería a un rápido aumento en materia seca de la hoja que trae como consecuencia que estos elementos que están presentes inicialmente en altas concentraciones, manifiesten un efecto de dilución. Así, la concentración de estos elementos decrece, aunque en términos de cantidades absolutas muestran un incremento neto.

A la inversa, la tendencia ascendente del Ca, Mg, Mn, B y Fe en primavera, se puede atribuir a que estos elementos se presentan inicialmente en baja concentración y se acumulan más rápidamente que la materia seca de la hoja (5, 19, 23).

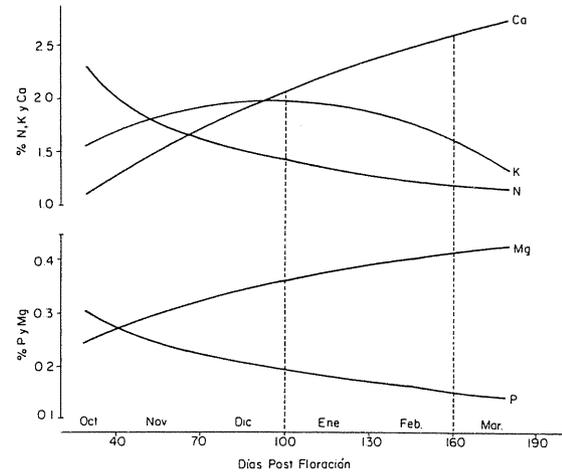


Fig. 1. Evolución estacional y período de mayor estabilidad de macronutrientes en guindo dulce (*Prunus avium*).

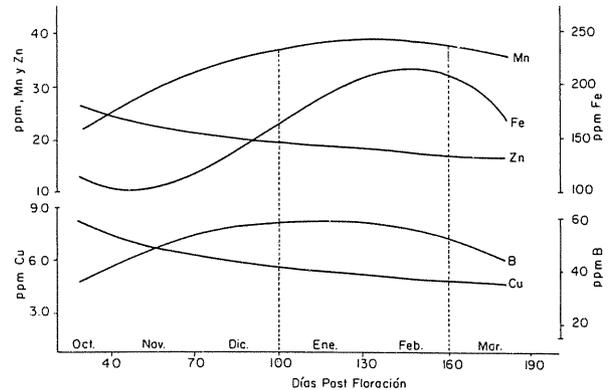


Fig. 2. Evolución estacional y período de mayor estabilidad de micronutrientes en guindo dulce (*Prunus avium*).

Al término de la temporada (marzo), bajan las concentraciones de N, K, P, Zn, B, Cu, Mn y Fe. Según algunos autores (5, 19, 23), este comportamiento se debe a una remobilización y traslocación de los elementos al comenzar la senescencia de la hoja. Sin embargo, llama la atención el caso de los micronutrientes que se consideran elementos muy poco móviles a nivel foliar, por lo que su poder de traslocación sería despreciable.

#### Período de estabilidad de nutrientes

La información presentada en las Figuras 1 y 2, reafirma la necesidad de caracterizar las muestras foliares con respecto a un período de muestreo definido y de cierta estabilidad. En efecto, se puede inferir que el período de mayor estabilización de los macro y mi-

con nutrimentos corresponde a los meses de enero y febrero. Al respecto, cabe señalar que esta fecha coincide con otros trabajos realizados en Chile y en el extranjero para estas especies (16, 20)

De acuerdo a lo indicado precedentemente, los muestreos foliares para propósito de diagnóstico nutricional en guindo dulce, deberían efectuarse dentro de los meses de enero y febrero. A su vez, los estándares de comparación deben provenir de muestreos dentro del mismo período. No obstante, considerando la limitación práctica de estar condicionado a un período restringido de muestreo, y de acuerdo al alto grado de ajuste ( $P \leq 0.01$ ) de las ecuaciones de regresión (Cuadro 4), se calcularon factores de corrección para muestreos efectuados fuera de época. Estos factores de corrección, usando el 31 de enero como fecha base, se presentan en el Cuadro 5, para los meses de octubre, noviembre, diciembre y marzo. Cabe señalar, que estos factores deben considerarse sólo como una aproximación en el caso de los elementos con  $R^2$  bajo (Cuadro 4), como es la situación del K, Cu, Mn y B.

Estos factores permitirán realizar muestreos fuera de época, aun cuando éstas no sean las de mayor estabilidad nutricional; esto significa en la práctica, una ayuda de gran importancia pues proporcionan un rango de tiempo mucho más amplio que lo recomendado por la literatura para efectuar los muestreos foliares

### Influencia de la posición de la hoja

En el Cuadro 6 se presentan los resultados obtenidos en ambas temporadas, anulando la influencia de las fechas de muestreo. Para tal efecto, se obtuvo un promedio a partir de las diferentes fechas en cada uno de los distintos tipos de tejido analizado. Se puede inferir que no existe un efecto significativo ( $P \leq 0.01$ ) de la posición de la hoja sobre los niveles de N y P mientras que para el K y el Fe, hay una variación acusada sólo en una temporada. Para el resto de los nutrimentos, hay un efecto importante de la posición de la hoja sobre su composición mineral, lo que sugiere que es decisivo mencionar para estos elementos el tipo de hoja muestreada en estudios nutricionales

Existe poca o nula información respecto de la distribución de nutrimentos en plantas de cerezo y en otras especies. En general, las experiencias que más se han realizado sobre este tema, son a nivel de invernales y con elementos marcados. Sin embargo, estos trabajos no aportan información que permita explicar el comportamiento de los diferentes nutrimentos, según el tipo de tejido

Llama la atención que el Ca, Mg, Mn, Zn y Fe se encuentran siempre en menores concentraciones en las hojas provenientes de madera de 1 año. Este fenómeno se atribuye a que todos estos elementos, a ex-

Cuadro 5. Factores de ajuste para la composición de muestras colectadas en octubre, noviembre, diciembre y marzo a nivel del 31 de enero.

Elementos	15 octubre	15 noviembre	15 diciembre	15 marzo
Nitrógeno	0.533	0.719	0.849	1.116
Fósforo	0.532	0.686	0.814	1.186
Potasio	1.270	1.044	0.960	1.302
Calcio	2.327	1.556	1.247	0.862
Magnesio	1.672	1.312	1.147	0.914
Manganeso	1.883	1.338	1.114	1.050
Cinc	0.667	0.793	0.885	1.096
Cobre	0.590	0.733	0.846	1.138
Hierro	1.636	1.982	1.516	1.086
Boro	1.768	1.230	1.040	1.218

Cuadro 6. Contenido de macro y micronutrientes en relación a la posición de la hoja.

Posición	Temporada 1980-81								
	N	P	K %	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe
	ppm								
Madera									
1 año	1.19	0.16	1.90	1.79	0.32	25.3	13.9	3.81	160.9
2-3 años	1.30	0.16	1.83	2.82	0.39	34.7	17.6	5.12	230.3
4-5 años	1.25	0.12	1.95	2.37	0.37	34.2	61.9	6.41	256.9
Valor F	0.33	0.88	1.38	11.89**	4.55**	13.68**	7.45**	3.23*	16.86**
	Temporada 1981-82								
Madera									
1 año	1.22	0.20	1.73	1.53	0.30	26.3	14.2	6.48	148.3
2-3 años	1.21	0.18	1.62	2.39	0.39	39.3	17.5	5.62	177.7
4-5 años	1.18	0.21	1.57	2.56	0.38	36.6	15.0	8.63	148.7
Madera + 5 años	1.11	0.25	1.83	2.32	0.36	36.7	21.0	9.23	176.5
Valor F	1.96	1.56	5.24**	36.47**	14.23**	19.0**	15.13**	5.99**	2.9

Nota: El B se determinó sólo en las hojas provenientes de ramillas de 2-3 años.

En la temporada 1981-82 se incluyó tejido proveniente de madera de más de 5 años.

\* Significativa  $P \leq 0.05$

\*\* Significativa  $P \leq 0.01$

cepción del Mg, son relativamente inmóviles a nivel foliar, por lo que su redistribución es muy reducida, tendiendo más que nada a acumularse en los tejidos más viejos. Cabe señalar que las variaciones de Ca y Mg se manifiestan de una forma paralela con respecto a la posición de la hoja

En general, se puede inferir que el tejido proveniente de madera de 2-3 años, es más representativo para ser utilizado con fines de diagnóstico nutricional, puesto que refleja condiciones minerales intermedias

### Resumen

En un huerto de guindo dulce (*Prunus avium* L.), bajo riego de 17 años de edad, se estudió la variabili-

dad en función del tiempo del contenido foliar de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu y B. Se tomaron muestras en dos temporadas a intervalos de 15 días, considerando hojas provenientes de madera de 1 año, 2 a 3 años y 4 a 5 años. En general, la tendencia estacional del N, P, Cu y Zn es a disminuir, a medida que avanza la temporada de crecimiento, en tanto que el Ca, Mg, Fe y Mn presentan una situación inversa. El comportamiento del K y B es muy similar entre sí, logrando sus mayores concentraciones a mediados de la temporada de crecimiento. El periodo de mayor estabilización de los macro y micronutrientes, corresponde a los meses de enero y febrero. Para todos los nutrientes, a excepción del N y P, hay un efecto importante de la posición de la hoja sobre su composición mineral. Considerando el alto grado de ajuste de ecua-

ciones de regresión, se proponen factores de corrección para muestreos efectuados en cualquier época dentro de la temporada de crecimiento

#### Literatura citada

- 1 BAHAMONDES, A y EMILIO, E Estudio nutricional del damasco en Chile Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, (Tesis Ingeniero Agrónomo) Facultad de Agronomía, 1974 66 p.
- 2 BOULD, C. Leaf analysis as a diagnostic method and advisory aid in crop nutrition. *Experimental Agriculture* 4(1):17-27. 1968
- 3 BOWERSOX, T W., WARD, W Seasonal variation in foliar nutrient concentration of black cherry *Forest Science* 23(4):429-432. 1977
- 4 CUMMINGS, G. A. Variation in the concentration of certain elements in muscadine grape leaves related to season, leaf portion and age. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102(3):339-342. 1977.
- 5 EMMERT, F. H. Chemical analysis of tissue as a means of determining nutrient requirements of deciduous fruit plants. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 73:521-547. 1959.
- 6 ESTEBAN, E., GOMEZ, M. y RECALDE, L. Dinámica anual de los macronutrientos en el almendro. I. Primeros resultados *Agrochimica, Italia* 13(4-5):336-345. 1969.
- 7 ESTEBAN, E., GOMEZ, M y RECALDE, L. Dinámica anual de los macronutrientos en el almendro. II. Equilibrios iónicos. *Agrochimica, Italia* 13(6):551-559. 1969
- 8 ETCHEVERS, J. y FARIAS, A. Características químicas de los principales suelos cultivados de Ñuble. *Agricultura Técnica, Chile* 39(2): 29:34. 1979
- 9 ETCHEVERS, J., MERINO, R y VIDAL, I. Prospección nutricional en viñedos de la costa de la VIII Región. *Agricultura Técnica (Chile)* 43(1):13-20. 1983.
- 10 GONZALEZ, C., DE JOANNES, A. y LACHICA, M. Estudio del contenido foliar diferencial de macro y micronutrientos en distintas variedades de manzano, su ciclo vegetativo. *Anales de Edafología y Agrobiología, España* 31(7-8):543-555. 1972.
- 11 KOO, R. C. and YOUNG, T. W. Effects of age position, and fruiting status on mineral composition of "Tonnage" avocado leaves. *Journal of the American Society Horticultural Science* 102(3):311-313. 1977.
- 12 LACHICA, M. Estudio sobre la determinación de B en plantas con azometina-H 4º Colloque internationale sur controle de l'alimentación de plantes cultives Vol 11:53-61. 1976.
- 13 LACHICA, M., KOSCHE, R. y GONZALEZ, C. El pinus radiata D. Don en Chile, determinación de los índices nutritivos óptimos de las plántulas. *Anales de Edafología y Agrobiología, España* 38(11-12):2141-2157. 1979.
- 14 LACHICA, M., YAÑEZ, J. y AGUILAR, A. Determinación analítica de macro y micronutrientos en olivo; su ciclo vegetativo In: *Coloquio Europeo y Mediterráneo II. Control de la fertilización de las plantas cultivadas* Sevilla, España, 1968 pp. 133-143.
- 15 LEECE, D. R. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 4. Plum *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15(72):112-122. 1975.
- 16 LEECE, D. R. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 5. Sweet cherry. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15(72):118-122. 1975.
- 17 LEECE, D. R. and BARKUS, B. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 3. Nutritional status of peach orchards. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14(71):828-834. 1974
- 18 LEECE, D. R. and GILMOUR, A. R. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 2. Seasonal changes in the leaf composition of peach. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14(71):822-827. 1974
- 19 McCLUNG, A. C. and LOTT, W. L. Mineral nutrient composition of peach leaves as affected by leaf age and position and the presence of a fruit crop. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 67:113-120. 1956.

20. MANNS, J. E. Estudio nutricional del guindo en Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, 1972. 63 p
21. RAZATO, B. y URIU, K. Estado de la nutrición mineral de frutales de hoja caduca en Chile. Santiago, Chile, Servicio Agrícola y Ganadero, Central de Divulgación Técnica Boletín Técnico no. 47. s.f. 38 p.
22. SANCHEZ, L. Variación estacional de nutrimentos en durazno de la variedad Phillips Cling y Fortuna. (Tesis Ingeniero Agrónomo) Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, 1970. 74 p
23. SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissues Annual Review of Plant Physiology 13:81-108. 1962.
24. VIDAL, I. y DEL CANTO, P. Propiedades físicas de los suelos de Ñuble, VIII Región de Chile Agricultura Técnica (Chile) 43(3): 195-202. 1983

## Notas y comentarios

### Hongo patógeno que ayuda a plantas

Las mariposas que van de flor en flor transmiten a veces organismos patógenos, dispersando así alguna enfermedad de la planta que visitan. Pero, por lo menos en un caso, uno de estos patógenos puede, en realidad ayudar a las plantas.

El hongo *Ustilago violacea* afecta a plantas cariofiláceas, familia que comprende a los claveles (*Dianthus*) y a las viscarias (*Lychnis*). Las esporas del hongo se producen en las anteras de las plantas víctimas, en lugar de los granos de polen; de allí el nombre de "carbón de las anteras".

Ola Jennesten de la Universidad de Upsala, en Suecia, estudió dos especies cariofiláceas silvestres, *Dianthus deltoides* y *Lychnis viscaria*, ambas adaptadas a la polinización por mariposas. Jennesten realizó su estudio en un campo soleado en el oeste de Suecia, y mientras las mariposas estaban alimentándose, recolectó algunas de ellas para análisis de las esporas fun-

gosas y de los granos de polen que podrían estar transportando (Oikos, vol 40, p 125)

El estudio microscópico reveló esporas fungosas en por lo menos 13 diferentes especies de mariposas y una de polillas, aunque más individuos llevaban granos de polen que esporas de hongos. Así se comprobó que las mariposas eran las que diseminaban el carbón de las anteras entre esas plantas. Pero hay una variante feliz en esta triste historia.

Resulta que uno de los problemas que enfrentan todas las plantas con flores es evitar la autofertilización, que conduce a la endogamia, que tiende a debilitar a la descendencia. El problema es particularmente agudo en plantas con flores hermafroditas. Jennesten encontró que las anteras de alrededor de un tercio de la población de viscarias estaban afectadas con el hongo, y eran así incapaces de producir polen. Pero, aunque las flores eran estériles como machos, eran capaces de funcionar como hembras, y todas las plantas infectadas producían semillas. De esta manera, la infección fungosa era, en realidad, beneficiosa para las plantas: Al inhibir la producción de polen, estaba facilitando la fecundación con polen de otras plantas no infectadas. Y esto es una buena noticia para las plantas cariofiláceas. Adalberto Gorbitz.