

INVESTIGACIONES

EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE NUTRIENTES Y ESTIMACIÓN DE LA EXTRACCIÓN ANUAL EN ARÁNDANO OJO DE CONEJO (*Vaccinium ashei* R.)¹

Seasonal nutrient evolution and estimation of annual uptake in the rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei* R.)

Iván Vidal², José Amaro² y Alejandro Venegas²

A B S T R A C T

In a six year-old rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei* R.) orchard, cultivars "Tifblue" and "Premier", the variability of seasonal nutrient demand and seasonal leaf content of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B as a function of time were measured in the 1995/96 season. Leaf samples were taken every 20 days. The nutrients had the same tendency throughout the season in both cultivars. In general, the tendency of N, P, K, Mn and Zn was to decrease before harvest, to stabilize at harvest and to increase slightly after harvest. Mg, Ca and B increased as the growing season progressed, while Cu presented an inverse relationship. Fe showed high variability without a clear tendency during the season. The period of greatest stability of macro and micronutrients was during the harvest (January-February). The average macronutrient demand of both cultivars per ton of fruit production was 4.7; 0.35; 5.2; 2.8 and 0.74 kg t⁻¹ fruit for N, P, K, Ca and Mg, respectively. The demand for micronutrients fluctuated between 6 to 60 g t⁻¹ of production.

Key words: mineral nutrition, foliar analysis, blueberry.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el cultivo de frutales menores ha experimentado un acelerado desarrollo en nuestro país, destacando los arándanos o "blueberries", fruta originaria de Norteamérica, donde se comercializa en estado fresco, congelado, deshidratado, etc. (Velasco, 1992).

Las especies cultivadas de arándano pertenecen a la familia Ericácea, plantas consideradas muy particulares en sus requerimientos culturales, ya que se adaptan bien en los suelos ácidos, con

buena aireación, buen drenaje y con un adecuado suministro de agua durante toda la temporada de crecimiento (Hancock y Draper, 1989).

Las primeras plantaciones comerciales en Chile se realizaron a principios de la década del 80, pero sólo a partir de 1989 se inicia el cultivo orientado a la exportación en fresco hacia Norteamérica. Los buenos resultados económicos obtenidos motivaron a los agricultores a producir esta fruta, iniciando plantaciones en la zona Centro-Sur y Sur del país (Buzeta, 1994). Sin embargo, producto de la diversificación por parte de los productores, se ha ampliado el cultivo hacia la Zona Central, situando esta especie en condiciones no óptimas para su desarrollo, lo que conlleva un mayor costo de establecimiento, asociado al mayor riesgo asumido. Estas planta-

¹Recepción de originales: 03 de agosto de 1998.

²Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Depto. de Suelos, Casilla 537, Chillán, Chile.
E-mail: ividal@udec.cl

ciones se justifican por la obtención de elevados precios, producto de una cosecha más temprana (Valenzuela *et al.*, 1994). En cuanto a la superficie, se estima un total de 1.500 ha para el año 1998 y 4.500 para el año 2000 (Retamales, 1991).

Los arándanos son nativos de áreas arenosas o pantanosas en que los niveles de nutrientes son muy bajos. Algunos estudios han detectado que el crecimiento máximo puede ser obtenido con niveles de nutrientes que están próximos a la mitad del requerimiento de otras especies frutales. Esta característica de la especie provoca que se presenten daños y reducción en el rendimiento debido a un exceso de fertilización (Mainland, 1994).

Existen diversos métodos para diagnosticar el estado nutricional de las plantas. El análisis de tejido es el que presenta mayores ventajas, pues permite conocer el estado óptimo de nutrición, y asociarlo a un máximo de calidad y rendimiento. Este método ha permitido obtener buenos resultados en Chile, en el control de la fertilización en especies permanentes como guindo dulce (Vidal *et al.*, 1984; Venegas *et al.*, 1986), vid (Gil *et al.*, 1973; Etchevers *et al.*, 1983), espárrago (Contreras, 1988) y otras.

En este sentido, cabe señalar que no se ha generado información en el país, que determine los requerimientos nutricionales de los distintos cultivos de arándano y, por lo general se trata de adaptar a nuestro medio, en la mejor forma posible, la experiencia del exterior.

Los objetivos del presente estudio son: a) determinar la evolución estacional de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B) en arándano ojo de conejo cultivares Premier y Tifblue; y b) estimar la demanda de los mismos nutrientes por parte del cultivo en la temporada de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el predio de la Sociedad Agrícola, Ganadera y Forestal Santa

Catalina Ltda., ubicado en la comuna de Coihueco, a 15 km al nororiente de la ciudad de Chillán (36°36' Latitud Sur y 72°06' Longitud Oeste), VIII Región, durante la temporada 1995/96. El predio cuenta con 70 ha, de las cuales 9 ha están plantadas con arándano ojo de conejo con un marco de plantación de 3 x 1,5 m (2.222 plantas ha⁻¹). Para el estudio se consideraron plantas de seis años (plantadas en septiembre de 1990). El suelo corresponde a la serie Arrayán, fase delgada (Typic Hapludand). Al respecto, algunas de sus propiedades físicas y químicas se presentan en el Cuadro 1.

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por tener 1.400 h de frío en el período de marzo a diciembre, una temperatura media anual de 14

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo del huerto al establecimiento del ensayo

Table 1. Chemical and physical characteristics of the orchard soil at beginning of the field test

Característica	Mulch	0-30 cm	30-60 cm
pH	5,41	5,6	5,90
Mat. Orgánica (%)	30,38	15,63	11,21
N-NO ₃ (mg kg ⁻¹)	79,00	14,80	8,80
P (mg kg ⁻¹)	27,30	9,40	7,40
Fe (mg kg ⁻¹)	161,00	106,00	110,00
Mn (mg kg ⁻¹)	52,00	6,00	3,40
Zn (mg kg ⁻¹)	5,60	1,00	0,80
Cu (mg kg ⁻¹)	12,60	3,30	5,90
K (Cmol kg ⁻¹)	1,30	0,56	0,61
Ca (Cmol kg ⁻¹)	8,12	6,30	7,54
Mg (Cmol kg ⁻¹)	2,74	0,71	1,26
Na (Cmol kg ⁻¹)	0,44	0,38	0,36
Arena*	-	24,30	17,80
Limo*	-	42,60	47,70
Arcilla*	-	33,10	34,50
Da (g cc ⁻¹) (a)	-	1,07	0,98
1/3 Atm	93,2	63,60	70,90
15 Atm	65,7	28,10	48,90

*% Sistema USDA.

(a) = Densidad aparente.

°C y un período libre de heladas que va de noviembre a marzo; una precipitación media anual de 1.025 mm, la evaporación de bandeja es de 1.330 mm anuales y la estación seca es de 4 meses, de diciembre a marzo (Novoa *et al.*, 1989).

Durante la temporada en que se realizó el estudio no se efectuó poda; el método de riego correspondió a goteo. En cuanto a la fertilización se aplicó nitrógeno a la forma de urea en forma sólida en una dosis de 27 g N por planta. Además, se aplicó por fertirrigación 100 kg N ha⁻¹ a la forma de urea.

En la investigación se evaluaron dos cultivares, Premier y Tifblue, usando un diseño experimental completamente aleatorio, con 4 repeticiones por variedad y 10 plantas uniformes y aparentemente sanas por repetición.

Para determinar la evolución de los nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B) se tomaron muestras de tejido a partir del 29 de septiembre de 1995 hasta el 4 de abril de 1996, a intervalos de 20 días, contabilizando un total de 10 muestreos en la temporada. Los valores del análisis con respecto a la fecha de muestreo, se ajustaron a ecuaciones de regresión del tipo polinomial y exponencial, considerando cada elemento en forma individual.

Las hojas para análisis químico fueron obtenidas al azar, seleccionando las hojas en las ramillas frutales, 4 hojas por planta de cada uno de los puntos cardinales, seleccionando las hojas recientemente desarrolladas entre el 4° a 6° nudo desde el ápice de la ramilla. Las muestras se sometieron a secado a 65 °C hasta peso constante, luego fueron molidas y analizadas para su contenido de N total, usando el método de semimicro-Kjeldahl y nesslerización directa (Longeri *et al.*, 1979). El resto de los elementos, a excepción del boro, se solubilizaron en una mezcla de ácido nítrico y perclórico. El Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica; el K por fotometría de llama; el P por colorimetría. Para el boro se usó una mine-

ralización vía seca y se determinó en forma colorimétrica, utilizando el método con Azometina H. Todos los análisis foliares fueron realizados en el Laboratorio de Servicio del Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

En lo que respecta a la determinación de la demanda anual, medida por la absorción de nutrientes en la temporada, se evaluó la materia seca acumulada y la respectiva concentración nutricional de los distintos tejidos componentes de la planta (frutos, hojas senescentes, incremento anual en brotes). Para ello, a principio de la temporada (agosto 1995) se determinó el número de brotes de 3 plantas por repetición, y se tomaron muestras de ellos para determinar materia seca y contenido de nutrientes. Posteriormente, a fines de marzo de 1996, se evaluó la biomasa final por planta utilizando el mismo procedimiento anterior, es decir, se contabilizó el número de brotes por planta, se tomaron muestras de brotes y de hojas para determinar materia seca y contenido de nutrientes. La extracción de nutrientes por parte del fruto se determinó mediante el rendimiento en términos de materia seca y su análisis químico para conocer el contenido nutricional. La demanda de nutrientes por parte del crecimiento de raíces anuales no fue considerada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución estacional de nutrientes

La evolución estacional de nutrientes en arándano para los cultivares Premier y Tifblue se presentan en las ecuaciones del Cuadro 2 y en las Figuras 1, 2, 3 y 4. Los datos de contenido de nutrientes de ambos cultivares fueron sometidos a una prueba de t, mediante la cual se pudo comprobar que la evolución estacional de todos los nutrientes estudiados no difirió ($P \leq 0,05$) entre ambos cultivares.

En el caso de los macronutrientes N, P y K se observó una clara tendencia a disminuir a medida que avanza la estación de crecimiento, estabili-

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación (R^2) para las concentraciones de los nutrientes analizados en arándano ojo de conejo

Table 2. Regression equations and correlation coefficients (R^2) for the analyzed nutrient concentrations in the rabbiteye blueberry

Cultivar		R^2
Premier		
N	$Y = 0,0001X^2 - 0,0333X + 3,5592$	0,98*
P	$Y = 14,306X^{-1,0571}$	0,90*
K	$Y = 0,00006X^2 - 0,0168X + 1,5746$	0,64*
Ca	$Y = 5 * 10e(-9)X^4 - 3 * 10(-6)X^3 + 0,0005X^2 - 0,0297X + 0,9293$	0,85*
Mg	$Y = 0,0568X^{0,1744}$	0,45*
Fe	$Y = 0,0002X^3 - 0,0766X^2 + 9,7344X - 194,67$	0,32 ¹
Mn	$Y = 0,0031X^2 - 0,9685X + 87,523$	0,77*
Zn	$Y = 0,0012X^2 - 0,3859X + 36,506$	0,59*
Cu	$Y = 8 * 10e(-5)X^2 - 0,054X + 11,824$	0,55*
B	$Y = 0,001X^2 - 0,177X + 23,73$	0,90*
Tifblue		
N	$Y = 0,0001X^2 - 0,0377X + 4,1452$	0,92*
P	$Y = 14,385X^{-1,0745}$	0,88*
K	$Y = 3 * 10e(-5)X^2 - 0,0093X + 1,0769$	0,77*
Ca	$Y = 2 * 10e(-7)X^3 - 0,0001X^2 + 0,0137X - 0,2453$	0,76*
Mg	$Y = 8 * 10e(-8)X^3 - 3 * 10e(-5)X^2 + 0,0032X + 0,0564$	0,25 ²
Fe	$Y = 0,0001X^3 - 0,0615X^2 + 7,9949X + 147,71$	0,34 ¹
Mn	$Y = 0,0017X^2 - 0,5489X + 62,676$	0,90*
Zn	$Y = 0,0015X^2 - 0,4803X + 42,987$	0,79*
Cu	$Y = 5 * 10e(-5)X^2 - 0,0433X + 10,193$	0,76*
B	$Y = 2,1969X^{0,4347}$	0,71*

*Significativo $P \leq 0,05$.

¹Significativo $P \leq 0,10$.

²No significativo.

X: Días post botón rosado (25/08/1995).

zándose durante el período de cosecha. El comportamiento de estos elementos fue similar al obtenido por Doughty *et al.* (1981) trabajando con arándano alto y similar a otras especies cauducas (Vidal *et al.*, 1984).

Cabe señalar que la época de muestreo recomendada para arándano es durante el período de cosecha (Pritts y Handley, 1989), cuando los elementos presentan una menor variación. Este período corresponde principalmente a los meses de enero y febrero en la zona de estudio.

El aumento de N, P y K ocurrido durante la post-cosecha se puede explicar porque las condiciones climáticas para el desarrollo de la planta, luego de la cosecha, se mantienen benignas para un buen desarrollo y normal actividad de ella y sobre todo debido a que esta especie no elimina totalmente sus hojas a fines de la temporada, manteniéndose activas por un mayor período de tiempo. Esto se contrapone con lo que ocurre en otras especies frutales, como guindo dulce (Vidal *et al.*, 1984), vid (Gil *et al.*, 1973), ciruelo (Leece y Gilmour, 1974), durazno (Leece, 1975), entre

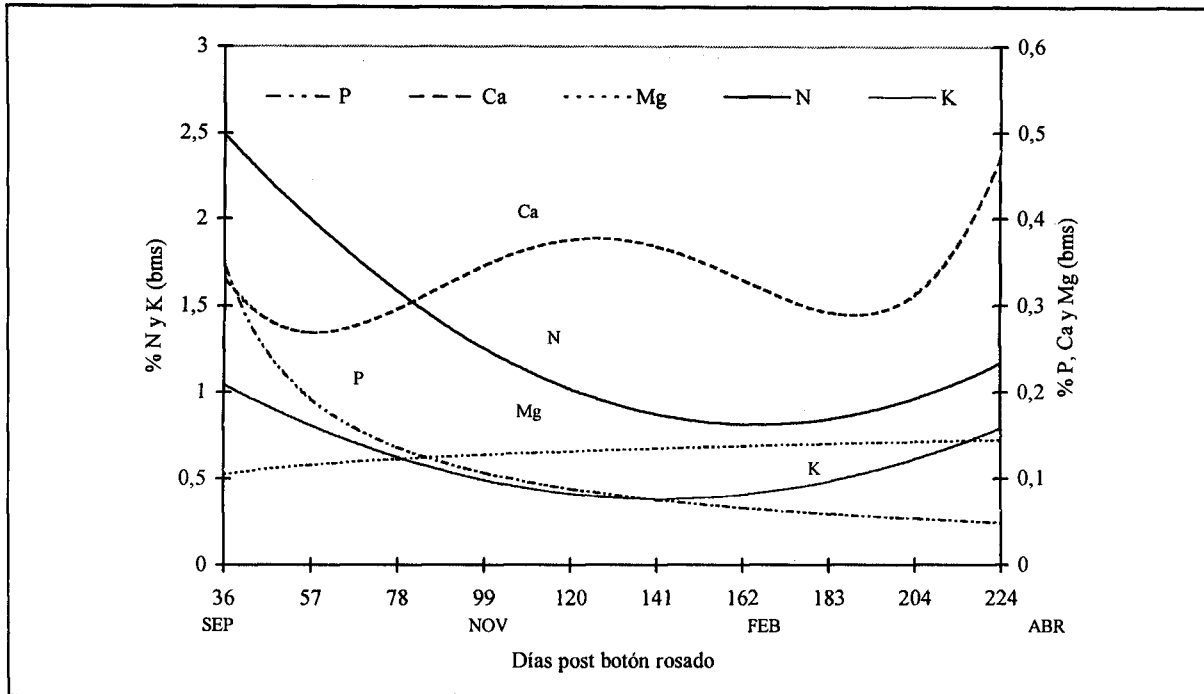


Figura 1. Evolución estacional de macronutrientes en arándano ojo de conejo cv. Premier.
 Figure 1. Seasonal evolution of macronutrients in the rabbiteye blueberry cv. Premier.
 bms: base materia seca.

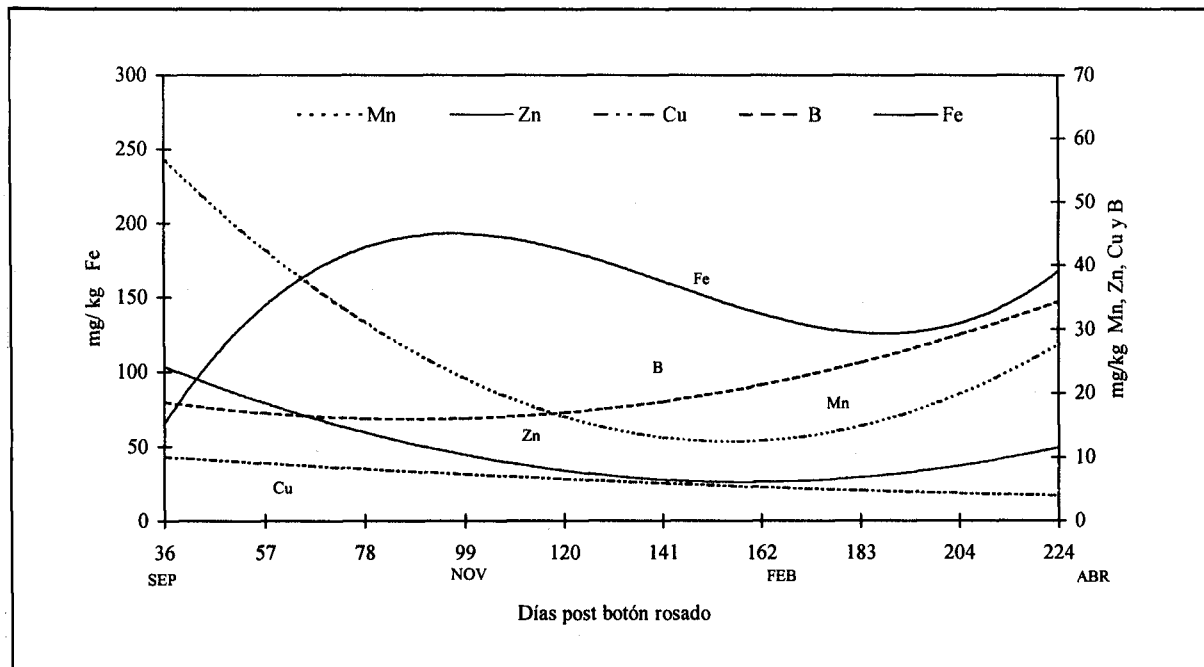


Figura 2. Evolución estacional de micronutrientes en arándano ojo de conejo cv. Premier.
 Figure 2. Seasonal evolution of micronutrients in the rabbiteye blueberry cv. Premier.

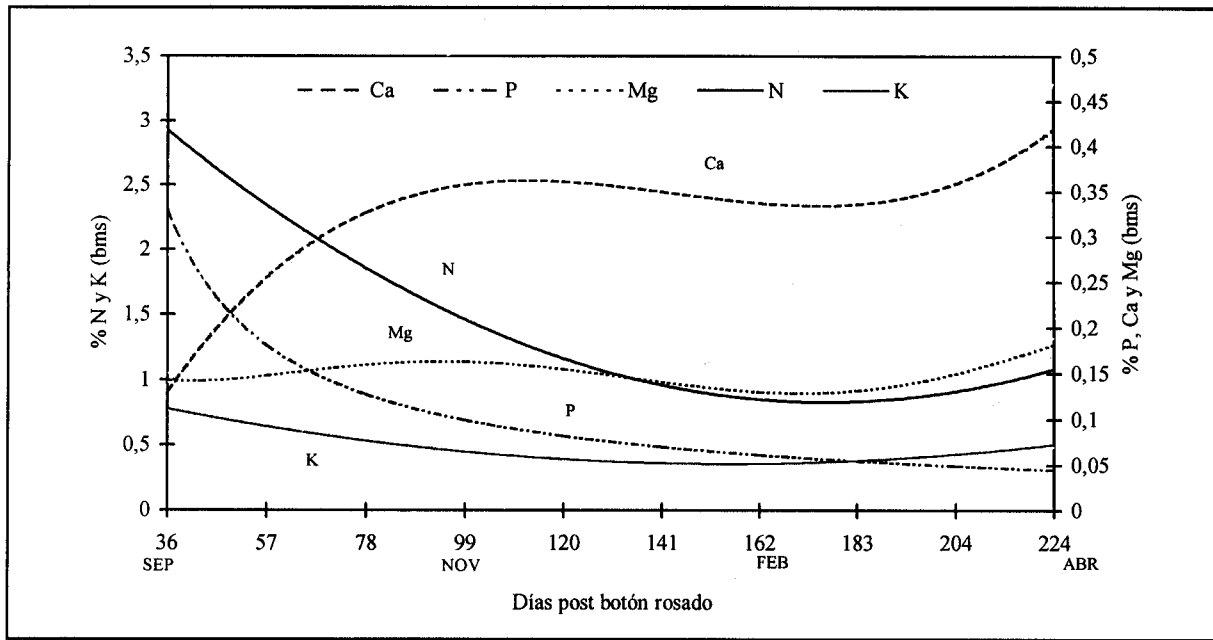


Figura 3. Evolución estacional de macronutrientes en arándano ojo de conejo cv. Tifblue.
 Figure 3. Seasonal evolution of macronutrients in the rabbiteye blueberry cv. Tifblue.
 bms: base materia seca.

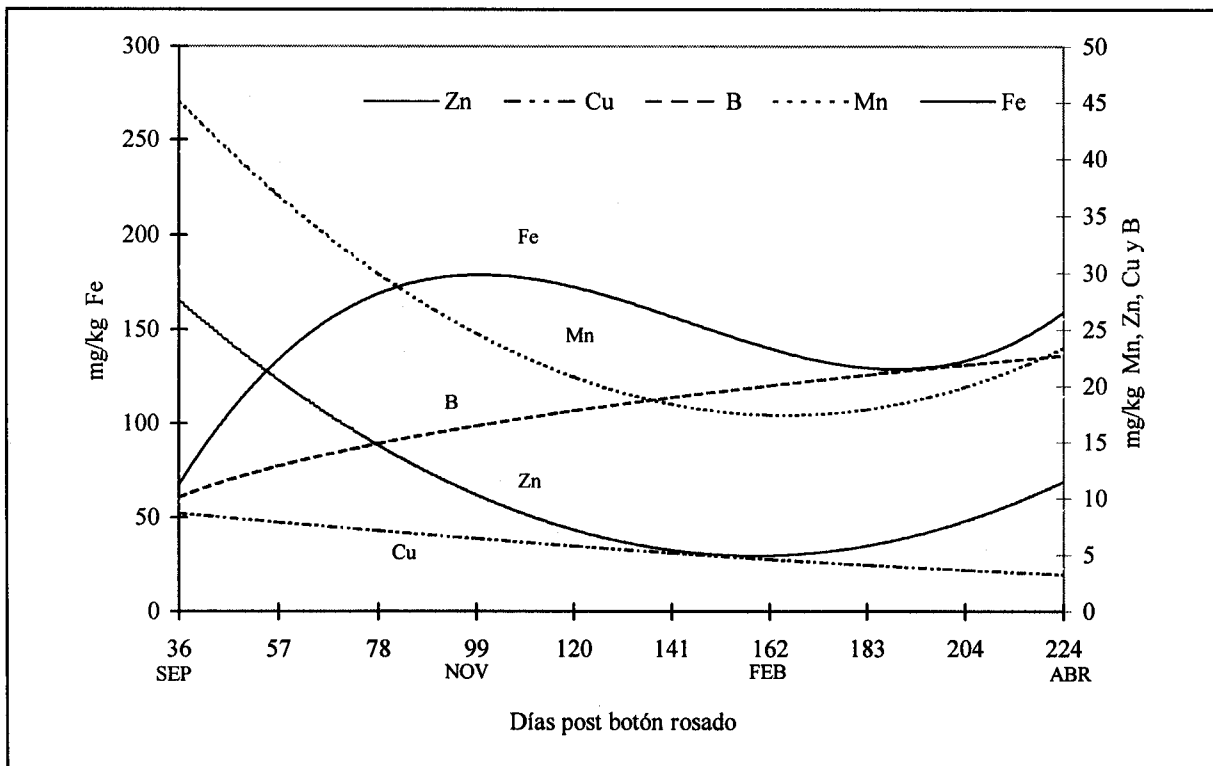


Figura 4. Evolución estacional de micronutrientes en arándano ojo de conejo cv. Tifblue.
 Figure 4. Seasonal evolution of micronutrients in the rabbiteye blueberry cv. Tifblue.

otros, donde se menciona una disminución del contenido de nutrientes hacia el final de la temporada, debido a una removilización y traslocación de los elementos al comenzar la senescencia de las hojas, quedando disponible para la planta en la temporada siguiente (Contreras, 1988).

En lo referente a Mg, éste es uno de los elementos que tiene una mayor estabilidad a medida que avanza la estación de crecimiento.

El Ca tiene una clara tendencia a aumentar su contenido en la hoja hasta la cosecha, durante ella se mantiene prácticamente sin variación, aumentando ligeramente en postcosecha. Este mismo comportamiento está claramente demostrado en otras especies frutales, puesto que el Ca se acumula en los tejidos a medida que envejecen.

En lo que respecta a los micronutrientes Mn y Zn presentaron una conducta similar a la del N, P y K, es decir, disminuyeron hasta la cosecha, cuando tienden a estabilizarse y aumentaron con posterioridad. El Cu y B demostraron un comportamiento opuesto, pues mientras el primero disminuyó, el segundo aumentó gradualmente a medida que avanzaba la estación de crecimiento.

La conducta del Fe fue errática a través de toda la temporada, pero con una propensión a aumentar a medida que avanza la estación, presentando una disminución durante los meses de enero y febrero (cosecha).

De acuerdo a lo analizado precedentemente, se puede inferir que el arándano ojo de conejo manifiesta su máxima estabilidad nutricional en los meses de enero y febrero. Ello es coincidente con la época recomendada por Pritts y Handley (1989) para muestreos foliares con propósito de diagnóstico nutricional.

Demanda de nutrientes

En el Cuadro 3 se presenta el cálculo de la demanda de nutrientes anual por parte de los cultivares estudiados en relación a una tonelada de

fruta fresca. Se puede observar que el cv. Tifblue presenta extracciones ligeramente superiores al cv. Premier, debido posiblemente a que el primero es un cultivar más tardío (Nuñez, 1995), lo que implica un período vegetativo más largo, una mayor producción de biomasa y, en consecuencia, una mayor absorción de nutrientes.

Las extracciones de K, N y Ca resultan las más significativas, presentándose en el rango de 3 a 5,5 kg por tonelada de producción. Ello está dentro del rango de extracción de otras especies frutales (Ruiz, 1986; Ruiz y Massa, 1991; Silva y Rodríguez, 1995). No obstante, al relacionarlo con el rendimiento potencial de la especie, que normalmente no supera 10-12 t ha⁻¹, significa extracciones de nutrientes considerablemente menores.

En relación a P, los niveles de extracción no difieren entre cultivares y la absorción es pequeña si se compara con otros frutales (Ruiz, 1986; Ruiz y Massa, 1991), lo que refleja los bajos requerimientos de esta especie frutal. En el caso de Mg,

Cuadro 3. Extracción anual de nutrientes en arándano ojo de conejo cv. Premier y cv. Tifblue por tonelada de fruta fresca producida

Table 3. Annual extraction of nutrients from the rabbiteye blueberry cv. Premier and cv. Tifblue per ton of fresh fruit produced

Nutriente	cv. Premier	cv. Tifblue
	Kg nutriente t ⁻¹ fruta fresca	
N	4,41	5,03
P	0,34	0,36
K	4,92	5,49
Ca	2,7	2,92
Mg	0,55	0,92
Fe	0,051	0,063
Mn	0,029	0,033
Zn	0,0066	0,0085
Cu	0,002	0,0067
B	0,01	0,011

RESUMEN

En un huerto de arándano ojo de conejo (*Vaccinium ashei* R.) cultivares Premier y Tifblue de 6 años de edad, se midió la demanda de nutrientes en la temporada 1995/96, y la variabilidad, del contenido foliar de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, en función del tiempo. Se tomaron muestras cada 20 días. Los nutrientes presentaron la misma tendencia a través de la temporada en ambos cultivares. En general, la tendencia estacional del N, P, K, Zn y Mn es a disminuir hasta la cosecha, tienden a estabilizarse durante ella y aumentan levemente en postcosecha. El Mg, Ca y B aumentan a medida que avanza la estación de crecimiento, en tanto el Cu presenta una situación inversa. El Fe presentó una alta variabilidad y sin una tendencia clara en la temporada. El período de mayor estabilización de los macro

y micro nutrientes correspondió al período de cosecha (enero-febrero). La demanda total de macronutrientes promedio de ambos cultivares por tonelada de producción de fruta fue de 4,7; 0,35; 5,2; 2,8 y 0,74 kg para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente. La demanda de microelementos fluctuó entre 6 a 60 g t⁻¹ de producción.

Palabras claves: nutrición mineral, análisis foliar, arándano.

Agradecimientos: Se agradece al Ing. Agrónomo Pedro Carrasco P. por poner a disposición de los autores de este trabajo el huerto de la Soc. Agrícola Sta. Catalina, y por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio.

LITERATURA CITADA

- BUZETA, A. 1994. Arándano: Situación actual y perspectivas. *In*: Seminario Internacional Producción de Frambuesa y Arándano en Chile. Chillán, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. p. 96-105.
- CONTRERAS, P. 1988. Evolución estacional de nutrientes en espárrago (*Asparagus officinalis*). Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. 30 p.
- DOUGHY, C.; ADAMS, E. B. AND MARTIN, L. 1981. Highbush Blueberry Production. PNW 215. Washington, Oregon, Idaho. Washington State University. 25 p.
- ETCHEVERS, J.; MERINO, R.; VIDAL, I.; RIQUELME, E. Y LLANOS, F. 1983. Prospección nutricional en viñedos de la zona de la costa de la VIII Región. *Agricultura Técnica (Chile)* 43(2): 13-20.
- GIL, G.; RODRÍGUEZ, J.; GONZÁLEZ, S.; SUÁREZ, D. Y URZÚA, H. 1973. Evolución estacional de nutrientes minerales en hojas de vid (*Vitis vinifera* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 33(2): 45-52.
- HANCOCK, J.F. AND DRAPER, A.D. 1989. Blueberry culture in North America. *Hortscience* 24(4): 551-556.
- LEECE, D. R. AND GILMOUR, A.R. 1974. Seasonal changes in the leaf composition of peach. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14: 822-827.
- LEECE, D. R. 1975. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. Plum. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15: 112-117.
- LONGERI, L.; ETCHEVERS, J. Y VENEGAS, J. 1979. Metodología de perfusión para estudios de nitrificación en suelos. *Ciencia e Investigación Agrícola* 6(4): 295-299.

- MAINLAND, CH. M. 1994. Manejo del arándano. *In: Seminario Internacional Producción de Frambuesa y Arándano en Chile*. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile. p. 115-127.
- NOVOA, R.; VILLASECA, S.; DEL CANTO, P.; ROUANET, J.L., SIENA, C. Y DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- NÚÑEZ, B. A. 1995. Evaluación del comportamiento de 5 cultivares de arándano ojo de conejo (*Vaccinium ashei* R.) en la provincia de Ñuble, V temporada de crecimiento. Tesis Ingeniero Agrónomo. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. 30 p.
- PRITTS, M. AND HANDLEY, D. 1989. Highbush blueberry production guide. North East Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. Ithaca, New York, USA. p. 35.
- RETAMALES, J. 1991. Arándano: Antecedentes generales. *In: Arándano producción comercial y perspectivas económicas*. Talca, Chile. Universidad de Talca, Escuela de Agronomía. p. 46.
- RUIZ, R. 1986. Fertilización nitrogenada en manzanos. II. Niveles foliares, extracción de nutrientes y eficiencia de uso de nitrógeno. *Agricultura Técnica (Chile)* 46(3): 315-322.
- RUIZ, R. Y MASSA, M. 1991. Respuesta al nitrógeno y extracción de nutrientes en parronales de uva de mesa Sultanina del Valle de Aconcagua. *Agricultura Técnica (Chile)* 51(1): 30-41.
- SILVA, H. Y RODRÍGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. p. 519.
- VALENZUELA, J.; MUÑOZ, C. Y FERREYRA, R. 1994. Arándanos en la zona central. *Investigación y Progreso Agropecuario La Platina* 80: 13-20.
- VELASCO, R. 1992. Cultivo del arándano: análisis económico. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu* 51: 3-8.
- VENEGAS, A.; VIDAL, I. Y MARÍN, M. 1986. Prospección nutricional de guindo dulce: Provincia de Ñuble y Concepción, VIII Región, Chile. *Agro Ciencia* 2(2): 113-121.
- VIDAL, I.; VENEGAS, A. E HIDALGO, C. 1984. Evolución estacional de nutrimentos en guindo dulce. *Turrialba* 34(4): 405-412.