

CAUSAS DE LA NECROSIS DE HOJAS Y MUERTE REGRESIVA DE RAMILLAS EN ARANDANO¹

Causes of necrotic leaves and dieback of shoots in blueberries

Magdalena Cruz A.²

SUMMARY

Necrotic leaves, defoliation and dieback of shoots in blueberry were associated with high levels of urea and ammonium fertilisers, when 2 year old blueberry plants, maintained in pots, were fertilised with 1 to 36 g/plant of N. Foliar manganese concentration showed a positive and significant correlation with the amount of fertiliser applied, increasing to excess levels as the fertiliser rates increased over 4.2 g/plant of N.

Botrytis cinerea and *Pseudomonas syringae*, pathogens commonly associated to the above symptoms, were not isolated from affected plants. Symptoms caused by these pathogens, when plants were artificially inoculated, developed slowly and were different from those caused by high levels of fertiliser.

Key words : Blueberry, *Vaccinium* spp, necrotic leaves, shoots dieback.

INTRODUCCION

En plantas de arándanos (*Vaccinium corymbosum* y *V. ashei*) en huertos de las regiones VII y VIII, se ha observado, con cierta frecuencia, la aparición de manchas necróticas en hojas y ramillas, seguida de una rápida defoliación y muerte regresiva de los brotes afectados.

Aunque los síntomas descritos tienen cierta similitud con los causados por organismos patógenos como *Botrytis cinerea* o *Pseudomonas syringae* (Guerreiro, 1991), éstos no han sido aislados desde las plantas afectadas, y frente al antecedente de muerte de plantas que han recibido dosis excesivas de fertilizantes amoniacales o urea en el riego por goteo, se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar si los síntomas observados tienen su origen en organismos patógenos o se deben a problemas nutricionales.

MATERIALES Y METODOS

Ensayo de laboratorio

Plantas de arándano alto (*V. corymbosum*) cv. Earliblue, de aproximadamente dos años de edad,

fueron infectadas con *Botrytis cinerea* y *Pseudomonas syringae*, mediante heridas en hojas y ramillas, respectivamente. El inóculo del primero se obtuvo aislándolo desde infecciones en frambueso y se aplicó en una concentración de 10^6 conidias/ml; el segundo se obtuvo desde ramillas de cerezo infectado con cáncer bacterial, aplicándose en una concentración de 10^9 unidades formadoras de colonias (u.f.c.)/ml. Las plantas fueron mantenidas a temperatura ambiente, con una máxima que no excedió los 25 °C, durante 4 meses.

Primer ensayo invernadero

En forma paralela a lo anterior, se realizó un ensayo con 7 dosis de nitrógeno a la forma de urea (1,15; 2,3; 4,6; 9,2; 18,4; 27,6 y 36,8 g/planta de N), 5 dosis de N a la forma de sulfato de amonio (1,0; 2,1; 4,2; 6,3 y 8,4 g/planta de N), más un testigo sin nitrógeno. Se trabajó con plantas del cv. Earliblue, de 2 años de edad, puestas en macetas con 4 kg de suelo con un contenido de materia orgánica de 16% y pH 5,07. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones.

Mediante observaciones diarias, durante un mes, se efectuó una evaluación cualitativa del efecto de los tratamientos en relación con la presencia de necrosis en hojas y ramillas.

Cuatro meses después de la aplicación de fertilizante se muestreó, en ramillas frutales, hojas totalmente

¹Recepción de originales: 23 de abril de 1992.

²Estación Experimental Quillamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

expandidas para determinar la concentración foliar de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu y B. Estas concentraciones fueron comparadas con los estándares respectivos, establecidos para arándano por Doughty, Adams y Martin, (1981); se efectuó, además, un análisis de su correlación con las dosis de fertilizante aplicado.

Ensayo de campo

En enero de 1991 se realizó un ensayo en un huerto de arándanos de tres años, establecido en el Campo Experimental Santa Rosa (INIA), ubicado 20 km al noreste de Chillán. El huerto se encuentra en un suelo de textura franca, con un contenido de materia orgánica de 9,5% y pH 5,9, determinados al inicio del ensayo. Se aplicó N a la forma de urea y de sulfato de amonio, en dosis de 2, 5, 9 y 18 g/planta. El fertilizante fue distribuido en torno a la base de la planta, cubriendo un área de 40 cm de diámetro. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluó diariamente la presencia de necrosis en hojas y ramillas, durante los 30 días siguientes a la aplicación del fertilizante.

Segundo ensayo de invernadero

En abril de 1991 se repitió el experimento en invernadero, pero esta vez con 3 tratamientos, correspondientes a 3 dosis de nitrógeno (2,1; 4,2 y 8,4 g/planta), a la forma de sulfato de amonio. Nuevamente se trabajó con plantas del cv. Earliblue, mantenidas en macetas con un sustrato igual al del primer ensayo. Se usó un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La evaluación se efectuó mediante observación de necrosis en hojas y ramillas y determinación de la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, y B en muestras compuestas de hojas con y sin síntomas de necrosis, tomadas al azar. Se efectuó un análisis de varianza de los resultados y se comparó las medias utilizando la Prueba de Duncan.

Tercer ensayo de invernadero

En diciembre de 1991 se efectuó un tercer ensayo en invernadero, empleando el mismo cultivar e iguales dosis de sulfato de amonio que en el ensayo anterior. Las plantas fueron mantenidas en macetas con igual sustrato que en los ensayos previos. Se evaluó la presencia de hojas y ramillas necróticas y se determinó la concentración de N, Mn, Na y Al en hojas con síntomas por separado, a diferencia del ensayo anterior en que se tomó una muestra general de hojas con y sin síntomas. En el muestreo no se consideró la ubicación de las hojas en la ramilla. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones.

Se efectuó análisis de variancia de los resultados, y se comparó las medias utilizando la Prueba de Duncan. Se calculó, además, la correlación entre dosis de fertilizante aplicado y la concentración foliar de nitrógeno, manganeso, sodio y aluminio.

RESULTADOS

Ensayo en laboratorio

Los síntomas en las plantas infectadas con *B. cinerea* y con *P. syringae* fueron diferentes a los observados en las plantas de los ensayos restantes.

La lesión causada por *B. cinerea* avanzó lentamente, sin llegar a producir muerte de ramillas durante los 4 meses en que se mantuvo la observación. La tonalidad de la lesión en las hojas fue café muy claro y diferente de la necrosis en las plantas con toxicidad (Foto 1).

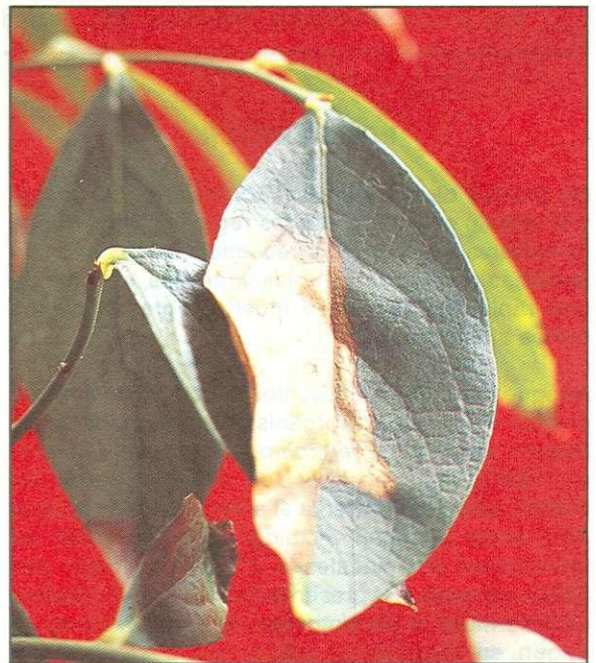


FOTO 1. Síntomas causados por *Botrytis cinerea* en arándano cv. Earliblue.

PLATE 1. Blueberry cv. Earliblue, infected with *Botrytis cinerea*.

Las plantas inoculadas con *P. syringae* presentaron síntomas al cabo de 20 días, desarrollando inicialmente un marchitamiento apical de los brotes, seguido de manchas café negruzcas en las hojas, que fueron en aumento durante los 10 días siguientes (Foto 2). Las plantas finalmente murieron debido al alto nivel de infección obtenido al usar abundante inóculo.



FOTO 2. Síntomas causados por *Pseudomonas syringae* en arándano cv. Earliblue.

PLATE 2. Blueberry cv. Earliblue, infected with *Pseudomonas syringae*.

Primer ensayo de invernadero

Todos los tratamientos con las 4 dosis más altas de urea presentaron síntomas de toxicidad. Las plantas que recibieron 27,6 y 36,8 g/planta de N tuvieron una muerte inmediata; en cambio, en aquellas con 9,2 y 18,4 g/planta de N la aparición de síntomas fue proporcionalmente más lenta, pero después de 7 días el daño estaba también muy avanzado.

Los síntomas de toxicidad en los tratamientos con 9,2 y 18,4 g/planta de N se caracterizaron por una caída muy acentuada de hojas verdes y sanas, en los primeros 2 a 3 días, seguida luego de necrosis intervenal de las hojas que permanecían en la planta. Al cabo de 7 a 8 días se observó la muerte del ápice de los brotes (Foto 3). Por lo general, las hojas necrosadas cayeron fácilmente. En algunas hojas la necrosis comenzó desde los márgenes, apareciendo, además, pequeñas manchas rojizas en la lámina.

Los tratamientos que recibieron 2,3 y 4,6 g/planta de N, a la forma de urea, presentaron síntomas leves después de 12 y 8 días, respectivamente. En las plantas con 1,15 g/planta de N se observó algunas manchas necróticas al cabo de 15 días. Posteriormente, estos tratamientos, con las 3 dosis menores de fertilizante, tuvieron un desarrollo vigoroso.

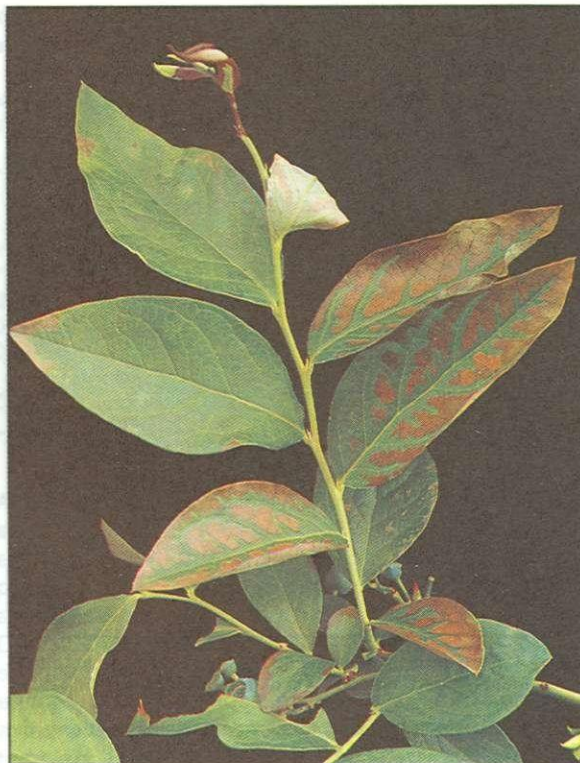


FOTO 3. Necrosis intravenal y muerte de ápice en brote de arándano cv. Earliblue, fertilizado con 9,2 g de N a la forma de urea.

PLATE 3. Interveinal necrosis and dieback shoot of blueberry cv. Earliblue, after applying 9,2 g of N as urea.

Quando se fertilizó con 8,4 g/planta de N, a la forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, aparecieron hojas necrosadas alrededor de 8 días después de la aplicación, en forma similar a las plantas que recibieron 9,2 g/planta de N a la forma de urea. Las ramillas también desarrollaron manchas necróticas de color café oscuro que, al cabo de unos días, se transformó en negro (Foto 4). Los tratamientos con 6,3 g/planta de N presentaron defoliación de ramillas completas, al cabo de 10 a 12 días, mientras las plantas que recibieron 4,2 g de N tuvieron escasos síntomas, y aquellas con las dosis de 1 y 2,1 g/planta de N, tuvieron un desarrollo vigoroso, sin síntomas anormales. Los testigos sin nitrógeno tuvieron un desarrollo notoriamente inferior, pero sin los síntomas descritos.

En el Cuadro 1 se presenta la concentración foliar de elementos medida cuatro meses después de la fertilización. El nitrógeno y manganeso aumentaron con la adición de sulfato de amonio, pudiendo establecerse una correlación positiva entre las dosis de fertilizante aplicado y las concentraciones de



FOTO 4. Defoliación y necrosis de hojas y ramillas en arándano cv. Earliblue, fertilizado con 8,4 g de N a la forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

PLATE 4. Defoliation and foliar necrosis in blueberry cv. Earliblue, after applying 8,4 g of N as $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

ambos elementos, con $r = 0,923$ ($P \leq 0,008$) y $r = 0,973$ ($P \leq 0,001$), respectivamente.

De acuerdo a las concentraciones óptimas, deficitarias y excesivas, establecidas para arándano por Doughty y otros (1981), se determinó que a partir de la dosis de 4,2 g/planta de N, la concentración foliar de manganeso superó el nivel excesivo de 450 mg/kg, y cuando se aplicó 8,4 g/planta de N,

la concentración foliar de nitrógeno sobrepasó el límite de exceso de 2,5%. En cuanto a la concentración de boro, si bien superó el nivel máximo de 70 mg/kg, indicado para el rango óptimo, sólo en un caso sobrepasó levemente el límite excesivo de 200 mg/kg. Por otra parte, el contenido de cobre resultó deficitario en los tratamientos que recibieron N en dosis mayores de 4,2 g/planta. El resto de los nutrientes estuvo muy próximo al rango óptimo.

Ensayo de campo

En este ensayo se apreció síntomas de toxicidad en las plantas fertilizadas con las dosis más altas de sulfato de amonio, correspondientes a 9 y 18 g/planta de N, y sólo en una planta fertilizada con 18 g/planta de N a la forma de urea.

Segundo ensayo de invernadero

Aunque las plantas fertilizadas con 8,4 g/planta de N presentaron claros síntomas de toxicidad, la concentración foliar de elementos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2). Los niveles, de acuerdo a Doughty y otros (1981), estuvieron dentro del rango óptimo, aunque potasio y calcio se elevaron ligeramente sobre el máximo y el contenido de boro se aproximó al límite sobre el cual se le considera en exceso; el cobre estuvo en el límite inferior.

Tercer ensayo de invernadero

Si bien sólo las plantas fertilizadas con 4,2 y 8,4 g/planta de N presentaron necrosis en sus hojas y defoliación, la concentración foliar de los elementos

CUADRO 1. Contenido foliar de nutrientes en arándano cv. Earliblue transcurrido cuatro meses desde la fertilización

TABLE 1. Foliar nutrient levels of blueberries cv. Earliblue, four months after fertiliser application

Dosis N (g/planta) ¹	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	B
	%								
	mg/kg								
0	1,73	0,08	0,90	0,90	0,19	14,0	115	5,0	187
1,12	1,64	0,13	0,63	1,10	0,20	9,0	195	5,0	127
2,1	1,92	0,11	0,77	0,90	0,18	9,0	223	5,0	109
4,2	2,69	0,14	0,77	0,85	0,15	7,5	526	4,0	114
6,3	2,36	0,14	0,60	0,64	0,24	8,7	557	4,3	169
8,4	3,23	0,17	0,62	1,05	0,18	7,0	696	3,0	208

¹ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.
²Urea.

CUADRO 2. Contenido foliar de nutrientes en arándanos cv. Earliblue, fertilizados con distintas dosis de N a la forma de de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Segundo ensayo de invernadero

TABLE 2. Follar nutrient levels of blueberries cv. Earliblue, after applying different N rates as $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Second greenhouse test

Dosis N (g/planta)	N	P	K %	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	B
2,1	1,85	0,36	0,75	0,93	0,19	9,0	285	3,6	164,6
4,2	1,91	0,09	0,90	0,90	0,23	8,6	271	5,3	145,0
8,4	1,86	0,11	1,04	1,00	0,32	10,3	363	4,5	154,0
E.E. ±	0,080	0,004	0,116	0,090	0,016	1,49	128	1,58	25,98

medidos fue estadísticamente similar en los diferentes tratamientos (Cuadro 3). Sin embargo, el manganeso alcanzó niveles excesivos, de acuerdo a Doughty y otros (1981), en los tratamientos mencionados.

Se estableció una significativa correlación positiva entre la dosis de fertilizante aplicado y el contenido de Mn en las hojas, con $r = 0,998$ ($P \leq 0,05$).

CUADRO 3. Contenido foliar de nitrógeno, manganeso, sodio y aluminio en arándanos cv. Earliblue, fertilizados con distintas dosis de N a la forma $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Tercer ensayo de invernadero

TABLE 3. Follar levels of nitrogen, manganese, sodium and aluminum in blueberries cv. Earliblue, after applying different N rates as $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Third greenhouse test

Dosis N (g/planta)	N %	Mn mg/kg	Na mg/kg	Al mg/kg
2,1	2,35	352	103	58
4,2	2,64	450	123	63
8,4	2,20	690	277	82
E.E. ±	0,099	183,4	105,7	11,9

DISCUSION

Los síntomas provocados por infecciones de *B. cinerea* y *P. syringae* en arándano, fueron característicos y diferentes a los presentados en plantas que recibieron altas dosis de sulfato de amonio y urea. En estas últimas se observó una relación directa entre la necrosis foliar, con muerte regresiva de ramillas, y la fertilización aplicada.

Altas dosis de fertilizantes solubles, tales como sulfato de amonio o sulfato de potasio, concentradas en un área pequeña sobre las raíces, pueden provocar daño debido a que el sistema radical del arándano es fino y superficial (Gough, 1980; Doughty y otros 1981; Haynes, 1986). Esto habría sucedido en el caso de la urea en el presente ensayo, donde las dosis más altas produjeron daño a las plantas en dos días. No debe descartarse, también, la posibilidad de toxicidad por amonio, situación que se produce cuando no hay un suministro continuo de esqueletos carbonados a las raíces, que permita una rápida asimilación del amonio en compuestos orgánicos (Barker y Mills, 1980).

Por otra parte síntomas como necrosis parcial o completa de la lámina y caída de hojas maduras, descritos para deficiencias severas de nitrógeno en arándano, con contenidos foliares menores que 1,7% (Langford, Jordan y Smale, 1986), se asemejan a los observados en el presente trabajo. Sin embargo, los niveles de nitrógeno foliar estuvieron muy próximos al rango óptimo de 1,8 a 2,1% de nitrógeno, dado por Doughty y otros (1981).

En relación con otros elementos, síntomas descritos para exceso de manganeso en 'cowpea' (*Vigna unguiculata*), corresponden a manchas café, clorosis y caída de hojas (Korcak 1988a), los que podrían interpretarse también como muy similares a los observados en este trabajo. France y Tay (1986) describieron una sintomatología semejante en lentejas con altas concentraciones de manganeso y hierro en sus hojas.

En los ensayos efectuados, el contenido foliar de manganeso, determinado 15 días y cuatro meses después de aplicar sulfato de amonio, apareció positivamente correlacionado con la cantidad de fertilizante empleado. En el primer experimento hubo

plena concordancia entre los síntomas presentados y la concentración de manganeso, observándose defoliación y manchas necróticas en todas las plantas que superaron la concentración excesiva de 450 mg/kg de Mn, establecida por Doughty y otros (1981). Sin embargo, cuando la determinación se realizó cuatro meses después de aplicado el fertilizante, sólo dos plantas, con 605 y 700 mg/kg de Mn, presentaron manchas necróticas en todas sus hojas; el resto no desarrolló síntomas de toxicidad, teniendo en algunos casos, un contenido de Mn entre 500 y 850 mg/kg. Lavín (1991), trabajando con plantas de arándano ojo de conejo (*V. ashei*) cv. Chaucer, afectadas por los síntomas descritos, determinó una concentración de Mn de 500 y 900 mg/kg, en hojas y ramillas, respectivamente, sin síntomas de toxicidad.

El arándano, y en general la familia de las Ericáceas, a la que pertenece, son consideradas plantas acumuladoras de manganeso (Popp, 1983). Korcak (1988b) después de aplicar una fuente soluble de manganeso, no observó síntomas de toxicidad frente a concentraciones foliares superiores a 1200 mg/kg de Mn en arándano alto cv. Blueray, ni aun con 4000 mg/kg de Mn en arándano bajo (*V. angustifolium*) cv. ME-4161; sin embargo, el arándano ojo de conejo cv. Tifblue, con una concentración foliar de 784 mg/kg de Mn, mostró reducción de crecimiento. A su vez, Spiers (1990) observó que cuando se fertilizó arándanos ojo de conejo con cantidades crecientes de manganeso hubo menor vigor de las plantas, mayor clorosis y reducción de nuevo crecimiento.

Arnold y Thompson (1982) señalaron que en suelos minerales existe un delicado balance nutricional, de manera que a pH bajos (< 5) la toxicidad por manganeso puede manifestarse. Se sabe que la absorción de amonio provoca una acidificación de la rizósfera debido a la liberación de protones, y que el amonio compite directamente con la absorción de otros cationes potencialmente tóxicos, como aluminio y manganeso. Mientras mayor sea la disponibilidad de estos cationes, la que aumenta con la acidez del medio, menos efectiva será la competencia del amonio para evitar su absorción. Por ello, algunos autores sugieren limitar las aplicaciones de nitrógeno en arándano, con el objetivo de evitar que una absorción de amonio acidifique la rizósfera hasta un punto en que la excesiva disponibilidad de manganeso y aluminio produzca efectos tóxicos, enmascarando el beneficio de la absorción de amonio (Korcak, 1988a).

Es necesario conocer mayores antecedentes acerca de los requerimientos y balances nutricionales de las distintas especies de *Vaccinium*; ello está condicionado por una compleja interacción entre propiedades del suelo, características de la planta y de la interfase suelo/raíz (Schmehl, Peech y Bradfield, 1950; Spiers, 1983; Korcak, 1986; Korcak, 1988a).

Se puede concluir que síntomas como necrosis foliar, defoliación y muerte regresiva de ramillas, no se debieron a *B. cinerea* o *P. syringae*, estableciéndose la hipótesis que estos síntomas estarían relacionados con desórdenes nutricionales.

RESUMEN

Plantas de arándano de 2 años, mantenidas en macetas, fueron fertilizadas con N a la forma de urea y de sulfato de amonio, en dosis de 1 a 36 g/planta. Los tratamientos con las dosis más altas presentaron necrosis de hojas, defoliación y muerte regresiva de ramillas. El manganeso fue el único elemento que alcanzó niveles excesivos en las hojas cuando se aplicó 4,2 o más g/planta de N. Se determinó una significativa correlación positiva entre las concentraciones foliares de Mn y las dosis de fertilizante aplicado.

Botrytis cinerea y *Pseudomonas syringae*, comúnmente asociados a los síntomas descritos, no fueron aislados desde las plantas afectadas. Cuando los patógenos mencionados fueron inoculados en plantas sanas, éstas desarrollaron síntomas en forma más lenta y diferente a los causados por altas dosis de fertilizantes.

Palabras claves: arándano, *Vaccinium* spp., necrosis foliar, muerte regresiva de brotes.

LITERATURA CITADA

ARNOLD, J. T. and THOMPSON, L. F. 1982. Chlorosis in blueberries: a soil plant investigation. *Journal of Plant Nutrition* 5: 747-53.

BARKER, A. V. and MILLS, H. A. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. *Horticultural review* 2: 395-423.

- DOUGHTY, C. C., ADAMS, E. B. and MARTIN, L. M. 1981. Highbush blueberry production in Washington and Oregon. Washington State University, USA. 25 p.
- FRANCE I., ANDRES y TAY U., JUAN. 1986. La "roña" o "marea negra" de la lenteja. Investigación y Progreso Agropecuario, Quilamapu 29 p.: 18-21.
- GOUGH, R.H. 1980. Root distribution of "Coville" and "Lateblue" highbush blueberry under sawdust mulch. Journal of the American Society of Horticultural Science 105: 576-578.
- GUERRERO C., JAIME. 1991. Situación fitosanitaria del arándano de arbusto alto. En: J. Retamales, C. Moggia, M. Lolas, H. Román (ed.) Seminario Internacional Arándano Universidad de Talca. p.: 73-79.
- HAYNES, D. 1986. Soil acidity. The key to successful blueberry production. New Zealand & Southern Hemisphere Horticulture, November 30. p.:11.
- KORCAK, R. F. 1986. Adaptability of blueberry species to various soil types: Leaf and soil analysis. Journal of the American Horticultural Science 11(6): 822-828.
- KORCAK, R. F. 1988a. Nutrition of blueberry and other calcifuges. In: J. Janick (ed.). Horticultural Reviews 10: 183-227.
- KORCAK, R. F. 1988b. Response of blueberry species to excessive manganese. Journal of the American Society of Horticultural Science 113(2): 189-193.
- LANGFORD, G. I., JORDAN, D. T. and Smale, P. E. 1986. Blueberries. In: C.J. Clarke, G.S. Smith, M. Prasad and I.S. Comforth (ed.). Fertiliser recommendations for horticultural crops. MAF, Wellington, New Zealand p.: 42-43.
- LAVIN, A. 1991. Experiencias en el cultivo del arándano en el área del secano interior. En: J. Retamales, C. Moggia, M. Lolas, H. Román (ed.). Universidad de Talca. Seminario Internacional Arándano. Talca, 3-4 de octubre. p.: 93-113.
- POPP, M. 1983. Genotypic differences in the mineral metabolism of plants adapted to extreme habits. Plant and Soil 72: 261-273.
- SCHMEHL, W. R., PEECH, M. and BRADFIELD, R. 1950. Cause of poor growth of plants on acid soils and beneficial effects of liming: I. Evaluation of factors responsible for acid-soil injury. Soil Science 70: 393-410.
- SPIERS, J. M. 1983. Influence of N, K and Na concentration on growth and leaf element content of "Tifblue" rabbiteye blueberry. HortScience 18: 223-224.
- SPIERS, J. M. 1990. Influence of aluminum and manganese on rabbiteye blueberries. HortScience 25(5): 515-516.