

## RESUMEN

Se realizaron dos ensayos con el fin de evaluar el efecto de aplicaciones foliares complementarias de potasio (K) y boro (B) sobre el aumento del tamaño y calidad de las bayas en las variedades Thompson Seedless y Flame Seedless. La presente investigación se llevó a cabo en parronales ubicados en el Valle de Copiapó, comuna de Tierra Amarilla, III Región, temporada 2002-2003.

En el Ensayo 1, para ambas variedades, se realizaron 4 tratamientos con diferentes dosis de K (0; 0,2; 0,4 y 0,8 % de  $K_2O$ , usándose como fuente Wuxal top K), aplicados en tres momentos: 2 días antes de la aplicación de  $GA_3$  para elongación; 2 días antes de la primera aplicación de  $GA_3$  para crecimiento de baya; y 2 días antes de la segunda aplicación de  $GA_3$  para crecimiento de baya. Se evaluaron los niveles de K, pH y CE del suelo, concentración de K en raíces e inflorescencia, forma del racimo, homogeneidad de las bayas y sólidos solubles a la cosecha. La aplicación foliar de K, no mostró efecto sobre los parámetros evaluados a nivel de la planta.

En el Ensayo 2 se realizaron 6 tratamientos que consisten en: 0 % (T0); 0,1 % (T1) y 0,2 % (T3) de B, usándose como fuente Wuxal B y 0,055 % (T4) de B como ác. Bórico. Los 4 tratamientos fueron aplicados 6 días antes de plena flor (dapf) para Thompson Seedless y 2 dapf para Flame Seedless. Adicionalmente se consideró para el T1 y T4, dos momentos más de aplicación, 14 y 6 dapf para Thompson Seedless; y 10 y 2 dapf para Flame Seedless, constituyéndose en los tratamientos T2 y T5. Se evaluaron los niveles de B del suelo y su concentración en la inflorescencia, forma del racimo, número de rudimentos seminales, homogeneidad de las bayas y sólidos solubles a la cosecha. La concentración de B en la inflorescencia de la variedad Flame Seedless mostró una diferencia significativa con respecto del testigo en el T5. El resto de los parámetros evaluados no mostraron un efecto a la aplicación foliar de B.

Los tratamientos se realizaron bajo condiciones óptimas respecto de la dotación de K y B, situación que pudo haber influido sobre la falta de respuesta a la aplicación de estos elementos.

**Palabras clave:** Potasio, boro, uva de mesa, fertilización foliar.

## ABSTRACT

Two tests were made to evaluate if the complementary foliar applications of potassium (K) and boron (B) have an effect on size and quality increase of “Thompson Seedless” and “Flame Seedless” grape berries. This research was done at vineyards located in Copiapó valley, at Tierra Amarilla locality, Region III, during the 2002-2003 season.

In Test 1, four treatments with different K doses (0; 0,2; 0,4 y 0,8 % K<sub>2</sub>O per plant) were made, Wuxal top K being used as source, and applied at three times: two days before GA<sub>3</sub> application, for elongation; two days before the GA<sub>3</sub> application, for berry growth; and two days before the second GA<sub>3</sub> application, for berry growth. Levels of K, pH and EC of the soil, K concentration in roots and inflorescence, cluster shape, berry homogeneity, and soluble solids at harvest were evaluated. Foliar K application did not show any effect on the evaluated parameters at the plant level.

In Test 2, six treatments with different B doses were made: 0 (T0); 0,1 (T1) y 0,2 (T3) % of B, as Wuxal B; 0,055% B (T4) as boric acid. The four treatments were applied six days before full bloom (dbfb) for “Thompson Seedless” and 2 dbfb for “Flame Seedless”. In addition, two other application times, 14 and 6 dbfb for “Thompson Seedless” in T1 and T4 and 10 and 2 dbfb for “Flame Seedless” in T2 and T5 were considered. Evaluations included the B levels in the soil, its concentration in the inflorescence, cluster shape, number of seminal rudiments, berry homogeneity and soluble solids at harvest. Boron concentration in the “Flame Seedless” inflorescence presented a significant difference in the treatment of T5, showing a difference with respect to the control. The other evaluated parameters did not show any effect caused by foliar B application.

Treatments were made under optimal conditions with respect to the K and B levels, a situation that could have influenced the back of response to applications of these elements.

**“Key words”:** Potassium, boron, table grape, foliar fertilization.

## INTRODUCCIÓN

El mercado de la uva de mesa se ha vuelto cada vez más exigente en cuanto a la calidad, prefiriendo una fruta de mayor tamaño y homogeneidad en el racimo. Frente a esto se utilizan dos herramientas en el manejo del parronal, que tienen una directa incidencia sobre el desarrollo de las bayas. En primer lugar, el uso de ácido giberélico, principalmente en variedades sin semilla, ya que actúa sobre el crecimiento estimulando la división y elongación celular (Turner, 1972) y en segundo lugar, el incremento del número de semillas a través de aplicaciones de boro (B) en variedades como Red Globe.

Un primer componente de estudio es el potasio (K), esto por la estrecha relación que existe entre el contenido de K en el tejido y su respuesta de crecimiento a las aplicaciones de giberelinas, citokininas y auxinas. Este sinergismo se ha demostrado en plantas de maravilla donde la promoción de la elongación de los tallos por la aplicación de giberelinas fue dependiente del K (Guardia y Benloch, 1980). También se ha visto que al agregar K a cotiledones de melón, previamente tratados con citokininas, se produce un incremento de la elongación en 4 veces (Green y Muir, 1979) y que en coleótilos de avena el efecto inductor de elongación de las auxinas decae rápidamente en ausencia de potasio (Haschke y Lüttge, 1975).

El K a pesar de encontrarse en grandes cantidades en las plantas, no forma parte de compuestos bioquímicos definidos y sus funciones no están del todo establecidas. Mantiene el potencial de solutos en los tejidos conductores y células y al mismo tiempo regula la apertura y cierre de los estomas. Es un elemento activador de sistemas enzimáticos y participa en el transporte de carbohidratos y la síntesis de proteínas (Fregoni, 1999).

En la mayoría de los suelos, el K es un elemento bastante estable ya que no está sujeto a pérdidas por volatilización ni lixiviación, salvo en suelos muy arenosos. Su condición de catión le permite ser retenido por las arcillas del suelo, presentando baja movilidad, especialmente en suelos con contenidos altos de arcillas (Razeto, 1983).

Considerando los antecedentes anteriores y que el inicio del primer “peak” de crecimiento del sistema radical de la vid ocurriría 3 o 4 semanas más tarde que la del brote (Ibacache y Lobato, 1995), podría ser necesario incrementar foliarmente los tenores de K en el tejido de la inflorescencia y frutos recién cuajados, de manera de generar una mejor respuesta a la aplicación de ácido giberélico.

El otro componente de estudio es el B; éste participa en la formación de la pectina de las paredes celulares, en la síntesis de ácidos nucleicos y en el transporte de carbohidratos en el floema. Es requerido en puntos de alta actividad metabólica, como ápices de brotes y de raíces, para los procesos de división y elongación celular (Razeto, 1993).

El B desempeña un papel muy importante en el proceso de formación de la flor y cuajadura de los frutos. La literatura señala que es necesario para la formación de la yema floral (Kamali y Childers, 1970), para la producción de los granos del polen (Argawala *et al.*, 1981) y para el crecimiento del tubo polínico (Dickinson, 1978).

En olivo, se observó un cambio en la concentración de B en hojas jóvenes, donde el nivel mínimo coincidió con la antesis, lo que sugiere que el B fluye, durante este período, fuera de estas hojas en esta especie, hacia la inflorescencia (Delgado *et al.*, 1994). Este cambio en las concentraciones pudo deberse a la aparición de un potente polo de atracción de B durante la antesis y la fase temprana del desarrollo del fruto. De la misma forma Callejas y Kania (2002), observaron que aplicaciones de B, 14 y 7 días antes de plena flor incrementaron los niveles de este elemento en la lámina e inflorescencia lo que se correlacionó notablemente con un incremento en la cuajadura y producción de aceituna.

Los resultados obtenidos por Delgado *et al.* (1994), demuestran que la flor y el fruto movilizan B foliar en sus primeras etapas de desarrollo, y que la planta tendría la capacidad de remobilizar B de las hojas cercanas para resolver esta demanda. Tal como se mencionó, el movimiento estaría dado desde las hojas jóvenes y no de las maduras, debido a la baja movilidad, en general, que caracteriza al B en la planta. Debido a esto se ha señalado que el uso foliar de B, cerca del antesis, podría satisfacer la necesidad de B durante la floración y la cuajadura de frutos.

Las hojas u otros órganos maduros pueden presentar concentraciones suficientes de B pero, sin embargo, ser deficientes en tejidos meristemáticos o tejidos florales de la misma planta (Callan *et al.*, 1978). De acuerdo a Silva y Rodríguez (1995), esta deficiencia en flores y frutos es producto de su condición de menor polo de atracción al flujo de transpiración, en comparación con las hojas.

Los requerimientos de B de los distintos órganos de las plantas se satisfacen por vía xilemática, ya que el B es poco móvil y su transporte en el floema es escaso, por lo tanto su acumulación depende del flujo de transpiración del xilema (Silva y Rodríguez, 1995).

Posteriores estudios realizados por Brown y Hu (1996), indican que el B se moviliza libremente por el floema en especies que producen cantidades significativas del carbohidrato soluble sorbitol, como son los géneros *Pyrus*, *Malus* y *Prunus*.

La sensibilidad de las estructuras reproductivas a la deficiencia de B, sugiere que los requerimientos de este elemento para el desarrollo floral son más altos en comparación con el crecimiento vegetativo (Nyomora *et al.*, 1999).

El B también se considera esencial en la viabilidad del polen y en el crecimiento del tubo polínico (Woodbridge *et al.*, 1971; Miyasaka *et al.*, 1999). Esto se propuso dado los mayores contenidos de B encontrados en los pistilos, considerándose que alguna influencia ejercían en la germinación del grano de polen, incrementando la cuaja de los frutos (Picchioni *et al.*, 1995; Sánchez, 1999). Castillo (1998) observó incrementos en la división

celular y la síntesis de ácidos nucleicos en el fruto en desarrollo, aumentando así su posibilidad de retención en la planta.

En la actualidad se realizan aplicaciones comerciales de B en la variedad semillada Red Globe, buscando mayor tamaño de las bayas y homogeneidad de ellas en el racimo. Lo anterior se debe, a que existe una correlación positiva entre el número de semillas y el tamaño de la baya en la vid (Boselli *et al.*, 1995). Esto es debido a la producción y transporte de hormonas, principalmente auxinas, propiciado por la presencia de semillas, fenómeno que comienza a manifestarse desde la fecundación (Callejas, 1999).

Si bien las bayas de la mayoría de las variedades comerciales de uva de mesa no tienen semillas, éstas requieren de todas formas que ocurra fecundación. Las flores en estas variedades no semilladas, denominadas estenospermocárpicas, tienen apariencia normal, producen polen y en prácticamente todos los sacos embrionarios que han sido fecundados, el endosperma inicia una serie de divisiones, pero el cigoto no se divide y luego de algunas semanas ocurre el aborto (Winkler, 1965).

Basado en la literatura, que menciona que los niveles de K del tejido tienen un efecto directo sobre el accionar de las hormonas (Guardia y Benlloch, 1980; Green y Muir, 1979; Haschke y Lüttge, 1975) y que las variedades apirénicas también están expuestas a una fecundación que aborta posteriormente (Winkler, 1965), se estimó necesario evaluar, para la condición del Valle de Copiapó, III Región, si el K o el B son factores importantes en el incremento del tamaño y calidad de las bayas apirénicas. Este fue el objetivo de la presente investigación.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en parronales de las variedades Thompson Seedless y Flame Seedless, ubicados en el fundo San Antonio de propiedad de la empresa Del Monte, en la comuna de Tierra Amarilla, Copiapó, III Región, Chile. Éste consta de dos ensayos que fueron realizados entre los meses de septiembre y enero de los años 2002 y 2003, respectivamente. Las parras están plantadas a una distancia de 3,5 x 3,5 m y tenían 8 años de edad. Los manejos de poda, control de plagas y enfermedades, fertilización, riego por goteo y otros, correspondieron a los normales de la empresa.

Se realizaron dos ensayos, en los que se utilizaron 16 parras para el ensayo de K y 24 parras en el ensayo de B, de las variedades Thompson Seedless y Flame Seedless.

Las plantas se seleccionaron de acuerdo a la homogeneidad en cantidad de material de poda, diámetro del tronco y número de racimos.

### **Ensayo 1: Efecto de las aplicaciones de K sobre el desarrollo de uvas “Thompson Seedless” y “Flame Seedless”**

El producto aplicado fue Wuxal top Potasio (Aglukon<sup>®</sup>) que contiene un 25% de K<sub>2</sub>O (400 g K · L<sup>-1</sup> de producto comercial).

Se realizaron cuatro tratamientos en cada una de las variedades. En ambos casos el tratamiento 1 corresponde a la dosis comercial. En todos los tratamientos se realizó el mismo calendario de aplicaciones (Cuadro 1).

- La primera aplicación se realizó el 16 de septiembre, 2 días antes de la aplicación de GA<sub>3</sub> para elongación, con un mojamiento equivalente a 816 L por hectárea.
- La segunda aplicación se realizó el 10 de octubre, 2 días antes de la primera aplicación de GA<sub>3</sub> para crecimiento de baya, con un equivalente de 2040 litros de mojamiento por hectárea.
- La tercera aplicación se realizó el 14 de octubre, 2 días antes que la segunda aplicación de GA<sub>3</sub> para crecimiento de baya, con 2040 litros de mojamiento por hectárea.

Para la aplicación se utilizó una bomba de espalda manual marca SOLO de capacidad de 10 L.

Cuadro 1. Tratamientos, concentración de fertilizante foliar y número de aplicaciones.

Tratamiento	Concentración Wuxal top K	N° aplicaciones
T0	0	0
T1	0,2% Wuxal top K	3
T2	0,4% Wuxal top K	3
T3	0,8% Wuxal top K	3

Se midieron las siguientes variables:

- Niveles de K, pH y CE del suelo: se tomó, el 3 de septiembre del 2002, una muestra compuesta del sitio donde se realizarían los ensayos, en los primeros 30 cm de suelo (zona abundante de raíces). Posteriormente fueron llevados al Laboratorio de Análisis de Suelo, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
- Concentración de K en la raíz: se tomó una muestra compuesta para determinar el nivel de K en la raíz, a salidas del invierno (Ruiz, 2000a). Posteriormente, las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Análisis Foliar, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, donde fueron analizadas por el método de espectrofotometría de emisión.
- Concentración de K en la inflorescencia: se tomaron 4 inflorescencias de cada planta 2 días después de la segunda aplicación de la GA<sub>3</sub> de crecimiento de bayas y 2 días después de la tercera aplicación de GA<sub>3</sub> de crecimiento de bayas. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Análisis Foliar, Facultad de Ciencias Agronómica, Universidad de Chile.
- Forma del racimo: a la cosecha todos los racimos fueron caracterizados según su peso, largo y diámetro ecuatorial en la parte superior e inferior. La cosecha se realizó el 25 de noviembre y 2 de diciembre en Flame Seedless y el 21 de diciembre y 2 de enero en Thompson Seedless de la temporada 2002/2003.
- Homogeneidad de las bayas del racimo: a la cosecha se contaron y pesaron todas las bayas de 5 racimos por planta. Además, a 5 bayas por racimo se les midió diámetro y largo para obtener una relación entre peso y tamaño de las bayas.
- Sólidos solubles a la cosecha: utilizando un refractómetro termocompensado se evaluó °Brix en 10 bayas de 5 racimos de cada parra.

### **Ensayo 2: Efecto de aplicaciones de B sobre el desarrollo de uvas “Thompson Seedless” y “Flame Seedless”.**

En este ensayo se utilizaron dos productos: Wuxal boro (Aglukon<sup>®</sup>) que contiene un 7% de B (95 g B · L<sup>-1</sup> producto comercial) y ácido bórico que contiene un 17% de B.

Se realizaron seis tratamientos en cada una de las variedades. Las aplicaciones se llevaron a cabo el 2 y 10 de septiembre en ambas variedades, lo que corresponde a 10 y 2 días antes

de plena flor en Thompson Seedless y 14 y 6 días antes de plena flor en Flame Seedless (cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Tratamientos, concentración de fertilizante foliar, momento de aplicación y simbología, variedad Thompson Seedless.

Tratamiento	Concentración de producto	Momento de aplicación Thompson Seedless		Simbología
		14 dapf <sup>1</sup>	6 dapf	
T0	0	0	0	(0 - 0)
T1	0,1% Wuxal B	0	✓	WB (0-0,1)
T2	0,1% Wuxal B	✓	✓	WB (0,1- 0,1)
T3	0,2% Wuxal B	0	✓	WB (0-0,2)
T4	0,055% ac. bórico	0	✓	AcB (0-0,055)
T5	0,055% ac. bórico	✓	✓	AcB (0,055-0,055)

1/ dapf: días antes de plena flor.

Cuadro 3. Tratamientos, concentración de fertilizante foliar, momento de aplicación y simbología, variedad Flame Seedless.

Tratamiento	Concentración de producto	Momento de aplicación Flame Seedless		Simbología
		10 dapf <sup>1</sup>	2 dapf	
T0	0	0	0	(0 - 0)
T1	0,1% Wuxal B	0	✓	WB (0-0,1)
T2	0,1% Wuxal B	✓	✓	WB (0,1- 0,1)
T3	0,2% Wuxal B	0	✓	WB (0-0,2)
T4	0,055% ac. bórico	0	✓	AcB (0-0,055)
T5	0,055% ac. bórico	✓	✓	AcB (0,055-0,055)

1/ dapf: días antes de plena flor.

El mojamiento fue el equivalente a 1 litro por planta, utilizando una bomba de espalda, igual que en el Ensayo 1. La dosis aplicada en los tratamientos 1 y 4 corresponde a la recomendada comercialmente.

Se midieron las siguientes variables:

- Niveles de B, pH y CE del suelo: de igual forma que en el Ensayo 1.
- Concentración de B en la inflorescencia: se tomaron 4 inflorescencias de cada planta 2 días después de cada una de las aplicaciones. Posteriormente las muestras se llevaron al Laboratorio de Análisis Foliar, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, donde fueron analizadas por el método espectro colorimétrico (Azometina H).
- Número de rudimentos seminales: se tomaron 6 bayas de 5 racimos por parra, se hicieron cortes transversales frescos de las bayas y utilizando una lupa simple se observó el número de rudimentos por baya.
- Forma del racimo: de igual forma que en el Ensayo 1.
- Homogeneidad de las bayas del racimo: de igual forma que en el Ensayo 1.



f) Sólidos solubles a la cosecha: de igual forma que en el Ensayo 1.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

En los dos ensayos por variedad se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 4 repeticiones. La unidad experimental correspondió a una planta.

A los resultados se les realizó Análisis de Varianza al nivel de 5%. En caso de detectarse diferencias estadísticas significativas se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan. En aquellos casos que se consideró que podría existir efecto de una variable sobre otra, se consideró este posible efecto con un análisis de covarianza.

## PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Ensayo 1: Efecto de las aplicaciones de K sobre el desarrollo de uvas “Thompson Seedless” y “Flame Seedless”.

#### Niveles de K, pH y CE del suelo, en los sitios de estudio

En el Cuadro 4 se presentan los resultados del análisis químico de suelo. El nivel de K obtenido en la variedad Flame Seedless y Thompson Seedless (363 ppm y 491 ppm respectivamente), permite señalar que el sitio presentaba alta disponibilidad de K según estándares de suelo (>250 ppm de K disponible). Esto concuerda con la literatura, respecto de los niveles notoriamente más altos de K evaluados en los valles del norte de Chile (Ruiz, 2000b).

Los estándares de suelo en cuanto al pH (7,6), indican que los suelos son débilmente alcalinos (Sadzawka, 1998), pudiéndose afectar la disponibilidad de microelementos como hierro, manganeso, cobre y zinc (Pinilla, 2001).

De acuerdo con la literatura, los niveles de CE son críticos en ambos sectores, ya que se estima que sobre el umbral de  $1,5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  se comienza a afectar el rendimiento de la vid en un 9,6 % por cada unidad de CE que se aumenta (Maas, 1984). Estos valores pueden estar señalando un inadecuado programa de lavado de sales durante el invierno.

Cuadro 4. Niveles de K, pH y CE, en muestras de suelo obtenidas en la zona de abundantes raíces, en dos sectores de estudio.

Variedad	K	pH	CE
	--- ppm ---		--- $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ---
Sector de “Thompson Seedless”	491	7,6	4,42
Sector de “Flame Seedless”	363	7,6	3,19

#### Concentración de K en la raíz, previo al ensayo

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de reservas de K en raíces. Según Ruiz (2000a), este índice es una forma más eficiente para discriminar el estado nutricional del parrón que el realizado en pecíolos, en plena flor. En este caso arrojó 0,83 y 0,95 % en Thompson Seedless y Flame Seedless respectivamente, los cuales son comparativamente altos respecto de los datos obtenidos por Ruiz (2000a) en el valle central, donde parrones de alto vigor y/o productividad alcanzaron valores entre 0,5 y 0,75 % de K en raíces. Estos

antecedentes estarían señalando que los parrones donde se realizaron los ensayos se encontraban con un adecuado nivel nutricional respecto de este elemento.

Cuadro 5. Concentración de K en las raíces evaluadas el 22 de agosto del 2002 (inicio de brotación), % base peso seco.

Variedad	K (%)
Thompson Seedless	0,83
Flame Seedless	0,95

### Concentración de K en la inflorescencia

El resultado obtenido del análisis de contenido K en la inflorescencia en ambas variedades (Cuadro 6) no arroja diferencia estadística entre el testigo y el resto de los tratamientos. Según Ruiz (2000b), la cuaja es el momento en que comienza la acumulación de K dentro de la baya y los más altos requerimientos de K por la fruta se concentran entre cuaja y pinta, por lo tanto, la disminución de la concentración promedio de K, que se aprecia entre el primer y segundo muestreo (Figura 1), se debería a un efecto de dilución por el rápido crecimiento del tejido, proliferación y crecimiento celular (Reynier, 2002), y no a un posible transporte de K fuera de la inflorescencia.

Cuadro 6. Concentración de K en la inflorescencia de cada variedad, en dos fechas de muestreo (% base peso seco).

Tratamiento	% K			
	Thompson Seedless		Flame Seedless	
	1 <sup>er</sup> muestreo*	2 <sup>do</sup> muestreo**	1 <sup>er</sup> muestreo*	2 <sup>do</sup> muestreo**
T0 Testigo	1,66 a <sup>1</sup>	1,43 a	1,72 a	1,52 a
T1 0,2 % Wuxal top K	1,59 a	1,32 a	1,61 a	1,66 a
T2 0,4 % Wuxal top K	1,54 a	1,47 a	1,58 a	1,66 a
T3 0,8 % Wuxal top K	1,83 a	1,47 a	1,68 a	1,60 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

\*1<sup>er</sup> muestreo: dos días después de la segunda aplicación de GA<sub>3</sub> (1° para crecimiento de bayas).

\*\*2<sup>do</sup> muestreo :dos días después de la tercera aplicación de GA<sub>3</sub> (2° para crecimiento de bayas).

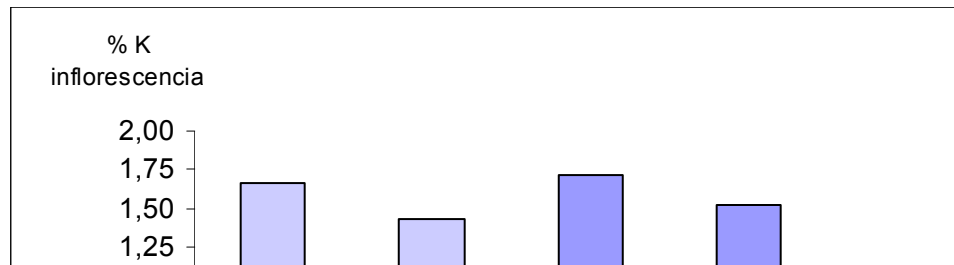


Figura 1. Porcentaje de K en las inflorescencias de las plantas testigo en dos fechas de muestreo para 2 variedades.

### Forma del racimo

Entre los múltiples usos del ácido giberélico en Viticultura se encuentra la elongación del raquis y aumento de tamaño de bayas en los racimos (Valenzuela y Lobato, 2000). Por otra parte el contenido de K en los tejidos tiene un efecto sinérgico sobre el accionar del ácido giberélico (Guardia y Benlloch, 1980). Sin embargo, la adición foliar de K a la inflorescencia no causó un cambio en la forma de los racimos en su largo, diámetro superior e inferior, respecto del testigo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Largo, diámetro superior y diámetro inferior de racimos (cm).

Tratamiento	Thompson Seedless			Flame Seedless		
	Largo	Diámetro Superior	Diámetro inferior	Largo	Diámetro superior	Diámetro inferior
	----- cm -----					
T0 Testigo	20,0 a <sup>1</sup>	13,90 a	10,59 a	17,4 a	12,44 a	11,90 a
T1 0,2 % Wuxal top K	19,4 a	13,80 a	10,77 a	17,2 a	12,74 a	12,58 a
T2 0,4 % Wuxal top K	19,4 a	14,15 a	10,46 a	17,3 a	12,60 a	12,20 a
T3 0,8 % Wuxal top K	20,0 a	14,62 a	11,59 a	17,2 a	12,42 a	12,08 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

### Homogeneidad de las bayas del racimo

En los cuadros 8 y 9 se presenta la información sobre el promedio de bayas por racimo de cada rango de peso. En ninguna de las variedades se ven diferencias estadísticas entre tratamientos. Se ha demostrado que el nivel de K en los tejidos tiene influencia directa en el accionar de las hormonas (Guardia y Benlloch, 1980; Green y Muir, 1979; Haschke y Lüttge, 1975). Por lo tanto, las aplicaciones foliares complementarias de K a la inflorescencia, realizadas dos días antes de la aplicaciones de GA<sub>3</sub>, podrían haber aumentado los tenores del elemento en este tejido, y con esto, obtener un mayor tamaño de las bayas por la acción de GA<sub>3</sub>. Sin embargo, esta situación no fue observada. Probablemente la causa sería el adecuado estado nutricional natural que presentaban las parras influyendo en la falta de respuesta a estas aplicaciones (cuadros 4 y 5).

Cuadro 8. Número de bayas por racimo correspondientes a cada rango de peso (g) de la variedad Thompson Seedless

Tratamiento	Nº promedio de bayas	Porcentaje de bayas según rango de peso (g)					
		D.E.	Menor a 3	Entre 3 y 4	entre 4 y 5	entre 5 y 6	mayor a 6
T0 Testigo	118 a (8,3)		5,22 a <sup>1</sup>	22,32 a	44,08 a	24,29 a	4,08 a
T1 0,2 % Wuxal top K	137 a (12,9)		6,67 a	23,76 a	45,90 a	20,86 a	2,81 a
T2 0,4 % Wuxal top K	135 a (14,2)		9,29 a	35,07 a	37,56 a	13,70 a	4,37 a
T3 0,8 % Wuxal top K	116 a (4,7)		8,98 a	25,10 a	38,68 a	22,32 a	4,92 a

<sup>1/</sup> Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

D.E.: Desviación Estandar

Cuadro 9. Número de bayas correspondientes a cada rango de peso de la variedad Flame Seedless

Tratamiento	Nº promedio de bayas	Porcentaje de bayas de cada rango de peso (g)					
		D.E.	Menor a 2	entre 2 y 3	entre 3 y 4	entre 4 y 5	mayor a 5
T0 Testigo	122 a (11,5)		0,83 a	7,31 a	39,22 a	40,64 a	11,98 a
T1 0,2 % Wuxal top K	140 a (16,9)		1,78 a	12,58 a	33,07 a	39,26 a	13,28 a
T2 0,4 % Wuxal top K	145 a (16,6)		2,69 a	12,23 a	36,15 a	37,65 a	11,26 a
T3 0,8 % Wuxal top K	131 a (14,5)		2,58 a	13,33 a	32,30 a	35,90 a	15,86 a

<sup>1/</sup> Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

D.E.: Desviación Estandar

### Sólidos solubles a la cosecha

El momento de cosecha fue determinado según el óptimo comercial y se realizó en la misma fecha en todos los tratamientos.

El K juega un rol relevante en la movilización de azúcares, ya que son transportados simultáneamente a los distintos sitios de utilización, siendo los frutos uno de los principales (Ruiz y Sadzawka, 2005). Sin embargo, la aplicación foliar realizada en este ensayo no provocó un aumento en los niveles de azúcares (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Concentración de los sólidos solubles a la cosecha, para cada variedad.**

Tratamiento	°Brix a la cosecha	
	Thompson Seedless	Flame Seedless
T0 Testigo	18,17 a <sup>1</sup>	17,74 a
T1 0,2 % Wuxal top K	18,86 a	17,13 a
T2 0,4 % Wuxal top K	18,08 a	17,49 a
T3 0,8 % Wuxal top K	18,65 a	17,31 a

<sup>1/</sup> Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

### **Producción por planta y peso promedio de los racimos**

En el Cuadro 11 se exponen los parámetros de rendimiento por parra y peso promedio de los racimos, no encontrándose diferencia estadística entre tratamientos para ninguna de las variedades.

**Cuadro 11. Rendimiento y peso de racimo para cada variedad.**

Tratamiento	Producción		Peso promedio de racimo	
	Thompson Seedless	Flame Seedless	Thompson Seedless	Flame Seedless
	----- kg/planta -----		----- gramos -----	
T0 Testigo	42,0 a <sup>1</sup>	19,9 a	613,9 a	435,2 a
T1 0,2 % Wuxal top K	40,7 a	21,9 a	602,8 a	483,2 a
T2 0,4 % Wuxal top K	44,0 a	22,4 a	635,1 a	485,9 a
T3 0,8 % Wuxal top K	48,2 a	21,0 a	695,9 a	478,5 a

<sup>1/</sup> Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Al considerar los buenos niveles de reserva de K en raíces (Ruiz, 2000a), se puede estimar que las plantas estaban bien dotadas de este elemento, y por lo tanto, la aplicación adicional de K no provocó un aumento claro en la concentración del elemento en la inflorescencia, ni efectos sobre los parámetros evaluados.

### **Ensayo 2: Efecto de aplicaciones de B sobre el desarrollo de uvas “Thompson Seedless” y “Flame Seedless”.**

## Niveles de B del suelo

Con respecto al B en el suelo (Cuadro 12) y de acuerdo a Sadzawka (1999), los niveles de disponibilidad obtenidos en Flame Seedless son bajos con 0,32 ppm y en Thompson Seedless son altos con 0,96 ppm de B.

Los suelos del valle de Copiapó se caracterizan por su heterogeneidad en cuanto a textura, profundidad, estratificación y en sus propiedades fisico-químicas y biológicas (Sierra, 2000), situación que podría estar explicando la diferencia en los niveles de B entre los sitios del estudio.

Por otro lado, en zonas áridas con contenidos de B sobre lo comúnmente aceptado como normal, las plantas no presentan síntomas de toxicidad, probablemente, debido a la alta eficiencia del riego por goteo en esas condiciones (Valenzuela, 1989), o por la interacción con arcillas, carbonatos, etc., dejándolo no disponible para la planta (Rojas, 2004). Asimismo, existe la posibilidad de una interacción producida entre este elemento y el calcio, puesto que la concentración foliar de B disminuye al aumentar el nivel de calcio en el medio nutritivo, lo cual tiene una relación directa con la deficiencia o toxicidad de B en la planta (Hernández-Medina y Lugo-Lopez, 1958).

Además, los suelos donde se realizó el ensayo son débilmente alcalinos, y en estas condiciones, la actividad del B es menor, ya que es retenido por el suelo (Silva y Rodríguez, 1995).

Cuadro 12. Niveles de B en el suelo (ppm), en los sitios del estudio.

Variedad	B (ppm)
Sector de "Thompson Seedless"	0,96
Sector de "Flame Seedless"	0,32

## Concentración de B en la inflorescencia

Para la variedad Thompson Seedless (Cuadro 13) el contenido promedio de B en la inflorescencia evaluado 14 días antes de plena flor (dapf), fue de 73 ppm de B en el T2, equivalente a un 10% mayor y significativo respecto del testigo. Luego en la segunda evaluación (6 dapf) las concentraciones del elemento se mantuvieron estadísticamente iguales para todos los tratamientos.

En la variedad Flame Seedless el T5 obtuvo un contenido de B de 77 ppm en la primera fecha de muestreo, siendo significativamente diferente al testigo, lo que perduró en la segunda muestra con 79,3 ppm, que equivale a un 19,2% más que el testigo.

La literatura señala, en otras especies, que las aplicaciones realizadas en pre-floración o directamente a las flores incrementaron el contenido de B en éstas (Callan *et al.*, 1978; Hanson *et al.*, 1985; Callejas y Kania, 2002), y que al parecer serían las únicas aplicaciones efectivas para suplir los requerimientos específicos y localizados de B en especies donde la movilidad de B es muy baja (Brown y Hu, 1996). No obstante, los resultados obtenidos en este ensayo no concuerdan con lo esperado, y podrían estar dados por los niveles naturales de B en la inflorescencia, que ya son mayores a los comúnmente observados en uva de mesa en otras zonas del país (alrededor de 28 ppm de B en inflorescencia; Callejas, 2004<sup>1</sup>).

Cuadro 13. Contenido de boro de la inflorescencia en dos variedades de vid con distintos aportes de B (ppm base peso seco).

Tratamiento	B			
	Thompson Seedless		Flame Seedless	
	1 <sup>er</sup> muestreo 14 dapf <sup>1</sup>	2 <sup>do</sup> muestreo 6 dapf	1 <sup>er</sup> muestreo 10 dapf	2 <sup>do</sup> muestreo 2 dapf
	----- ppm -----			
T0 (0 - 0)	66,0 a <sup>2</sup>	66,0 a	64,0 a	66,5 a
T1 WB (0 -0,1)	---	64,5 a	---	63,0 a
T2 WB (0,1-0,1)	73,0 b	71,0 a	66,0 a	71,5 ab
T3 WB (0 -0,2)	---	74,5 a	---	70,5 ab
T4 AcB (0 -0,055)	---	58,6 a	---	68,5 a
T5 AcB (0,055-0,055)	62,0 a	68,5 a	77,0 b	79,3 b

<sup>1</sup>/ dapf: días antes de plena flor

<sup>2</sup>/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

### Número de rudimentos seminales

Considerando que el B es un elemento esencial para el proceso de cuajadura de los frutales y para las divisiones mitóticas necesarias para producir la semilla (Razeto, 1993) y que su movilidad es baja en la planta (Marschner, 1986). Se puede plantear que aplicaciones directas a la inflorescencia en un periodo donde la demanda de este micronutriente por las estructuras reproductivas es más alta, podrían aumentar los niveles de B y con esto la posibilidad de crecimiento del embrión, lo que favorecería la presencia de rudimentos seminales por baya, situación que no se verifica en este ensayo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Número de rudimentos seminales por baya para cada variedad.

Tratamiento	Número de rudimentos seminales	
	Thompson Seedless	Flame Seedless
T0 (0 - 0)	1,26 a <sup>1</sup>	0,81 a

<sup>1</sup> Callejas R. Ingeniero Agrónomo Dr. sc. agr. Universidad de Chile. 2004 (Comunicación personal).



T1	WB (0 -0,1)	1,44 a	0,83 a
T2	WB (0,1-0,1)	1,09 a	1,21 a
T3	WB (0 -0,2)	1,38 a	1,01 a
T4	AcB (0 -0,055)	1,28 a	0,79 a
T5	AcB (0,055-0,055)	1,53 a	1,04 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

### Sólidos solubles a la cosecha

La cosecha de los distintos tratamientos fue realizada en la misma fecha del Ensayo 1 (Cuadro 15). No se determinaron diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 15. Concentración de sólidos solubles a la cosecha, para cada variedad.

Tratamiento	°Brix a la cosecha	
	Thompson Seedless	Flame Seedless
T0 (0 - 0)	18,68 a <sup>1</sup>	19,18 a
T1 WB (0 -0,1)	18,47 a	18,38 a
T2 WB (0,1-0,1)	18,64 a	19,08 a
T3 WB (0 -0,2)	18,36 a	18,20 a
T4 AcB (0 -0,055)	18,91 a	18,32 a
T5 AcB (0,055-0,055)	17,96 a	18,87 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

### Forma del racimo

En la evaluación realizada a los racimos en su largo, y su diámetro superior e inferior (Cuadro 16), se infiere que la aplicación de B no provocó un aumento en estos parámetros ya que no se aprecian diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos.

Cuadro 16. Largo, diámetro superior e inferior del racimo de dos variedades (cm).

Tratamiento	Thompson Seedless			Flame Seedless		
	Largo	Diámetro superior	Diámetro inferior	Largo	Diámetro superior	Diámetro inferior
T0 (0 - 0)	18,4 a <sup>1</sup>	13,24 a	11,10 a	16,8 a	11,83 a	11,46 a
T1 WB (0 -0,1)	18,7 a	13,29 a	11,14 a	17,0 a	11,96 a	11,80 a
T2 WB (0,1-0,1)	19,8 a	13,51 a	11,04 a	17,3 a	12,57 a	12,05 a
T3 WB (0 -0,2)	19,4 a	13,39 a	10,38 a	16,8 a	12,19 a	11,58 a
T4 AcB (0 -0,055)	19,2 a	13,46 a	10,98 a	16,9 a	11,74 a	11,64 a
T5 AcB (0,055-0,055)	19,0 a	13,62 a	10,47 a	17,0 a	12,14 a	11,48 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

### Homogeneidad de las bayas del racimo

El peso de las bayas en ambas variedades tuvo una relación directa con el tamaño de éstas (diámetro y largo), logrando valores de  $R^2$  en todos los casos superiores a 0,8 lo que se representa en la Figura 2. En ambas variedades la relación fue algo mayor con el diámetro.

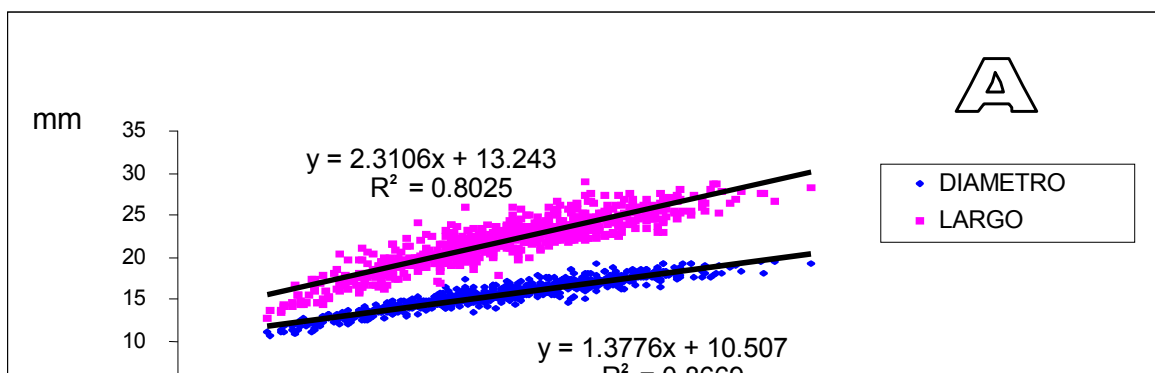


Figura 2. Relación del diámetro y largo de bayas, respecto del peso a la cosecha.  
A) Thompson Seedless. B) Flame Seedless.

En los cuadros 17 y 18 se presentan los porcentajes promedio de cada uno de los rangos de peso de bayas dados, para las variedades Thompson Seedless y Flame Seedless, verificándose que no hubo diferencias entre tratamientos, lo que significaría que estadísticamente los racimos son iguales respecto a la homogeneidad de bayas.

Como existe una estrecha relación entre número de semillas y tamaño del fruto (Boselli *et al.*, 1995), debido a la producción y transporte de hormonas que ocurre desde la fecundación (Callejas, 1999), se esperaba que un incremento en el número de rudimentos seminales produjera aumento en el tamaño de las bayas y por consiguiente una mejor homogeneidad del racimo, sin embargo, no se constata efecto alguno sobre este parámetro.

Cuadro 17. Número de de bayas correspondientes a distintos rangos de peso en la variedad Thompson Seedless

Tratamiento	Nº promedio de bayas	Porcentaje de bayas de cada rango de peso
-------------	----------------------	---

	D.E.	menor a 2    entre 2 y 3    entre 3 y 4    entre 4 y 5    mayor a 5				
		3				
		g				
T0 (0 – 0)	137 a (12,8)	2,84 a <sup>1</sup>	15,73 a	38,23 a	33,14 a	10,06 a
T1 WB (0 -0,1)	136 a (14,9)	1,31 a	10,83 a	42,23 a	36,99 a	8,63 a
T2 WB (0,1-0,1)	128 a (6,7)	3,51 a	18,59 a	38,68 a	28,93 a	10,27 a
T3 WB (0 -0,2)	142 a (15,1)	2,44 a	11,38 a	32,05 a	39,90 a	14,21 a
T4 AcB (0 -0,055)	129 a (11,7)	1,07 a	7,93 a	39,44 a	40,05 a	11,50 a
T5 AcB (0,055-0,055)	141 a (6,8)	2,44 a	13,84 a	44,66 a	32,22 a	6,82 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

D.E: Desviación Estandar

Cuadro 18. Número de bayas correspondientes a distintos rangos de peso de la variedad Flame Seedless

Tratamiento	Nº promedio de bayas	Porcentaje de bayas de cada rango de peso			
		menor a 2	entre 2 y 3	entre 3 y 4	mayor a 4
	D.E.	g			
T0 (0 – 0)	150 a (14,2)	3,45 a <sup>1</sup>	21,48 a	51,70 a	23,39 a
T1 WB (0 -0,1)	170 a (17,4)	4,89 a	28,85 a	48,59 a	17,66 a
T2 WB (0,1-0,1)	164 a (11,5)	3,97 a	21,34 a	48,34a	26,35 a
T3 WB (0 -0,2)	174 a (13,5)	7,33 a	27,84 a	49,55 a	16,30 a
T4 AcB (0 -0,055)	159 a (16,8)	8,32 a	35,38 a	40,25 a	16,10 a
T5 AcB (0,055-0,055)	171 a (18,7)	6,25 a	32,89 a	48,94 a	11,91 a

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

D.E: Desviación Estandar

Como se ha mencionado anteriormente, el B juega un rol fundamental en la formación del polen y en el crecimiento del tubo polínico (Argawala *et al.*, 1981; Dickinson, 1978), afectando así el proceso de cuajadura, por lo tanto, las aplicaciones de B podrían también tener un efecto negativo sobre el buen funcionamiento de los tratamientos de raleo, obteniéndose racimos con un número de bayas mayor al deseado y por consiguiente un menor tamaño de ellas y una compactación de racimos. Sin embargo, esta situación no se verifica en este ensayo, ya que no hubo diferencias estadísticas significativas en el número de bayas ni en la distribución de los tamaños de estas.

### Producción por planta y peso promedio de los racimos

En el Cuadro 19 se expone el rendimiento por parra en kilogramos de fruta y el peso promedio de los racimos para cada variedad, los cuales no muestran diferencias significativas entre tratamientos. Si bien estos resultados no son los previstos en este ensayo, sí concuerdan con el resto de los datos obtenidos y con los niveles foliares en la inflorescencia.

Cuadro 19. Producción y peso de racimos en cada variedad.

Tratamiento	Producción		Peso promedio de racimos(g)	
	Thompson Seedless	Flame Seedless	Thompson Seedless	Flame Seedless
	----- kg/planta -----		----- g -----	
T0 (0 - 0)	35,9 a <sup>1</sup>	18,8 a	607,7 a	476,9 a
T1 <sub>WB</sub> (0 -0,1)	44,6 a	20,7 a	751,7 a	505,9 a
T2 <sub>WB</sub> (0,1-0,1)	38,8 a	20,1 a	654,5 a	513,6 a
T3 <sub>WB</sub> (0 -0,2)	39,5 a	19,3 a	706,5 a	512,4 a
T4 <sub>AcB</sub> (0 -0,055)	37,9 a	18,4 a	657,0 a	475,1 a
T5 <sub>AcB</sub> (0,055-0,055)	39,9 a	18,6 a	686,3 a	498,7 a

<sup>1</sup>/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

## CONCLUSIONES

Según las condiciones en que se desarrolló esta investigación se puede concluir lo siguiente:

La aplicación foliar de K en las variedades Thompson Seedless y Flame Seedless no tiene efecto sobre la forma del racimo, homogeneidad y tamaño de las bayas, sólidos solubles, producción por planta y peso promedio de racimos.

La aplicación foliar de B en las variedades Thompson Seedless y Flame Seedless, aunque incrementa el nivel de B en la inflorescencia, no tuvo efecto sobre los parámetros anteriormente citados.

La buena dotación de K y B que presentaron naturalmente las plantas, pudo haber influido sobre la falta de respuesta a los tratamientos realizados. Se considera interesante, en un nuevo estudio, verificar estos resultados en condiciones deficitarias de estos elementos.

No se observaron efectos colaterales indeseados por la utilización de estos productos en el periodo de floración y cuaja.

## LITERATURA CITADA

- Argawala, S.C., P.N. Sharma, C. Chaterjee and C.P. Sharma. 1981. Development and enzymatic changes during pollen development in boron deficient maize plants. *J. Plant Nutr.* 3:329-336.
- Boselli, M., B. Volpe and C. Di Vaio. 1995. Effect of seed per berry on mineral composition of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berries. *J. Hort. Sci.* 70(3):509-515.
- Brown, PH and H. HU. 1996. Phloem mobility of boron in species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. *Annals of Botany* 77(5):497-505.
- Callan, N.W., M. Thompson, M.H. Chaplin, R.L. Stebbins and Westwood, M.N. 1978. Fruit set of 'italian' prune following fall foliar and spring boron sprays. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(2):253-257.
- Callejas, R. 1999. Untersuchungen zur hormonellen regulation der blüteninduktion bei apfelbäumen. Diss. Universität Hohenheim. 163 s.
- Callejas, R y E. Kania. 2002. Efecto de las aplicaciones foliares de Boro sobre la producción de aceituna de mesa "Sevillana". *Simiente* 72(3-4):112-113.
- Castillo, A.M. 1998. Variación estacional de boro en aguacatero (*Persea americana* Mill.) cv. Colín V-33. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(2):109-111.
- Delgado, A., M. Benlloch and R. Fernández-Escobar. 1994. Mobilization of boron in olives trees during flowering and fruti develoment. *HortScience* 29(6):616-618.
- Dickinson, D.B. 1978. Influence of borate and pentaerythritol concentratrions on germination and tube growth of lilium longiflorum pollen. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(3):413-416.
- Fregoni, M. 1999. *Viticultura di qualita*. Ed. L'Informatore Agrario S.r.l. Italia. 707p.
- Green, I.F. and R.M. Muir. 1979. Analysis of the role of potassium in the growth effects of cytokinin, light and abscisic acid on cotyledon expansion. *Physiol. Plant* 44:19-24.
- Guardia, M.R. De la and M. Benlloch. 1980. Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. *Physiol. Plant* 49:443-448.
- Hanson, E.J., M.H. Chaplin and P.J. Breen. 1985. Movement of foliar applied boron out of leaves and accumulation in flower buds and flower parts of "Italian" prune. *HortScience* 20:747-748.

- Haschke, H.P. and K. Lüttge. 1975. Interactions between IAA, potassium and malate accumulation on growth in Avena coleoptile segments. *Z. Pflanzenphysiol.* 76:450-455.
- Hernandez-Medina, E. and M.A. Lugo-Lopez. 1958. Effects of the calcium boron relationship on growth and production of pineapple plant. *J. Agric. Univ. P. R.* 42:207-223.
- Ibacache, A y A. Lobato. 1995. Periodos de crecimiento de raíces en vid. *Revista Frutícola* 16(1):23-26.
- Kamali, A.R. and N.F. Childers, N.F. 1970. Growth and fruiting of peach in sand culture as affected by boron and a fritted from of trace elements. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 562-656.
- Maas, E. 1984. Crop tolerance. *California Agriculture* 38(10):20-21.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press (London). 657p.
- Miyasaka, S.C., J.B. Million, N.V. Hue and CH.E. McCulloch. 1999. Boron requirement of young "Sharwil" avocado trees. *HortScience* 34(5):886-890.
- Nyomora, A.M.S., P.H. Brown and B. Krueger. 1999. Rate and time of boron application increase almond productivity and tissue boron concentration. *HortScience* 34(2):242-245.
- Picchioni, G.A., S.A. Weinbaum and P.H. Brown. 1995. Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune, and sweet cherry leaves. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120(1):28-35.
- Pinilla, H. 2001. Suelos ácidos. p. 99-116. *In: Agenda del salitre*, Ed. Soquimich, Santiago, Chile.
- Razeto, B. 1983. Fertilización de parronales. *Aconex* 4:11-13.
- Razeto, B. 1993. La nutrición mineral de los frutales: Deficiencias y excesos. Ed. Soquimich. Santiago, Chile. 105 p.
- Reynier, A. 2002. Manual de Viticultura. Ed. Mundi-Prensa (Madrid). 497 p.
- Rojas, C. 2004. Nutrición boratada de los cultivos. *Tierra adentro* N° 56 p. 40-43.
- Ruiz, R. 2000a. Dinámica nutricional en cinco parrones de diferente productividad del valle central regado de Chile. *Agricultura Técnica* 60(4):379-398.
- Ruiz, R. 2000b. Nutrición mineral. p. 113-143. *In: VALENZUELA, J. (Ed.), Uva de mesa en Chile. Colección Libros INIA N°5. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.*



- Ruiz, R Y A. Sadzawka. 2005. Nutrición y Fertilización Potásica en Frutales y Vides. Colección Libros INIA N°14. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 79 p.
- Sadzawka, A. 1998. Qué es el pH del suelo?. Tierra adentro N°23 p. 47-50.
- Sadzawka, A. 1999. Manual de química, diagnóstico y recuperación de suelos afectados por sales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Santiago, 12-15 Enero, p. 303-335
- Sánchez, E. 1999. Nutrición mineral de los frutales de pepita y carozo. INTA. Río Negro, Argentina.
- Sierra, C. 2000. Salinidad de los suelos del norte chico. Tierra Adentro N°32 p 35-38.
- Silva, H Y J. Rodríguez. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. C Bonomelli (Ed.). Colección en Agricultura. Fac. Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 519 p.
- Trocme, S. Y R. Gras. 1979. Suelo y fertilización en fruticultura. Pp. 295-306. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Turner, I. 1972. Practical uses of giberellins in agriculture and horticulture. Outlook on Agriculture 7(1): 14-20.
- Valenzuela, J. 1989. Toxicidad de boro en parronales de Copiapó. Revista Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N°53 p. 27-28.
- Valenzuela, J. Y A. Lobato. 2000. Reguladores de crecimiento: Giberelinas. p. 179-193. *In*: Valenzuela, J. (Ed.), Uva de mesa en Chile. Colección Libros INIA N° 5. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Winkler, A.J. 1965. Viticultura. Ed. Continental, México. 792 p.
- Woodbridge, C.G., A. Venegas and P.C. Crandall. 1971. The boron content of developing pear, apple and cherry flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:613-615.