

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA

# **EFECTO DE ASPERSIONES DE CALCIO Y BORO SOBRE LA CONDICIÓN Y MORFOANATOMÍA DE BAYAS DE VID “SYRAH”**

Memoria para optar al título profesional de: Ingeniero Agrónomo Mención Enología y Vitivinicultura

**MARÍA JOSÉ ISLA TRONCOSO**

**PROFESORES GUÍAS** Sr. Rodrigo Callejas R. Ingeniero Agrónomo Dr. sc. agr.

Sra. Loreto Cánaves S. Ingeniero Agrónomo M.S **PROFESORES**

**CONSEJEROS** Sra. Loreto Prat Del R. Ingeniero Agrónomo Mg. Sc Sr. Bruno  
Razeto M. Ingeniero Agrónomo M.S

**Santiago, Chile. 2006**



..	1
<b>AGRADECIMIENTOS .</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN .</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN .</b>	<b>9</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODO .</b>	<b>13</b>
<b>Lugar de estudio . .</b>	<b>13</b>
<b>Evaluaciones . .</b>	<b>14</b>
<b>Evaluaciones a cosecha .</b>	<b>14</b>
<b>Histología .</b>	<b>15</b>
<b>Análisis estadístico . .</b>	<b>16</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .</b>	<b>17</b>
<b>Evaluaciones a cosecha . .</b>	<b>17</b>
<b>Histología . .</b>	<b>25</b>
<b>CONCLUSIONES . .</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .</b>	<b>33</b>



---

*A mis padres A mis hermanos*



## AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a quienes hicieron posible la realización de esta memoria de título, en especial:

A mis profesores guías Sra. Loreto Cánaves y Sr. Rodrigo Callejas por sus valiosas sugerencias, orientación, disposición, tiempo y comprensión durante el desarrollo de esta investigación.

A mis profesores consejeros Sra. Loreto Prat y Sr. Bruno Razeto por sus aportes e importante colaboración para la finalización de esta memoria.

A mis padres, Carmen y Carlos, por todo el esfuerzo que han realizado durante mi formación profesional. Por su apoyo incondicional, preocupación y motivación para superarme y crecer como persona.

A mis hermanos, María Pía, Rosita, Carlos y Valentina, por todo su cariño, amistad, compañía y apoyo durante todo este tiempo.

A Srta. Catalina Valencia y Srta. Verónica Moreno, por su colaboración en la realización del ensayo en los viñedos de la Viña Concha y Toro.

A mis amigos y compañeros de carrera, en especial a mi pololo Jerson, por todo su cariño, compañía, y confianza que me ha entregado durante el tiempo que hemos estado juntos.

Y, a todos los que de alguna manera contribuyeron en el desarrollo de esta memoria. Muchas Gracias.



---

## RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de las aspersiones de calcio y boro en preflor y postcujaje sobre la firmeza de las bayas en la variedad Syrah, se realizó un estudio en la temporada 2003–2004 en un viñedo ubicado en la localidad de Pencahue, ciudad de Talca, VII Región.

Se seleccionaron 20 plantas al azar, conducidas en espaldera simple, con orientación este-oeste. Se consideró la aplicación foliar de calcio (Wuxal® Aminocal) y boro (Wuxal® Boro) en preflor y postcujaje.

Al momento de cosecha se evaluó la partidura de bayas, producción por planta, sólidos solubles, firmeza de las bayas y su contenido de calcio y boro. Adicionalmente, se realizó un análisis histológico de las bayas según los distintos tratamientos.

Todos los tratamientos fueron cosechados en la misma fecha, con un grado de sobremadurez avanzado, no encontrándose partidura de bayas en el viñedo, y tampoco diferencias en los sólidos solubles. La firmeza de las bayas se vio fuertemente afectada en el lado de la espaldera con exposición norte, pero cuando se le aplicó alguna combinación de calcio y/o boro, la firmeza no disminuyó. En la producción por planta también influyó la exposición de la espaldera, encontrándose un mayor número de racimos por planta en la exposición norte de la espaldera.

En el análisis histológico de las bayas, después de pinta hasta el momento de cosecha, el tratamiento con aplicación temprana de calcio, determinó un mayor desarrollo de capas de células hipodermales, acompañado por el menor tamaño de las células, medido como altura.

De acuerdo a los resultados del ensayo se puede concluir que las aplicaciones de calcio a las bayas aumentan el contenido de este nutriente al momento de cosecha. Si bien existe una relación entre el contenido de calcio y la firmeza de las bayas, sólo una integración de variables de madurez, junto con variables de contenidos nutricionales y de rendimiento, permiten un grado razonable de explicación de la firmeza de las bayas al momento de cosecha.

Palabras clave: *Vitis vinifera* L., bayas de vid, firmeza, hipodermis.



## ABSTRACT

A research study was conducted during the 2003- 2004 season in a vineyard located at Penciahue, city of Talca, VII Region, Chile.

“Syrah” berries were treated with calcium and boron in the field prior to bloom and fruit set and subsequent effects were determined on: plant production, berry cracking, berry soluble solid level, and berry firmness. Additionally, calcium and boron content and histological arrangement of the skin during fruit development were studied. Correlation analysis was conducted between variables.

At harvest, berry cracking was not observed and no differences were observed on total soluble solid levels. The east-west simple trelling system showed significant differences on plant production and berry firmness between north and south exposition. Boron treatments did not show any important effect.

Light microscope observation showed that early calcium spray increased the number of cells on hypodermal layer viewed as a tied packed of cells of thick walls.

In summary, only a weak relationship could be established between calcium sprays and berry firmness. Furthermore, a regression model including soluble solid level, boron and calcium level and total plant production was developed to explain grape berry firmness.

Key words: *Vitis vinifera* L., berries of vine, firmness and hypodermis.



# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los problemas que están enfrentando los productores de vid vinífera, con la variedad Syrah y algunos clones de Pinot, es la partidura de las bayas antes de cosecha, lo que trae consigo el deterioro físico del producto y su mayor susceptibilidad a pudriciones. En general, se estima que la partidura en frutos presenta distinta naturaleza y diferentes factores que la producen, siendo la causa más común el crecimiento rápido y repentino que en un determinado momento experimenta la pulpa. También son causa de partidura, algunos problemas nutricionales, como es el caso de la partidura de manzanas y peras que suele presentarse con la deficiencia de boro y calcio, nutrientes que se relacionan estrechamente con la condición y firmeza de la fruta (Faust, 1989; Razeto, 1999).

El calcio es considerado como el macronutriente más importante en determinar la calidad de la fruta, porque retrasa la maduración y senescencia al regular la respiración (actúa en la difusión de sustratos desde vacuolas hacia el citoplasma y mitocondrias) y al disminuir la producción de etileno, se aumenta la capacidad de almacenaje. También retrasa la tasa de ablandamiento de los frutos y reduce la desorganización celular, al mantener la integridad de la pared celular, por una mejor densidad de la lámina media y mayor cohesión entre las células (Faust, 1989).

Silva y Rodríguez (1995) mencionan que se requiere sólo una pequeña cantidad del calcio para las funciones metabólicas, sin embargo se necesita una concentración más alta para movilizar esta esencial fracción activa en los tejidos y, de esta forma, desarrollar su actividad biológica. A partir de esto, la deficiencia de calcio en el fruto parece ser más

un problema de distribución en la planta que de la cantidad de calcio total del suelo (Durán, 1997). Cuando los tejidos reciben un bajo suministro de calcio, en la mayoría de los casos se debe a que el flujo de agua y calcio del xilema es insuficiente, y la relativa inmovilidad del calcio en el floema impide que las plantas redistribuyan el elemento desde otras partes del vegetal (Marschner, 1986).

Con la deficiencia de calcio se origina una serie de desórdenes que se ponen de manifiesto en los meristemas terminales de las zonas de crecimiento, donde los tejidos se vuelven deformes y blandos por un insuficiente desarrollo de las paredes celulares (Casero, 1995). Se menciona un considerable número de desórdenes fisiológicos, como depresión amarga (bitter pit), mancha corchosa (cork spot) en manzanas, agrietamiento (cracking) en cerezas, ciruelos y tomates, etc., que afectan negativamente la calidad de la fruta en postcosecha y están asociadas con niveles insuficientes de calcio (Silva y Rodríguez, 1995).

El boro, por su parte, es un microelemento de gran importancia para las plantas. Se señala que este nutriente participa en procesos esenciales de los vegetales, como es la actividad meristemática, la división celular, la síntesis orgánica y el transporte de carbohidratos en el floema (Rojas, 1995). Se postula que el boro estabilizaría las cadenas de celulosa y, junto al calcio, influiría en la formación de la pectina en la pared celular. Más de la mitad de la cantidad total de boro en las plantas se acumula en la pared celular (Silva y Rodríguez, 1995).

La deficiencia de boro está más relacionada a su limitada movilidad en el floema de las plantas frutales, que a un bajo suministro en el suelo; por esta razón los requerimientos de boro en los distintos órganos de las plantas frutales se satisfacen principalmente por vía xilemática. Entre los distintos órganos de las plantas frutales, las flores y el fruto presentan un polo de atracción menor que las hojas para la transpiración. De ahí que los síntomas de deficiencia aparezcan como mayor aborto floral, cuaja imperfecta, necrosis de la corteza del fruto, superficies corchosas y partiduras de los frutos (Silva y Rodríguez, 1995).

Algunos autores señalan una aparente movilidad del boro por el floema, en especies del género *Prunus*, observándose que las aplicaciones foliares de boro son rápidamente absorbidas por las hojas maduras y el boro transportado hacia los tejidos de los frutos en desarrollo (Hanson, 1991; Picchioni *et al.*, 1995).

Razeto (1999) señala que los síntomas de deficiencia de boro varían bastante entre especies, siendo el más general la muerte del ápice de crecimiento de los brotes o ramillas, con lo que se puede terminar en un crecimiento limitado del árbol y gran proliferación de ramillas. En el caso del manzano y peral, la deficiencia de boro puede provocar la aparición de frutos deformes, con áreas necróticas internas o con partiduras. En la vid, la fecundación es deficiente y los racimos presentan bayas de tamaño normal junto a numerosas bayas pequeñas, sin semillas y achatadas (Vieira *et al.*, 2003).

Para corregir deficiencias de calcio y boro en frutos, Rodríguez (1992) señala que el método más apropiado es la aspersión foliar, cuando la sintomatología se presenta al inicio o durante el período de crecimiento. En aspersiones foliares, la absorción de los nutrientes en el fruto se realiza directamente por la cutícula, en aquellos sectores en que

---

ésta se encuentra más delgada o resquebrajada (Yuri, 1995).

En el caso de las aspersiones de calcio, que favorecen la condición de firmeza de los frutos, se requieren de varias aspersiones para aumentar los niveles de calcio en el fruto, ya que cada aplicación sólo introduce una pequeña cantidad del nutriente, debido a que el movimiento del calcio en la pulpa es lento y no se produce una redistribución de las hojas a los frutos. Por esta razón la aspersión debe ser dirigida directamente a los frutos para lograr una buena cobertura de éstos (Faust, 1991). Otro factor importante es la fecha en que se realizan las aspersiones de calcio, dado que el factor limitante son las impregnaciones de la cutícula, siendo la absorción a través de la cutícula más fácil en frutos verdes donde aún no se ha acumulado gran cantidad de cera. Lo contrario ocurre con frutos en estado avanzado de madurez, donde la absorción se dificulta por la acumulación de cera en el fruto a través del tiempo (Yuri, 1995), pudiendo existir un gran número de fracturas en la cutícula que favorecerían el ingreso de los nutrientes por efecto de aplicaciones localizadas.

Finalmente, la efectividad de las aspersiones de calcio depende de la cantidad total aplicada. A mayor cantidad, más eficiente es el control de desórdenes fisiológicos. Alrededor del 2% del producto asperjado es retenido en la piel del fruto, y de esto, cerca del 5% es absorbido a través de la piel (Silva y Rodríguez, 1995). Mediante las aspersiones foliares de calcio se puede suministrar hasta el 15% de las necesidades de este elemento en los frutos (Faust, 1991).

Para las aplicaciones de boro, Silva y Rodríguez (1995), de acuerdo a distintos resultados obtenidos en la corrección de la deficiencia de este elemento, señalan que se deben realizar una o dos aspersiones según la intensidad de la deficiencia. Las épocas más adecuadas son a fin de verano-inicio de otoño, en postcosecha con hojas plenamente activas, y a fin de invierno-inicio de primavera, con el ramillete floral expuesto, botón floral y hasta floración. Además señalan que las aplicaciones frecuentes de boro después de la floración pueden causar caída de frutos, ruptura de frutos en postcosecha y aun toxicidad de boro.

Hanson *et al.* (1985) realizaron aspersiones de boro en ciruelos, en postcosecha y prefloración; posteriormente al medir el contenido de boro en plena floración y en caída de pétalos, encontraron mayor cantidad de boro en los tratamientos con aspersiones realizadas en postcosecha, y no así en prefloración. Por otro lado, en estudios realizados en perales, es más eficiente corregir deficiencias de boro con aspersiones en primavera.

Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, se puede señalar que el calcio y el boro son nutrientes con fuerte influencia en los procesos fisiológicos del fruto. En la actualidad, el calcio ha sido estudiado ampliamente en el caso de las manzanas, no así su relación con el fruto de la vid. Por lo tanto, es importante evaluar si las aspersiones de calcio y boro bajo las condiciones edafoclimáticas de Chile son eficientes y realizan aportes significativos.

En el presente estudio se pretende evaluar el efecto de las aspersiones de calcio y boro en preflor y postcosecha sobre la condición y morfoanatomía de las bayas en la variedad Syrah.



# MATERIALES Y MÉTODO

## Lugar de estudio

El estudio se realizó en el fundo Lourdes, perteneciente a la viña Concha y Toro S.A., ubicado en la localidad de Péncahue (35° 24' latitud sur, 71° 49' longitud oeste), ciudad de Talca, VII Región, durante la temporada agrícola 2003-2004.

Se utilizaron vides (*Vitis vinifera*) "Syrah", plantadas el año 1992 con un marco de plantación de 3 por 1 m, con una densidad de plantación de 3.333 plantas·ha<sup>-1</sup>. Las plantas están conducidas en espaldera simple con orientación este-oeste. El sistema de riego utilizado en el predio corresponde a riego por goteo. La plantación presenta un vigor homogéneo y un rendimiento promedio de 7.000 a 8.000 kg·ha<sup>-1</sup>.

El viñedo presenta antecedentes de partidura severa y ataque de botrytis en las bayas.

El ensayo contó con un diseño completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento y la unidad experimental correspondió a una planta.

Se consideró la aplicación foliar de calcio en la forma de Wuxal® Aminocal (15% P<sub>v</sub> de CaO) y boro como Wuxal® Boro (7% P<sub>v</sub> de B), ambos en dos oportunidades de aplicación. El volumen de mojamiento fue el equivalente a una aplicación comercial

## EFFECTO DE ASPERSIONES DE CALCIO Y BORO SOBRE LA CONDICIÓN Y MORFOANATOMÍA DE BAYAS DE VID “SYRAH”

correspondiente a  $800 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$  de agua. Los productos fueron aplicados en dosis de  $2,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$  para calcio y  $1,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$  para boro, por medio de una bomba de espalda de 15 L, con boquilla en abanico. Los productos fueron aplicados directamente a los racimos expuestos.

El ensayo se inició en primavera, considerando para la primera aplicación de preflor, la fecha de floración de la temporada pasada (15 de noviembre de 2002), y en postcujaje se consideró bayas de 3 a 5 mm de diámetro (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Tratamientos de calcio y boro en racimos de vid “Syrah”.**

Tratamiento	Momento de aplicación			
	Preflor		Postcujaje	
	29/10/03	05/11/03	26/11/03	05/12/03
Tratamiento 1 (Testigo)	*Testigo			
Tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -)		Calcio	Calcio	
Tratamiento 3 (-, -, Capc, Capc)			Calcio	Calcio
Tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) Tratamiento 5 (B, -, -, -)	Boro Boro	Calcio	Calcio	

\*El tratamiento 1 corresponde a plantas a las que no se le realizó ningún tipo de mojamiento.

## Evaluaciones

### Evaluaciones a cosecha

La evaluación de cosecha se realizó el día 29 de marzo de 2004, momento en el cual las vides habían adquirido progresivamente un color otoñal, con pérdida y/o caída de hojas. Los racimos por su parte, se encontraban en un estado de deshidratación avanzada, con mayor severidad en los frutos expuestos directamente al sol. La decisión de cosecha se realizó según los parámetros de calidad requeridos por el productor: madurez enológica dada por la evolución de los compuestos fenólicos de la piel y las semillas, y no solamente por la acumulación de azúcar y el contenido de ácidos orgánicos. Se colectaron todos los racimos en forma diferenciada según la exposición, tomando como referencia el alambre central de la espaldera. Posteriormente, se determinó la producción por planta, la concentración de sólidos solubles, firmeza de bayas y el contenido de calcio y boro de estas.

Partidura de bayas. Se calculó el número de bayas partidas del total de bayas de cada racimo cosechado por repetición. El resultado se expresó en porcentaje de bayas

partidas por racimo.

Producción por planta. Se determinó el número de racimos, el peso total de éstos y el peso promedio de los racimos por repetición, medidos en una balanza digital.

Sólidos solubles. Se tomó 5 bayas por racimo (2 racimos por planta), por repetición y al jugo de una muestra compuesta se midió el nivel de sólidos solubles mediante un refractómetro termocompensado y expresado en grados Brix.

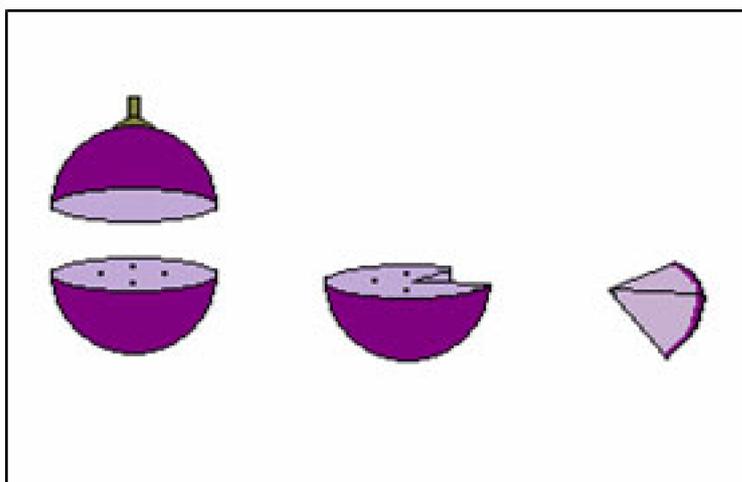
Firmeza de las bayas. Se consideró una muestra de 5 bayas por repetición, con un total de 20 bayas por tratamiento. Se empleó el equipo Firm Tech 2 (Bio Works. Inc.), y la firmeza se expresó en  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ .

Contenido de calcio y boro. Para el análisis de calcio y boro en las bayas, se tomaron muestras de 3 racimos por repetición de cada tratamiento al momento de la cosecha. Este análisis sólo se realizó en los racimos con exposición sur. Para determinar el calcio se utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica y para el boro se utilizó el método espectrocolorimétrico. Los resultados fueron expresados en porcentaje del peso seco y  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  respectivamente.

## Histología

Para visualizar cambios en los tejidos de las bayas, se llevó a cabo un estudio histológico de las capas más externas del fruto (epidermis, hipodermis y capas externas de la pulpa). Para esto se realizaron 2 muestreos de bayas, el primero fue efectuado el 19 de febrero de 2004, después de pinta, y el segundo el 29 de marzo de 2004, al momento de cosecha. El muestreo consistió en seleccionar bayas de diferentes racimos de cada repetición de los 5 tratamientos, sin considerar su exposición. Las bayas se cortaron con su pedicelo, para no alterar su forma.

El material (bayas) fue fijado y preservado en FAA (formalina, alcohol 70% y ácido acético glacial en proporción 5:90:5  $\text{V/V/V}$ ). Las bayas se cortaron transversalmente y luego radialmente, como se observa en la Figura 1. Para la inclusión en plástico, previamente el material se deshidrató en una serie de alcoholes etílico ascendentes desde 70% hasta 95%, para luego embeberse en JB4 (PolyScience Inc.). Se cortó con micrótopo de rotación marca Leitz modelo 1516, con cuchillas de vidrio, dejando los cortes de 15 a 20 micrones ( $\square$ ) de grosor.



*Figura 1. Cortes de bayas realizados para estudio histológico.*

Los cortes se dispusieron en portaobjetos, los que posteriormente se tiñeron, utilizando el reactivo de Schiff y azul de toluidina.

Se midió el tamaño celular en micrones ( $\mu$ ), se analizó el número y la forma de las células de la hipodermis, considerando el tipo de engrosamiento y depositación en la pared primaria de las células periféricas del fruto.

El tamaño celular de la hipodermis de las bayas se midió bajo el microscopio óptico, usando un ocular 10x y objetivo 10x. Se midió el ancho y alto, en diferentes células de un corte representativo de cada tratamiento para las dos fechas de muestreo.

## **Análisis estadístico**

Los resultados se sometieron a un análisis de Varianza (ANDEVA) y cuando se detectaron diferencias significativas se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey, para la comparación de las medias de los tratamientos, con un grado de confianza del 95%.

Para determinar el grado de asociación entre las variables se realizaron correlaciones y regresiones lineales simples y múltiples.

Al medir las variables sólidos solubles y contenido de calcio al momento de cosecha, los valores fueron expresados en porcentaje, mientras que para el análisis estadístico se realizó la conversión de los datos expresándolos en grados Bliss (arcoseno de la raíz cuadrada de cada dato).

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Evaluaciones a cosecha

Partidura de bayas. Una de las evaluaciones contempladas a cosecha fue el cálculo del porcentaje de bayas partidas por racimo; sin embargo, esta temporada no se observó este fenómeno en el viñedo estudiado, por lo que el porcentaje final para todos los tratamientos fue 0% de bayas partidas. Es posible que la aparición de partidura de bayas en un viñedo, varíe temporada a temporada, y no solo sea a causa de problemas nutricionales.

Producción por planta. A la cosecha, determinada por parámetros enológicos, la producción total de las plantas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Producción total de vides "Syrah", sometidas a distintos tratamientos de calcio y boro.**

**EFFECTO DE ASPERSIONES DE CALCIO Y BORO SOBRE LA CONDICIÓN Y MORFOANATOMÍA DE BAYAS DE VID “SYRAH”**

Tratamiento	Producción a cosecha		
	Peso total (g)	Número de racimos	Peso promedio del racimo (g)
Tratamiento 1 (Testigo)	2176,6 a	20	108,8
Tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -)	1940,1 a	22	88,2
Tratamiento 3 (-, -, Capc, Capc)	1974,2 a	23	85,8
Tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -)	2213,0 a	28	79,0
Tratamiento 5 (B, -, -, -)	2123,8 a	24	88,5

Letras distintas demuestran diferencias significativas, prueba de Tukey  $\alpha = 0,05$ .

Gracias a la forma en que se cosechó la fruta, se pudo diferenciar la producción por exposición (cada lado de la espaldera con exposición norte-sur). Como se aprecia en la Figura 2, existieron diferencias significativas en todos los tratamientos entre las dos exposiciones, siendo la exposición norte la que presentó mayor producción.

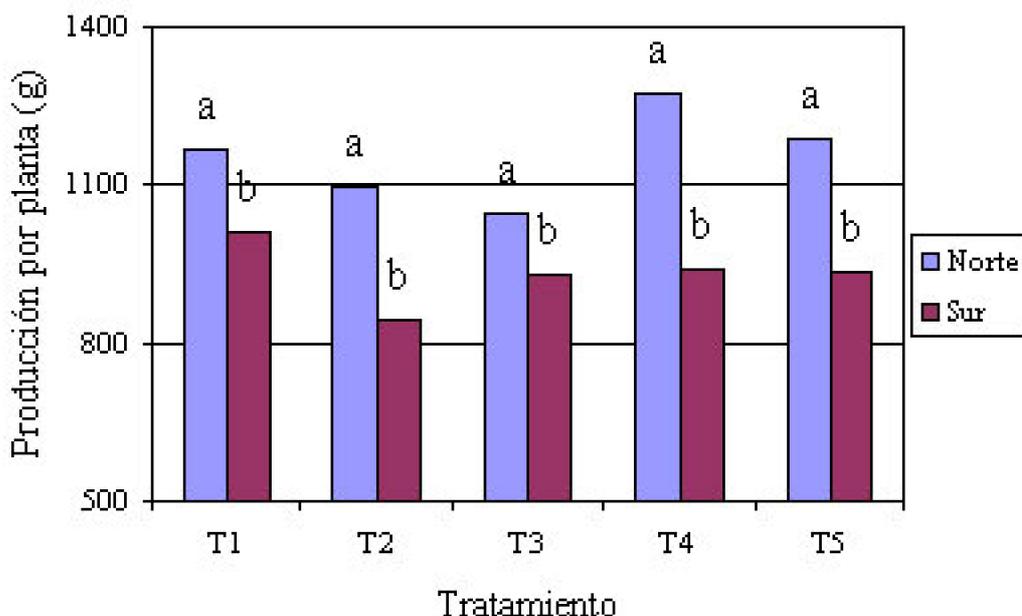


Figura 2. Producción por planta, por tratamiento, según la exposición. Letras distintas para barras del mismo tratamiento demuestran diferencias significativas, prueba Tukey  $\alpha = 0,05$ .

Esta diferencia de producción según la exposición llega aproximadamente a un 20% más en la exposición norte. Se debe considerar que este lado recibe más luz, por lo que comúnmente presenta mayor fructificación que el lado opuesto (Reynier, 2002).

En la Figura 3 se puede apreciar el número total de racimos y separados por exposición, encontrándose en todos los tratamientos un mayor número de racimos en la exposición norte. Lo que concuerda con la mayor producción por planta en la misma exposición..

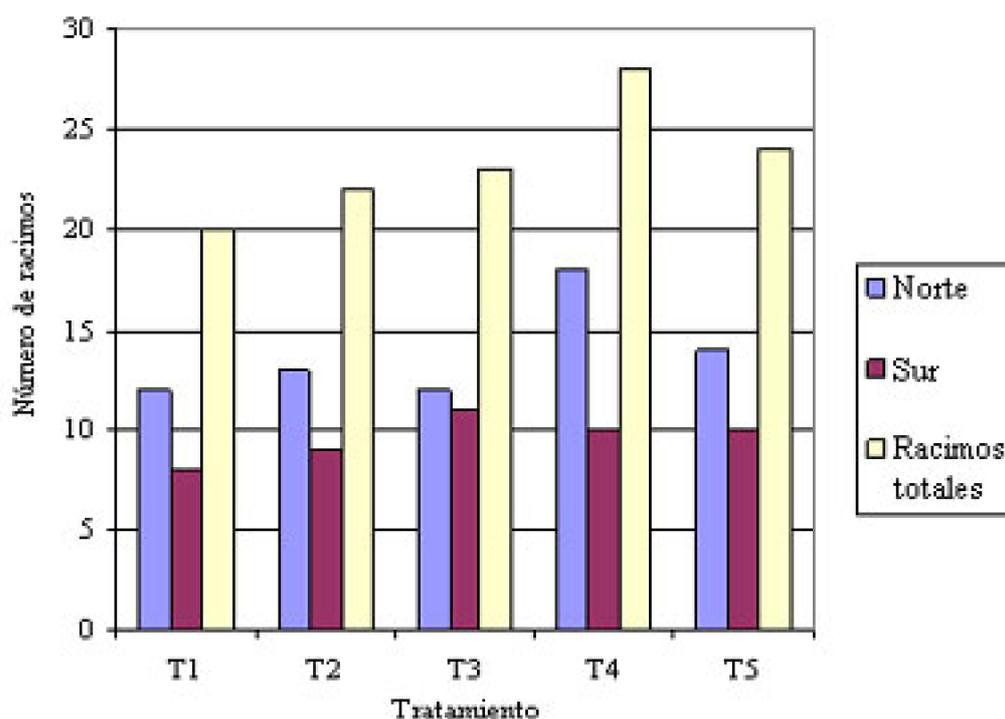


Figura 3. Número de racimos por planta, para los diferentes tratamientos, según la exposición.

Es posible señalar que la mayor fructificación del lado norte de la espaldera se podría deber a un efecto sobre la diferenciación floral por la presencia de abundante luz (Martínez de Toda, 1991).

Estudios realizados por Muñoz *et al.* (2002) en el cv. Cabernet Sauvignon, demostraron que el nivel de radiación incidente, la superficie foliar expuesta y el nivel de carga en una planta, afectan principalmente la fructificación de los racimos y la madurez de las bayas.

Sólidos solubles. Para el caso de sólidos solubles, los tratamientos no manifestaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Sólidos solubles de vides “Syrah” sometidas a distintos tratamientos de calcio y boro.

Tratamiento	Sólidos solubles		
		Exposición Norte	Exposición Sur
	° Brix		
Tratamiento 1 (Testigo)		26,3	26,1
Tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -)		26,7	25,1
Tratamiento 3 (-, -, Capc, Capc)		25,9	26,9
Tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) Tratamiento 5 (B, -, -, -)		25,8 26,0	26,2 25,3

La exposición del fruto a la radiación solar, tampoco provocó diferencias en la concentración de azúcares en la baya (Figura 4).

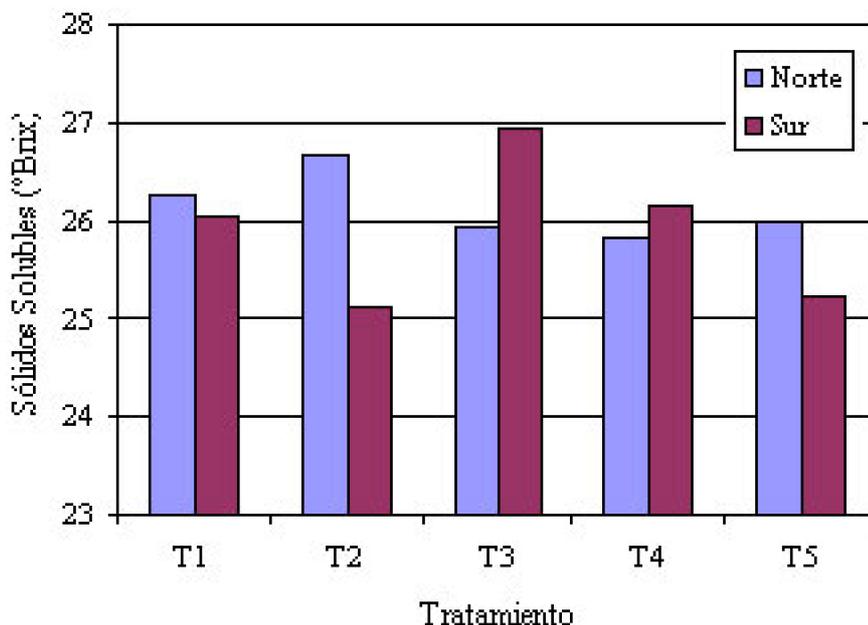


Figura 4. Sólidos solubles, en °Brix, para los diferentes tratamientos, según la exposición.

El momento de cosecha se realizó de acuerdo a la madurez enológica; sin embargo, esta condición no es un concepto preciso, pues depende del fin con el que vayan a ser usadas las bayas (Reynier, 2002). En el caso de las bayas de “Syrah” se espera cosecharlas cuando empiezan a deshidratarse (Figura 5), debido a que posteriormente en la producción del vino tendrían un alto potencial en el contenido de alcohol (Rankine, 1989).

Cuando se cosecha con sobremaduración no hay acumulación complementaria de sólidos solubles y la acidez continua disminuyendo. De acuerdo a esto, fisiológicamente las bayas no pueden aumentar su concentración de azúcares. Sin embargo, en esta fase se puede observar un aumento de dicha concentración, debido principalmente a un proceso de deshidratación de la baya, aumentando la densidad del jugo celular (Winkler, 1980; Reynier, 2002). Esto podría explicar el por qué los tratamientos no mostraron diferencias significativas en sus sólidos solubles y quizás habría sido de mayor provecho realizar la evaluación de cosecha en forma anticipada, de manera de evitar, por la dinámica del proceso de maduración, enmascarar posibles diferencias de los tratamientos.



Figura 5. Plantas de vid “Syrah” al momento de la cosecha.

Firmeza de las bayas. La evaluación de firmeza de bayas mostró diferencia entre los frutos con exposición norte y sur. En el Cuadro 4 se observa que el tratamiento testigo presentó firmeza significativamente menor en relación a las bayas tratadas con las distintas combinaciones de calcio y boro, presentando casi un 13 % menos de firmeza. Sin embargo, esto sólo se aprecia en racimos cosechados de la exposición norte. En los frutos con exposición sur, no se observó diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Sin embargo esta exposición, en promedio para cada tratamiento, presentó mayor firmeza que las bayas de la exposición norte.

**Cuadro 4. Firmeza de las bayas de vides “Syrah” sometidas a distintos tratamientos de calcio y boro.**

Tratamiento	Firmeza de las bayas			
	Exposición norte		Exposición sur	
	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$			
Tratamiento 1 (Testigo)	147,0 a		175,2 c	
Tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -)	168,6 b		182,9 c	
Tratamiento 3 (-, -, Capc, Capc)	167,5 b		170,1 c	
Tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) Tratamiento 5 (B, -, -, -)	169,0 b 170,3 b		166,3 c 174,3 c	

Letras distintas demuestran diferencias significativas, prueba de Tukey  $\alpha= 0,05$ .

La firmeza de las bayas puede disminuir al momento de cosecha, probablemente debido a la alta concentración de sólidos solubles, que se espera para cosechar la uva vinífera. Esta sobremaduración comienza en el momento en que la uva ha alcanzado su máximo desarrollo y su más alta riqueza en azúcares. Durante la sobremaduración la uva recibe muy poco de la planta y además pierde agua (Aleixandre, 1999). Esto afecta principalmente a la baya que se compone de 80 a 90% de agua y, por ende, la pérdida de este elemento constituye una de las principales causas de deterioro. Además, de la

pérdida de peso que ella implica (que a veces llega hasta 10% ó más), la baya se afecta seriamente en su apariencia debido a la pérdida de firmeza y al desecamiento del pedicelo o escobajo verde, que es un tejido muy susceptible a la pérdida de agua (Razeto, 1999).

De acuerdo a los resultados de este ensayo, cuando las bayas presentan una situación de estrés, en este caso mayor radiación solar en un lado de la espaldera, asociado a una sobremaduración, la firmeza se ve fuertemente afectada, pero cuando a las bayas se les aplica alguna combinación de calcio y/o boro esta firmeza no se pierde. Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos por Neubauer *et al.* (1998) en uva de mesa cv. Thompson Seedless, donde todos los tratamientos con alguna aplicación de calcio, presentaron una mayor firmeza respecto del testigo.

Cuantificación de calcio en las bayas. El análisis del contenido de calcio en las bayas sólo se realizó en los frutos con exposición sur. En la Figura 6 se observa el contenido de calcio en las bayas, al momento de cosecha, expresado en % de peso seco, encontrándose que el tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -) es el que presentó la mayor cantidad de calcio en sus bayas, con un promedio de 0,123 % peso seco, siendo significativamente distinto al tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) y el tratamiento 5 (B, -, -, -) que presentaron medias en su contenido de calcio de 0,095 y 0,093 % peso seco, respectivamente.

Sin embargo, estos valores son más bajos que los niveles que se han determinado en las hojas (3-5 % de Ca), mientras que en la pulpa de la fruta los niveles son menores a 0,3 %. (Mix y Marschner 1976; citado por Callejas, 2005). Adicionalmente, se menciona que si las condiciones generales llevan a una disminución en la tasa de transpiración, paralelamente baja el contenido de Ca de la fruta.

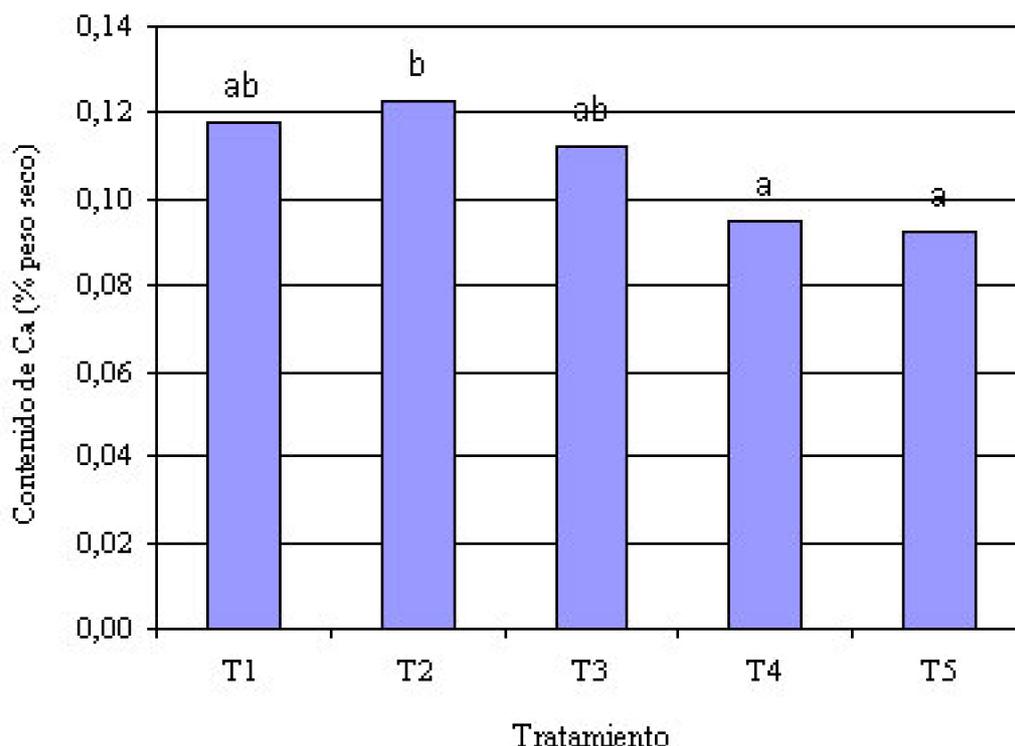


Figura 6. Contenido de calcio en bayas "Syrah", expresado en % peso seco, para los diferentes tratamientos del ensayo. (Letras distintas demuestran diferencias significativas  $\alpha = 0,05$ ).

La pequeña diferencia de contenido de calcio del tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -) con el tratamiento 1 (testigo) no justificaría la aplicación de este nutriente, sin embargo, un efecto de dosis podría marcar las diferencias. Con el tratamiento 3 (-, -, Capc, Capc) es importante considerar que el calcio debe ingresar a la pulpa del fruto para luego ser distribuido hacia las zonas deficientes, teniendo que atravesar con anterioridad una película de cera, la cutina, pectinas hidrofílicas y las paredes celulares de la epidermis. Por esto el proceso de penetración es lento, y posiblemente, del calcio asperjado al fruto, sólo una pequeña parte haya podido entrar, el cual no alcanzó a formar parte activa en las zonas donde se encontraba deficiente (Silva, 1996; citado por Medina, 1996). Es posible que esa fracción de calcio que penetró en la célula haya podido formar parte de hormonas (calmodulina), o se haya almacenado en vacuolas u otros organelos, pero esto no puede ser corroborado por la espectrofotometría de absorción atómica, ya que este método sólo mide el calcio total del fruto sin hacer mayores diferencias (Silva, 1996; citado por Medina, 1996).

Es importante señalar que el tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) consideró calcio en la misma época que el tratamiento 2, pero suplementado con boro, siendo la concentración de calcio en el tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) significativamente menor a la del tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -). Esto podría tener relación con la presencia de boro, el que ayudaría al transporte, absorción y accionar del calcio en la planta (Yáñez, 2002; Callejas, 2004), y este no se acumularía en el fruto como ocurrió en el tratamiento 2.

Quantificación de boro en las bayas. La evaluación del contenido de boro en las

bayas, al igual que el contenido de calcio, se realizó sólo en frutos con exposición sur, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos del ensayo (Figura 7).

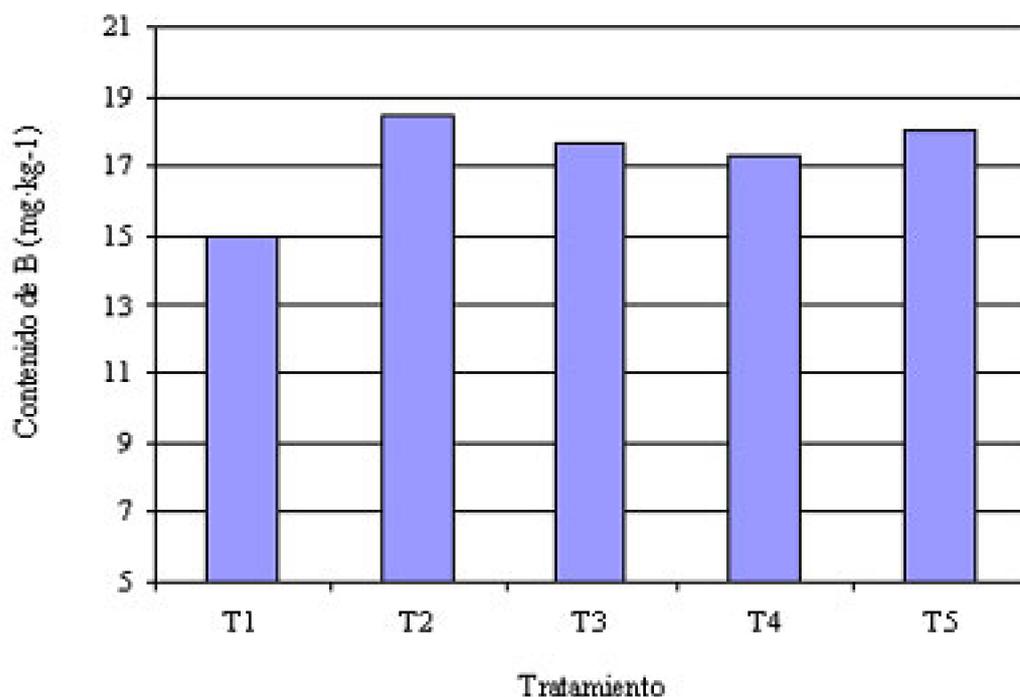


Figura 7. Contenido de boro en las bayas, expresado en  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , para los diferentes tratamientos del ensayo.

Aún cuando no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, se visualiza que el tratamiento 1 (testigo) es el que presentó menor contenido de boro al momento de cosecha. Sin embargo, los niveles normales de boro en los frutos es de 25 a 30  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Silva y Rodríguez, 1995), siendo estos valores más altos que los obtenidos en los tratamientos de este ensayo.

El boro es poco móvil en el floema de las plantas, lo que limita su transporte desde los tejidos viejos a los puntos de mayor demanda. Debido a ello, los requerimientos de boro se deben satisfacer por vía xilemática o con aplicaciones localizadas.

También es importante mencionar la época de aplicación del boro. Según los estudios de Hanson *et al.* (1985) las aplicaciones foliares de boro en otoño, incrementan las concentraciones de boro en las flores y la cuaja de frutos en ciruelos con niveles adecuados de boro en la hoja. Idénticas aplicaciones foliares en la primavera, elevan menos el contenido de boro en las flores y no tienen efecto en la cuaja. Kanthak (1996) sugiere que el boro aplicado a las hojas en otoño, se moviliza hacia las yemas florales adyacentes, antes de la abscisión de las hojas. Alrededor del 80% del boro que se acumula en las flores, se moviliza hacia las yemas florales en desarrollo desde los tejidos de almacenaje cercanos durante las cinco semanas antes a la floración (Hanson *et al.*, 1985).

Modelo de firmeza de bayas. Se realizó un análisis de regresión simple con el que es posible predecir el valor de una variable dependiente, en este caso firmeza, a partir de

una variable continua independiente, como producción por planta, sólidos solubles, contenido de calcio y boro, número de racimos por planta y peso promedio de racimos. Los resultados de estas regresiones simples son los siguientes:

Producción por planta presentó un  $R^2$  de 0,037

Sólidos solubles presentó un  $R^2$  de 0,373

Contenido de calcio presentó un  $R^2$  de 0,116

Contenido de boro presentó un  $R^2$  de 0,021

Los resultados indican que no es posible predecir la variable firmeza a partir de una variable independiente por sí sola, si no que es necesario utilizar todas las variables en conjunto, mediante una regresión múltiple.

Al realizar un análisis de regresión múltiple con las variables evaluadas (producción por planta, sólidos solubles, contenido de calcio y boro, número de racimos por planta y peso promedio de racimos), se obtuvo un  $R^2$  de 0,71. Donde las variables con mayor significancia ( $\alpha \leq 0,05$ ) fueron contenido de calcio y sólidos solubles, encontrándose un coeficiente de correlación de 0,37 y -0,42 respectivamente.

$$\text{Firm} = 419,9 - 6,2 \cdot \text{SS} + 373,6 \cdot \text{Ca} - 1,0 \cdot \text{B} - 3,7 \cdot \text{Rac} \cdot \text{pl}^{-1} - 0,9 \cdot \text{PesopromRac} + 0,03 \cdot \text{Prod} \cdot \text{pl}^{-1}$$

Firm = Firmeza expresada en  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$

SS = Sólidos solubles expresado en grados Brix

Ca = Contenido de calcio expresado en % peso seco

B = Contenido de boro expresado en  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

Rac  $\cdot \text{pl}^{-1}$  = Racimos por planta

PesopromRac = Peso promedio de los racimos expresado en gramos

Prod  $\cdot \text{pl}^{-1}$  = Producción por planta expresado en gramos

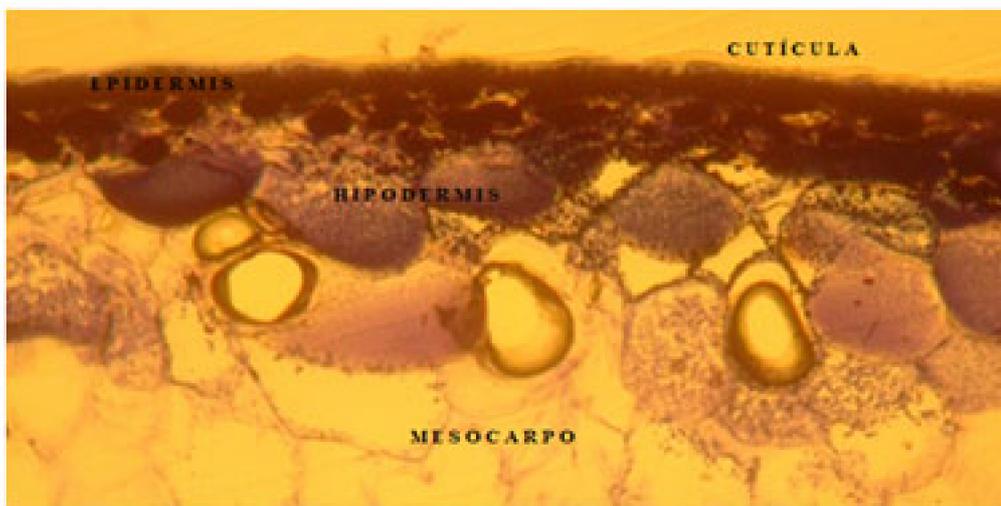
De acuerdo a este resultado, el modelo de regresión múltiple permite analizar las contribuciones individuales como colectivas de las variables independientes, sólidos solubles, contenido de calcio, contenido de boro, racimos por planta, peso promedio de los racimos, producción por planta, sobre los cambios que se producen en la variable firmeza de bayas.

## Histología

El estudio histológico de las bayas se realizó con frutos en dos estados fenológicos: a) después de pinta y b) al momento de cosecha. En el muestreo de las bayas no se consideró la exposición de los racimos.

Es importante señalar que la estructura externa de la baya de vid forma un conjunto heterogéneo, constituido por una cutícula, epidermis e hipodermis (Ribéreau-Gayon y

Peynaud, 1971), por lo cual, para la caracterización del efecto de los tratamientos en la anatomía de las bayas, se considerarán los tres tejidos (Figura 8).



*Figura 8. Tejidos de la estructura externa de la baya de vid.*

Cutícula. Como se observa en las figuras insertas en los cuadros 5 y 6, en todos los tratamientos no fue posible distinguir la presencia de cutícula o de ceras. Esto debido a que la inclusión en plástico de las muestras produjo una zona de discontinuidad que separó el tejido de las bayas con el plástico puro.

Epidermis. Inmediatamente bajo la cutícula se encuentra la epidermis, la que está formada por 1 a 2 capas de células aplanadas (Comménil, 1997) que no dejan espacios intercelulares (Marro, 1989). En el caso de las bayas estudiadas, éstas se observan fuertemente teñidas, debido a la gran concentración de antocianos y fenoles.

Hipodermis. Muchas veces las células subepidérmicas tienen forma, engrosamiento y consistencia que permiten considerarlas como una capa distinta a la pulpa (mesocarpo) y recibe el nombre de hipodermis. Según Comménil (1997), la hipodermis consiste en 6 a 8 capas de células que se desarrollan en los frutos a continuación de la epidermis. Es posible encontrar células vivas colenquimátosas, las que son habitualmente más largas y estrechas, pero su característica más definida se encuentra en el engrosamiento irregular y prominente de la pared celular. Este engrosamiento se deposita en forma de largos hilos longitudinales, variando en su posición según los distintos tipos definidos de diseño (Botti, 1999).

El Cuadro 5 describe el tamaño celular, número de capas de células y engrosamiento y/o depositación de la hipodermis de bayas de vid "Syrah" después de pinta. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas con respecto al ancho de las células medido paralelamente a la epidermis (Figura 9). Sin embargo el tratamiento 5 (B, -, -, -) mostró el mayor tamaño de células (medido como altura), siendo significativamente distinto a los tratamientos 3 (-, -, Capc, Capc) y 4 (B, Capf, Capc, -) que recibieron calcio en dos épocas. El tratamiento 5 (B, -, -, -) además fue el único que, quizás por efecto del tamaño de células, sólo diferenció en promedio 1 a 2 corridas de células hipodermiales (Figura 14).

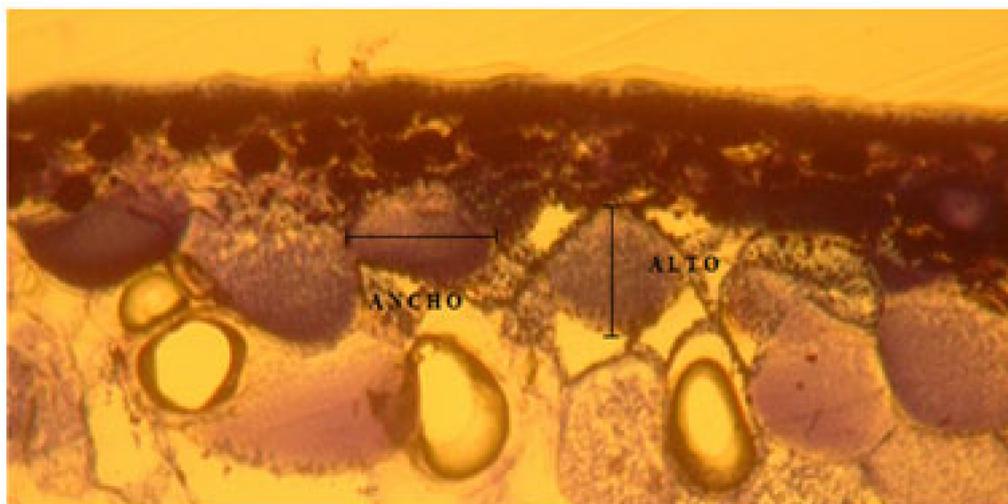


Figura 9. Esquema explicativo de medición del alto y ancho de las células hipodermales.

Al momento de cosecha (Cuadro 6) nuevamente el tamaño de las células (medido como ancho) no presentó diferencias entre los tratamientos. Las células en el tratamiento 1 (testigo) y tratamiento 4 (B, Capf, Capc, -) lograron un mayor tamaño, siendo significativamente distinto sólo al tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -). Nuevamente el tamaño de células medido como alto es determinante en el número de capas de células hipodermales.

Es posible observar cambios en el tamaño de las células de la hipodermis, con los distintos tratamientos, después de pinta hasta el momento de cosecha. Notorio es el caso del tratamiento 2 (-, Capf, Capc, -) en que el tamaño celular medido como altura, disminuyó al momento de cosecha, relacionándose con una mayor diferenciación de capas de células hipodermales.

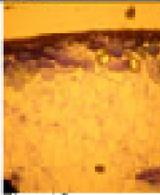
**EFFECTO DE ASPERSIONES DE CALCIO Y BORO SOBRE LA CONDICIÓN Y MORFOANATOMÍA DE BAYAS DE VID "SYRAH"**

Tratamiento	Hipodermis de las bayas			Engrosamiento Disposición celular *
	Tamaño celular (dts) (μ)	Tamaño celular (ancha) (μ)	N° de capas de células	
Tratamiento 1 (Testigo)	90,0 ab	147,5 a	2 - 3	 Figura 10
Tratamiento 2 (C, Cap2, Cap1, C)	70,0 ab	157,5 a	2 - 3	 Figura 11
Tratamiento 3 (C, -, Cap2, Cap1)	57,5 a	122,5 a	2 - 3	 Figura 12
Tratamiento 4 (B, Cap2, Cap1, -)	52,5 a	112,5 a	2 - 3	 Figura 13
Tratamiento 5 (B, -, -, -)	105,0 b	127,5 a	1 - 2	 Figura 14

*Cuadro 5. Características evaluadas en la hipodermis de las bayas de vid "Syrah" sometidas a distintos tratamientos de calcio y boro después de pinta.*

Letras distintas en las columnas demuestran diferencias significativas, prueba de Tukey  $\alpha= 0,05$ .

Todas las fotografías fueron tomadas usando un ocular 10x y objetivo 10x.

Tratamiento	Hipopodermis de las bayas			
	Tamaño celular (alto) (µ)	Tamaño celular (ancho) (µ)	Nº de capas de células	Engrosamiento Depositionación celular *
Tratamiento 1 (Testigo)	37,5 b	130,0 a	2 - 3	 Figura 15
Tratamiento 2 (Ca, CaCl <sub>2</sub> , CaCl <sub>2</sub> )	42,5 a	127,5 a	4 - 5	 Figura 16
Tratamiento 3 (Ca, - CaCl <sub>2</sub> , CaCl <sub>2</sub> )	65,0 ab	137,5 a	3 - 4	 Figura 17
Tratamiento 4 (B, CaCl <sub>2</sub> , CaCl <sub>2</sub> )	37,5 b	130,0 a	2 - 3	 Figura 18
Tratamiento 5 (B, - CaCl <sub>2</sub> , CaCl <sub>2</sub> )	60,0 ab	127,5 a	2 - 3	 Figura 19

Cuadro 6. Características evaluadas en la hipodermis de las bayas de vid “Syrah” sometidas a distintos tratamientos de calcio y boro a la cosecha.

Letras distintas en las columnas demuestran diferencias significativas, prueba de Tukey  $\alpha = 0,05$ .

Todas las fotografías fueron tomadas usando un ocular 10x y objetivo 10x.



## CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones experimentales en que se realizó este estudio, se puede concluir que:

Las aplicaciones de calcio en la baya aumentan el contenido de este elemento al momento de cosecha. Si bien existe una relación entre el contenido de este nutriente y la firmeza de las bayas, sólo una integración de variables de madurez junto con variables de contenidos nutricionales y de rendimiento permiten un grado razonable de explicación de la firmeza de las bayas al momento de cosecha.

La exposición (norte – sur) de la espaldera tiene efecto sobre la firmeza final de las bayas y la producción por planta, encontrándose un mayor número de racimos y menor firmeza de bayas en la exposición norte de la espaldera.

De acuerdo al análisis histológico de las bayas existe un mayor desarrollo de la capa hipodermal en los tratamientos con aplicaciones tempranas de calcio (preflor y postcuaeje).

Para otras investigaciones sería conveniente hacer un seguimiento de la firmeza de las bayas antes del momento de cosecha o cosechar las bayas con anticipación para evitar enmascarar posibles diferencias dadas por las aspersiones de calcio y boro.

También sería útil profundizar en el tema de histología de las bayas, con respecto a las diferencias en la conformación de las células hipodermales con la presencia de aplicaciones tempranas de calcio.



---

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEIXANDRE, J. 1999. Vinos y bebidas alcohólicas. Maduración y composición del racimo. Ed. Valencia: servicio de publicaciones Universidad Politecnica de Valencia, España, 498p.
- BOTTI, C. 1999. Botánica general. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, 67p.
- CASERO, T. 1995. La nutrición cálcica en frutos. Fruticultura Profesional 71: 45-55.
- CALLEJAS, R., M. GALLEGUILLOS y C. BENAVIDES. 2004. Pérdidas de producción por fallas en la fecundación, competencia y anormal desarrollo de las bayas en vid vinífera. CEVID. Disponible en el WWW: <http://www.cevid.cl/articulos> . Citado: 20 de mayo de 2006.
- CALLEJAS, R. 2005. [On-line]. Palo negro y raquis débiles: Aplicaciones tempranas de fertilizantes foliares bajo una visión integrada del problema. CEVID. Disponible en el WWW: <http://www.cevid.cl/articulos>. Citado: 11 de mayo de 2006.
- COMMÉNIL, P., L. BRUNET and J. AUDRAN. 1997. The development of the grape berry cuticle in relation to susceptibility to bunch rot disease. Journal of Experimental Botany, Vol. 48, No 313, pp. 1599 – 1607.
- DURÁN, A. 1997. Efecto de aplicaciones foliares de calcio en pre y postcosecha en duraznero (*Prunus persicae*) cultivar O'Henry y nectarin (*Prunus persicae* variedad nectarina) cultivar Red Diamond sobre la concentración final de calcio y condición de los frutos. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso.

- Facultad de Agronomía, 76p.
- FAUST, M. 1989. Physiology of temperate zone fruits trees. Wiley Interscience, New York. 338 p.
- FAUST, M. 1991. La nutrición de los árboles frutales. Revista Hortofruticultura 10: 39-44.
- HANSON, E., M. CHAPLIN and P. BREEN. 1985. Movement of foliar applied boron cut of leaves and accumulation in flowers buds and flowers parts of Italian Prune. HortScience 20 (4): 747-748.
- HANSON, E. 1991. Movement of boron out of tree fruit leaves. HortScience 26 (3): 271-273.
- KANTHAK, A. 1996. Efectividad de aplicaciones foliares de boro y zinc en la cuaja de almendras cv. Non pareil. Tesis. Santiago, Pontificia Universidad Católica, Facultad de agronomía, 60p.
- MARTINEZ DE TODA, F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Ed. Mundi – Prensa, Madrid. 346p.
- MARRO, M. 1989. Principios de viticultura. CEAC ediciones, Barcelona, España, 215p.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Londres. Academic press. 674p.
- MEDINA, F. 1996. Aplicaciones foliares de calcio en precosecha en vid (*Vitis vinífera* L.) cultivar Thompson Seedless y su efecto en la concentración final de calcio de los frutos y condición de los racimos luego del almacenaje. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía, 75p.
- MUÑOZ, R., J. PÉREZ, PH. PSZCZOLKOWSKI, y E. BORDEU. 2002. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet Sauvignon. Ciencia e Investigación Agraria 29 (2): 115-125.
- NELSON, K. 1979. Harvesting and handling California table grapes for market. University of California, Division of Agricultural Sciences, Berkeley, United States.
- NEUBAUER, L., U. PIZARRO, J. SOZA, D. DEPALLENS, y C. DEL SOLAR. 1998. Efecto de calcio, magnesio, citoquinina y anillado sobre la calidad y condición en uva de mesa cvs. Thompson Seedless y Red Globe. Aconex 61: 16-22.
- PICCHIONI, G., S. WEINBAUM, and P. BROW. 1995. Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune, and sweet cherry leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sc. 120: 28-35.
- RANKINE, B. 1989. Manual práctico de enología. Ed. Acribia, Zaragoza. 394p.
- RAZETO, B. 1999. Para entender la fruticultura. 3ª edición, Santiago. 373p.
- REYNIER, A. 2002. Manual de Viticultura. Ed. Mundi-Prensa. 6ª edición, Madrid. 497p.
- RIBEREAU-GAYON, J. et E. PEYNAUD. 1991. Tratado de enología: Ciencias y técnicas del vino. Ed. Buenos Aires, Hemisferio sur. V2.
- ROJAS, O. 1995. Importancia del boro en la agricultura. Revista El Campesino, Marzo 1995.
- RODRIGUEZ, J. 1992. Manual de fertilización. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 392p.

- 
- RUIZ, R. 1984. Deficiencias nutricionales en Chile y fertilización foliar. Boletín Agrícola Shell. Año 44. N°2. 5p.
- SILVA, H. y J. RODRIGUEZ. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 519p.
- SOTO, M. 1996. Efecto de diferentes formulaciones de calcio sobre los principales desórdenes fisiológicos e índices de madurez en dos especies: manzano (*Malus pumila* M.) cv. Braeburn y vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Thompson Seedless. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 95p.
- VIEIRA, A., A. WYLIE, I. ARAVENA, y C. DE VAL. 2003. Manual de viticultura. Corporación Chilena del Vino. 71 p.
- WINKLER, A. 1980. Viticultura. Ed. Continental S.A. México. 792p.
- WOOD, B. and J. PAYNE. 1997. Comparasion of ZnO and ZnSO<sub>4</sub> for correcting severe foliar zinc deficiency in pecan. HortScience. 32(1): 53-56.
- YAÑEZ, J. 2002. [On-line]. Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales.
- U.A..A.A.N. Disponible en el WWW: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura.pdf> . Citado: 25 de enero de 2005.
- YURI, J. 1995. Aspectos fundamentales de la bioquímica y fisiología del calcio. pp. 25-36.
- In: Simposio internacional calcio en fruticultura, Universidad de Talca, Escuela de Agronomía, Oct. 17 y 18.