

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES PARA EL CONTROL  
DEL CORRIMIENTO DEL RACIMO EN VID CARMÉNÈRE**

**KARINE KÄTHE MOLLENHAUER CARRASCO**

**SANTIAGO- CHILE**  
**2010**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES PARA EL CONTROL  
DEL CORRIMIENTO DEL RACIMO EN VID CARMÉNÈRE**

**APPLICATION OF FOLIAR FERTILIZERS FOR THE CONTROL OF THE  
FRUIT SET FAILURE IN VINE CARMÉNÈRE**

**KARINE KÄTHE MOLLENHAUER CARRASCO**

**SANTIAGO- CHILE**  
**2010**

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

APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES PARA EL CONTROL DEL  
CORRIMIENTO DEL RACIMO EN VID CARMÉNÈRE

Memoria para optar al Título Profesional  
de Ingeniero Agrónomo  
Mención Enología

KARINE KÄTHE MOLLENHAUER CARRASCO

PROFESORES GUÍA	CALIFICACIÓN
Sr. Rodrigo Callejas R. Ingeniero Agrónomo, Dr. sc. agr.	6,0
Sra. Loreto Cánaves S. Ingeniero Agrónomo, M. Sc.	5,5
<b>PROFESORES EVALUADORES</b>	
Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo, M. S.	5,5
Sr. Gabino Reginato M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	5,7

SANTIAGO- CHILE  
2010

## **AGRADECIMIENTOS**

- Gracias a Dios y a mis padres por haberme dado la oportunidad de estudiar en esta gran universidad.
- Agradezco el apoyo incondicional y la preocupación de mis padres.
- A mis hermanos por su preocupación y consejos.
- A mis amigos/as que me apoyaron y alentaron durante toda la carrera, especialmente a Sofía Araya.
- A T.H. por ayudarme a contar bayas.
- A Rodrigo Callejas y a Loreto Cánaves por sus aportes y correcciones acertadas en esta investigación.
- A Viña Caliterra por su compromiso y apoyo, y por facilitar las hileras para el presente ensayo.

## ÍNDICE

RESUMEN	3
Palabras clave	3
SUMMARY	4
Key Words	4
INTRODUCCIÓN	5
Boro	7
Zinc	7
Calcio	8
MATERIALES Y MÉTODO	9
Evaluaciones	11
Análisis estadístico	12
RESULTADOS	13
Análisis de boro y zinc en lámina previo al ensayo	13
Evaluación del largo de los brotes en los tratamientos testigo	13
Evaluación del corrimiento: índice de compactación y largo de brotes	14
Evaluaciones a cosecha	17
Sólidos solubles	17
Peso de los racimos y producción por planta	18
Caracterización de las bayas: evaluación de “millarandage”	18
Caracterización de los racimos	21

DISCUSIÓN	26
Análisis de boro y zinc previo al ensayo	26
Evaluación del largo de los brotes testigo	26
Evaluación del corrimiento	27
Evaluaciones a cosecha	28
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA	30
ANEXO 1	32
ANEXO 2	37

# APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES PARA EL CONTROL DEL CORRIMIENTO DEL RACIMO EN VID CARMÉNÈRE

## APPLICATION OF FOLIAR FERTILIZERS FOR THE CONTROL OF THE FRUIT SET FAILURE IN VINE CARMÉNÈRE

### RESUMEN

El presente ensayo se llevó a cabo con el objetivo de estudiar y evaluar los efectos de las aplicaciones de fertilizantes foliares, cuyos componentes principales son boro, zinc y calcio, en torno al período de floración, sobre el corrimiento del racimo en vid Carménère.

El ensayo se realizó en dos viñas del Valle de Colchagua, VI Región, Viña Casa Silva y Viña Caliterra, ambas con presencia severa de corrimiento en años anteriores. Se realizaron 5 tratamientos en Viña Casa Silva y 8 tratamientos en Viña Caliterra, con aspersiones de fertilizantes foliares en tres fechas: dos semanas antes de plena flor, a inicio de flor e inmediatamente post cuaje.

Previo a la aplicación de los productos, y a modo de diagnóstico, se realizó un análisis de boro y zinc en láminas en cada localidad. Durante el desarrollo del ensayo se evaluó el largo de los brotes de las plantas testigo en tres ocasiones a partir de dos semanas antes de plena flor. Veinte días después de plena flor se evaluó el índice de compactación de los racimos y, a cosecha, sólidos solubles, el peso de los racimos y la producción por planta. Adicionalmente, se realizó una caracterización de bayas y un análisis del “millarandage”.

En ninguno de los lugares del estudio las aplicaciones de fertilizantes foliares solucionó satisfactoriamente el problema del corrimiento. Se hace una descripción de la expresión del problema a nivel de racimos.

Palabras clave: “Millarandage”, índice de compactación de racimo, inhibición correlativa, boro, zinc, calcio.

## SUMMARY

This research was carried out with the objective of studying and evaluate the effects of applications of foliar fertilizers, which their main compounds are boro, zinc and calcium, around the blooming period, over the fruit set failure in vine Carménère.

The research was carried out in two vineyards located in Colchagua Valley, VIth Region, Viña Casa Silva and Viña Caliterra, both with severe presence of fruit set failure in the past years. 5 treatments were carried out in Viña Casa Silva and 8 treatments in Viña Caliterra, with different foliar fertilizer applications in 3 dates: 2 weeks before blossom, beginning of blossom and immediately after fruit set.

Before the application of the products and as a mode of diagnosis, a boro and zinc leaf analysis was carried out in each locality. During the development of the research, the length of the shoots of the control vines was evaluated in three dates. Twenty days after blossom the compacting rate or factor of the bunches was evaluated, and at harvest the soluble solids, weight of the bunches, plant yield, berries were also evaluated and “millarandage”.

In none of both places of this research the fertilizer applications solved satisfactorily the problem of the fruit set failure. A description of the problem in bunches was done according to its expression.

Key words: “Millarandage”, bunch compacting rate, correlative inhibition, boro, zinc, calcium.



## INTRODUCCIÓN

El corrimiento en la vid es definido como el accidente que sufre el racimo en la época de floración, cuando se imposibilita o entorpece la fecundación y resultan racimos desmembrados, con pocas bayas desarrolladas o definitivamente sin frutos (Callejas *et al.*, 2004). Esto produce una disminución, a veces importante, en el potencial productivo de un viñedo (Reyner, 2002).

El problema del corrimiento se expresa por la caída de las bayas y la formación de racimos malos producidos por aborto floral, a diferencia del “millarandage” que se expresa como la formación de bayas partenocárpicas muy pequeñas de escaso valor comercial (Pizarro, 1973). La caída de bayas se produce 10 a 12 días siguientes a la floración, por la formación de una capa de abscisión a nivel del pedúnculo, debido a la hidrólisis de las pectinas de la lámina media de la pared celular y un atochamiento de auxinas en la zona basal del brote, lo que provocaría el colapso de la conexión del fruto en desarrollo con el raquis (Martínez de Toda, 1991). Esta caída se produce por una activación de la zona de abscisión del fruto, inducida por el etileno (Bangerth, 2000).

La abscisión de bayas en vid es provocada por la formación característica de una zona de separación en la base del pedicelo floral, seguida después por la desecación y la posterior caída de bayas, que tienen ya, en ese momento, un retraso en el crecimiento y cuando el diámetro no pasa en general de los 4 a 5mm (Huglin, 1986).

Según Reyner (2002) las condiciones o factores que explican un mayor o menor grado de corrimiento son:

a) Factores climáticos. Condiciones climáticas desfavorables como: cambios bruscos de temperatura, descenso de la temperatura por debajo de 15°C o lluvia, que pueden dificultar la expulsión del capuchón floral y limitar las posibilidades de una correcta polinización.

b) Factores culturales. Donde se mencionan técnicas que reducen la fotosíntesis (sistema de conducción) o que perjudican la distribución de los azúcares (exceso de vigor, despunte demasiado temprano o demasiado tardío) o que modifiquen la temperatura a nivel de racimos (labores durante la floración).

c) Factores biológicos. Existen variedades más sensibles y con tendencia al corrimiento (Ej. Carménère). Un exceso de vigor, debido a una fertilización excesiva, o un portainjerto demasiado vigoroso aumentan la sensibilidad al corrimiento, por lo que se habla de un corrimiento genético.

Según Lavee y Nir (1986) el estrés hídrico también tendría un importante efecto sobre el cuaje de las bayas.

De acuerdo a lo señalado por Martínez de Toda (1991) existen tres tipos de corrimiento:

a) Corrimiento constitucional. Ocurre cuando no hay fecundación por impedimento morfológico de la flor, ya sea por la ausencia de órganos o por algún defecto en ellos, tales como, estambres curvados o muy cortos.

b) Corrimiento patológico. Se incluyen enfermedades (virus y hongos), plagas, carencias (boro) y toxicidades (efectos de herbicidas). Es evidente que cuando la floración coincide con cualquiera de estas situaciones se produce un intenso corrimiento.

c) Corrimiento fisiológico o correlativo. Un rápido crecimiento de los brotes en el momento de la floración y cuaje, es un factor que favorece el corrimiento ya que aumenta la competencia entre el órgano dominante (brote principal) y el órgano dominado (inflorescencia), el cual se ve inhibido. Esto produce una deficiencia de nutrición y/u hormonas en el racimo, causando el corrimiento. Se puede producir una dominancia hormonal entre frutos o entre fruto y brote (Bangerth, 2000). El grado de dominancia entre frutos depende, entre otras cosas, del número de semillas que éste tenga. Las semillas son un importante determinador de la exudación de auxinas de un fruto en particular (Bangerth, 2000).

En la industria de la producción de vino en Chile, la variedad más susceptible al corrimiento es Carménère. El problema ha alcanzado niveles significativos en el Valle de Colchagua, VI Región, afectando considerablemente su capacidad productiva, ocasionando una disminución importante en el rendimiento y, sobre todo, en la homogeneidad de las uvas para vinificación. Esta variedad, conocida por su floración temprana, requiere ser ubicada en lugares cálidos, complementado con aplicaciones foliares de boro y zinc para aminorar el problema del corrimiento (Traub, 2003). El corrimiento también se manifiesta cuando esta variedad se cultiva en suelos con algunas limitantes, por ejemplo: arcillosos, poco aireados, deficientes de boro, que se expresa con problemas de vigor y baja producción de la vid (Pszczólkowski *et al.*, 2001).

Para que el cuaje sea normal, además de las condiciones ambientales y de la calidad de las flores, se deben presentar condiciones fisiológicas adecuadas, donde debe existir suficiente cantidad de sustancias reguladoras del crecimiento (fitohormonas), que fomentan un adecuado proceso de floración y cuajadura (Pizarro, 1973). Adicionalmente, se menciona que es importante disponer de otros elementos, como hidratos de carbono, compuestos nitrogenados de reserva, boro, zinc y calcio.

## Boro

El boro es un micronutriente inmóvil o poco móvil en la mayoría de las plantas, lo que disminuye su movimiento desde los tejidos viejos a los puntos de mayor demanda, razón por la cual los síntomas de deficiencia aparecen inicialmente en las zonas de crecimiento (Basso *et al.*, 1986).

El boro es indispensable en múltiples procesos del metabolismo, entre los cuales se encuentra la formación de la pectina, absorción de agua y calcio, y metabolismo de los glúcidos y nitrógeno. También es necesario en puntos de alta actividad metabólica, como ápices de las raíces y de brotes, y para los procesos de división celular. Es un elemento esencial para la germinación del polen, para el exitoso crecimiento del tubo polínico a través del estilo y ovario, y para las divisiones necesarias para producir el crecimiento de la semilla (Razeto, 1993). El cuaje de las bayas, por lo tanto, se vería afectada por un retardo en el crecimiento del tubo polínico, y además el joven tejido meristemático floral perdería su conexión con los vasos conductores produciéndose el aborto floral (Kanthak, 1996).

La deficiencia de boro es de fácil solución en cualquier especie, con respuestas adecuadas de aplicaciones al suelo y aspersiones foliares (Razeto, 1993).

Una de las especies más susceptibles a las deficiencias de boro es la vid, manifestándose a través de una disminución en el número de flores, producto del aborto floral, una baja producción de polen y frutos pequeños. Esta deficiencia también se encuentra relacionada con abundante caída de frutos a comienzos del verano (Lira, 1996).

## Zinc

El zinc es también un micronutriente de poca movilidad en la planta, que interviene esencialmente como catalizador y en la formación del ácido indolacético. Su función más relevante se relaciona con la síntesis del triptófano, aminoácido precursor de la auxina, hormona que desempeña un papel clave en el crecimiento de los brotes, las hojas y los frutos (Razeto, 1993).

El principal síntoma de la deficiencia de zinc es una disminución en el tamaño de las hojas y un acortamiento de los internodos. En casos graves hay defoliación y muerte de las ramillas y, también, en algunos casos, las yemas de las ramillas permanecen latentes. En la vid las hojas son pequeñas y presentan el seno peciolar abierto, también provoca un atraso en la floración, presencia de granos pequeños que no logran madurar, llegando a una cosecha menor en tamaño y cantidad de fruta (Razeto, 1993).

El tratamiento más aceptable para la corrección de estas deficiencias es la aspersión anual al follaje con productos ricos en zinc (Razeto, 1993).

Basado en esta información, las empresas agroquímicas aconsejan 1 ó 2 aplicaciones, tanto de boro como zinc, previo al periodo de floración, para controlar el problema del corrimiento, manifestándose que existe una excelente respuesta a estos tratamientos. Sin embargo, muchos antecedentes prácticos señalan una respuesta poco constante y efectiva, estimándose necesario validar y profundizar los manejos hasta la actualidad implementados.

### Calcio

El calcio debe ser considerado en el problema del corrimiento por su papel en la germinación del grano de polen, así como sobre el crecimiento del tubo polínico, debido al efecto quimiotrópico que ejerce sobre esta estructura. Una vez producida el cuaje, la deficiencia de este elemento afectaría la calidad de los tejidos de unión entre el pedicelo y el raquis, al ser uno de los componentes principales de la pared celular. Adicionalmente, se menciona que este elemento sería fundamental para generar un adecuado desarrollo vascular, al jugar un rol activo en el movimiento basipolar de las auxinas (Callejas *et al.*, 2004).

Al ser un elemento prácticamente inmóvil en la planta, las deficiencias de calcio son localizadas en algunos órganos específicos, tales como el fruto, a pesar de la buena disponibilidad a nivel de suelo (Callejas *et al.*, 2004). Las deficiencias se pueden corregir con asperciones a la inflorescencia y al racimo (Razeto, 1993).

En consideración a todos estos antecedentes, se realizó el presente ensayo, con el objetivo de evaluar los efectos de las aplicaciones de fertilizantes foliares cuyos componentes principales son boro, zinc y calcio, aplicados en el periodo de floración, sobre el corrimiento en vid Carménère.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en la temporada 2003-2004, en cuarteles de la variedad Carménère, en dos localidades de la VI Región, en el Valle de Colchagua: Viña Casa Silva, Los Lingues, San Fernando, (34° 33' latitud sur y 70° 58' longitud oeste) y Viña Caliterra, ubicada en El Huique, Santa Cruz, (34° 38' latitud sur y 71° 23' longitud oeste). Las plantas se encontraban a una distancia de plantación de 2,10x 1,40 m y 2,20 x 1,50 m, respectivamente, y regadas por goteo. En estas dos zonas, y especialmente en El Huique, se ha presentado daño severo por efecto del corrimiento en años anteriores, evidenciándose en el bajo rendimiento por hectárea y, sobre todo, en la heterogeneidad de los racimos y las bayas para vinificación.

En ambas localidades se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. El bloque lo constituyó la hilera y estuvo compuesto de 5 tratamientos en Viña Casa Silva y 8 tratamientos en Viña Caliterra. La unidad experimental fue la planta. Todos los tratamientos fueron aplicados con un aspersor manual de espalda. Mojamiento de 0,3 L por planta, equivalente a 1000 L·ha<sup>-1</sup> asperjado y dirigido a toda la planta (hojas y flores o racimos).

Los tratamientos se presentan en los cuadros 1 y 2 para cada localidad en estudio.

Cuadro 1. Tratamientos realizados en Viña Casa Silva.

Tratamiento	Primera aplicación 2 semanas antes de plena flor con racimo expuesto (29/10/03)	Segunda aplicación inicio de flor (5/11/03)	Tercera aplicación inmediatamente postcujadura (21/11/03)
T1(testigo)	-----	-----	-----
T2(-,wb,-)	-----	Wuxal Boro	-----
T3(wb,wb,-)	Wuxal Boro	Wuxal Boro	-----
T4(wz,wb,-)	Wuxal Zinc	Wuxal Boro	-----
T5(wz,wb,wac)	Wuxal Zinc	Wuxal Boro	Wuxal Aminocal

Cuadro 2. Tratamientos realizados en Viña Caliterra.

Tratamiento	Primera aplicación 2 semanas antes de plena flor con racimo expuesto (29/10/03)	Segunda aplicación inicio de flor (5/11/03)	Tercera aplicación inmediatamente postcujadura (21/11/03)
T1(testigo)	-----	-----	-----
T2(-,wb,-)	-----	Wuxal Boro	-----
T3(wb,wb,-)	Wuxal Boro	Wuxal Boro	-----
T4(-,s,-)	-----	Solubor	-----
T5(s,s,-)	Solubor	Solubor	-----
T6(wz,wb,-)	Wuxal Zinc	Wuxal Boro	-----
T7(bz,s,-)	Basf Foliar Zinc	Solubor	-----
T8(wz,wb,wac)	Wuxal Zinc	Wuxal Boro	Wuxal Aminocal

En ambas localidades, dos semanas antes de plena flor (29/10/2003), y con racimo expuesto, se realizó la primera aplicación. La segunda fue llevada a cabo el día 5/11/2003, al inicio de flor, y la tercera aplicación el día 21/11/2003. El tratamiento testigo (T1) no contempló aspersiones.

Como fuente de boro, zinc y calcio se utilizaron los productos comerciales presentados en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Productos, concentración y dosis utilizadas.

Producto	Concentración	Dosis
Wuxal Boro	95,0 g·L <sup>-1</sup> de boro	1,5 L·ha <sup>-1</sup> .
Wuxal Zinc	86,0 g·L <sup>-1</sup> de zinc	1,0 L·ha <sup>-1</sup> .
Wuxal Aminocal	150,0 g·L <sup>-1</sup> de calcio	2,5 L·ha <sup>-1</sup>
Solubor	20,5 % de boro	2,5 kg·ha <sup>-1</sup>
Basf foliar Zn	55,0 % de zinc	1,0 L·ha <sup>-1</sup>

## Evaluaciones

Se realizaron una serie de evaluaciones, tanto en las plantas como en la fruta cosechada.

### Análisis de boro y zinc

A modo de diagnóstico se realizó un análisis de boro y zinc en lámina, previo a la aplicación de los productos, en una muestra compuesta por localidad. Ésta se llevó a cabo el día 29 de octubre de 2003.

### Crecimiento de brotes en plantas testigo

Se midió del crecimiento del largo de dos brotes en cada una de las plantas testigo (T1) de las cuatro repeticiones, marcándose los brotes dos semanas antes de plena flor, hasta ocurrida la caída de bayas, de manera de asociarlo con el grado o tipo de corrimiento. Se evaluó el crecimiento de los brotes como medida de vigor en ambas viñas en tres fechas.

### Índice de compactación (Grado de compactación)

El índice de compactación es la relación que existe entre el número de bayas y el largo del racimo (cm).

Se determinó a los 20 días después de plena flor en ambas viñas, entre el 13 y 17 de diciembre. Para esto se seleccionaron 8 brotes por planta en cada tratamiento cuyos racimos fueron evaluados para la obtención de este índice. La medición del largo del racimo fue realizada siguiendo la metodología de Pouget y Casteran (1968), desde la primera ramificación fértil (hombro) hasta el extremo de éste.

### Largo de los brotes

Adicionalmente a la evaluación del grado de corrimiento y en la misma fecha, 20 días después de plena flor, se midió el largo (cm) de los 8 brotes seleccionados por planta de todos los tratamientos, con el propósito de relacionar el vigor, expresado como crecimiento en largo, con el grado de corrimiento (índice de compactación).

## Evaluaciones a cosecha

La cosecha de los racimos se realizó solamente en Viña Caliterra el 24 de abril. Se evaluó:

- Sólidos solubles (° Brix): en una muestra compuesta, de 4 bayas por racimo de un total de 6 racimos por planta. Se utilizó un refractómetro termocompensado.
- Peso de los racimos de los brotes seleccionados y producción por planta (peso y número de racimos por planta).
- Durante el desarrollo del estudio se determinó, adicionalmente a la presencia de corrimiento, la existencia de “millarandage”, que corresponde a racimos con bayas con menos de 7mm de diámetro.
- Caracterización del tamaño de las bayas: A la cosecha se seleccionaron 15 bayas que cubrieran el rango de tamaños de bayas de la variedad. Luego se determinó el peso y diámetro de cada una de ellas, con un pie de metro de manera de caracterizar los 15 tamaños y determinar la presencia de “millarandage”.
- Caracterización del grado de corrimiento: A cosecha se realizó una escala considerando la condición de 25 racimos de mayor a menor corrimiento, midiendo largo, ancho, peso, número de bayas grandes y pequeñas, de manera de caracterizar el grado de compactación.

## Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANDEVA), y al detectarse diferencias significativas, las medias fueron separadas con la prueba de comparación múltiple de Duncan. Cuando fue necesario se realizaron análisis de correlación y regresión entre variables.



## RESULTADOS

### Análisis de boro y zinc en láminas previo al ensayo

Los resultados del análisis de las muestras compuestas (Cuadro 4) indican que las láminas se encontraban en el límite inferior del rango adecuado de boro en ambas viñas, mientras que el zinc se encontraba bajo el rango adecuado en Viña Casa Silva y en el límite inferior del rango en Viña Caliterra.

Cuadro 4. Concentración de boro y zinc ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en muestras compuestas de láminas de plantas de vid previo a la floración.

Lugar del ensayo	Lámina (1)	
	Boro ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Zinc ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Viña Casa Silva	44,6	27,0
Viña Caliterra	48,6	37,6

(1) Rangos adecuados: Boro: 30 – 80  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Zinc: 28 – 150  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$   
(Razeto, 1977)

### Evaluación del largo de los brotes en los tratamientos testigo

En el Cuadro 5 se presenta el crecimiento de los brotes del testigo en tres fechas, manifestándose un comportamiento similar en ambas viñas.

Cuadro 5. Crecimiento promedio de brotes de las plantas testigo, en las viñas Casa Silva y Caliterra.

Lugar del ensayo	Largo de brote (cm)		
	5/11/03 Plena flor	13/11/03 8 ddpf*	21/11/03 16 ddpf*
Viña Casa Silva	77,6	104,1	128,1
Viña Caliterra	84,7	110,5	132,7

Cada valor corresponde al promedio de 2 brotes por planta en 4 plantas.

\* ddpf : días después de plena flor

### Evaluación del corrimiento: índice de compactación y largo de brotes

Con respecto al índice de compactación evaluado en diciembre (20 días después de plena flor), se observa que en Viña Casa Silva fue mayor en el tratamiento 5 (wz,wb,wac), convirtiéndose en el único tratamiento que mostró diferencias significativas con respecto al testigo. Es este tratamiento, además, el que mostró la tendencia a un mayor largo de los brotes (Cuadro 6).

En Viña Caliterra solamente el tratamiento 4 (-, s,-) se diferenció del testigo, pero fue similar a los tratamientos 8 (wz, wb, wac) y 7 (bz, s,-). Si bien una aplicación de Solubor fue el mejor tratamiento, el reforzamiento de esta aplicación con el mismo producto 2 semanas antes (tratamiento 5 (s, s,-)) redujo inesperadamente en forma significativa el índice de compactación. Se evidencia, además, que los mayores índices de compactación, tratamientos 4, 7 y 8, estaban acompañados de un bajo crecimiento de brotes (Cuadro 7).

Cuadro 6. Índice de compactación y largo de brote en Viña Casa Silva, 20 días después de plena flor (diciembre).

Tratamientos	Índice de compactación	Largo brote (cm)
T1(-,-,-)	6,30 a	101,0
T2(-,wb,-)	6,93 ab	113,4
T3(wb,wb,-)	7,11 ab	124,5
T4(wz,wb,-)	6,48 a	128,2
T5(wz,wb,wac)	7,88 b	142,0

Promedio seguido de distinta letra en cada columna indican diferencia significativa entre los distintos tratamientos.  $p \leq 0,05$ .

Cuadro 7. Índice de compactación y largo de brote en Viña Caliterra, 20 días después de plena flor (diciembre).

Tratamientos	Índice de compactación	Largo brote (cm)
T1(-,-,-)	3,99 ab	116,0
T2(-,wb,-)	3,85 ab	113,3
T3(wb,wb,-)	4,04 abc	113,1
T4(-,s,-)	4,88 c	105,4
T5(s,s,-)	3,35 a	127,5
T6(wz,wb,-)	3,38 a	120,4
T7(bz,s,-)	4,31 cb	114,1
T8(wz,wb,wac)	4,35 cb	103,6

Promedio seguido de distinta letra en cada columna indican diferencia significativa entre los distintos tratamientos.  $p \leq 0,05$ .

La Figura 2 muestra, para la Viña Casa Silva, que a mayor crecimiento de los brotes mayor es el índice de compactación. Contrariamente, para Viña Caliterra (Figura 3), se observa una asociación negativa ( $r=-0,87$ ), en donde a mayor crecimiento de los brotes, menor es el índice de compactación.

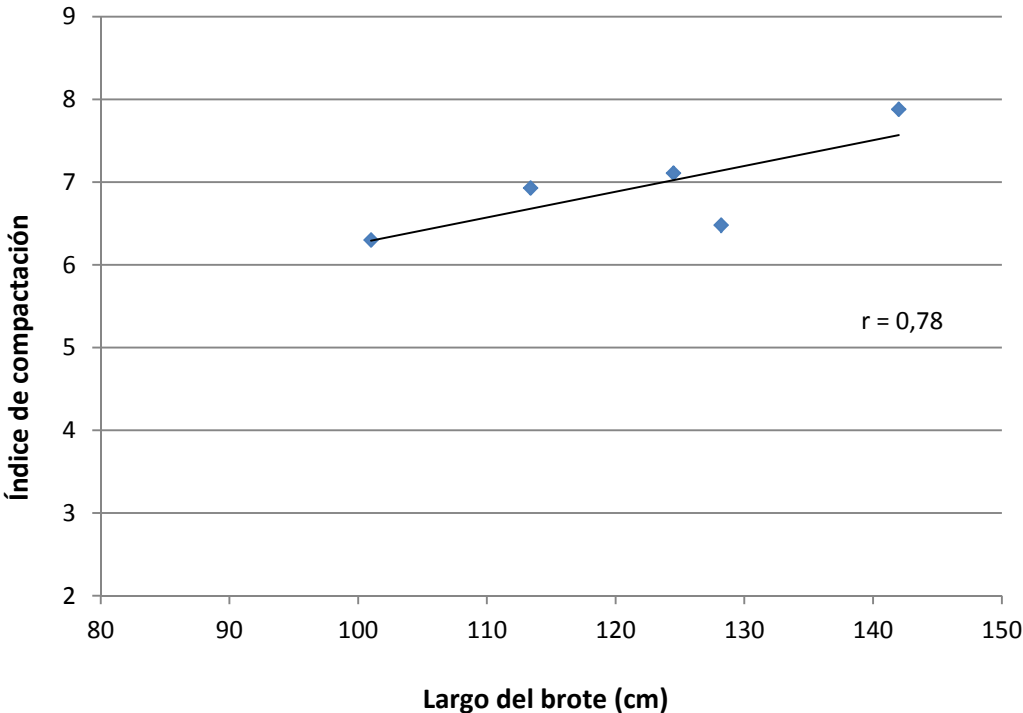


Figura 2. Relación entre el largo de los brotes e índice de compactación en Viña Casa Silva.

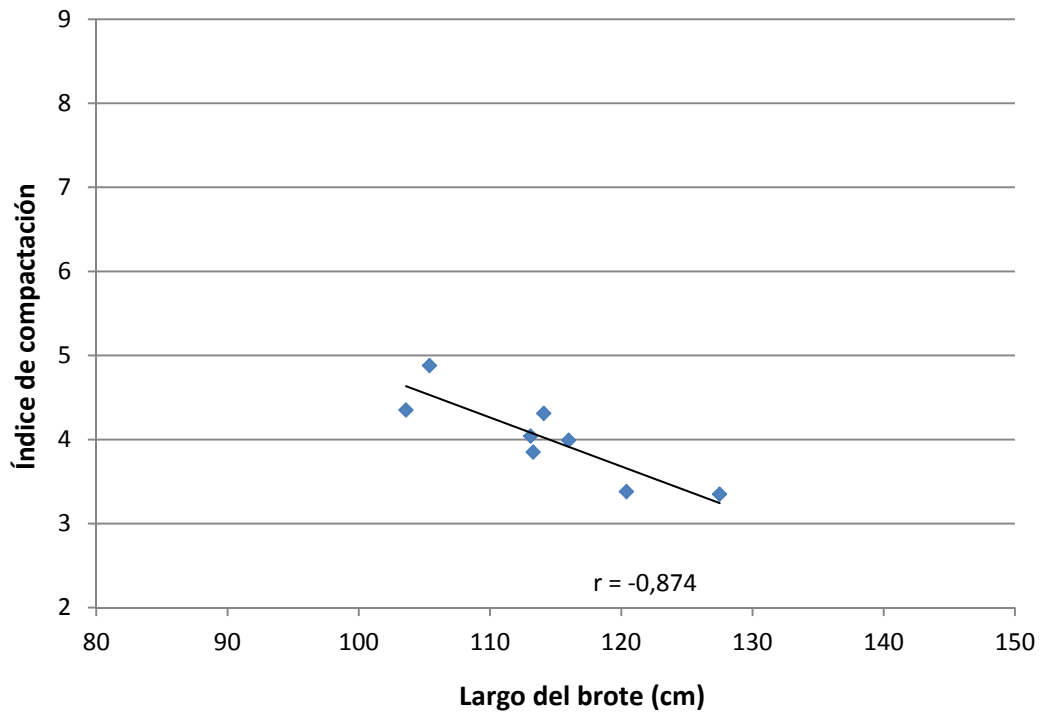


Figura 3. Relación entre el largo de los brotes e índice de compactación en Viña Caliterra.

## Evaluaciones a cosecha

Estas evaluaciones solamente se realizaron en la Viña Caliterra, a fines de abril e inicios de mayo.

### Sólidos solubles

No se observó diferencias significativas en sólidos solubles entre los diferentes tratamientos (Cuadro 8). Por lo tanto este parámetro no se vio afectado por el grado de corrimiento de los racimos, así como tampoco por las distintas aplicaciones foliares de nutrientes a las plantas.

Cuadro 8. Sólidos solubles en bayas de los racimos a cosecha, Viña Caliterra.

Tratamientos	Sólidos solubles (° Brix)
T1(-,-,-)	24,6 a
T2(-,wb,-)	23,7 a
T3(wb,wb,-)	23,5 a
T4(-,s,-)	24,0 a
T5(s,s,-)	24,6 a
T6(wz,wb,-)	24,8 a
T7(bz,s,-)	24,2 a
T8(wz,wb,wac)	22,9 a

Promedio seguido de distinta letra en cada columna indican diferencia significativa entre los distintos tratamientos.  $p \leq 0,05$ .

### Peso de los racimos y producción por planta

Ningún tratamiento superó significativamente el valor del testigo. Se observó un efecto negativo sobre el peso de los racimos, traduciéndose en una menor producción por planta al aplicar en dos ocasiones el producto Solubor (T5 (s, s,-)), en comparación con los tratamientos T7 y T8.

Cuadro 9. Peso de los racimo a cosecha (g) y producción por planta (kg), evaluados en el mes de mayo.

Tratamientos	Peso racimos (g)	Producción (kg por planta)
T1(-,-,-)	73,2 abc	9,5 abc
T2(-,wb,-)	79,2 abc	10,3 abc
T3(wb,wb,-)	74,6 abc	9,7 abc
T4(-,s,-)	95,0 c	12,3 c
T5(s,s,-)	51,4 a	6,6 a
T6(wz,wb,-)	60,0 ab	7,8 ab
T7(bz,s,-)	81,8 bc	10,6 bc
T8(wz,wb,wac)	81,9 bc	10,6 bc

Promedio seguido de distinta letra indican diferencia significativa entre los distintos tratamientos.  $p \leq 0,05$ .

### Caracterización de las bayas y evaluación de “millarandage”

Durante el desarrollo del estudio se determinó, adicionalmente a la presencia de corrimiento, la existencia de “millarandage” manifestándose por la presencia excesiva de bayas de menor tamaño, las cuales, en algunos casos lograron madurar a cosecha.

Todas las bayas con un diámetro menor a 7 mm fueron clasificadas como “millarandage”, y son éstas las que, en la expresión de este fenómeno fisiológico, permanecen verdes o pequeñas, alterando significativamente su uso para vinificación (Figura 4).

La Figura 5 muestra la importante asociación entre el diámetro de bayas y el peso ( $r = 0,96$ ).

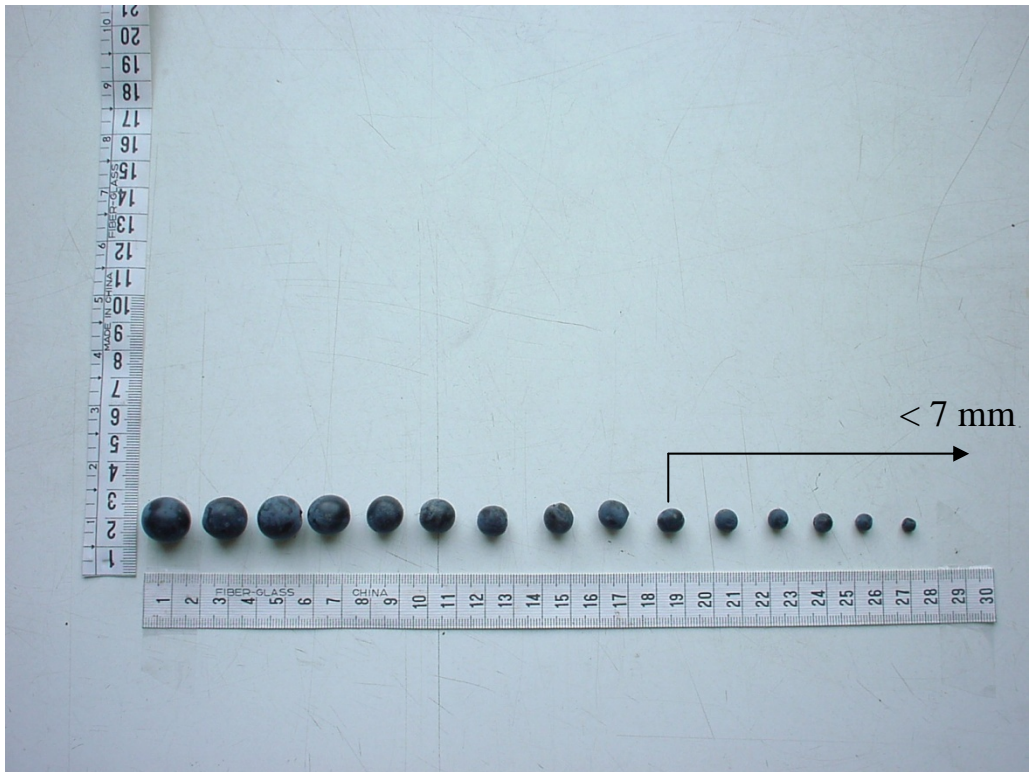


Figura 4. Tamaño de bayas de Carménère y determinación de “millarandage” (bayas menores a 7mm).

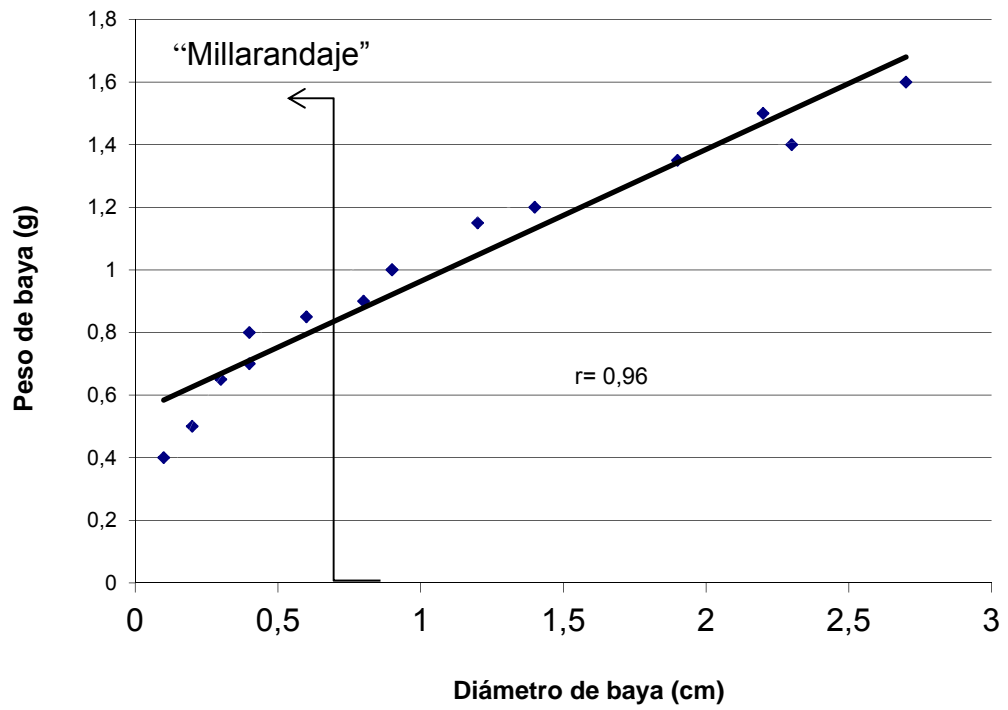


Figura 5. Relación entre el diámetro y peso de bayas, var Carménère.



## Caracterización de los racimos

A cosecha, se caracterizaron los racimos afectados por corrimiento de acuerdo a una escala. Visualmente se definieron 25 casos, considerando bayas pequeñas o chicas aquellas menores a 7 mm de diámetro (“millarandage”). Los datos obtenidos de esta observación se resumen en el Cuadro 10 y se complementan con las fotografías del anexo 1.

De acuerdo a la experiencia y observaciones realizadas en este ensayo, se puede decir que desde el racimo correspondiente a la imagen 12 (Anexo 1) hacia arriba se consideraron los racimos óptimos para la producción.

Cuadro 10. Caracterización de 25 racimos para con diferente grado de corrimiento en vides var. Carménère.

Racimo	Largo racimo(cm)	Ancho racimo(cm)	Peso racimo (g)	Total bayas	Bayas		I.C.*
					Grandes	Chicas	
1	10,0	7	16,2	9	8	1	0,9
2	16,0	12	39,2	42	34	8	2,62
3	14,0	11	48,7	36	35	1	2,57
4	13,0	11	54,4	50	38	12	3,84
5	20,0	12	63,2	59	47	12	2,95
6	22,0	13	55,5	62	54	8	2,81
7	14,0	12	59,7	63	43	20	4,50
8	13,0	12	80,8	68	48	20	5,23
9	16,5	12	94,8	78	63	15	4,72
10	17,5	12	103,0	90	69	29	5,14
11	21,0	16	115,4	108	72	36	5,14
12	18,0	12	107,0	98	74	16	5,44
13	16,0	12	94,0	93	70	23	5,81
14	13,0	10	94,1	73	51	22	5,61
15	16,5	11	103,0	100	75	25	6,06
16	17,0	13	110,0	108	82	26	6,35
17	15,5	12	129,2	124	97	27	8,00
18	15,0	8	127,5	114	95	19	7,60
19	17,0	10	137,0	134	97	37	7,88
20	15,0	10	157,0	154	102	52	10,26
21	17,5	13	164,7	135	106	29	7,71
22	17,0	12	167,5	124	103	21	7,29
23	14,0	14	173,0	122	113	9	8,71
24	15,0	13	180,0	164	121	43	10,93
25	15,0	9	182,0	170	130	40	11,33

\*I.C: Índice de Compactación

Si se asocian largo o ancho v/s peso racimo o número de bayas (figuras 8, 9, 10 y 11), se determina que el largo y el ancho de racimos no permiten estimar adecuadamente la intensidad del corrimiento. Sin embargo, existe una relación entre el número de bayas y el peso de racimo como lo demuestra la Figura 6 donde se ve una alta asociación de  $r=0,96$ .

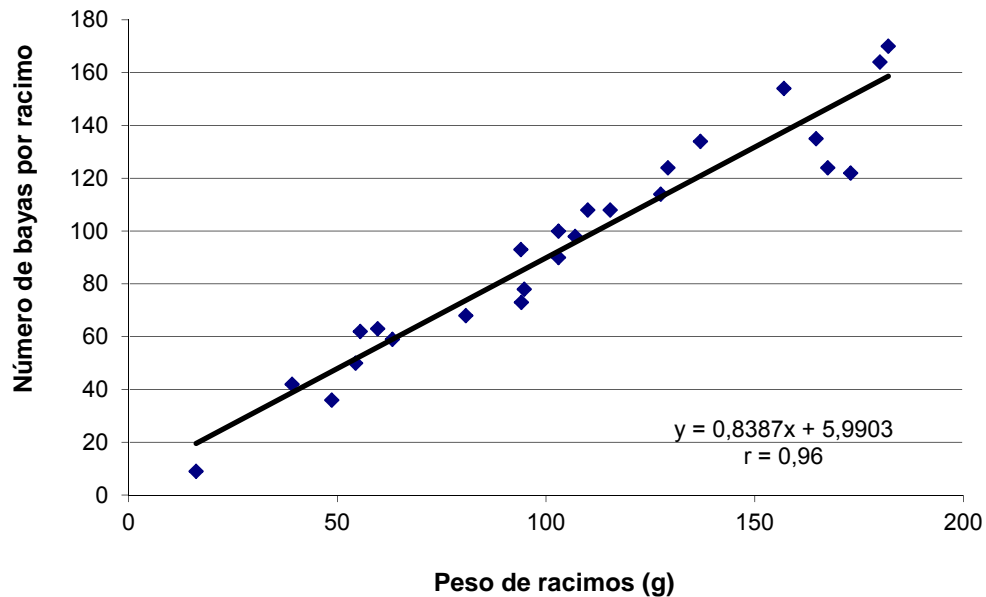


Figura 6. Relación entre el peso de racimo y número de bayas.

Como se observa en la Figura 7, existe una relación directa entre el número total de bayas del racimo y la cantidad de bayas chicas, menor a 7 mm, determinándose una asociación de  $r= 0,83$ . Esto significa que a mayor número de bayas totales en el racimo mayor será el número de bayas pequeñas presentes.

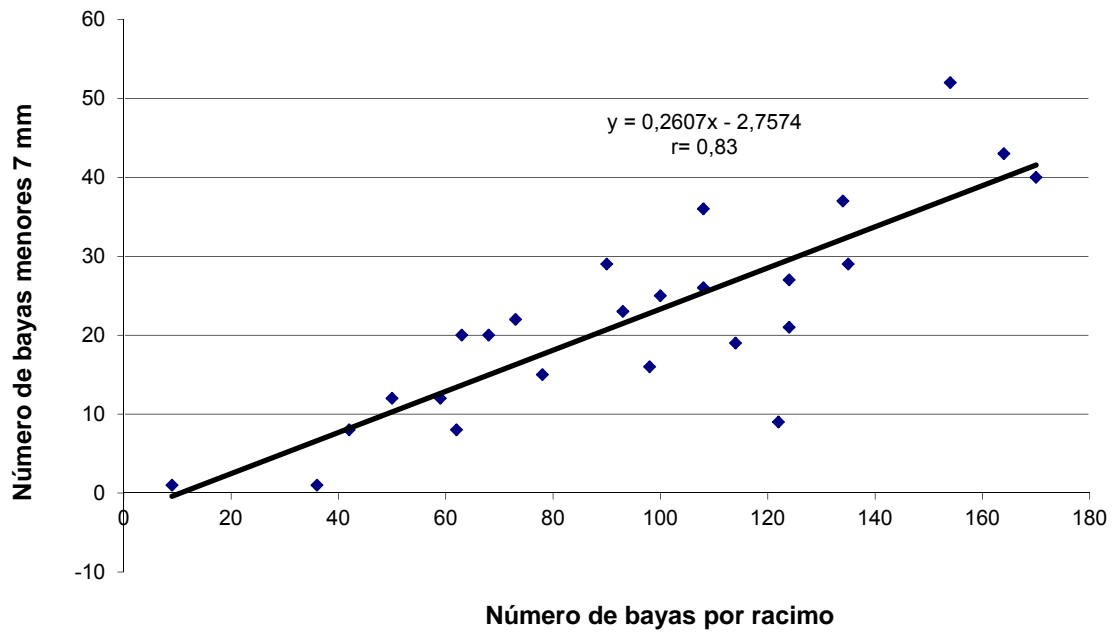


Figura 7. Relación entre número de bayas totales y bayas menores a 7mm.

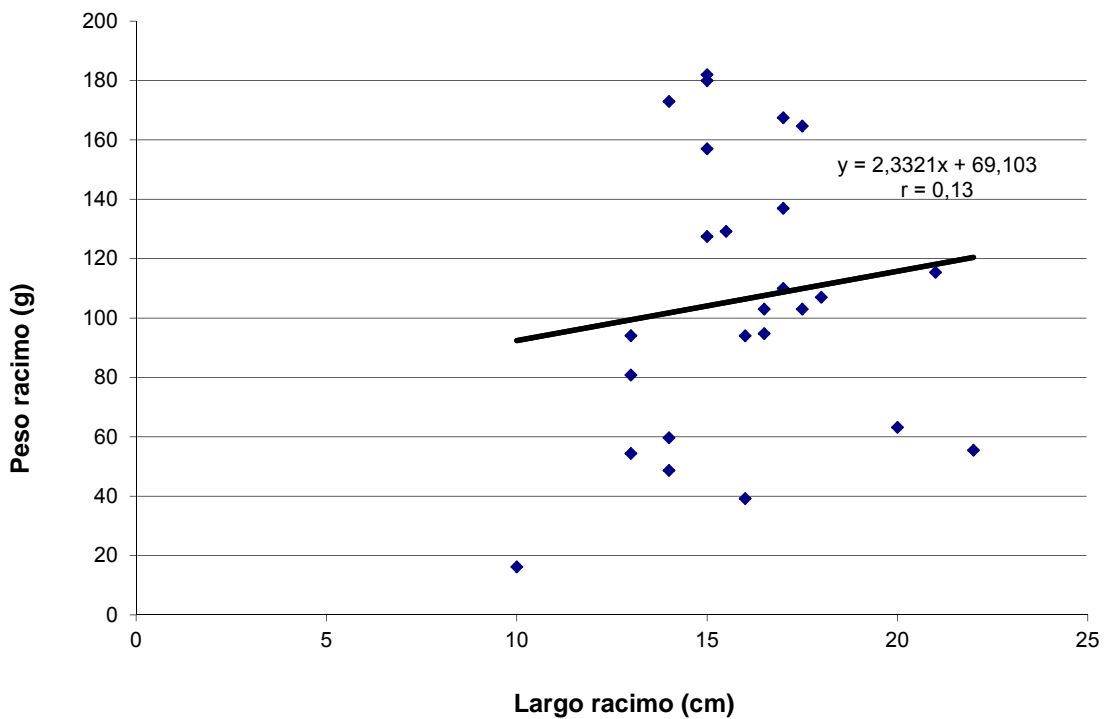


Figura 8. Relación entre el largo y el peso del racimo.

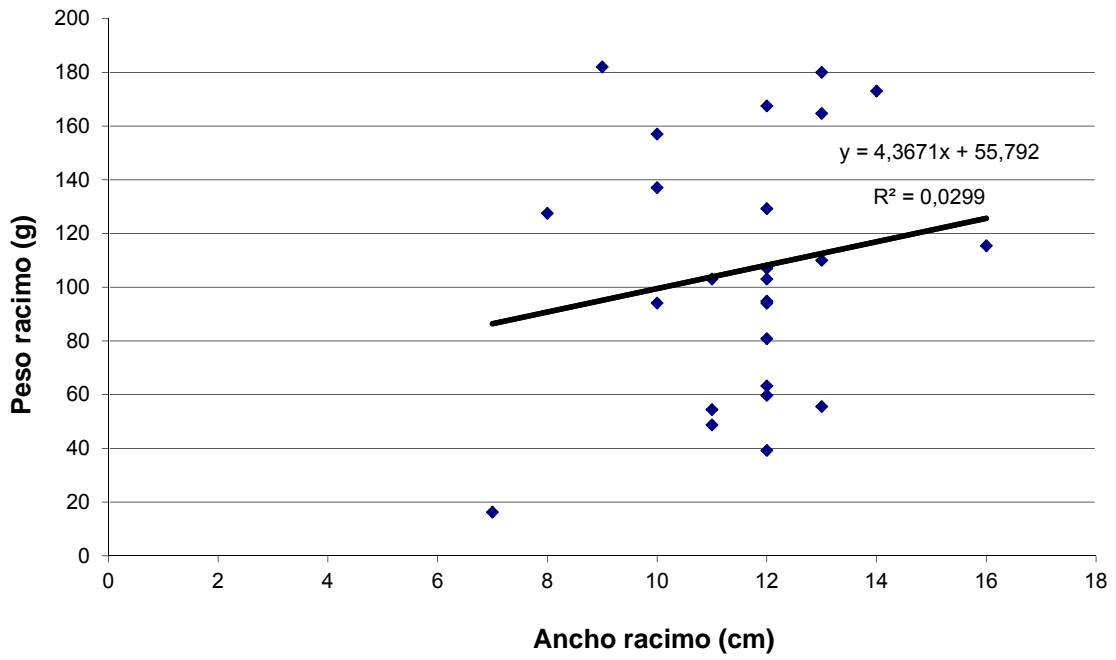


Figura 9. Relación entre peso y ancho del racimo.

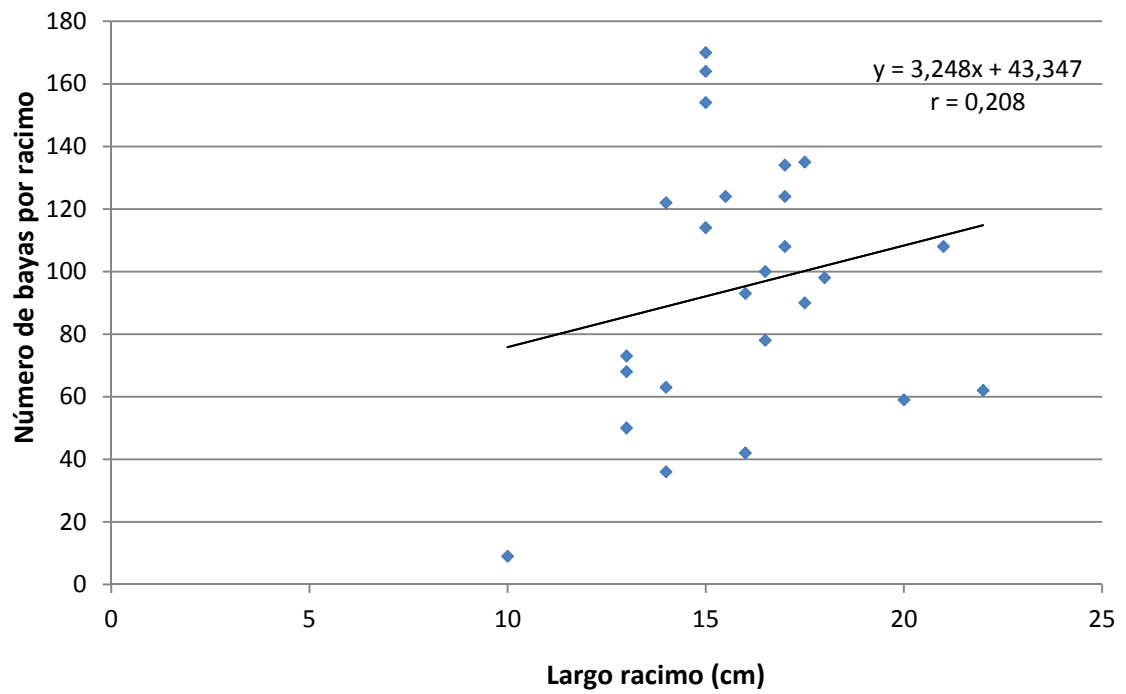


Figura 10. Relación entre el largo del racimo y número de bayas totales.

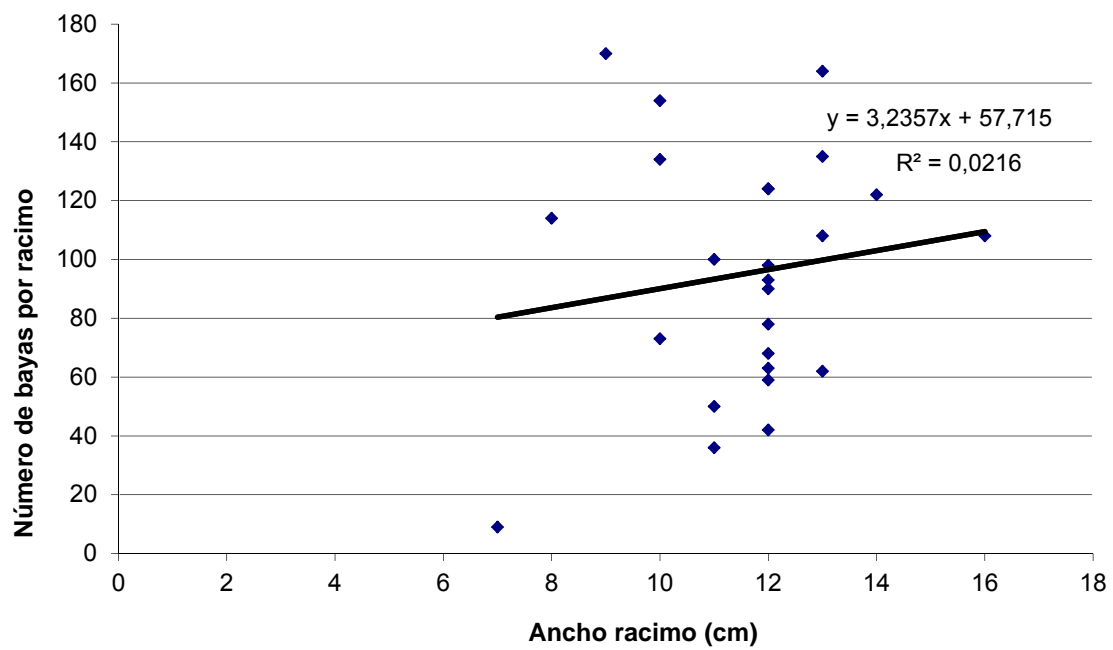


Figura 11. Relación entre ancho del racimo y número de bayas totales.

## DISCUSIÓN

### Análisis de boro y zinc en láminas previo al ensayo

Todos los nutrientes son indispensables para el desarrollo de un viñedo, esto obliga a mirar la condición nutricional en forma más integral y compleja.

Una de las principales causas del corrimiento, según la literatura, se concentra en las deficiencias de boro, zinc, calcio, fósforo y hierro (Callejas *et al.*, 2004), o por un insuficiente abastecimiento de asimilados o nutrientes hacia el fruto, como resultado de una limitada producción de estos y/o por fallas de transporte y locación hacia el fruto (Bangerth, 2000).

La concentración de estos nutrientes presentes en ambos viñedos, previo a la aplicación de los productos, reflejaron deficiencias (Cuadro 4), lo que puede traer problemas fisiológicos y de crecimiento. El zinc se encuentra bajo el rango adecuado en láminas en Viña Casa Silva y en el rango inferior en Viña Caliterra. Esto también puede traer problemas de corrimiento, ya que el zinc es un micronutriente que desempeña un rol clave en la síntesis de auxinas, hormona esencial para el crecimiento de los brotes, hojas y frutos (Kanthak, 1996). Por otro lado, el boro se encuentra dentro del rango adecuado, pero en el límite inferior de este. Su deficiencia trae consigo, entre otras cosas, el corrimiento en racimos (Razeto, 1993)

### Evaluación del largo de los brotes en tratamientos testigo

Carménère es una variedad de vid conocida como vigorosa lo que la hace propensa al corrimiento (Pszczólkowski, 2001). El vigor se puede medir en forma objetiva a través de la velocidad de crecimiento de los brotes, el diámetro de los sarmientos o el peso de estos (Mauro, 2003). Para este ensayo se midió el largo de los brotes para poder relacionarlo con el grado de corrimiento y así poder estimar o tener una primera aproximación si nos encontrábamos en presencia de corrimiento fisiológico o de inhibición correlativa, es decir, una deficiente nutrición del racimo, y un rápido crecimiento de los brotes en el momento de la floración y cuajado, lo que favorecería el corrimiento al aumentar la competencia entre el órgano dominante (brote) y el dominado (racimo) (Martínez de Toda, 1991).

Como se observa en el Cuadro 5, en ambas viñas se observó en los testigos un crecimiento de brotes similar, siendo un poco mayor en Viña Caliterra, lo que podría deberse a la mayor concentración de nutrientes obtenidos en el análisis en láminas previo al ensayo.

## Evaluación del corrimiento

Reyner (2002), observó que el corrimiento se manifiesta 10 a 12 días después de plena flor, momento en el que un número importante de bayas no crecen y caen. Por lo tanto corrimiento se puede evaluar inmediatamente después de ocurrida la caída de bayas, esto es 20 días después de plena flor, como se realizó en este ensayo, o bien a cosecha.

Según lo que se observó en este ensayo es importante evaluar el corrimiento después de ocurrida la caída, ya que en ese momento se podrá observar la tendencia que tendrán los racimos a cosecha, el grado de corrimiento o daño, por lo tanto la futura producción y rendimiento por hectárea.

Los tratamientos que aumentaron en mayor medida el índice de compactación fueron las aplicaciones de zinc, boro y calcio (T5) en Viña Casa Silva, y la aplicación de Solubor (T4) a inicio de flor en Viña Caliterra. En el caso de Viña Caliterra, solamente la aplicación de boro como Solubor a inicio de flor se diferenció del testigo, sin embargo, dos aplicaciones de este producto, tratamiento 5 (antes y a inicios de flor) fue el tratamiento con menor índice de compactación pero con el mayor largo de brotes. Estos resultados evidencian que existe una tendencia a incrementarse el índice de compactación cuando la aplicación en plena flor se refuerza con un tratamiento previo de boro, no ocurriendo lo mismo cuando este tratamiento se reemplaza por zinc. Se ve la tendencia en Viña Caliterra (Figura 3), que a mayor crecimiento de los brotes menor será el número de bayas por racimo, ya que habría una inhibición de la flor, causando severo corrimiento (Bangerth, 2000). Sin embargo se observa que ningún tratamiento se diferenció significativamente del testigo.

Adicionalmente se puede decir que depende del grado de corrimiento del viñedo es la magnitud de la respuesta a las aplicaciones tradicionales de boro y zinc, aunque la respuesta marca solamente una tendencia respecto al testigo. Cuando se realizaron las aplicaciones con la adición de calcio se mejora el índice de compactación.

En Viña Caliterra se observó que, a mayor largo de los brotes aumentó el índice de compactación (Figura 3), por lo tanto, se podría deducir que si se controla el largo de los brotes se podría disminuir el grado de corrimiento. Como aseveran Blouin y Guimberteau (2002), una vegetación demasiado vigorosa favorece el corrimiento. Ensayos han demostrado que el uso de fitoreguladores y despuntes de los brotes causan modificaciones y alteraciones del movimiento de los asimilados, productos de la fotosíntesis, dentro y entre los brotes, por lo tanto, el despunte de brotes puede causar un incremento en la translocación de asimilados hacia las bayas. Resultados similares se han visto cuando el crecimiento de los brotes ha sido regulado con químicos u hormonas reguladoras de crecimiento (Quinlan y Weaver, 1970).

## Evaluación a cosecha

Los resultados a cosecha en Viña Caliterra, corroboran lo obtenido en las mediciones de diciembre con el índice de compactación, confirmando también, nuevamente la importancia del boro, zinc y calcio en el cuaje, número y tamaño de bayas por racimo a cosecha de las uvas para vinificación, donde las aplicaciones de estos nutrientes mostró una diferencia respecto a los otros tratamientos. En general, ningún tratamiento manifiesta una diferencia significativa respecto de los racimos y rendimiento del testigo. Como se observa en el Cuadro 9, el tratamiento con Solubor (T4) presenta el mayor peso de sus racimos, seguido del tratamiento T8, con aplicaciones de zinc, boro y calcio en las tres fechas.

A cosecha, prácticamente todos los racimos presentaban algún grado de “millarandage”, con bayas con un diámetro inferior a 7 mm, siendo éste un problema característico de la variedad. Estas bayas pueden ser consecuencia de problemas en la fertilización, causando ausencia de semillas o aborto temprano del embrión. Este fenómeno se puede ver favorecido por condiciones climáticas desfavorables tales como lluvia durante la floración y vientos (Lavee y Nir, 1986).

Al caracterizar racimos con diferente grado de corrimiento a cosecha, (Cuadro 10), se evidenció una directa relación entre el peso del racimo y número de bayas, y entre el número de bayas totales y la cantidad de bayas chicas, estando siempre presente el “millarandage”, aun en racimos con mayor índice de compactación.



## CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizaron los ensayos se puede concluir:

- a) Las aspersiones foliares a base de boro, zinc y calcio, al menos en las épocas en que se realizaron, no solucionaron satisfactoriamente el problema de corrimiento de racimos en la variedad Carménère.
- b) El número de bayas chicas, de diámetro menor a 7 mm, denominadas como “millarandage”, aumenta en la medida que se incrementa el número de bayas en el racimo.
- c) Existe una situación contradictoria respecto de la relación entre largo de brotes y grado de corrimiento.

## LITERATURA CITADA

BASSO, C.; F. WELNER.; S. ATSUO. 1986. Fertilidade do solo e nutrição da macieira. Manual da Cultura da Macieira. Epagri. S.C.Brasil. P.236-265.

BANGERTH, F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regulators*. 31:43- 59.

BLOUIN, J. y GUIMBERTEAU, G. 2002. Maduración y madurez de la uva. Ediciones Mundi- Prensa. España. 24p.

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. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 10p.

GODOY, J. 1970. Efecto de niveles crecientes de calcio en el contenido foliar de boro en vid de la variedad Sultanina. Tesis. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile.63 p.

HUGLIN, P. 1986. Biologie et écologie de la vigne. Edition Payot Lausanne, Paris. 371p.

KANTHAK, A. 1996. Efectividad de aplicaciones foliares de boro y zinc en la cuaja de almendras cv.non pareil. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 60 p.

LAVEE, S. y G. NIR, G. 1986. Handbook of fruit set and development. Pp 167-183. Estados Unidos.

LIRA, J. I. 1996. Efecto de aspersiones foliares de boro y zinc en la cuaja de almendros cv. Non pariel. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 57 p.

MARTÍNEZ de TODA, F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. España. 145p.

MAURO, C. 2003. Efecto del vigor sobre la producción, calidad del mosto y susceptibilidad a plagas y enfermedades en la variedad Cabernet Sauvignon. Tesis, Facultad de Cs. Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 42 p.

PIZARRO, J. 1973. Efecto de Alar, CCC y ácido giberélico sobre el millarandaje y corredura en vid cv.Moscatel Rosada y Cot. Tesis. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 59p.

POUGET, R y P. CASTERAN. 1968. Action du CCC sur le cépage Merlot. "Comptes rendus de la Premier Journée d' Etude sur les applications du CCC sur la vigne" Nice. 49p.

PSZCZOLKOWSKI, P. y R. HENRÍQUEZ. 2001. Fecha optima de cosecha del cv. Carmenere. Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile.

QUINLAN, J. D., R.J. WEAVER. 1970. Modification of pattern of the photosynthate movement within and between shoots of *Vitis vinifera* L., Plant Physiol. 46: 527-530.

RAZETO, B. 1977. Análisis foliar, diagnostico nutricional y recomendaciones de fertilización en frutales del Valle de Aconcagua. Fruticultura de Aconcagua. 101p.

RAZETO, B. 1993. La nutrición mineral de los frutales: deficiencias y excesos. Santiago, Chile. 105 p.

REYNER, A. 2002. Manual de viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. España. 382p.

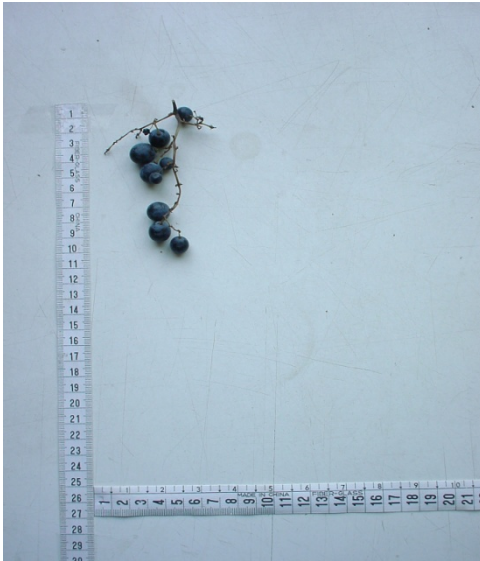
SILVA, H. y J. RODRÍGUEZ. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 519 p.

TRAUB, C. 2003 "A la hora del taco". Revista Vitivinicultura 11(2):p13-17.

## ANEXO 1

Caracterización fotográfica de 25 racimos variedad Carménère con severidad creciente de corrimiento.

1



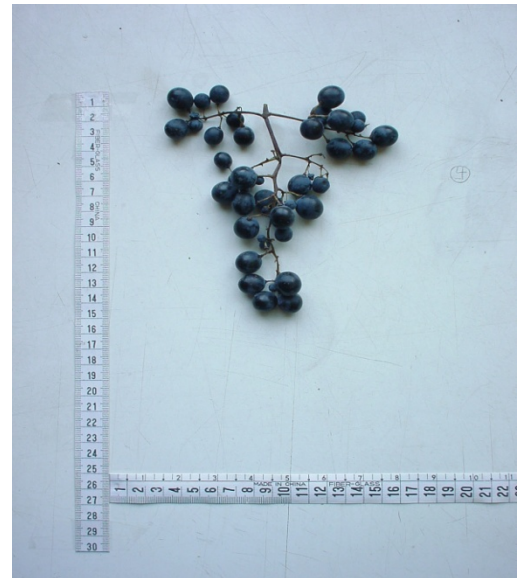
2



3



4



5



6



7



8



9



10





11



12



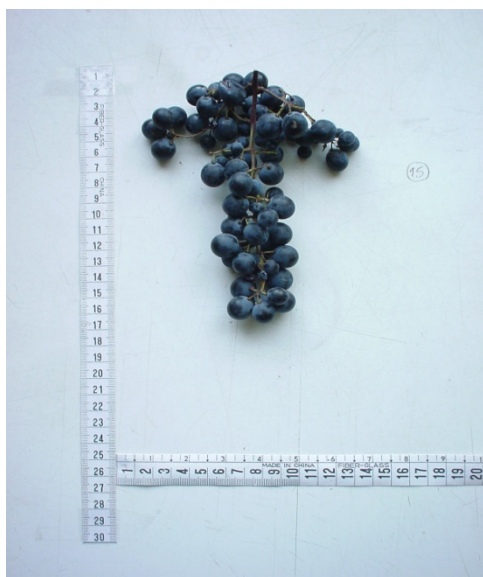
13



14



15



16



17



18



19



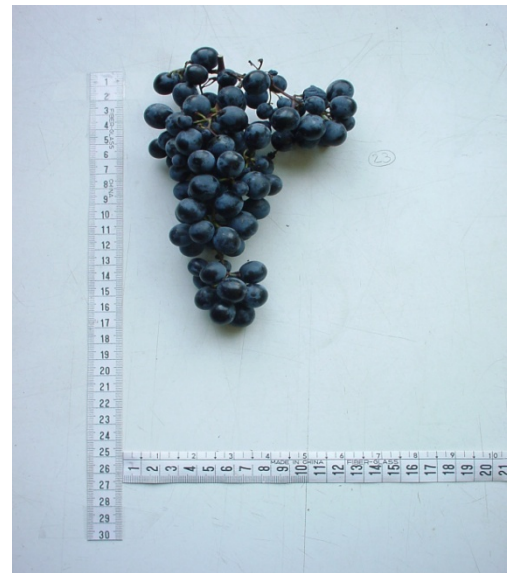
20



21



22





23



24



25





## ANEXO 2

Composición química de los productos utilizados en el ensayo:

### **Wuxal ® Boro**

Composición:

10 %	Fosfato	135 g·L <sup>-1</sup>
8 %	Nitrógeno total nitrógeno carbamida)	108 g·L <sup>-1</sup> (5,5% nitrógeno amoniacal y 2,5%
7 %	Boro	95 g·L <sup>-1</sup>
0,1 %	Hierro	1,35 g·L <sup>-1</sup>
0,05 %	Zinc	0,675 g·L <sup>-1</sup>
0,05 %	Cobre	0,675 g·L <sup>-1</sup>
0,05 %	Manganeso	0,675 g·L <sup>-1</sup>
0,001 %	Molibdeno	0,013 g·L <sup>-1</sup>

Los micronutrientes catiónicos (hierro, cobre, manganeso y zinc) están totalmente quelatizados (EDTA).

Densidad: 1,35 g·cc<sup>-1</sup>

pH: 6,8 (aprox.)

Formulación: suspensión concentrada.

### **Wuxal ® Zinc**

Composición:

6%	Zinc soluble en agua	86 g·L <sup>-1</sup>
5%	Nitrógeno	70 g·L <sup>-1</sup>

Aditivos orgánicos.

Densidad: 1,4 g·cc<sup>-1</sup>

pH: 6,3 (aprox.)

Formulación: Suspensión concentrada.

### **Wuxal® Aminocal**

Composición:

Oxido de Calcio soluble en agua:	207 g·L <sup>-1</sup>
Calcio como elemento:	150 g·L <sup>-1</sup>
Manganeso soluble en agua:	0,5 %
Zinc soluble en agua:	0,5 %
L-aminoácidos libres*:	15 %
(Aminoácidos totales:	20 %)

\*Obtenidos por hidrólisis enzimática.

Densidad:	1,35 g·cc <sup>-1</sup>
pH:	4 (aprox).
Formulación:	Concentrado soluble.

### **Solubor.**

208 g/kg de boro (20,8% de boro).

### **Basfoliar Zinc.**

550 g/kg de zinc (55% zinc).