

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFFECTOS DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y LA CARGA
FRUTAL EN LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Manejo de Suelos y Aguas

MARÍA PAZ SANTIBÁÑEZ ARELLANO

PROFESORES GUÍAS	CALIFICACIONES
Rodrigo Callejas R. Ing. Agrónomo Dr. sc. agr.	6,7
Carlos Benavides Z. Ing. Agrónomo	7,0
PROFESORES CONSEJEROS	
Tomás Cooper C. Ing. Agrónomo Dr. sc. agr.	6,2
Bruno Razeto M. Ing. Agrónomo M. S.	6,5
COLABORADOR	
Miguel D'Angelo C. Ing. Agrónomo	

Santiago – Chile
2004

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
MATERIALES Y MÉTODO	5
1. Localización y caracterización de los sitios de estudio	5
Ensayos de carga frutal (Objetivo específico 1)	5
Estudio del efecto del crecimiento vegetativo (Objetivo específico 2)	6
2. Tratamiento y diseño de los ensayos	7
Ensayos de carga frutal (Objetivo específico 1)	7
Estudio del efecto del crecimiento vegetativo (Objetivo específico 2)	7
3. Evaluaciones	7
4. Análisis estadístico	9
RESULTADOS	10
Ensayos de carga frutal en tres condiciones de fertilización nitrogenada	10
Propiedades físicas y morfológicas del perfil	10
1. Ensayo fertilizado con 20 kg N·ha ⁻¹	10
Nivel de nitrógeno en el pecíolo y crecimiento vegetativo	10
Plagas y enfermedades	11
Evolución de la madurez de las bayas	12
Rendimiento	12
Calidad de racimos	13
Calidad del mosto	13
2. Ensayo fertilizado con 40 kg N·ha ⁻¹	15
Nivel de nitrógeno en el pecíolo y crecimiento vegetativo	15
Plagas y enfermedades	16
Evolución de la madurez de las bayas	16
Rendimiento	17
Calidad de racimos	17
Calidad del mosto	18
3. Ensayo fertilizado con 60 kg N·ha ⁻¹	19
Nivel de nitrógeno en el pecíolo y crecimiento vegetativo	19
Plagas y enfermedades	20
Evolución de la madurez de las bayas	21
Rendimiento	21
Calidad de racimos	21
Calidad del mosto	22

Estudio del efecto del crecimiento vegetativo	23
Propiedades físicas y morfológicas del perfil	23
Nivel de Nitrógeno en la lámina	23
Crecimiento vegetativo y rendimiento	23
Plagas y enfermedades	24
Evolución de la madurez de las bayas	24
Calidad de racimos	25
Calidad del mosto	25
DISCUSIÓN	26
Marco teórico	26
Ensayo fertilizado con 20 kg N·ha ⁻¹	27
Ensayo fertilizado con 40 kg N·ha ⁻¹	27
Ensayo fertilizado con 60 kg N·ha ⁻¹	28
Observaciones generales	28
Estudio del efecto del crecimiento vegetativo	30
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXO I	37
Antecedentes de la temporada previa al estudio	38
APÉNDICE I	39
Descripción del perfil de suelo del sitio de los ensayos	39
APÉNDICE II	40
Incidencia de plagas y enfermedades en los ensayos de carga frutal	40
Figura 1. Incidencia de falsa araña roja de la vid (<i>Brevipalpus chilensis</i>)	40
Figura 2. Incidencia de oídio (<i>Oidium tuckeri</i>)	40
APÉNDICE III	41
Descripción del perfil de suelo en el sector de alto vigor	41
Descripción del perfil de suelo en el sector de bajo vigor	42
APÉNDICE IV	43
Incidencia de plagas en el estudio de crecimiento vegetativo	43
Figura 1. Incidencia de falsa araña roja de la vid (<i>Brevipalpus chilensis</i>)	43
Figura 2. Incidencia de <i>Neoseiulus chilensis</i>	43
Figura 3. Incidencia de conchuela (<i>Parthenolecanium persicae</i> , <i>Parthenolecanium corni</i>)	43

RESUMEN

En la temporada 2001 – 2002, se realizó un estudio del efecto del crecimiento vegetativo y carga frutal, en la variedad Cabernet Sauvignon, en el Valle del Maipo. Se evaluó el efecto de la carga frutal sobre la producción y calidad del mosto en tres ensayos, fertilizados con 20, 40 y 60 kg N·ha⁻¹ respectivamente. La carga frutal fue regulada a inicios de enero, y los tratamientos fueron 10, 14 y 18 racimos por planta. Adicionalmente, se estudió el efecto del crecimiento vegetativo sobre la producción, susceptibilidad a plagas y enfermedades, y calidad del mosto, en dos sitios caracterizados como de alto y bajo vigor. En los ensayos de carga frutal, hubo un efecto significativo en el rendimiento al existir una diferencia de 8 racimos menos por planta, y no hubo diferencias en el contenido de azúcar y el tamaño de las bayas, al comparar entre las cargas frutales. La calidad del mosto sólo se vio afectada cuando la relación entre la producción y el crecimiento vegetativo (índice de Ravaz) aumentó significativamente y se elevó sobre 10, al ajustar la carga frutal “alta” (18 racimos por planta) en una condición de fertilización moderada (40 kg N·ha⁻¹). En esa situación, el contenido de taninos aumentó significativamente lo que puede afectar en forma negativa la calidad del mosto. En plantas vigorosas se observó un menor número y peso promedio de racimos, y una mayor incidencia de oídio y palo negro, en comparación con plantas de menor vigor. La calidad del mosto obtenido fue comparativamente menor. De acuerdo a la experiencia generada en esta investigación, y en otras realizadas en el mismo sector, se ha determinado que el estudio del efecto del crecimiento vegetativo y la carga frutal sobre el comportamiento del viñedo debe considerar paralelamente y en detalle el estado hídrico de las plantas.

Palabras claves: *Vitis vinifera*, vitivinicultura, vigor, carga frutal, mosto, Cabernet Sauvignon.

SUMMARY

During the 2001-2002 season, a study was conducted to analyze the effect of vegetative growth and crop load on the yield and must quality of Cabernet Sauvignon, in the Maipo Valley, Chile. Yield and must quality was evaluated for three fertilization levels, 20, 40 and 60 kg N·ha⁻¹ respectively. At veraison, the crop load was adjusted to three levels, which defined three treatments 10, 14 and 18 cluster per vine. In addition a second study was conducted where the vegetative growth effect on yield, plant diseases and insect susceptibility, were evaluated in two sites characterized as high and low vigor. For the crop load trials, the difference in yield was significant when the crop load differ in 8 cluster per vine. With a fertilization level of 40 kg N·ha⁻¹, the highest crop load showed a higher yield due to a significantly higher cluster and berry weight. With the same fertilization level, a yield compensation for the crop load of 10 cluster per vine was observed, because the berry weight was similar to those from the higher crop loads. Nevertheless, sugar content and berry size were not affected by crop load at any trial. It was an effect on must quality when the Ravaz index (yield/pruning) was over 10, with the higher crop load treatment, for the 40 kg N·ha⁻¹ fertilization level. The second study showed that high vigor plants compared to lower vigor plants yielded less and lighter clusters, as well as higher oidium and water berry incidence, in addition must quality was comparatively lower too. According to this and other experiences at the crop load trial site, the effect of vegetative growth and crop load on the yield and must quality on the vineyard should be studied altogether with the water level in plants.

Key words: *Vitis vinifera*, viticulture, vigour, crop load, must, Cabernet Sauvignon.

INTRODUCCIÓN

Para optimizar el sistema productivo en la vitivinicultura, es necesario considerar en el manejo la relación entre la fertilización nitrogenada, el crecimiento vegetativo y la carga frutal de la planta, en la búsqueda de un equilibrio entre estos últimos que permita obtener uva de alta calidad (Gladstone, 1992; citado por Howell, 2001). El crecimiento vegetativo está determinado por el vigor de la planta y la fertilización nitrogenada, mientras que la elección de la carga frutal por planta requiere considerar variedad, zona de producción y objetivos enológicos (Fregoni, 2000).

Los efectos de la fertilización nitrogenada en vides dependerán principalmente de las dosis aplicadas (Lavín y Valenzuela, 1986). Considerando que los requerimientos de nitrógeno de la vid son bajos (Retamales y Razeto, 1985), Ruíz y Massa (1992) recomiendan aplicar dosis bajas o nulas en suelos de alta fertilidad y donde la vid manifieste un alto vigor. Spayd *et al.* (1993) recomiendan aplicaciones de hasta 56 kg N·ha⁻¹, para la variedad White Riesling, en suelos de baja fertilidad regados por goteo. Con respecto a Cabernet Sauvignon en la Región Metropolitana, localidad de Pirque, Rodríguez *et al.* (1974) observaron una baja extracción de nitrógeno, equivalente a 36 kg N·ha⁻¹.

El exceso de fertilización nitrogenada provoca un crecimiento vegetativo excesivo, y dado el aumento de la relación hojas/fruto se retrasa la entrada en producción y la madurez (Winkler *et al.*, 1974; Pérez, 1981, 1993; Retamales y Razeto, 1985). Además, al ser promovido un microclima húmedo y sombrío, se favorece la incidencia de enfermedades como botrytis y oídio (Crespy, 1991; Pszczolkowski y Bordeu, 1984; Bordeu, 1982; Winkler *et al.*, 1974), y desórdenes fisiológicos como palo negro (Silva y Rodríguez, 1995).

Para disminuir la relación hojas/fruto se hace necesario limitar el crecimiento, modificando el follaje o disminuyendo la fertilización nitrogenada por ejemplo (Marro, 1989; Crespy, 1991), y/o regular la carga frutal a fin de lograr una madurez adecuada de la fruta (Pszczolkowski y Bordeu, 1984).

La definición de la carga frutal óptima estará en función de los objetivos preseleccionados (Fregoni, 2000). En la vitivinicultura se considera, como criterio general, que al aumentar la carga frutal por planta la graduación de azúcar decrece y aumenta la acidez de las bayas (Fregoni, 2000), disminuyendo la calidad de la uva debido a una baja relación hojas/fruto (Pszczolkowski y Bordeu, 1984). Entonces, la carga óptima debe expresarse como un balance adecuado de la relación hojas/fruto.

Para evaluar este balance se han elaborado índices numéricos que relacionan el crecimiento vegetativo y la carga frutal. El primero que se desarrolló fue el índice de

Ravaz, relación entre el rendimiento obtenido y el peso de poda, que señala desde un punto de vista de post cosecha el balance adecuado que permite una producción sustentable de fruta de alta calidad (Ravaz, 1925; citado por Howell, 2001). Un índice entre 4 y 10 se considera adecuado para la calidad del vino (Bravdo *et al.*, 1985).

Adicionalmente, una manera de proyectar la calidad del vino a obtener, es evaluar la calidad del mosto. La calidad del mosto expresará la calidad de la uva cosechada, en relación a su contenido de azúcares, acidez, color y presencia de fenoles y taninos (Marro, 1989).

De acuerdo a lo anterior, esta investigación pretende evaluar el efecto de diferentes cargas frutales por planta y diferentes niveles de crecimiento vegetativo, sobre la calidad del mosto en la variedad Cabernet Sauvignon, Región Metropolitana.

Objetivo general

Estudiar el efecto de la carga frutal en una condición dada de fertilización nitrogenada sobre la calidad del mosto, y el efecto del crecimiento vegetativo de la planta sobre la calidad del mosto, en la variedad Cabernet Sauvignon.

Objetivos específicos

- 1) Evaluar el efecto de la carga frutal, bajo una condición dada de fertilización nitrogenada, sobre la producción y la calidad del mosto en la variedad Cabernet Sauvignon, en un sitio específico en la Región Metropolitana.
- 2) Evaluar el efecto del crecimiento vegetativo sobre la producción, calidad del mosto y susceptibilidad a plagas y enfermedades, en la variedad Cabernet Sauvignon, en dos sitios caracterizados como sectores de alto y bajo vigor, expresado en el crecimiento vegetativo de la temporada anterior.

MATERIALES Y MÉTODO

1. Localización y caracterización de los sitios del estudio

Ensayos de carga frutal (Objetivo específico 1). Como la continuación de un estudio realizado en el mismo sitio en la temporada previa (Anexo I), se trabajó en la temporada 2001 – 2002 en un viñedo de la variedad Cabernet Sauvignon de cuatro años de edad, ubicado en el Fundo Casas Viejas de Chena, San Bernardo, Región Metropolitana.

El suelo se caracterizó mediante la descripción física y morfológica del perfil del suelo potencialmente enraizable (Soil Survey Manual: Handbook N°18, U.S.D.A.) y determinación de la capacidad de retención de agua disponible, granulometría y conductividad eléctrica. Estos últimos antecedentes provienen de un estudio previo solicitado por la viña (Cuadro 1), e indican que el agua aprovechable del suelo es baja, la clase textural es franco arenosa (sistema de clasificación de U.S.D.A) y no existen problemas de salinidad.

Cuadro 1. Propiedades físicas y conductividad eléctrica del suelo, en el sitio de los ensayos, Fundo Casas Viejas de Chena, octubre 2002.

Contenido de agua volumétrico (%)	
Capacidad de Campo	22 – 25
Punto de Marchitez Permanente	12 – 14
Agua aprovechable en 1 m de profundidad de suelo (cm)	6,8 – 8,2
Contenido de piedras (%)	9 – 24
Granulometría (%)	
Arena	55,1 – 62,1
Limo	22,2 – 26,2
Arcilla	10,2 – 14,7
Conductividad eléctrica (dS·m ⁻¹)	0,096

El sistema de formación utilizado es Guyot simple, con un cargador de siete yemas y un pitón de reposición de dos yemas por planta.

La regulación de la carga frutal se realiza en enero, donde se eliminan todos los racimos que no hayan alcanzado este estado fenológico y generalmente aquellos ubicados en la segunda posición en el brote. Eventualmente se realiza una segunda regulación de carga previa a cosecha, para eliminar “pámpanos” y racimos de segunda flor.

El manejo del follaje contempla: a) un desbrote, que elimina “chupones” y brotes “mellizos”; b) la chapoda, que elimina la porción apical de los brotes hasta el alambre de conducción; c) la eliminación de feminelas hasta el primer nudo por sobre el segundo racimo; d) la eliminación de “chupones” durante toda la temporada.

En la temporada previa, el programa de fertilización nitrogenada fue de 20, 40 y 60 kg N·ha⁻¹ para el ensayo respectivo, en forma de urea. Adicionalmente se aplicaron 46 kg K₂O·ha⁻¹ y 10 kg P₂O₅·ha⁻¹ entre cuaja y envero, como nitrato de potasio y ácido fosfórico, respectivamente. En la temporada de estudio comenzó el manejo orgánico de la viña, y sólo se aplicaron las dosis de N correspondientes a los ensayos.

El sistema de riego es por goteo. En la temporada previa, la programación de los riegos se determinó mediante la observación de calicatas, y se aplicó un volumen total de 4.533 m³·ha⁻¹ de agua. En la temporada de estudio, la programación se determinó a través de la observación de calicatas y de la medición del potencial xilemático de las plantas mediante una bomba de Scholander, y se aplicaron 3.422 m³·ha⁻¹ de agua.

Los principales problemas fitosanitarios de la viña han sido infestaciones por oídio, araña roja y burrito. La incidencia de botrytis ha sido inusual.

Estudio del efecto del crecimiento vegetativo (Objetivo específico 2). Se trabajó en la temporada 2001 – 2002 en un viñedo de la variedad Cabernet Sauvignon de tres años de edad, ubicado en la Parcela Santa Delia de la Agrícola San Guillermo, Isla de Maipo, Región Metropolitana.

El suelo se caracterizó mediante la descripción física y morfológica del perfil del suelo potencialmente enraizable (Soil Survey Manual: Handbook N°18, U.S.D.A.).

El sistema de formación utilizado es Guyot doble, con dos cargadores de nueve yemas y dos pitones de reposición de dos yemas por planta. En ambos sectores, el manejo del follaje contempló desbrote, chapoda, y eliminación de chupones, y no se reguló la carga frutal.

En el sector de alto vigor, el sistema de riego es por goteo y la programación de los riegos se determinó mediante la observación de calicatas. El principal problema fitosanitario fue oídio.

En el sector de bajo vigor, el sistema de riego es por surcos y la programación de los riegos se determinó mediante la observación de calicatas. No presentó problemas fitosanitarios importantes.

2. Tratamiento y diseño de los ensayos

Ensayos de carga frutal (Objetivo específico 1). Se realizaron tres ensayos paralelos, y cada uno fue fertilizado con una dosis de N diferente: 20 kg N·ha⁻¹, 40 kg N·ha⁻¹ y 60 kg N·ha⁻¹, al igual que en la temporada anterior. Ésta fue aplicada como urea directamente bajo el gotero en el riego de la segunda semana de enero, febrero y abril. En cada ensayo se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos se definieron según el número de racimos conservados por planta, y se denominaron como carga frutal “baja”, “media” y “alta” (Cuadro 2). El ajuste de carga se realizó la primera semana de enero, a inicios del estado fenológico de envero. La unidad experimental fue un grupo de 3 plantas consecutivas, y para las evaluaciones se utilizó la del centro.

Cuadro 2. Número de racimos conservados por planta para la determinación de las cargas frutales.

Tratamiento de carga frutal	Número de racimos conservados por planta
Baja	10
Media	14
Alta	18

Estudio del efecto del crecimiento vegetativo (Objetivo específico 2). Se realizó un estudio de casos en dos sitios de vigor contrastante, definidos históricamente en el predio, lo cual fue observado en el crecimiento vegetativo de la temporada anterior. Se denominaron como “alto vigor” y “bajo vigor”. Se seleccionaron 15 plantas representativas en cada sitio para realizar las evaluaciones, y no se reguló la carga frutal.

3. Evaluaciones

- 1) Nivel de nitrógeno de las plantas: mediante análisis de nitrógeno total, nitrato y amonio en los ensayos de carga frutal en plena flor (pecíolo); y en envero (lámina) para el estudio del efecto del crecimiento vegetativo.
- 2) Evaluación del crecimiento vegetativo: en los ensayos de carga frutal se determinó
 - a) aumento del área transversal del tronco, a través del perímetro del tronco a 20 cm del suelo, a inicio y término de la temporada, b) el porcentaje de brotación, c) el largo de brotes cada 7 días a inicio de temporada y cada 15 días desde mediados de temporada, en dos brotes marcados por planta (exposición este y oeste), d) el número de femelinas de estos brotes, e) el peso seco (en estufa a 75° C) de la chapoda (g por planta), f) el tamaño promedio de hojas al momento de la chapoda, de acuerdo al

método de estimación no destructivo de área foliar en vides viníferas de Montero *et al.* (2000), g) el peso seco (en estufa a 75° C) de la poda invernal (g por planta), h) el peso de los brotes (g) desde la cuarta a la sexta yema desde la base del cargador, denominados “brotes centrales”, y el peso de los brotes (g) desde la séptima a la novena yema desde la base del cargador, denominados “brotes apicales”.

En el estudio del crecimiento vegetativo, se determinó el área transversal del tronco al inicio de la temporada, el largo final de brotes, promedio de las exposiciones este y oeste, y el peso en verde de la chapoda (g por planta).

- 3) Monitoreo de enfermedades: se evaluó visualmente la incidencia de botrytis (*Botrytis cinerea*) y oídio (*Oidium tuckeri*), desde la chapoda a la cosecha, cada 15 a 20 días, mediante la siguiente escala de valores:

Nivel	Significado
0	No se detecta
1	Muy difícil de detectar
2	Ofrece ligera a mediana dificultad para detectar
3	Fácil de detectar
4	Muy fácil de detectar

En el estudio de crecimiento vegetativo, se observó la incidencia del desorden fisiológico “palo negro”, el cual fue evaluado de acuerdo a la escala anterior, desde mediados de temporada.

- 4) Monitoreo de plagas y enemigos naturales: se evaluó el nivel de infestación de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) y *Neoseiulus chilensis* mediante el recuento de individuos por hoja, y de burrito de la vid (*Naupactus xanthographus*) mediante la evaluación visual del daño, según la escala de valores indicada.

Las evaluaciones se realizaron a inicio, mediados y fin de temporada en los ensayos de carga frutal, y desde mediados de temporada en el estudio del efecto del crecimiento vegetativo. Para el recuento de falsa araña roja y *Neoseiulus chilensis* se extrajeron 10 hojas por planta, tomadas de la parte basal del o los cargadores. Se cepillaron las hojas y con lupa estereoscópica se contabilizó la presencia de individuos.

- 5) Evaluación de la madurez: desde el inicio de la época de envero se determinó semanalmente el contenido de sólidos solubles, mediante un refractómetro termocompensado (ATC-1E, Atago, Japón). La cosecha de los ensayos de carga frutal se realizó el 4 de abril de 2002, cuando el contenido de sólidos solubles de las bayas era mayor a 23 °Brix. Los sitios del estudio de casos se cosecharon el día 17 de abril de 2002, cuando el contenido de sólidos solubles era mayor a 22 °Brix en ambos sitios.

- 6) Rendimiento de fruta: fue evaluado en el número total de racimos por planta producidos, y peso total de uva cosechada (kg/planta y $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$). El rendimiento se relacionó con el peso de poda para obtener el índice de Ravaz (kg fruta/kg poda).
- 7) Calidad de los racimos a cosecha: se evaluó mediante el tamaño de las bayas, peso de 100 bayas, peso de racimo, incidencia de daños debido a plagas (número de racimos infestados) y enfermedades, y daños por sol. Se utilizaron las siguientes escalas de valores para la evaluación de daños por enfermedades y sol:

<u>Daño por enfermedades</u>		<u>Daño por sol</u>	
<u>Nivel</u>	<u>Significado</u>	<u>Nivel</u>	<u>Significado</u>
0	Sano	0	Sin daño
1	5 – 25% del racimo dañado	1	5 – 20% del racimo dañado
2	25 – 50% del racimo dañado	2	20 – 50% del racimo dañado
3	50 - 75% del racimo dañado	3	> 50% del racimo dañado
4	> 75% del racimo dañado		

- 8) Evaluación del mosto: Los racimos fueron macerados y parte del mosto se reservó para los análisis básicos de calidad: contenido de sólidos solubles (mediante un refractómetro termocompensado ATC-1E, Atago, Japón), acidez total (por titulación con NaOH 0,1 N), y pH del mosto (por determinación potenciométrica, potenciómetro pH 211, Hanna, Portugal). Se evaluó además la intensidad colorante (sumatoria de densidad óptica a 420, 520 y 620 nm), contenido de fenoles (índice DO 280 nm), taninos totales (reacción de Bate-Smith y absorbancia a 550 nm; Bate-Smith, 1981) y antocianos totales (método de decoloración por bisulfito de García Barceló y absorbancia a 520 nm; García Barceló, 1990), mediante la utilización de un espectrofotómetro (Helios gamma, Unicam, Inglaterra).

4. Análisis estadístico

En el caso de los ensayos de carga frutal, se evaluaron los resultados mediante un análisis de varianza. Al existir diferencias significativas, las medias de los tratamientos de carga frutal se separaron mediante el procedimiento de la mínima diferencia significativa (LSD, siglas en inglés) de Fisher. En el caso del estudio del efecto de crecimiento vegetativo, los resultados se analizaron basándose en gráficos descriptivos y comparativos.

RESULTADOS

Ensayos de carga frutal en tres condiciones de fertilización nitrogenada

Propiedades físicas y morfológicas del perfil. El suelo donde se desarrollaron los ensayos pertenece a la serie Santiago (CNR, 1981). Este suelo tiene su origen en depósitos aluviales del Río Maipo, con clase textural franco arenosa a lo largo del perfil y un alto contenido de piedras en sus horizontes inferiores (Apéndice I).

Dado el sistema de riego por goteo, se observó un bulbo húmedo de 1,5 m de ancho y 0,70 m de profundidad. Se observaron raíces necrosadas hacia el centro del bulbo, lo que refleja una aireación inadecuada, además de raíces activas en la entre hilera, que manifiestan la exploración de las mismas en respuesta a un déficit hídrico.

1. Ensayo fertilizado con 20 kg N·ha⁻¹

Nivel de nitrógeno en el pecíolo y crecimiento vegetativo

Los resultados del análisis de pecíolo realizado en plena flor y previo a la regulación de carga, se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados del análisis de pecíolo realizado en época de plena flor, previo a la regulación de carga (20 de noviembre de 2001), ensayo 20 kg N·ha⁻¹.

Ensayo	Nt (% peso seco)	NH ₄ ⁺ N (ppm)	NO ₃ ⁻ N (ppm)
20 kg N·ha ⁻¹	3,08	193	380

El porcentaje de brotación de las plantas y el número de brotes laterales o feminelas de los brotes marcados, no presentaron diferencias significativas (Cuadro 4). En promedio, se obtuvo un mayor número de feminelas en el brote Este.

El crecimiento de los brotes durante la temporada se adapta a una curva sigmoidea, con una mayor tasa de crecimiento a mediados de octubre, y se alcanzó el largo final a mediados de noviembre en los tres tratamientos (Figura 1). No hubo diferencias significativas entre tratamientos y exposición de los brotes. Asimismo, la carga frutal no afectó significativamente los parámetros vegetativos restantes (Cuadro 5), si bien se observó la tendencia a un mayor peso de poda a mayor carga frutal.

Cuadro 4. Porcentaje de brotación y número de feminelas por brote, según exposición, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al valor promedio ± el error estándar.

Ensayo	20 kg N·ha ⁻¹		
Carga frutal	Porcentaje de brotación (%)	Nº feminelas brote Este	Nº feminelas brote Oeste
Baja	85,8 ± 5,3 a	6,0 ± 5,2 a	3,8 ± 1,0 a
Media	94,7 ± 3,1 a	8,5 ± 3,1 a	5,3 ± 3,1 a
Alta	84,5 ± 6,3 a	8,0 ± 2,2 a	5,3 ± 4,1 a
Promedio	88,3 ± 3,0	7,5 ± 3,5	4,7 ± 2,8

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

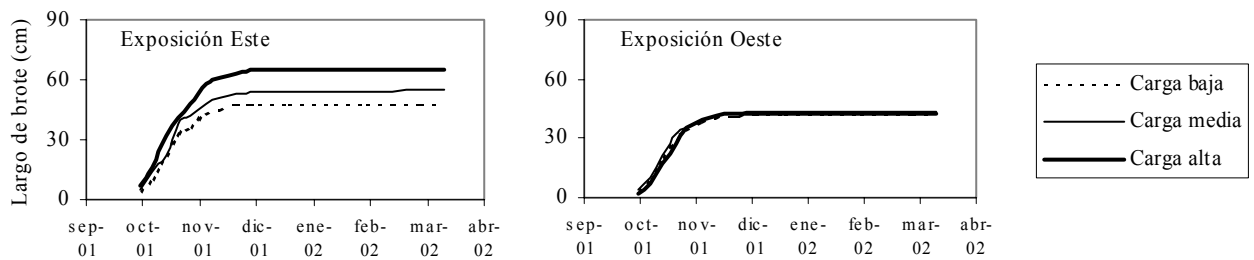


Figura 1. Crecimiento promedio de brotes de cada exposición, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada punto corresponde al valor promedio obtenido en cada fecha de medición.

Cuadro 5. Crecimiento vegetativo durante la temporada, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± la desviación estándar, mientras que el tamaño de hojas y el peso de brotes corresponden al promedio ± el error estándar.

Ensayo	20 kg N·ha ⁻¹					
Carga frutal	Área tronco inicial / final (cm ²)	Aumento del área del tronco (cm ²)	Peso seco de chapoda por planta (g)	Tamaño de hojas eliminadas (cm ²)	Peso seco de poda por planta (kg)	Peso brotes ubicación apical / central (g)
Baja	5,7 / 6,5 a	0,7 ± 0,3 a	-	-	130,9 ± 30,2 a	13,0 / 11,8 a
Media	5,6 / 6,3 a	0,7 ± 0,2 a	1,6 *	35,7 *	149,4 ± 38,7 a	12,8 / 9,1 a
Alta	5,9 / 6,9 a	1,0 ± 0,1 a	1,2 ± 1,5 a	15,0 ± 6,5	165,4 ± 33,0 a	17,4 / 13,1 a
Promedio	5,7 / 6,5	0,8 ± 0,1	0,9 ± 2,0	21,9 ± 7,9	148,5 ± 34,2	14,4 / 11,4

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$); (-) sin crecimiento suficiente para chapodar; (*) sólo un dato recopilado.

Plagas y enfermedades

No hubo relación entre carga frutal e incidencia de plagas y oídio (*Oidium tuckeri*) (Apéndice II, Figura 2), y no se registró ataque de botrytis. La incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) fue baja en los tres momentos de evaluación

(Apéndice II, Figura 1), y el daño por burrito de la vid no excedió el nivel 1 (“muy difícil de detectar”) durante toda la temporada.

Evolución de la madurez de las bayas

La evolución de la madurez de las bayas se ajusta a una curva doble sigmoídea, que a mediados de febrero refleja una primera disminución en la tasa de acumulación de azúcar, y una segunda a partir de la primera semana de marzo (Figura 2). No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

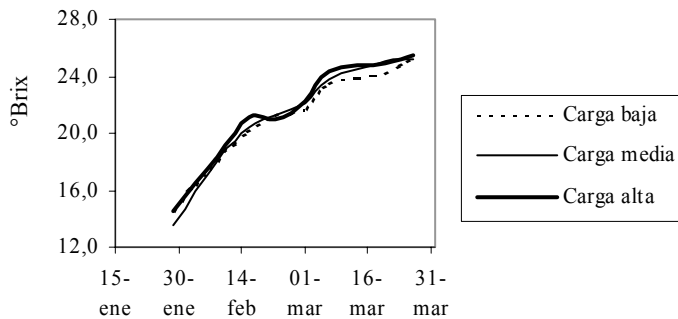


Figura 2. Evolución de la madurez de las bayas, desde enero a cosecha, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada punto corresponde al promedio obtenido en cada fecha de medición.

Rendimiento

Previo al ajuste de carga frutal, no hubo diferencias significativas en el número de racimos producidos por planta (Cuadro 6). Ajustada la carga, el rendimiento fue mayor a mayor número de racimos conservados, siendo significativamente distintos entre sí los tratamientos de carga frutal baja y alta, es decir, cuando existió una diferencia de 8 racimos adicionales por planta. El índice de Ravaz (kg fruta/kg poda) no presentó diferencias significativas.

Cuadro 6. Número de racimos previo al ajuste de carga frutal, rendimiento e índice de Ravaz, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± la desviación estándar.

Ensayo	20 kg N·ha ⁻¹			
	Nº racimos por planta previo al ajuste de carga	Rendimiento (kg/planta)	Rendimiento (ton·ha ⁻¹)	Índice de Ravaz (kg fruta/kg poda)
Baja	16,0 ± 5,0 a	0,58 ± 0,24 a	3,9 ± 1,6 a	4,6 ± 2,1 a
Media	17,5 ± 2,9 a	1,07 ± 0,39 ab	7,1 ± 2,6 ab	8,0 ± 5,2 a
Alta	16,8 ± 3,4 a	1,29 ± 0,40 b	8,6 ± 2,6 b	8,2 ± 3,9 a
Promedio	16,8 ± 3,5	0,98 ± 0,44	6,5 ± 3,0	6,9 ± 4,0

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Calidad de racimos

No se observó daño por sol, incidencia de botrytis ni presencia de plagas en los racimos cosechados. Se obtuvo una calidad similar en los tres tratamientos de carga frutal, ya que no se observaron diferencias significativas en el contenido de azúcar, peso de racimo, tamaño de baya y peso de 100 bayas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Calidad de los racimos obtenidos, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	20 kg N·ha ⁻¹			
	Sólidos solubles (°Brix)	Peso de racimo (g)	Diámetro de baya (mm)	Peso de 100 bayas (g)
Baja	25,4 ± 0,1 a	61,6 ± 10,5 a	9,2 ± 0,3 a	62,2 ± 5,8 a
Media	25,2 ± 0,5 a	72,0 ± 11,8 a	9,5 ± 0,2 a	63,8 ± 3,5 a
Alta	25,5 ± 0,4 a	70,7 ± 8,6 a	9,3 ± 0,4 a	67,1 ± 6,9 a
Promedio	25,3 ± 0,2	68,1 ± 5,6	9,3 ± 0,2	64,4 ± 3,0

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Calidad del mosto

En el Cuadro 8 se observa que no hubo diferencias significativas en los tres parámetros básicos de la calidad del mosto (sólidos solubles, pH y acidez total).

Cuadro 8. Análisis básicos de la calidad del mosto, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	20 kg N·ha ⁻¹		
Carga frutal	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez total (g H ₂ SO ₄ ·L ⁻¹)
Baja	25,3 ± 0,5 a	4,19 ± 0,07 a	1,99 ± 0,11 a
Media	25,0 ± 0,4 a	4,20 ± 0,06 a	1,86 ± 0,19 a
Alta	25,6 ± 0,2 a	4,17 ± 0,06 a	2,01 ± 0,13 a
Promedio	25,3 ± 0,2	4,19 ± 0,03	1,95 ± 0,09

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Tampoco hubo diferencias en cuanto a intensidad colorante, matiz y contenido de antocianos. Sin embargo, se observa una mayor intensidad colorante promedio a menor carga frutal, donde además se observa el matiz más bajo, el cual indica una coloración más roja (Cuadro 9). En cuanto a taninos y contenido de fenoles totales no hubo diferencias significativas, no obstante, el mayor valor promedio de éstos últimos se observó al ajustar la carga frutal menor.

Cuadro 9. Análisis espectrofotométricos de calidad del mosto, ensayo 20 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	20 kg N·ha ⁻¹				
Carga frutal	Intensidad Colorante	Matiz	Antocianos (mg malvidina·L ⁻¹)	Fenoles totales (mg ác. gálico·L ⁻¹)	Taninos (g·L ⁻¹)
Baja	1,634 ± 0,749 a	1,038 ± 0,094 a	145,3 ± 0,9 a	322,6 ± 30,8 a	6,91 ± 1,92 a
Media	1,022 ± 0,290 a	1,125 ± 0,240 a	116,8 ± 17,4 a	294,8 ± 13,7 a	5,07 ± 0,18 a
Alta	0,970 ± 0,151 a	1,108 ± 0,159 a	163,1 ± 17,6 a	309,7 ± 8,2 a	8,01 ± 1,73 a
Promedio	1,170 ± 0,224	1,095 ± 0,098	141,0 ± 11,4	309,0 ± 8,21	6,64 ± 0,83

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

2. Ensayo fertilizado con 40 kg N·ha⁻¹

Nivel de nitrógeno en el pecíolo y crecimiento vegetativo

Los resultados del análisis de pecíolo realizado en plena flor y previo a la regulación de carga, se indican en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados del análisis de pecíolo realizado en época de plena flor, previo a la regulación de carga (20 de noviembre de 2001), ensayo 40 kg N·ha⁻¹.

Ensayo	Nt (% peso seco)	NH ₄ ⁺ N (ppm)	NO ₃ N (ppm)
40 kg N·ha ⁻¹	3,02	91	450

No hubo diferencias significativas en el porcentaje de brotación de las plantas estudiadas (Cuadro 11), así como tampoco en el número de feminelas, de las que se obtuvo en promedio un mayor número en el brote Oeste. La curva de crecimiento de los brotes presenta la mayor tasa en octubre y el largo final se alcanza a fines de noviembre, en los tres tratamientos. No hubo diferencias significativas entre tratamientos y exposición de los brotes (Figura 3) y tampoco en los parámetros de crecimiento vegetativo restantes (Cuadro 12). No obstante, se advierte la tendencia a un mayor peso de poda a mayor carga frutal, al igual que en el ensayo anterior.

Cuadro 11. Porcentaje de brotación y número de feminelas por brote, según exposición, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al valor promedio ± la desviación estándar.

Ensayo	40 kg N·ha ⁻¹		
	Porcentaje de brotación (%)	Nº feminelas brote Este	Nº feminelas brote Oeste
Baja	94,4 ± 6,4 a	7,8 ± 3,9 a	6,0 ± 4,1 a
Media	88,2 ± 13,7 a	5,5 ± 2,4 a	6,5 ± 4,5 a
Alta	94,7 ± 6,1 a	9,5 ± 5,0 a	11,3 ± 5,3 a
Promedio	92,5 ± 9,1	7,6 ± 3,9	7,9 ± 4,9

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

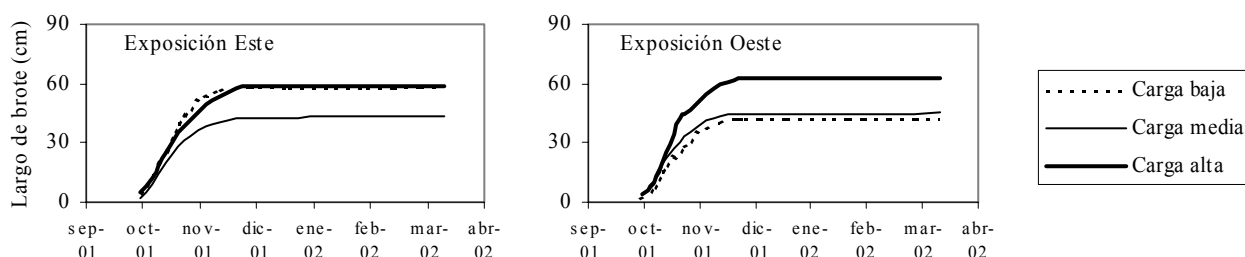


Figura 3. Crecimiento promedio de brotes de cada exposición, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada punto corresponde al valor promedio obtenido en cada fecha de medición.

Cuadro 12. Crecimiento vegetativo durante la temporada, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± la desviación estándar, mientras que el peso de brotes corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	40 kg N·ha ⁻¹					
	Área tronco inicial / final (cm ²)	Aumento del área del tronco (cm ²)	Peso seco de chapoda por planta (g)	Tamaño de hojas eliminadas (cm ²)	Peso seco de poda por planta (g)	Peso brotes ubicación apical / central (g)
Baja	6,9 / 7,3 a	0,4 ± 0,3 a	0,5 *	19,7 *	131,6 ± 40,4 a	15,1 / 19,5 a
Media	6,4 / 6,8 a	0,4 ± 0,3 a	-	-	136,2 ± 23,8 a	11,5 / 11,6 a
Alta	6,0 / 7,1 a	1,1 ± 0,9 a	5,8 *	35,1 *	173,4 ± 43,3 a	16,0 / 15,6 a
Promedio	6,4 / 7,1	0,6 ± 0,6	2,1 ± 1,7	27,4 ± 7,7	144,7 ± 46,1	14,2 / 15,6

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$); (-) sin crecimiento suficiente para chapodar; (*) sólo un dato recopilado.

Plagas y enfermedades

No hubo relación entre carga frutal e incidencia de plagas y enfermedades, y no se observó botrytis. La incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) fue muy baja en la temporada en los tres tratamientos (Apéndice II, Figura 1), y el daño por burrito de la vid no excedió el nivel 1 (“muy difícil de detectar”) al igual que la incidencia de oídio (*Oidium tuckeri*) (Apéndice II, Figura 2).

Evolución de la madurez de las bayas

La curva de madurez doble sigmoidea de las bayas, no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 4). Sin embargo, se observa inicialmente una acumulación más rápida de azúcar en el tratamiento de menor carga frutal, para alcanzar un nivel similar con los otros tratamientos a fines de temporada.

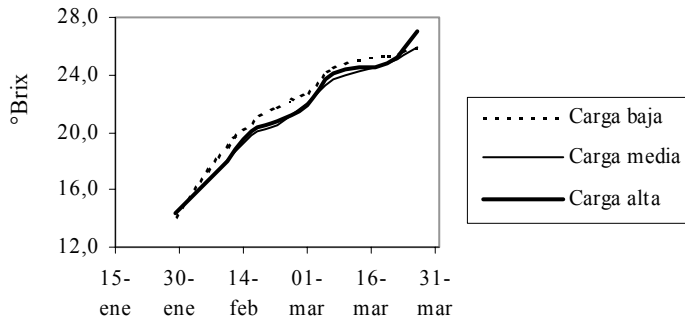


Figura 4. Evolución de la madurez de las bayas, desde enero a cosecha, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada punto corresponde al promedio obtenido en cada fecha de medición.

Rendimiento

Previo al ajuste de carga, no hubo diferencias en el número de racimos por planta. El rendimiento fue mayor con la mayor carga frutal, con una diferencia de 9 ton·ha⁻¹ con la carga menor, y un índice de Ravaz mayor a 10 (Cuadro 13). El rendimiento fue equivalente entre los tratamientos de carga baja y media.

Cuadro 13. Número de racimos previo al ajuste de carga frutal, rendimiento e índice de Ravaz obtenido al regular la carga, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± la desviación estándar.

Ensayo	40 kg N·ha ⁻¹			
	Nº racimos por planta previo al ajuste de carga	Rendimiento (kg/planta)	Rendimiento (ton·ha ⁻¹)	Índice de Ravaz (kg fruta/kg poda)
Baja	19,3 ± 5,6 a	0,81 ± 0,27 a	5,4 ± 1,8 a	6,4 ± 1,9 a
Media	18,8 ± 4,3 a	0,89 ± 0,34 a	5,9 ± 2,3 a	7,0 ± 4,0 a
Alta	19,3 ± 3,1 a	2,17 ± 0,44 b	14,4 ± 3,0 b	13,5 ± 4,5 b
Promedio	19,1 ± 4,0	1,29 ± 0,69	8,1 ± 4,6	9,0 ± 4,5

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Calidad de racimos

En este ensayo hubo diferencias significativas en cuanto a peso de racimo y peso de 100 bayas (Cuadro 14). En el tratamiento de mayor carga frutal, este último fue significativamente mayor que en la carga media, y explica el mayor peso de racimo obtenido.

Cuadro 14. Calidad de los racimos obtenidos, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	40 kg N·ha ⁻¹			
	Sólidos solubles (°Brix)	Peso de racimo (g)	Diámetro de baya (mm)	Peso de 100 bayas (g)
Baja	26,0 ± 1,1 a	72,80 ± 10,15 a	9,5 ± 0,3 a	66,4 ± 2,2 ab
Media	25,9 ± 0,3 a	61,83 ± 10,34 a	9,3 ± 0,4 a	63,2 ± 8,8 a
Alta	27,3 ± 0,2 a	115,76 ± 9,90 b	10,5 ± 0,4 a	85,9 ± 5,3 b
Promedio	26,3 ± 0,4	80,53 ± 0,25	9,7 ± 0,3	70,6 ± 4,5

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Calidad del mosto

En los análisis básicos del mosto del ensayo de 40 kg N·ha⁻¹ se observaron diferencias significativas sólo en el pH (Cuadro 15), lo que indica una relación inversa entre carga frutal y pH del mosto.

Cuadro 15. Análisis básicos de la calidad del mosto, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	40 kg N·ha ⁻¹		
	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez total (g H ₂ SO ₄ ·L ⁻¹)
Baja	25,6 ± 0,2 a	4,24 ± 0,05 b	1,93 ± 0,11 a
Media	25,1 ± 0,5 a	4,18 ± 0,04 ab	2,06 ± 0,13 a
Alta	26,3 ± 0,3 a	4,07 ± 0,04 a	1,87 ± 0,21 a
Promedio	25,7 ± 0,3	4,17 ± 0,03	1,96 ± 0,08

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

La intensidad colorante, el matiz y el contenido de antocianos y fenoles totales del mosto no presentaron diferencias significativas (Cuadro 16). La intensidad colorante se observa relacionada con el contenido de antocianos. El contenido de taninos es significativamente menor en la carga media en comparación con el tratamiento de mayor carga frutal.

Cuadro 16. Análisis espectrofotométricos de calidad del mosto, ensayo 40 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	40 kg N·ha ⁻¹					
	Carga frutal	Intensidad Colorante	Matiz	Antocianos (mg malvidina·L ⁻¹)	Fenoles totales (mg ác. gálico·L ⁻¹)	Taninos (g·L ⁻¹)
Baja		1,855 ± 0,580 a	0,877 ± 0,079 a	156,1 ± 28,5 a	339,7 ± 34,2 a	5,37 ± 0,28 ab
Media		2,684 ± 0,313 a	1,018 ± 0,164 a	174,7 ± 15,6 a	361,3 ± 26,8 a	4,54 ± 0,31 a
Alta		1,235 ± 0,145 a	1,051 ± 0,155 a	120,5 ± 29,2 a	342,7 ± 35,0 a	5,84 ± 0,14 b
Promedio		1,833 ± 0,310	0,966 ± 0,073	151,0 ± 15,9	347,1 ± 18,0	5,20 ± 0,22

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

3. Ensayo fertilizado con 60 kg N·ha⁻¹

Nivel de nitrógeno en el peciolo y crecimiento vegetativo

Los resultados del análisis de peciolo realizado en plena flor y previo al ajuste de carga, se indican en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados del análisis de peciolo realizado en época de plena flor, previo a la regulación de carga (20 de noviembre de 2001), ensayo 60 kg N·ha⁻¹.

Ensayo	Nt (% peso seco)	NH ₄ ⁺ N (ppm)	NO ₃ N (ppm)
60 kg N·ha ⁻¹	2,99	196	440

No hubo diferencias significativas en el porcentaje de brotación y el número de feminelas (Cuadro 18). La curva de crecimiento de los brotes indica una mayor tasa a mediados de octubre, y un largo final a fines de noviembre en los tres tratamientos. No hubo diferencias en el largo de brotes entre tratamientos y exposición (Figura 5).

Cuadro 18. Porcentaje de brotación y número de feminelas por brote, según exposición, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al valor promedio ± la desviación estándar.

Ensayo	60 kg N·ha ⁻¹		
	Porcentaje de brotación (%)	Nº feminelas brote Este	Nº feminelas brote Oeste
Baja	84,7 ± 21,0 a	3,8 ± 4,5 a	4,0 ± 3,7 a
Media	91,6 ± 5,7 a	1,3 ± 1,3 a	2,5 ± 1,3 a
Alta	95,1 ± 5,7 a	2,8 ± 4,9 a	2,0 ± 1,8 a
Promedio	90,5 ± 12,6	2,6 ± 2,8	2,8 ± 2,2

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

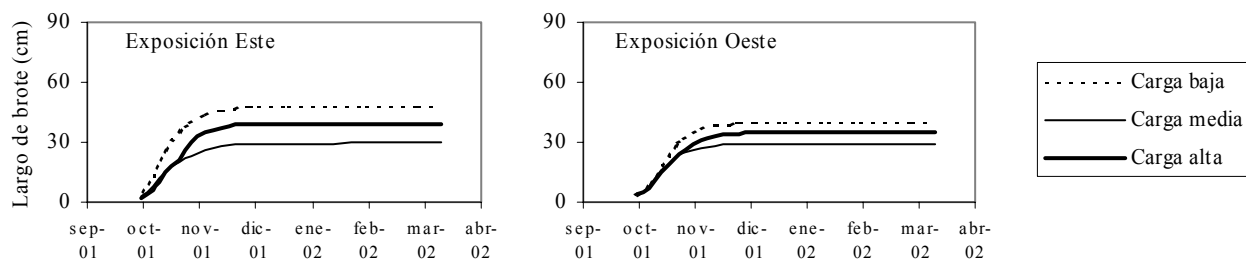


Figura 5. Crecimiento promedio de brotes de cada exposición al sol, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada punto corresponde al valor promedio obtenido en cada fecha de medición.

En cuanto a los parámetros restantes de crecimiento vegetativo, hubo un mayor peso de poda y tamaño de hojas eliminadas en la chapoda a mayor carga frutal, lo que se relaciona con el estado inicial de las plantas, reflejado en el área transversal del tronco (Cuadro 19). Se observaron además diferencias significativas entre el peso promedio de brotes apicales y centrales en el tratamiento de mayor carga frutal.

El peso promedio de brotes centrales fue significativamente mayor en una situación de menor carga frutal (Cuadro 19).

Cuadro 19. Crecimiento vegetativo durante la temporada, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± la desviación estándar, mientras que el tamaño de hojas y el peso de brotes corresponde al promedio ± el error estándar..

Ensayo	60 kg N·ha ⁻¹					
	Área tronco inicial / final (cm ²)	Aumento del área del tronco (cm ²)	Peso seco de chapoda por planta (g)	Tamaño de hojas eliminadas (cm ²)	Peso seco de poda por planta (g)	Peso brotes ubicación apical / central (g)
Baja	5,7 a / 6,2 a	0,6 ± 0,4 a	0,7 ± 1,0 a	14,8 ± 1,6 a	109,6 ± 27,4 a	16,0 aA / 11,7 bA
Media	6,2 ab / 6,7 a	0,5 ± 0,4 a	2,5 ± 3,2 a	28,0 ± 3,5 ab	150,7 ± 45,4 ab	11,8 aA / 7,7 aA
Alta	7,4 b / 8,6 b	1,2 ± 0,9 a	3,8 *	37,6 *	193,9 ± 63,1 b	14,5 aB / 7,5 aA
Promedio	6,4 / 7,2	0,8 ± 0,7	2,3 ± 4,5	24,6 ± 4,6	151,4 ± 56,1	14,1 / 9,0

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre posición central y apical dentro del tratamiento; letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$); (*) sólo un dato recopilado.

Plagas y enfermedades

Al igual que en los ensayos anteriores, no hubo relación entre carga frutal e incidencia de plagas y enfermedades, y la incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) fue muy baja en la temporada (Apéndice II, Figura 1). El daño por burrito de la vid no excedió el nivel 1 (“muy difícil de detectar”), al igual que la incidencia de oídio (*Oidium tuckeri*) (Apéndice II, Figura 2). No se registró botrytis.

Evolución de la madurez de las bayas

La curva de madurez de las bayas se estabilizó desde mediados de febrero a inicios de marzo, y no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 6).

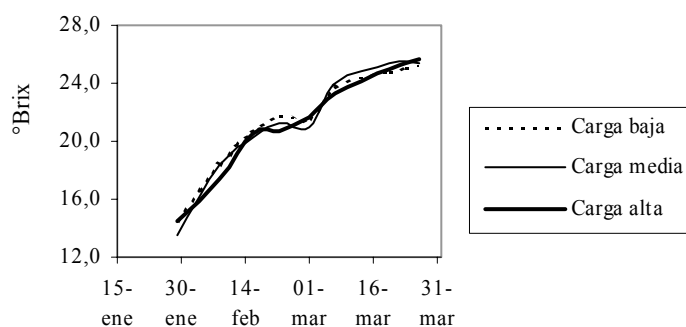


Figura 6. Evolución de la madurez de las bayas, desde enero a cosecha, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada punto corresponde al promedio obtenido en cada fecha de medición.

Rendimiento

Previo al ajuste de carga, no hubo diferencias significativas en el número de racimos producidos por planta (Cuadro 20). El rendimiento fue más alto con la mayor carga frutal en comparación con la carga baja, aunque el índice de Ravaz no cambió.

Cuadro 20. Número de racimos previo al ajuste de carga frutal, rendimiento e índice de Ravaz obtenido al regular la carga, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± la desviación estándar.

Ensayo	60 kg N·ha ⁻¹			
	Nº racimos por planta previo al ajuste de carga	Rendimiento (kg/planta)	Rendimiento (ton·ha ⁻¹)	Índice de Ravaz (kg fruta/kg poda)
Baja	17,0 ± 2,4 a	0,60 ± 0,33 a	4,0 ± 0,1 a	5,7 ± 0,8 a
Media	19,5 ± 3,4 a	0,77 ± 2,75 ab	5,1 ± 0,4 ab	5,8 ± 2,2 a
Alta	21,8 ± 3,6 a	1,12 ± 2,47 b	7,5 ± 0,4 b	6,2 ± 1,5 a
Promedio	19,4 ± 3,5	0,83 ± 0,37	5,5 ± 2,5	5,9 ± 2,9

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Calidad de racimos

En este ensayo no hubo diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a calidad de racimos (Cuadro 21).

Cuadro 21. Calidad de los racimos obtenidos, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	60 kg N·ha ⁻¹			
	Sólidos solubles (°Brix)	Peso de racimo (g)	Diámetro de baya (mm)	Peso de 100 bayas (g)
Baja	25,3 ± 0,3 a	56,09 ± 3,94 a	9,3 ± 0,1 a	58,4 ± 1,7 a
Media	25,4 ± 0,5 a	51,20 ± 10,96 a	9,1 ± 0,5 a	60,9 ± 7,3 a
Alta	25,7 ± 0,3 a	60,86 ± 13,25 a	9,2 ± 0,2 a	67,5 ± 4,7 a
Promedio	25,4 ± 0,2	56,05 ± 5,45	9,2 ± 0,2	62,3 ± 2,9

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Calidad del mosto

El mosto del tratamiento de mayor carga frutal presentó un alto contenido de sólidos en suspensión, por lo que se obtuvo un volumen reducido al filtrar la muestra a analizar y se privilegiaron los análisis espectrofotométricos (cuadros 22 y 23). No hubo diferencias que indiquen un efecto de la carga frutal sobre la calidad del mosto.

Cuadro 22. Análisis básicos de calidad del mosto, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	60 kg N·ha ⁻¹		
	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez total (g H ₂ SO ₄ ·L ⁻¹)
Baja	24,8 ± 0,3 a	4,16 ± 0,06 a	1,78 ± 0,11 a
Media	25,4 ± 0,4 a	4,18 ± 0,03 a	1,95 ± 0,14 a
Alta	25,7 ± 0,5 a	4,21 ± 0,05 a	n.e. -
Promedio	25,3 ± 0,2	4,18 ± 0,02	1,86 ± 0,09

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

n.e.: no evaluado.

Cuadro 23. Análisis de espectrofotométricos de calidad del mosto, ensayo 60 kg N·ha⁻¹. Cada valor corresponde al promedio ± el error estándar.

Ensayo	60 kg N·ha ⁻¹				
	Intensidad Colorante	Matiz	Antocianos (mg malvidina·L ⁻¹)	Fenoles totales (mg ác. gálico·L ⁻¹)	Taninos (g·L ⁻¹)
Baja	1,941 ± 0,517 a	0,975 ± 0,133 a	129,1 ± 14,5 a	383,1 ± 46,0 a	4,90 ± 0,59 a
Media	1,108 ± 0,640 a	2,151 ± 0,855 a	112,7 ± 37,0 a	332,3 ± 82,8 a	7,71 ± 1,47 a
Alta	1,058 ± 0,289 a	0,909 ± 0,013 a	201,0 ± 27,4 a	333,2 ± 25,4 a	6,08 ± 0,34 a
Promedio	1,397 ± 0,309	1,385 ± 0,339	142,7 ± 15,6	352,9 ± 29,2	6,24 ± 0,65

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$).

Estudio del efecto del crecimiento vegetativo

Propiedades físicas y morfológicas del perfil. En el sector vigoroso, el suelo (serie Isla de Huechún; CNR, 1981) presenta texturas gruesas y moteados prominentes desde el segundo horizonte, con un nivel freático a 0,90 m de profundidad. En el sector menos vigoroso, el suelo presenta texturas medias a gruesas y una mayor pedregosidad (Apéndice III).

Nivel de nitrógeno en la lámina

En el análisis foliar realizado en enero, tanto el contenido de nitrógeno total (ligeramente excesivo) como de nitrato y amonio fueron más elevados en el sector de alto vigor con respecto al sector menos vigoroso (Nt óptimo) (Cuadro 24).

Cuadro 24. Resultados del análisis foliar realizado en época de enero.

Sector	Nt (% peso seco)	NH ₄ ⁺ N (ppm)	NO ₃ ⁻ N (ppm)
Alto vigor	2,73 (Leve exceso)*	89	301
Bajo vigor	2,55 (Óptimo)*	59	143

* Déficit: <2; Leve déficit: 2 – 2,4; Óptimo: 2,4 – 2,6; Leve Exceso: 2,6 – 2,8; Exceso: >2,8.
(Diagnóstico de foliar para uva destinada a la producción de vino. Fregoni, 1998)

Crecimiento vegetativo y rendimiento

De acuerdo a lo esperado, el sector de bajo vigor presentó en promedio un menor perímetro de tronco inicial, menor largo final de brotes y menor peso de chapoda por planta. El número promedio de racimos por planta fue menor en el caso del sector vigoroso, al igual que el rendimiento promedio por planta (Cuadro 25).

Cuadro 25. Crecimiento vegetativo y rendimiento por planta. Cada valor corresponde al promedio ± desviación estándar, mientras que el largo final de brotes corresponde al promedio ± el error estándar.

Sector	Área de tronco inicial (cm ²)	Largo final de brotes (cm)	Peso en verde de chapoda por planta (g)	Nº de racimos por planta	Rendimiento (kg/planta)	Rendimiento (ton·ha ⁻¹)
Alto Vigor	4,0 ± 1,81	114,1 ± 11,1	551,0 ± 459,3	20,8 ± 9,0	1,87 ± 1,17	7,1 ± 4,4
Bajo Vigor	6,7 ± 1,27	81,7 ± 5,3	93,3 ± 77,5	24,2 ± 7,4	2,30 ± 0,90	8,0 ± 3,4

Plagas y enfermedades

No hubo relación entre incidencia de plagas y vigor (Apéndice IV), tal como observó Mauro (2003) en un estudio similar. Sí se observó una mayor incidencia de oídio (*Oidium tuckeri*) y palo negro en el sector vigoroso (Figura 7). No se registró ataque de botrytis.

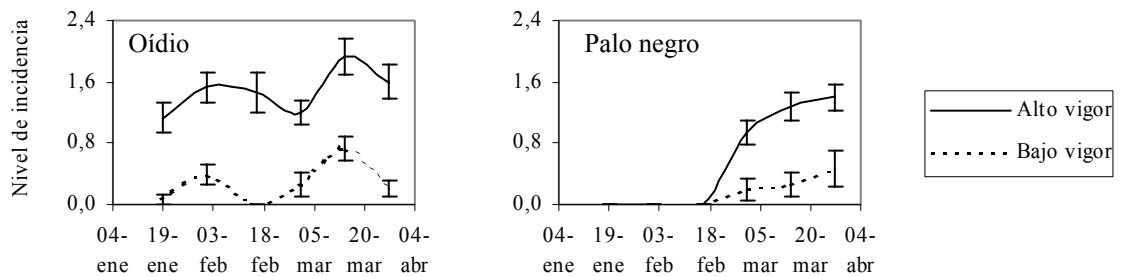


Figura 7. Nivel de incidencia de oídio, *Oidium tuckeri*, y palo negro desde chapoda hasta cosecha, durante la temporada 2001 – 2002. Las barras indican el error estándar.

Evolución de la madurez de las bayas

La curva de madurez de las bayas se observó levemente estabilizada a fines de febrero y marzo (Figura 8). Estas etapas fueron más notorias en el sector de alto vigor, lo que fue generando una mayor diferencia con el sector menos vigoroso.

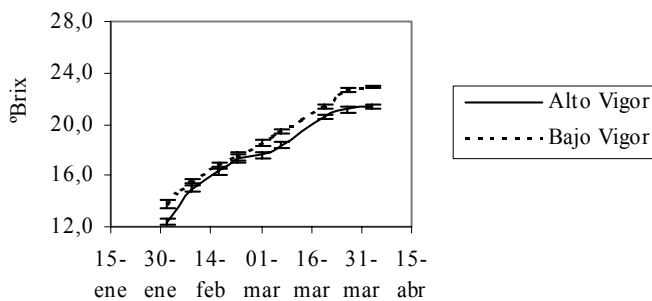


Figura 8. Evolución de la madurez de las bayas desde enero a cosecha, durante la temporada 2001 - 2002. Las barras indican el error estándar.

Calidad de racimos

El rendimiento más alto obtenido en el sector de bajo vigor (Cuadro 25) se explica por un mayor peso de racimo, no obstante el peso de 100 bayas y diámetro de éstas fue mayor en el sector vigoroso (Cuadro 26).

Cuadro 26. Calidad de los racimos. Cada valor corresponde al promedio \pm el error estándar.

Sector	Sólidos solubles (°Brix)	Peso racimo (g)	Peso de 100 bayas (g)	Diámetro baya (mm)
Alto vigor	21,4 \pm 0,2	86,07 \pm 7,45	130,0 \pm 1,94	12,0 \pm 0,1
Bajo vigor	22,9 \pm 0,2	96,71 \pm 8,18	105,5 \pm 2,21	11,5 \pm 0,2

Calidad del mosto

La diferencia en el contenido de sólidos solubles en las bayas al momento de la cosecha resulta consistente en el mosto (Cuadro 27). En el sector vigoroso se observa una mayor acidez total asociada a un menor pH.

Cuadro 27. Análisis básicos de calidad del mosto. Cada valor corresponde al promedio \pm el error estándar.

Sector	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez total (g H ₂ SO ₄ ·L ⁻¹)
Alto vigor	21,8 \pm 0,4	3,82 \pm 0,07	3,22 \pm 0,07
Bajo vigor	22,6 \pm 0,6	3,91 \pm 0,18	2,70 \pm 0,60

En forma contrapuesta, se observó una mayor intensidad colorante en el sector de mayor vigor, si bien se presenta una coloración más roja en el sector de menor vigor reflejada en el matiz (Cuadro 28). En este sector, el contenido de antocianos y fenoles resultó apreciablemente mayor.

Cuadro 28. Análisis espectrofotométricos de calidad del mosto. Cada valor corresponde al promedio \pm el error estándar.

Sector	Intensidad Colorante	Matiz	Antocianos (mg malvidina·L ⁻¹)	Fenoles totales (mg ác. gálico·L ⁻¹)	Taninos (g·L ⁻¹)
Alto vigor	1,273 \pm 0,514	1,720 \pm 0,288	16,9 \pm 8,2	179,7 \pm 16,5	2,80 \pm 2,80
Bajo vigor	1,026 \pm 0,221	1,382 \pm 0,203	58,8 \pm 8,7	244,3 \pm 28,7	3,96 \pm 0,06

DISCUSIÓN

Marco teórico de la relación entre el crecimiento vegetativo y reproductivo

El tema abordado en esta memoria se encuadra en el diagrama presentado en la Figura 9. Este está basado en la relación existente entre el crecimiento vegetativo, el crecimiento reproductivo y sus factores. Ambos crecimientos componen la capacidad productiva de la planta en la temporada, la que está determinada por la variedad, el clima, el suelo y el manejo (Tassie y Freeman, 1992).

De acuerdo a su capacidad productiva, la planta establece un balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, que si no calza con el objetivo enológico hace necesaria su modificación, considerando que un incremento excesivo de alguna de estas fracciones del crecimiento anual, irá en desmedro de la otra (desequilibrio). Las prácticas de manejo que modifican el follaje (despunte, chapoda) y la carga frutal (ajuste de carga) se realizan para lograr una relación hojas/fruto que permita obtener fruta que produzca un mosto de la calidad requerida.

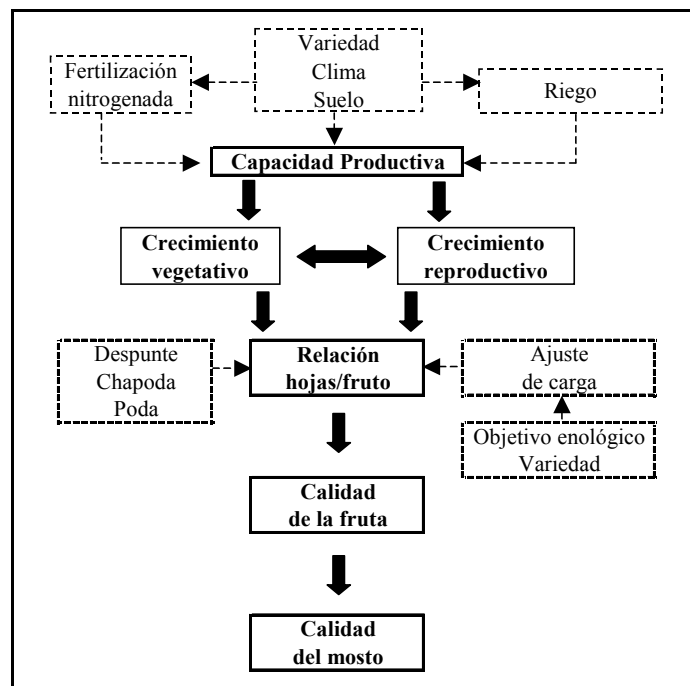


Figura 9. Relación entre crecimiento vegetativo, crecimiento reproductivo y sus factores.

Ensayo de carga frutal fertilizado con 20 kg N·ha⁻¹

En este ensayo, el análisis de pecíolo arrojó un contenido de nitrógeno total (Nt) mayor a 2%, que indicaría un nivel suficiente de acuerdo a los parámetros indicados por Shaulis y Kimball (1956), Peacock *et al.* (1982; citado por Pérez, 1993), Conradie (1980; citado por Ruíz y Massa, 1991) y Champagnol (1984; citado por Ruíz y Massa, 1991) (Cuadro 3). Sin embargo, el contenido de nitrato en el pecíolo (NO₃⁻N) indica un nivel cercano a 380 ppm, considerado como deficiente en Thompson Seedless (Cook y Kyshaba, 1956, y Christensen, 1984; citado por Pérez, 1993).

En cuanto a la calidad del mosto (Cuadro 8), Bravdo *et al.* (1985) tampoco observaron diferencias en sólidos solubles y pH al realizar un raleo de racimos severo en Cabernet Sauvignon, aunque sí obtuvieron una mayor acidez total del mosto al no ralear. Muñoz *et al.* (2002) encontraron resultados similares entre plantas con carga natural (sin raleo de racimos) y plantas con un tercio de ésta.

No hubo diferencias significativas en el contenido de fenoles, en contraste a lo evaluado por Contreras (2001), quien observó un mayor contenido de fenoles totales en hollejos y semillas con un raleo de racimos severo, en Cabernet Sauvignon (Cuadro 9).

En esta temporada no hubo diferencias en la calidad del mosto (cuadros 8 y 9), aunque dada la tendencia relativa de los resultados se esperaría en temporadas siguientes una mejor calidad asociada a una carga frutal y a un índice de Ravaz menor.

Ensayo de carga frutal fertilizado con 40 kg N·ha⁻¹

De acuerdo a la literatura citada, el análisis de pecíolo (Cuadro 10), indica un nivel de nitrógeno suficiente considerando el contenido de nitrógeno total (Nt), aunque el contenido de nitrato (NO₃⁻N) fue cercano a deficiente.

En la calidad de los racimos (Cuadro 14), los resultados no coinciden con Lavín *et al.* (2001), quienes observaron un menor peso de baya y de racimo con una mayor carga frutal, en Chardonnay. La semejanza del peso de 100 bayas del tratamiento de menor carga frutal con las cargas mayores, refleja una compensación en el peso de las bayas frente a una disminución de la carga frutal, de forma que el rendimiento de la carga baja y media es estadísticamente igual. Esto ha sido observado al ralear racimos con diversa intensidad (Bravdo *et al.*, 1985).

La relación inversa entre pH y carga frutal (Cuadro 15), coincide con lo observado por Contreras (2001) en bayas de Cabernet Sauvignon entre un raleo suave y uno severo. En el vino Bravdo *et al.* (1985), Arfelli *et al.* (1996) y Muñoz *et al.* (2002), coinciden al observar un aumento del pH del vino al reducir la carga frutal. Gal *et al.* (1996) sólo observaron un aumento leve del pH en el vino al reducir la carga frutal.

El menor contenido de taninos se observó en el mosto obtenido con la carga frutal media (Cuadro 16). Esto sugiere la posibilidad de obtener una buena calidad al aumentar la carga frutal si se aplica una mayor fertilización, con el fin de mantener una relación hojas/fruto adecuada. Con la carga frutal alta se obtuvo un índice de Ravaz mayor a 10, y un contenido de taninos mayor que implicaría la producción de vinos más astringentes y amargos. De este modo, la calidad del mosto se correlaciona con el índice de Ravaz más que con la carga frutal (Bravdo *et al.*, 1985; Gal *et al.*, 1996).

Ensayo de carga frutal fertilizado con 60 kg N·ha⁻¹

Al igual que en los ensayos anteriores, el análisis de pecíolo (Cuadro 17) indica un contenido de nitrógeno total (Nt) en un nivel suficiente, y un contenido de nitrato (NO₃⁻ N) cercano a deficiente.

Las diferencias observadas entre el peso promedio de brotes centrales y apicales en la carga alta expresan un crecimiento débil de los primeros y demuestran un fenómeno de acrotonía (Cuadro 19). El peso de los mismos brotes fue mayor con la carga frutal baja, lo que indica una acrotonía más moderada. Esto podría relacionarse con un balance favorable para el crecimiento vegetativo en una condición de menor rendimiento.

Con respecto a las características del mosto, no hubo diferencias entre tratamientos ni alguna relación clara con la carga frutal (cuadros 22 y 23).

Observaciones generales

Si bien no es posible establecer diferencias significativas entre los ensayos, se destacan tendencias interesantes al comparar los tres casos.

En el análisis de pecíolo, los tres ensayos presentan un contenido de nitrato cercano a la deficiencia (cuadros 3, 10 y 17), lo que también es bajo en comparación con lo observado en White Riesling (941 y 1017 ppm) en plantas de entre 8 y 10 años al aplicar entre 0 y 224 kg N·ha⁻¹ (Spayd *et al.*, 1993), y en un viñedo antiguo de Semillón (alrededor de 700 ppm) sin fertilización nitrogenada (Gil *et al.*, 1973).

Con respecto al contenido de amonio, Gu *et al.* (1996) observaron 550 y 2000 ppm en el pecíolo en plena flor, en plantas en maceta de 1 y 2 años respectivamente, de Pinot noir. Además, los niveles aumentaron al sombrear las plantas desde brotación hasta dos semanas después de floración, lo que se debería a una baja disponibilidad de carbohidratos para la asimilación del compuesto (Silva *et al.*, 1986). Dado lo anterior, el mayor contenido de amonio de los ensayos de 20 y 60 kg N·ha⁻¹ (cuadros 3 y 17) podría indicar una menor fotosíntesis, por un menor crecimiento vegetativo al fertilizar con 20 kg N·ha⁻¹ o un mayor sombreamiento al aplicar 60 kg N·ha⁻¹.

El crecimiento de brotes y número de feminelas fueron menores al aplicar $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 5, Cuadro 18), lo que se debe al débil crecimiento de los brotes evaluados, por la dominancia apical. Además, éstos detuvieron su crecimiento antes de fertilizar con nitrógeno (figuras 1, 3 y 5) por lo que las dosis no influyeron en el largo final. No obstante, los resultados de los ensayos de 20 y $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ muestran la tendencia de un mayor número de feminelas a un mayor vigor (cuadros 4 y 11). Esto coincide con Gal *et al.* (1996), quienes observaron que mientras menor era el número de brotes por planta mayor era el vigor de éstos, lo que se tradujo en un mayor número de feminelas.

Conjuntamente, se observó una mayor área transversal a mayor fertilización nitrogenada, tanto al inicio como al fin de la temporada (cuadros 5, 12 y 19), lo que reflejaría el efecto de la temporada anterior (Anexo I) y expresaría la relación directa entre vigor y fertilización. De igual forma sucede con el peso seco de chapoda y de poda, y el tamaño promedio de hojas eliminadas, lo que refleja un crecimiento más rápido, o un mayor vigor (Winkler *et al.*, 1974).

Con respecto a la relación entre crecimiento vegetativo y carga frutal, Gal *et al.* (1996) observaron una disminución del peso de los racimos al aumentar el número de brotes, efecto que fue significativo cuando se mantuvo además un mayor número de racimos por planta. Esto expresaría un desbalance, y la compensación en los componentes del rendimiento de acuerdo a la capacidad productiva de la planta. En estos ensayos el aumento de la carga frutal no disminuyó el peso de los racimos, por lo que se deduce que las plantas poseían la capacidad productiva para sustentar los niveles ajustados (Miller y Howell, 1998). Además, la carga frutal no se relacionó inversamente con el crecimiento vegetativo, expresado como peso de poda (cuadros 5, 12 y 19), lo que podría indicar el efecto de otros factores no considerados en el estudio, como el contenido de reservas de las plantas.

Por otra parte, el contenido de azúcares tampoco fue afectado, tal como observó Contreras (2001) entre un raleo de racimos suave y uno severo. El resultado promedio de cada ensayo fue similar (cuadros 7, 14 y 21), y no se retardó la madurez por una alta carga frutal o un excesivo crecimiento vegetativo.

Las diferencias de rendimiento entre tratamientos en los ensayos de 20 y $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (cuadros 6 y 20) se deberían principalmente al número de racimos, al no existir grandes diferencias en el peso promedio de éstos (cuadros 7 y 21). Al aplicar $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, el rendimiento de la carga alta es la suma del número de racimos y peso de éstos (cuadros 13 y 14).

El bajo rendimiento obtenido al fertilizar con $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, se expresa en el índice de Ravaz más bajo de los tres ensayos (alta relación hojas/fruto) (cuadros 6, 13 y 20), y pudo deberse al nivel de crecimiento y a un estado hídrico no adecuado. Asimismo, en los tres ensayos el peso de racimo fue menor con respecto a la temporada previa (Anexo I, Cuadro 2), lo que puede asociarse al estrés hídrico severo experimentado antes de

envero, observado en el viñedo por Calderón (2004). Este estrés hídrico pudo reducir rendimiento y el peso y tamaño de las bayas (Ferreya *et al.*, 2002).

El peso y tamaño de éstas son similares entre los ensayos de 20 y 60 kg N·ha⁻¹ (cuadros 7 y 21), lo que sugiere que las diferencias en el peso de racimo entre ambos casos estarían dadas por el número de bayas por racimo. Gal *et al.* (1996) observaron una competencia importante entre la floración y el crecimiento de los brotes en plantas con un mayor número de éstos, lo que sugiere que al aplicar 60 kg·ha⁻¹ pudo haberse reducido el número de bayas dado el mayor crecimiento vegetativo experimentado (Winkler *et al.*, 1974; Crespy, 1991; Robinson, 1992). En contraste, el ensayo de 40 kg N·ha⁻¹ presentó el mayor diámetro de baya (Cuadro 14).

Según lo observado en la temporada anterior (Anexo I), éste último ensayo tendría plantas más vigorosas. Su respuesta en rendimiento al mantener la mayor carga frutal (Cuadro 13) determinó un aumento significativo del índice de Ravaz cuyo valor promedio fue mayor a 10. Esto indicaría un grado de desbalance que afectaría negativamente la calidad de mosto, al aumentar el contenido de taninos (Cuadro 16).

A excepción de la fertilización nitrogenada, los tres ensayos mantuvieron en común el manejo y experimentaron un estrés hídrico severo. La calidad de la fruta pudo haber sido influida por el estado hídrico de las plantas más que por la carga frutal, y así no se expresó un efecto consistente de ésta sobre la calidad del mosto en los ensayos.

Estudio del efecto del crecimiento vegetativo

El alto vigor observado estaría dado por un suministro de agua oportuno y mayor, por el riego por goteo y la influencia del nivel freático (Apéndice III). En el sector de bajo vigor, el balance hídrico sería menos favorable dada la ausencia de la napa y la baja eficiencia de aplicación del riego por surcos. Adicionalmente, el sector de alto vigor presentó un contenido foliar de nitrógeno total en enero ligeramente excesivo para la producción vitivinícola (Fregoni, 1998), asociado a mayores niveles de amonio y nitrato que el sector menos vigoroso (Cuadro 24).

Contrario a lo esperado, el sector vigoroso obtuvo un número de racimos menor (Cuadro 25), lo que se debería a un efecto negativo del vigor sobre la fertilidad de las yemas (Winkler *et al.*, 1974; Crespy, 1991; Robinson, 1992). Si bien se obtuvo un mayor peso de baya, el rendimiento fue menor, por lo que se deduce que la competencia entre el crecimiento de los brotes y la floración habría determinado un menor número de bayas, y en esto una compensación en el rendimiento.

Hubo una mayor incidencia de oídio en el sector vigoroso, posiblemente por el microclima más sombrío, sin embargo, no habría influido en la cuaja, ya que sólo se observó después de enero.

La incidencia de palo negro se ha asociado a plantas vigorosas y pobre iluminación, suelos húmedos y de mal drenaje, y altos niveles de N y K (Silva y Rodríguez, 1995). Específicamente, se ha observado una mayor correlación con la acumulación de amonio (Christensen y Boggero, 1985; Chang y Kliewer, 1991; citado por Silva y Rodríguez, 1995). En enero, momento en que se indica que el palo negro suele ser visible, el contenido de amonio fue mayor en el sector vigoroso (Cuadro 24).

Con respecto a la acumulación de azúcares en la baya, desde un inicio se observó un mayor °Brix en el sector menos vigoroso (Figura 9), por lo que se deduce que la diferencia entre ambos sectores estaría dada principalmente por una alta relación hojas/fruto, y no por un efecto de dilución producto de una mayor carga frutal (Lisoni, 2001) ya que el sector vigoroso presentó un menor rendimiento por planta.

Al cosechar los racimos, las bayas del sector vigoroso fueron de mayor diámetro y peso (Cuadro 26), como es de esperar en microclimas sombreados, donde existe una compensación al aumentar el peso de las bayas luego de verse disminuido el número de éstas (Smart, 1992; Lisoni, 2001; Valdivia, 2001).

Al evaluar el mosto del mismo sector, se observó una mayor acidez total y un menor pH (Cuadro 27), lo que se ajusta a lo observado por Lisoni (2001) y Valdivia (2001) en hollejos y semillas de plantas vigorosas. Esta leve disminución del pH se asocia a la menor exposición solar de los racimos en un follaje más denso, que resulta en una tasa respiratoria más baja y un menor consumo de ácidos (Valdivia, 2001).

En la misma condición, el contenido de antocianos del mosto fue más bajo (Cuadro 28), lo que refleja una menor calidad en relación con el sector de menos vigoroso. La tendencia entre los sólidos solubles de las bayas y el nivel de antocianos del mosto (cuadros 26 y 28) reflejaría una potencial relación positiva entre ambos parámetros (González-San José, 1991; Contreras, 2001; Lisoni, 2001; Pérez-Magariño *et al.*, 2004).

En la condición de menor vigor, si bien el contenido de taninos es mayor, el contenido de fenoles totales refleja un mosto de mejor calidad. Este mayor contenido de fenoles estaría dado por los hollejos de las bayas principalmente (Lisoni, 2001), y dado que éstas fueron en promedio más pequeñas en este sector, la menor relación pulpa/hollejo habría determinado un aporte de fenoles mayor.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizaron los ensayos de carga frutal, se concluye lo siguiente:

- El rendimiento sólo se diferencia significativamente entre las cargas frutales denominadas como “baja” y “alta”, es decir, al existir una diferencia de 8 racimos por planta.
- Las cargas frutales no generan diferencias significativas en el contenido de azúcar y tamaño de las bayas.
- La calidad del mosto sólo se ve afectada significativamente cuando el índice de Ravaz (kg fruta/kg poda) se eleva sobre 10, al ajustar la carga frutal “alta” en el ensayo fertilizado con 40 kg N·ha⁻¹. En esta situación, el contenido de taninos aumentó significativamente lo que puede afectar de forma negativa la calidad del mosto.
- Los niveles de carga utilizados no generan una relación inversa entre carga frutal y crecimiento vegetativo.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el estudio del efecto del crecimiento vegetativo, se concluye lo siguiente:

- El vigor excesivo de las plantas, expresado como crecimiento vegetativo, afecta negativamente la producción, la acumulación de azúcar en las bayas y la calidad del mosto, mientras que favorece la incidencia de oídio y palo negro.

Adicionalmente, de acuerdo a la experiencia generada en esta investigación y en otras realizadas en el sector de los ensayos de carga, se ha determinado que el estudio del efecto del crecimiento vegetativo y la carga frutal sobre el comportamiento del viñedo debe considerar paralelamente y en detalle el estado hídrico de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

ARFELLI, G.; ZIRONI, R.; MARANGONI, B.; AMATI, A. and CASTELLARI, M. 1996. The effects of cluster thinning on some ripening parameters. *Acta Hort. (ISHS)* 427: 379 – 386.

BATE – SMITH, E. 1981. Astringent tannins of the leaves of germain species. *Phytochem.* 20: 211 – 216.

BELL, S. J. and ROBSON, A. 1999. Effect of Nitrogen fertilization on growth, canopy density, and yield of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50 (3): 351 – 358.

BORDEU, E. 1982. Botrytis o pudrición gris de la vid: Cómo controlarla. *Chile Agrícola* 7 (72): 229 – 230.

BRAVDO, B.; HEPNER, Y; LOINGER; C.; COHEN, S. and TABACMAN, H. 1985. Effect of crop level and crop load on growth, yield, must and wine composition, and quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 36 (2): 125 – 139.

CALDERÓN, A. 2004. Efecto del manejo del follaje y la temperatura en el desarrollo vegetativo, la actividad fotosintética y la calidad del mosto y vino en la variedad Cabernet Sauvignon. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía, Fac. Cs. Agronómicas, Mención Enología y Vitivinicultura. Universidad de Chile. 35 p.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR). 1981. Estudio de Suelos del Proyecto Maipo. *Agrolog Chile Ltda.* (ed). 802 p.

CONTRERAS, E. 2001. Efecto del raleo sobre la composición química, física y sensorial de bayas y vinos del cv. Cabernet Sauvignon en el valle del Cachapoal. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía, Fac. Cs. Agronómicas, Mención Enología y Vitivinicultura. Universidad de Chile. 92 p.

CONTRERAS, E. 2001. Efecto del raleo sobre la composición química, física y sensorial de bayas y vinos del cv Cabernet Sauvignon en el valle del Cachapoal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. Chile. 92 p.

COOK, J. A. and KISHABA, T. 1956. Petiole nitrate análisis as a criterion of nitrogen needs in California vineyards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68: 131 – 140.

- CRESPY, A. 1991. Viticultura de hoy. Ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 242 p.
- FERREYRA, R; SELLÉS, G.; PERALTA, J.; BURGOS, L. Y VALENZUELA, J. 2002. Efectos de la restricción del riego en distintos períodos de desarrollo de la vid cv. Cabernet Sauvignon sobre producción y calidad del vino. Agricultura técnica 62 (3): 406 – 417. Santiago, Chile.
- FREGONI, M. 1998. Viticoltura di qualità: Prix de Viticulture 1999 de l'Office International de la Vigne et du Vin. Edizioni l'Informatore Agrario. Verona. 707 p.
- FREGONI, M. 2000. Sistemas de poda y calidad del vino. Agroeconómico (54): 24 – 32.
- GAL, Y.; NAOR, A. and BRAVDO, B. 1996. Effect of shoot density, crop level and crop load on fruit and wine quality of Sauvignon blanc grapes. Acta Hort. (ISHS) 427: 151 – 159.
- GARCÍA – BARCELÓ, J. 1990. Técnicas analíticas para vinos. Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713 p.
- GIL, G.; RODRÍGUEZ, J.; GONZÁLEZ, S.; SUÁREZ, D. y URZÚA, H. 1973. Evolución estacional de nutrientes minerales en hojas de vid (*Vitis vinifera* L.). Agricultura técnica 33 (2): 45 – 53. Chile.
- GONZÁLEZ - SAN JOSÉ, M. L. 1991. Relationship between anthocyanins and sugars during the ripening of grape berries. J. Sci. Food Agric. 51: 193 – 197.
- GU, S.; LOMBARD, P. B. and PRICE, S. F. 1996. Effect of shading and nitrogen source on growth, tissue ammonium and nitrate status, and inflorescence necrosis in Pinot noir grapevines. Am. J. Enol. Vitic. 47 (2): 173 – 180.
- HOWELL, G.S. 2001. Sustainable grape productivity and the growth – yield relationship: a review. Am. J. Enol. Vitic. 52 (3): 165 – 174.
- LAVÍN, A. y VALENZUELA, J. 1986. Fuentes y dosis de nitrógeno aplicadas sobre vides cv. Pedro Jiménez, bajo secano. I. Efectos sobre crecimiento y producción. Agricultura Técnica, 46 (3): 253 – 259. Chile.
- LAVÍN, A.; GUTIÉRREZ, A. y ROJAS, M.S. 2001. Niveles de carga en viñedos jóvenes cv. Chardonnay y sus efectos sobre producción y calidad del vino. Agricultura Técnica, 61 (1): 26 – 34. Chile.
- LISONI, N. 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica de los hollejos en el cv. Cabernet Sauvignon. Memoria para optar al título

de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía, Fac. Cs. Agronómicas, Mención Enología y Vitivinicultura. Universidad de Chile. 57 p.

MARRO, M. 1989. Principios de viticultura. Ed. CEAC. Barcelona. 215 p.

MAURO, C. 2003. Efecto del vigor sobre la producción, calidad del mosto y susceptibilidad a plagas y enfermedades en la variedad Cabernet Sauvignon. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía, Fac. Cs. Agronómicas, Mención Enología y Vitivinicultura. Universidad de Chile. 42 p.

MILLER, D. P. and HOWELL, G. S. 1998. Influence of vine capacity and crop load on canopy development, morphology, and dry matter partitioning in Concord grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 49 (2) 183 – 190.

MONTERO, J.; DE JUAN, A; CUESTA, A.; and BRASA, A. 2000. Nondestructive methods to estimate leaf area in *Vitis vinifera* L. *HortScience* 35 (4): 696 – 698.

MUÑOZ, R.; PEREZ, J.; PSZCZOLKOWSKI, Ph. y BORDEAU, E. 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.

PÉREZ, J. 1983. Problemas de producción y calidad de vides. *El Campesino* 114 (5): 28 – 33. Chile.

PÉREZ, J. 1993b. Fertilización nitrogenada en vides (Parte 2). *Aconex* 41:19 – 25. Chile.

PÉREZ-MAGARIÑO, S y GONZÁLEZ - SAN JOSÉ, M. L. 2004. Evaluation of flavonols, anthocyanins, and their derivatives during the aging of red wines elaborated from grapes harvested at different stages of ripening. *J. Agric. Food Chem.* 52: 1181 - 1189.

PSZCZOLKOWSKI, Ph. y BORDEAU, E. 1984. Posibles causas del deterioro de la calidad del vino en parronales y viñedos vigorosos. *Revista Frutícola* 5 (1): 23 – 26.

RETAMALES, J. y RAZETO, B. 1985. Efecto de altos niveles de nitrógeno en parrón de vid cv. Sultanina. *Agricultura Técnica*, 45 (1): 53 – 56. Chile.

ROBINSON, J. B. 1992. Grapevine Nutrition. In: *Viticulture, volume 2 Practices*. Coombe, B. G. and Dry, P. R. (ed.) Winetitles. Adelaide, Australia. 376 p.

REYNOLDS, A. G., YERLE, S., WATSON, B., PRICE, S. F. and WARDLE, D. A. 1996. Fruit environment and crop level effects on Pinot noir. III. Composition and

descriptive analysis of Oregon and British Columbia wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 47 (3): 329 – 339.

RUÍZ, R. y MASSA, M. 1992. Respuesta al nitrógeno en parronales de uva de mesa. *Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina* (69): 32 – 37.

RUÍZ, R. y MASSA, M. 1991. Respuesta al nitrógeno y extracción de nutrientes en parronales de uva de mesa Sultanina del valle de Aconcagua. *Agricultura Técnica*, 51 (1): 30 – 41. Chile.

SMART, R.E. 1992. Canopy management. In: *Viticulture, volume 2 Practices*. Coombe, B. G. and Dry, P. R. (ed.) Winetitles. Adelaide, Australia. 376 p.

SPAYD, S. E.; WAMPLE, R. L.; STEVENS, R. G.; EVANS, R. G. and KAWAKAMI, A. K. 1993. Nitrogen fertilization on White Riesling in Wanshington: Effects on petiole nutrient concentration, yield, yield components, and vegetative growth. *Am. J. Enol. Vitic.* 44 (4): 378 – 386.

SILVA, H.; GIL, G. y RODRÍGUEZ, J. 1986. Desección del escobajo de la vid, palo negro ¿Un exceso de nitrógeno amoniacal?. *Rev. Frutícola* 7 (2): 52 – 54.

SILVA, H. y RODRÍGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Colección en *Agricultura*, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 519 p.

TASSIE, E. and FREEMAN, B.M. 1992. Pruning. In: *Viticulture, volume 2 Practices*. Coombe, B. G. and Dry, P. R. (ed.) Winetitles. Adelaide, Australia. 376 p.

VALDIVIA, J. 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica de las semillas del cv. Cabernet Sauvignon en el valle del Maipo. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía, Fac. Cs. Agronómicas, Mención Enología y Vitivinicultura. Universidad de Chile. 55 p.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M. and LIDER, L. A. 1974. *General viticulture*. Ed. University of California. Berkeley. 710 p.

ANEXO I

Antecedentes de la temporada previa al estudio¹

En enero se realizó un análisis foliar que indicó una tendencia donde las plantas del sitio fertilizado con 40 kg N·ha⁻¹ presentarían un mejor estado nutricional (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del análisis de pecíolo realizado en época de enero.

Nutriente	20 kg N·ha ⁻¹	40 kg N·ha ⁻¹	60 kg N·ha ⁻¹
NO ₃ -N (ppm)	316	365	291
Fósforo (% peso seco)	0,06	0,07	0,07
Potasio (% peso seco)	2,25	2,37	2,22

El crecimiento vegetativo se expresó en un mayor crecimiento de tronco, brotes y mayor peso de poda invernal a mayor fertilización nitrogenada. Aparentemente, el sitio fertilizado con 40 kg N·ha⁻¹ poseía plantas más vigorosas, ya que con un menor crecimiento de brotes se obtuvo igualmente un mayor peso de chapoda e igual peso de poda invernal que el sitio de mayor fertilización nitrogenada (Cuadro 2).

El rendimiento por planta del mismo sitio fue el más elevado, pero debido principalmente al mayor número de racimos conservados. El peso promedio de racimos fue mayor a mayor fertilización nitrogenada y se destaca que aunque el número de racimos conservados del sitio de 40 kg N·ha⁻¹ se ubicó muy por sobre el resto, el peso promedio de racimos fue similar al obtenido en el sitio de 20 kg N·ha⁻¹ (Cuadro 2).

Referente a plagas, no hubo relación entre la incidencia y la fertilización. En los tres casos se observó una menor incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) contra una mayor incidencia de *Neoseiulus chilensis* (figuras 1 y 2).

La madurez de las bayas evolucionó a través de la temporada de manera tal que el sitio con menor fertilización obtuvo siempre el mayor contenido de sólidos solubles (Figura 2). Los sitios fertilizados con 40 kg N·ha⁻¹ y con 60 kg N·ha⁻¹ finalizaron la temporada con prácticamente el mismo contenido de sólidos solubles.

¹ Mauro, C. 2002. Ing. Agr. Universidad de Chile. Datos no publicados.

Cuadro 2. Valores promedio de parámetros de crecimiento vegetativo y rendimiento de fruta, temporada 2000 – 2001.

Sitio	20 kg N·ha ⁻¹	40 kg N·ha ⁻¹	60 kg N·ha ⁻¹
Porcentaje de Brotación (%)	81,5	81,2	81,9
Largo final brote Este (cm)	59,1	77,7	94,4
Largo final brote Oeste (cm)	41,3	73,9	74,3
Área de tronco inicial - final (cm ²)	3,6 – 4,4	3,9 – 5,0	4,2 – 5,4
Peso chapoda (g por planta)	22	96	73
Peso de poda (g por planta)	167	235	235
Rendimiento por planta (kg/planta)	1,86	3,22	2,62
Número de racimos	13	22	15
Peso promedio de racimo (g)	143,44	146,56	174,77

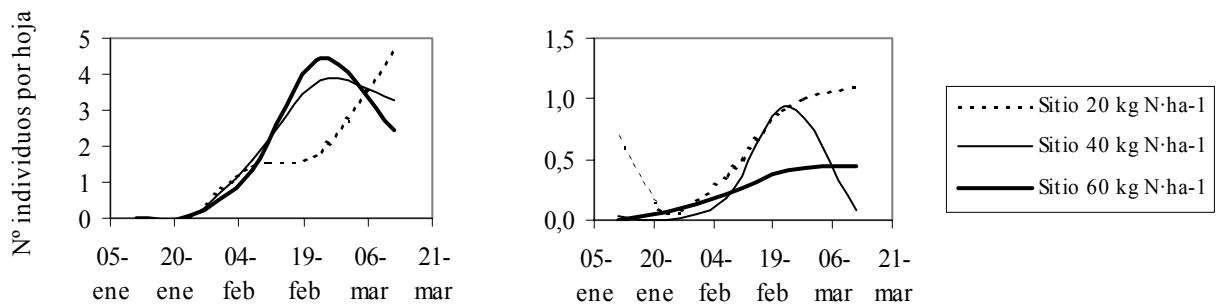


Figura 1. Incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) y *Neoseiulus chilensis*, en la temporada previa (2000 – 2001).

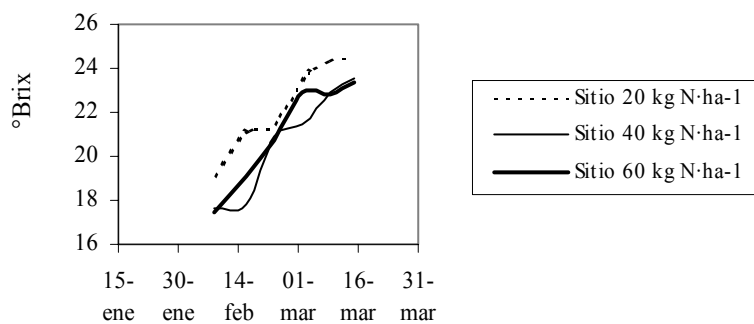


Figura 2. Evolución de la madurez de las bayas, en la temporada previa (2000 – 2001).

APÉNDICE I

Descripción del perfil de suelo del sitio de los ensayos

Profundidad en cm.

- | | |
|-------------------------------|---|
| 0 – 35
A _p | Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, Pardo (10 YR 5/3) en seco; franca con 2% de grava fina y media; duro, friable, plástico, adhesivo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces muy finas y finas abundantes, medias y gruesas comunes, con raíces finas y muy finas necrosadas; poros muy finos, finos y medios abundantes, gruesos comunes. Reacción al HCl fuertemente efervescente. Actividad biológica moderada. Límite lineal, abrupto. |
| 35 – 70
B ₁ | Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco arenosa con 10% de grava fina, media y gruesa, y guijarros redondeados hasta 10 cm; duro, friable, ligeramente plástico, no adhesivo; estructura de bloques angulares finos y medios, débiles. Raíces muy finas y finas abundantes, medias y gruesas comunes; poros muy finos, finos, medios abundantes, gruesos comunes. Reacción al HCl ligeramente efervescente. Límite lineal, abrupto. |
| 70 – 115
IIC ₁ | Pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3) en seco, Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; areno francosa, con 40% de grava fina, media, gruesa y guijarros redondeados hasta 10 cm; suave, no plástico, no adhesivo; grado de no estructura, masiva. Raíces medias comunes; poros finos y medios abundantes. Sin reacción al HCl. Actividad biológica moderada. Límite lineal, abrupto. |
| 115 – 130
IIC ₂ | Sustrato de grava fina, media y gruesa con 40% de matriz areno francosa, pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3) en seco, pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; suave, no plástico, no adhesivo; grado de no estructura, masiva. Raíces medias escasas; poros finos y medios abundantes. Sin reacción al HCl. |

APÉNDICE II

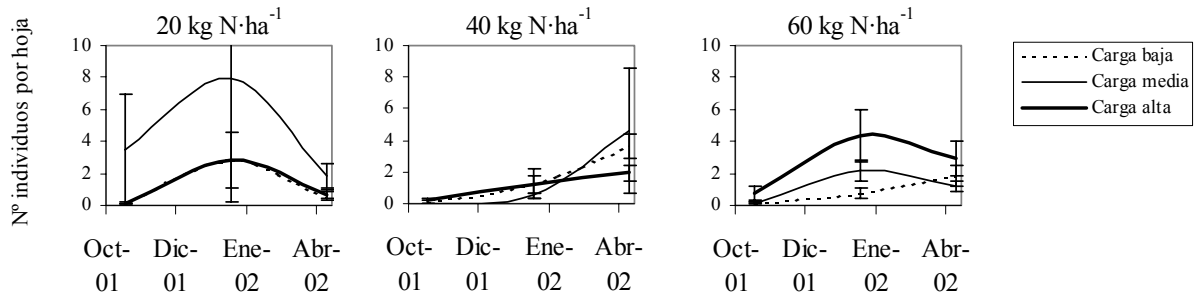
Incidencia de plagas y enfermedades en los ensayos de carga frutal

Figura 1. Incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*), en la temporada 2001 – 2002. Las barras indican el error estándar.

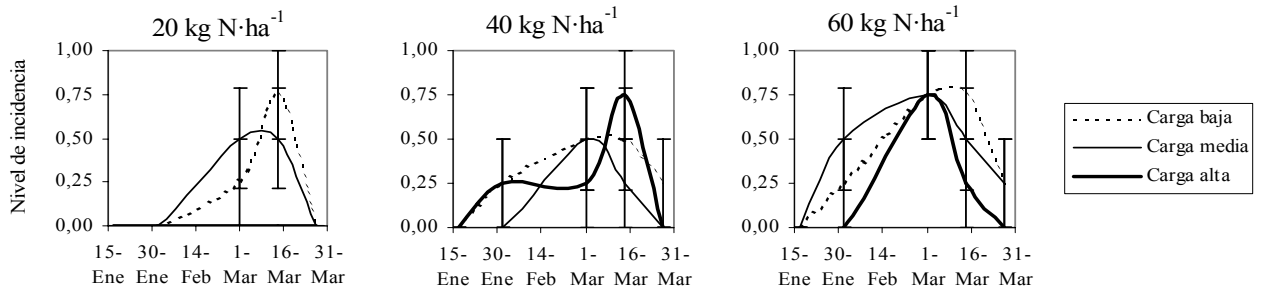


Figura 2. Incidencia de oídio (*Oidium tuckeri*) desde chapoda hasta cosecha, en la temporada 2001 – 2002. Las barras indican el error estándar.

APÉNDICE III

Descripción del perfil de suelo en el sector de alto vigor

Profundidad en cm.

0 – 12 A _p	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa con grava fina y gruesa; suelto; friable, ligeramente plástico, no adhesivo; estructura de bloques subangulares y angulares finos, débiles, que rompen a muy finos, moderados. Raíces muy finas y finas comunes; poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos escasos. Reacción al HCl levemente efervescente. Límite lineal, claro.
12 – 30 A ₂	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa fina con 10% de grava angular fina, media, gruesa; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; estructura de bloques subangulares y angulares medios, débiles, que rompen a finos, moderados. Raíces muy finas y finas escasas, medias y gruesas comunes; poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos comunes. Presencia de lentes de arena y moteados rojo (2,5 YR 4/8), comunes, finos, prominentes, en forma de puntos, de límite claro. Reacción al HCl moderadamente efervescente. Límite lineal, abrupto.
30 – 47 C ₁	Color vario en húmedo; arenosa fina; suelto, no plástico, no adhesivo; grado de no estructura masiva. Raíces muy finas, finas, medias y gruesas escasas; poros muy finos, finos, medios y gruesos abundantes. Presencia de moteados comunes, gruesos, prominentes, en forma de lenguas, rojo (2,5 YR 4/8), de límite claro. Límite lineal abrupto.
47– 85 C ₂	Color vario en húmedo; arenosa media con guijarros escasos hasta 20 cm; suelto, no plástico, no adhesivo; grado de no estructura masiva. Raíces muy finas, finas, medias y gruesas escasas; poros muy finos, finos, medios y gruesos abundantes. Presencia de moteados rojo (2,5 YR 4/8), escasos, gruesos, prominentes, en forma de lenguas, de límite claro. Nivel freático a los 0,85 m.

Descripción del perfil de suelo en el sector de bajo vigor

Profundidad en cm.

- | | |
|---------------------------|--|
| 0 – 10
A _p | Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa con 15% grava fina, media y gruesa; suelto en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico, adhesivo; estructura de bloques subangulares muy finos, débiles. Raíces muy finas y finas abundantes, medias comunes; poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos escasos. Reacción al HCl muy ligeramente efervescente. Límite lineal, claro. |
| 10 – 37
A ₂ | Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa con 25% de grava fina, media y gruesa; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; estructura de bloques subangulares medios, firmes. Raíces muy finas y finas y medias comunes, gruesas escasas; poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos comunes. Presencia de moteados escasos, en forma de puntos concentrados en grupo, prominentes, pardo fuerte (7,5 YR 4/6), de límite difuso. Reacción al HCl ligeramente efervescente. Límite lineal, claro. |
| 37 – 71
B | Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco arenosa con 30% de grava fina, media, gruesa y guijarros hasta 15 cm; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; estructura de bloques subangulares medios, débiles, que rompen a finos, moderados. Raíces finas y medias comunes, gruesas escasas; poros muy finos, finos abundantes, medios y gruesos comunes. Presencia de moteados escasos, en forma de puntos concentrados en grupo, prominentes, pardo fuerte (7,5 YR 4/6), de límite difuso. Reacción al HCl ligeramente efervescente. Límite lineal claro. |
| 71– 100
C | Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; areno francosa con 30% de grava fina, media, gruesa y guijarros hasta 15 cm; suelto, ligeramente plástico, no adhesivo; grado de no estructura masiva. Raíces finas, medias y gruesas escasas; poros muy finos, finos, medios y gruesos abundantes. Presencia de moteados escasos, en forma de puntos concentrados en grupo, prominentes, pardo fuerte (7,5 YR 4/6), de límite difuso. |

APÉNDICE IV

Incidencia de plagas en el estudio de crecimiento vegetativo

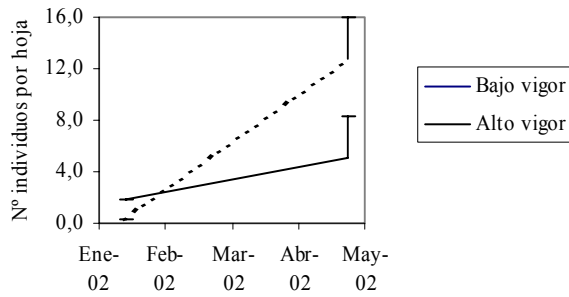


Figura 1. Nivel de incidencia de falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*), en los sitios de alto y bajo vigor. Las barras indican el error estándar.

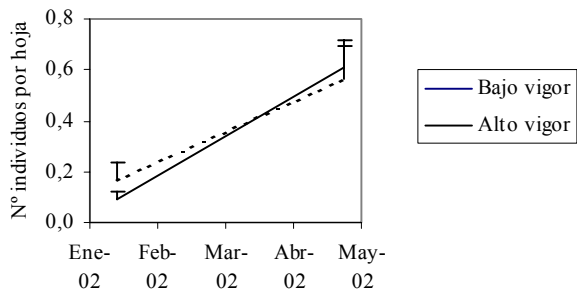


Figura 2. Nivel de incidencia de *Neoseiulus chilensis*, en los sitios de alto y bajo vigor. Las barras indican el error estándar.

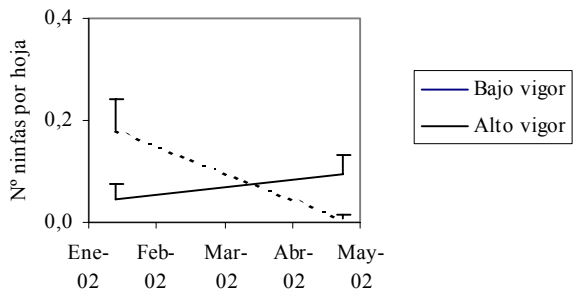


Figura 3. Nivel de incidencia de conchuela (*Parthenolecanium persicae*, *Parthenolecanium corni*), en los sitios de alto y bajo vigor. Las barras indican el error estándar.