



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**Efecto del uso de un producto en base a caolinita (Nufresh) y
malla sombreadora en vides (*Vitis vinifera* L.) cv. Cabernet Sauvignon.**

Proyecto Minera Tracmin y Nufarm.

TALCA – CHILE
2012

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar dos métodos de control del daño golpe de sol en uvas, se realizó un estudio durante la temporada 2011-2012 en un cuartel comercial del cv. Cabernet Sauvignon de la empresa “Viña San Pedro” ubicado en Molina, Valle de Curicó, Región del Maule (35° 06' LS, 71° 20' LW WGS84; 230 m.s.n.m.). El viñedo se encuentra en un suelo perteneciente a la serie Condell (Aquultic Haploxerolls), correspondiente al orden Mollisol, establecido en el año 1994, con una orientación de hileras Norte-Sur conducidas en espaldera vertical simple. Se establecieron tres tratamientos: i) Aplicación de Nufresh (producto en base a caolinita) en una dosis de 7 a 12 kg por hectárea de producto cada 15 a 20 días (según estado fenológico) a partir de la cuaja (con diámetro de baya de 5,22 mm) y hasta 1 mes previo a cosecha (7 aplicaciones totales); ii) instalación de una malla sombreadora (35% sombra) de color negro sobre los racimos desde post-cuaja hasta pre-cosecha y iii) un tratamiento control sin ninguna técnica de control de estrés térmico o lumínico. El ensayo se dispuso en un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Durante el transcurso de la temporada, se evaluaron variables fisiológicas como intercambio gaseoso de la planta (conductancia estomática (g_s), transpiración (E) y asimilación (A)), mediciones de potencial hídrico de xilema, temperatura de la baya, y reflectancia de hoja y fruto (350 a 2500 nm). Previo a la cosecha, se midió la incidencia y severidad de bayas/racimos deshidratados, y al momento de la cosecha, se evaluaron variables de composición química de la fruta como por azúcares, ácidos y compuestos fenólicos. Los resultados indicaron que tanto la aplicación de Nufresh en la dosis utilizada en este estudio, como el uso de malla sombreadora, no producen cambios significativos sobre las variables fisiológicas de la planta (g_s , E y A) ni en el potencial hídrico de xilema (Ψ_x) en distintos estados fenológicos de la vid. En relación a la reflectancia de energía y temperatura de la baya, se observó variaciones importantes dependiendo de la fecha de evaluación, los que sugieren que ambos tratamientos -con malla sombreadora y Nufresh- producirían una disminución de la temperatura de la fruta; y en el caso de Nufresh, un aumento de la refección de luz ultravioleta. Por su parte, los valores de incidencia de daño por sol (cualquier tipo de magnitud de daño) fueron 21%, 44% y 84% para los tratamientos con malla, Nufresh y control, respectivamente. Asimismo, para la severidad del daño se observaron diferencias significativas, donde en general, los racimos menos afectados correspondieron al tratamiento con malla, seguido por Nufresh y el tratamiento control. Finalmente, no se observó diferencias estadísticamente significativas en las variables de composición química de la fruta evaluadas, salvo por una tendencia a una menor contenido de compuestos fenólicos totales en la fruta del tratamiento con la malla sombreadora, los que no se percibieron en el caso de las mediciones de color.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la vitivinicultura chilena, ha tenido importantes avances en términos de productividad y calidad; siendo este último, uno de los ejes fundamentales de la industria vitivinícola nacional. Los avances conseguidos, se han obtenido en gran medida, debido a la incorporación de manejos productivos en el viñedo, entre los que destacan aquellos practicados al follaje (Lavín et al. 2001).

Entre otros, estos cambios han buscado solucionar algunos de los problemas productivos que aquejan a la producción vitícola, tales como aquellos derivados del estrés térmico o lumínico.

Al igual que en otras especies vegetales, el efecto combinado de altas temperaturas y exposición a radiación ultravioleta produce quemaduras sobre los tejidos celulares de las pieles de las uvas, lo que en etapas avanzadas puede traducirse en deshidratación de la fruta (Spayd et al. 2002). En el caso de las uvas para vinificación, la evidencia anecdótica sugiere que entre un 5 a un 15% de las uvas serían afectadas como consecuencia de este problema (Greer et al. 2006), lo que redundaría en una reducción de la calidad de la fruta, sus precios, y posiblemente en la calidad de los vinos.

En los últimos años, en la zona central de Chile, donde se cultiva la mayor parte de las vides para vinificación, se ha observado un aumento de un 5 a 7% de la radiación solar incidente en el período de maduración de las bayas. Asimismo, las temperaturas máximas medias, durante el período de maduración de las uvas, en años bajo los efectos climáticos del fenómeno de la Niña han sido hasta 1°C mayores que en años normales (Registros climáticos de la Universidad de Talca). Además, se estiman que en 40 años las temperaturas podrían aumentar en 4 °C (Minetti et al. 2003; Santibañez y Santibañez, 2008).

Además del manejo de follaje, en el caso de las vides para vinificación establecidas en sistemas de espalderas verticales, se ha recurrido al uso de mallas sombreadoras, dispuestas a nivel de los racimos, para reducir los efectos del golpe de sol, situación que por requerir un importante número de jornadas hombre para su instalación y desinstalación, redundaría en un aumento de los costos de producción. En otras especies frutales, donde el desarrollo de color requiere de un mayor nivel de exposición a la radiación directa, como en el caso de manzanos, el uso de protectores solares en base a caolinita ha sido utilizado con éxito (Glenn et al. 2002). En el caso de vides para producción de vinos, existen pocos antecedentes de la utilización de este tipo de productos tanto en producción comercial como en evaluaciones científicas (Ou et al. 2010, Glenn et al. 2010, Shellie and Glenn 2008, Tubajika et al. 2007).

En base a lo expuesto anteriormente, se definieron los siguientes objetivos para esta investigación: i) Estudiar la efectividad de un producto en base a caolinita (Nufresh) y de una malla sombreadora (tipo Rashell) ubicada a nivel de los racimos para controlar la incidencia y severidad del daño por golpe de sol en las bayas. ii) Evaluar los efectos de la utilización de Nufresh y de la malla sobre variables fisiológicas de intercambio gaseoso (conductancia estomática, fotosíntesis y transpiración) en diferentes períodos de la maduración de la fruta. iii) Analizar los efectos de la utilización de Nufresh y de la malla sobre el potencial hídrico de la planta en diferentes períodos de la maduración de la fruta. iv) Estudiar el efecto sobre la temperatura de pulpa y epidermis de la baya, y reflectancia de hoja y fruto (350 a 2500 nm). v) Examinar los efectos de los tratamientos descritos sobre algunas de las variables de composición química más importantes de la fruta (ej. contenido de azúcares, ácidos y compuestos fenólicos).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Descripción del cultivar utilizado

El cultivar Cabernet Sauvignon es originario de la región de Burdeos en Francia, y se cree que sus progenitores serían Cabernet franc y Sauvignon Blanc. En Chile, este cultivar fue introducido en la primera mitad del siglo XIX a la colección de variedades de la Quinta Normal, en la ciudad de Santiago. En Chile, se le conoce también con la sinonimia de Cabernet, pero dada su amplia distribución, también es conocida en otros lugares del mundo como Vidure, Petite Vidure, Sauvignon rouge y Burdeos tinto (Francia) y Petit Cabernet (Marruecos) (Gil y Pszczółkowski, 2007).

Cabernet Sauvignon corresponde a una variedad ampliamente cultivada en el mundo. En Chile, al año 2010, el Catastro Nacional de Vides para Vinificación elaborado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), indicaba la existencia de un total de 38.425 hectáreas. Dicha superficie equivale al 45% del total de variedades tintas plantadas en el país, las cuales se distribuyen desde la Región de Atacama hasta la Región del Biobío, encontrándose la mayor superficie en las Regiones del Maule y de O'Higgins, con 14.784 y 16.079 hectáreas, respectivamente (SAG, 2010).

En cuanto a sus características fisiológicas y bioquímicas, se trata de una variedad de brotación tardía, lo que ayudaría a evitar el daño por heladas tardías. Es un cultivar vigoroso y de sarmientos erectos. Sus yemas presentan fertilidad variable dependiendo de las condiciones

climáticas. Sus racimos son de forma cilindro-cónico, pequeños a medianos, alados y de compactación media a alta, presentando una baja incidencia de la llamada “corredura”. Sus bayas son esféricas, pequeñas a medianas, de color negro, con mucha pruina dándole un aspecto azulado. Se caracteriza por una riqueza en azúcares media a alta, buena acidez, pH bajo a medio, y concentración fenólica media alta (Gil y Pszczółkowski, 2007).

Crecimiento y maduración de la baya

El desarrollo de las bayas de uva vinífera puede ser dividido en dos etapas principales de crecimiento, separados por una fase de retardo y explicado en forma gráfica a través de una curva doble sigmoidea (Coombe, 1976 citado en Dokoozlian and Kliewer, 2006). Durante la etapa I, hay un crecimiento rápido del pericarpio de la baya, debido a un aumento de la división periclinal de las células del mesocarpio y la división anticlinal de las células del epicarpio, además de la posterior elongación celular del pericarpio en su conjunto a contar de la segunda mitad de esta etapa (Harris et al. 1968; Gil y Pszczółkowski, 2007). Es en esta etapa es donde la baya acumula ácidos orgánicos, taninos, y algunos compuesto volátiles que generan atributos de tipo “herbáceo o vegetal”, manteniéndose de color verde y dura, mientras que las semillas se acercan a su tamaño final (Geny et al. 2003). La etapa II se conoce como retardo del desarrollo, ya que el crecimiento de la baya se retarda, siendo poco notable, se produce un cierto ablandamiento y adquisición de pigmentación de la baya, producto de la acumulación de antocianinas, también conocido como pinta o envero (Gil y Pszczółkowski, 2007) mientras que el embrión de la semilla se desarrolla y comienza el endurecimiento de los tejidos externos de esta (Geny et al. 2003). En la etapa III, última etapa de crecimiento, hay una reactivación rápida del crecimiento de las bayas como resultado de la elongación celular asociada a la acumulación de agua e hidratos de carbono (250 gr/L). Es en esta última etapa donde aumenta rápidamente el color y la concentración de azúcares, mientras que al mismo tiempo disminuye la concentración de ácidos orgánicos y los compuestos responsables de los aromas herbáceos. La radiación solar y la temperatura durante el período de maduración son fundamentales en la composición y crecimiento de las bayas durante todas estas etapas, pudiendo también producir daños en los tejidos celulares, situación conocida como golpe de sol (Bokoozlian and Kliewer, 2006; Gil y Pszczółkowski, 2007; Geny et al. 2003).

En el caso de las vides, la temperatura para un crecimiento óptimo de las bayas se encuentra en el rango entre 25 a 30 °C (Hale and Buttrick, 1974), aunque hay estudios que afirman que frecuentemente la temperatura de las bayas expuestas al sol exceden los 30 °C (Kliewer and Lider, 1968; Reynolds et al., 1986, citado en Bokoozlian and Kliewer, 2006).

Asimismo, la luz incidente en los frutos puede también ser esencial para la regulación de la importación o metabolismo del carbono y otros asimilados en frutos pequeños (Bokoozlian and Kliewer, 2006), por lo que aquellos tratamientos que contribuyen a un excesivo sombreamiento de la fruta pudieran resultar detrimentales para su calidad sensorial.

Composición química de la baya

Tal como se expuso en el apartado anterior, el desarrollo de las bayas sigue un patrón de crecimiento de una curva doble sigmoidea, y en cada período o etapa de crecimiento difieren considerablemente la actividad bioquímica y la composición de la baya (Geny et al. 2003). Muchas características físicas y químicas de la fruta de los diferentes cultivares de vides viníferas están correlacionados con el grado de madurez de las bayas (Carroll and Marcy, 1982). Tanto la calidad sensorial del vino como su estabilidad dependen en gran medida de la composición y concentración química de las bayas (Liu et al. 2006).

Los azúcares, principalmente glucosa y fructosa, determinan el contenido de alcohol en el vino; de ahí, el gran interés enológico que genera el conocer su concentración. Dichos azúcares representan más del 90% del contenido total final de la baya. Al inicio del desarrollo de la baya glucosa es el azúcar predominante; mientras que hacia el final, ambos alcanzan concentraciones similares (Liu et al. 2006; Carroll and Marcy, 1982).

Otros de los componentes químicos importantes de las bayas, y cuya concentración puede variar en función de la temperatura y radicación, son los ácidos orgánicos. Pese a que estos tienen una baja concentración en comparación con los azúcares, sus efectos sobre la calidad de la fruta son importantes, ayudando a estabilizar el color e impartir sensaciones en la boca al consumir el vino. Las concentraciones de ácido málico y tartárico típicamente representan más del 90% de la acidez titulable, y la relación entre ambos varía entre un cultivar y otro dependiendo del cultivar y la condiciones edafoclimáticas del lugar de producción (Liu et al. 2006). Así, la producción de ácido málico, es altamente dependiente de la temperatura durante la temporada de crecimiento y durante la etapa I, es el que mayor concentración presenta y predomina hasta cerca del estado de pinta, para luego declinar su concentración hasta la cosecha. La concentración de ácido málico a la maduración de las bayas, como se acaba de mencionar, depende de la temperatura, ya que la enzima que lo regula tiene un coeficiente respiratorio que es dependiente de esta, mientras que el ácido tartárico es más difícil de metabolizar, por lo que se encuentra a menudo más estable que el anterior durante la maduración de la uva (Liu et al. 2006). La disminución de la concentración de ácido tartárico a medida que avanza el desarrollo de las bayas es el resultado de una disolución debido a la

expansión celular y crecimiento de las células (Carroll and Marcy, 1982). Una acidez alta tiene una influencia negativa en la producción de vino, y en términos de sabor ácido el ácido tartárico es más fuerte que el ácido málico (pKa: 3,04 vs 3,40) (Liu et al. 2006).

Un tercer componente importante en la composición química de las bayas es la concentración de fenoles; especialmente antocianinas, flavonoles, catequinas y otros flavonoides. Estos compuestos juegan un rol importante en la calidad del vino, siendo los que lo dotan de características sensoriales tales como color y astringencia (Mazza et al. 1999). Los fenoles, principalmente taninos, se encuentran mayoritariamente en las semillas y pieles de los frutos, y su concentración disminuye dramáticamente durante la maduración de la baya. En el caso de las antocianinas y flavonoides, estos se encuentran en la piel de las bayas (Koyama et al. 2012; Obreque-Slier et al. 2010) de cultivares tintos. Tanto la concentración como la composición de fenoles en los cultivares tintos varía con la especie, variedad, temporada y factores de manejo y ambientales (clima, condiciones de suelo, manejo del dosel, carga frutal, manejo del riego) (Jackson and Lombard, 1993). El nivel de radiación solar es un parámetro importante en la formación de fenoles, los que son responsables de la coloración roja de las uvas, como es el caso de las antocianinas, lo anterior ha sido motivo de estudios que han encontrado diferencias significativas en la concentración de antocianinas entre racimos expuestos a la radiación solar y racimos sombreados (Crippen and Morrison, 1986, citado en Mazza et al. 1999).

De acuerdo a lo anterior, es razonable pensar que los tratamientos vitícolas que promueven la regulación de la temperatura y radiación a nivel de racimos, pudiera tener un impacto sobre la concentración de estos importantes constituyentes, afectando de paso el potencial de vinificación de las uvas en cuestión.

DAÑO POR GOLPE DE SOL

El golpe de sol es un problema que afecta a varias especies frutales cultivadas en la zona central de Chile, manifestándose mayormente en frutos que crecen y se desarrollan en la cara sur-poniente de la planta (Yuri, 2001). Una de las hipótesis que tratan de explicar el problema es el aumento de la radiación ultravioleta (UV) que penetra al planeta a través de la atmósfera. En manzanos, actualmente existe otra teoría que hace referencia a la anterior, pero agrega que el daño por golpe de sol se explicaría por un exceso de temperatura en combinación a los elevados niveles de radiación UV (Yuri, 2001; Flecetti and Schrader, 2009a).

Este tipo de daño celular a nivel de la epidermis, produce cambios en la pigmentación de la piel de los frutos, mostrándose colores amarillos, anaranjados y marrones, el cual varía según el grado de intensidad del daño y el color de piel del fruto, pudiendo -en algunas especies- vincularse incluso a problemas de deshidratación del fruto. En algunos casos, como el de manzanas, se ha demostrado que el cambio de color va asociado a la degradación de clorofila y aumento de pigmentos carotenoides (β -Carotenos, Violaxantina y Antheraxantina) (Fleccetti and Schrader, 2009b; Merzlyack et al. 2002).

Golpe de sol en frutos de la vid

La radiación solar es esencial para la maduración y coloración de las bayas, así como para que se lleven a cabo otros importantes procesos bioquímicos (fotosíntesis, acumulación de azúcares, síntesis de metabolitos secundarios, etc.) (Chorti et al. 2010). Al igual que en otras especies vegetales, el efecto combinado de altas temperaturas y exposición a una alta radiación ultravioleta produce quemaduras sobre los tejidos celulares de las pieles de las uvas (Spayd et al. 2002). En el caso de las uvas para vinificación, la evidencia anecdótica sugiere que entre un 5 a un 15% de las uvas serían afectadas como consecuencia de este problema (Greer et al. 2006), lo que redundaría en una reducción de la calidad de la fruta, sus precios, y posiblemente en la calidad de los vinos.

En el caso de los cultivares tintos, el efecto que se produce por sobre-exposición a la radiación UV de las bayas es el aumento de la temperatura de estas, lo cual genera un microclima desfavorable para la biosíntesis de antocianinas (Chorti et al., 2010). El efecto anterior se explica por la disminución de la concentración o degradación del ácido abscísico (ABA), hormona relacionada con la acumulación de antocianinas, durante la madurez de las bayas a temperaturas excesivas (sobre 30°C). La baja de los niveles endógenos de ABA afectan la expresión de VvmybA1 (Yamane et al. 2006), gen que codifica un factor de transcripción que induce la biosíntesis de antocianinas en la piel de bayas en uva (Jeong et al., 2006).

Por otro lado, la incidencia de radiación fotosintéticamente activa (PAR) en cantidades moderadas, de no más allá de 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$, aumenta el contenido total de sólidos solubles y fenoles, mientras que al mismo tiempo disminuye la acidez titulable, el contenido de ácido málico y pH del jugo (Bergqvist et al. 2001; Boksozlian and Kliever, 2006). Al exceder dicha cantidad de radiación PAR, se produce una disminución gradual de la masa total de las bayas, provocando una disminución del calibre y un incremento en la tasa de transpiración de la fruta y subsecuentemente una deshidratación de las bayas (Bergqvist et al. 2001), lo que en

casos extremos puede terminar en una lisis celular. Algunos investigadores como Dokoozlian and Kliewe (2006) afirman que la radiación solar que reciben los racimos durante su desarrollo, tiene relación directa con el peso y diámetro de las bayas al momento de la cosecha, así como también influye en el contenido total de azúcares. Al mismo tiempo comentan que los estados de desarrollo (estados I, II y III) en que las bayas reciben luz tiene un efecto en el peso y diámetro de estas, así como también en algunos componentes químicos tales como fenoles, antocianinas y tartratos.

A propósito de lo anterior, y de los aumentos de temperatura y radiación observados en diferentes partes del mundo, incluyendo la zona central de Chile, es que las técnicas vitícolas de regulación de la temperatura y radiación a nivel de follaje se están volviendo cada vez más relevantes.

Tratamientos preventivos al daño por golpe de sol en frutos

Existen una serie de medidas y/o tratamientos que se aplican actualmente para prevenir el golpe de sol en frutos en diversos cultivos y las vides viníferas no son la excepción. Como principales opciones existentes se encuentran: i) el método de enfriamiento evaporativo, el cual se basa en la aspersión de agua sobre las plantas y frutos durante las horas del día de mayor riesgo, ii) Uso de materiales sombreadores como mallas, iii) cubrimiento de los frutos con envoltorios especiales o bolsas de papel, iv) aplicaciones de materiales reflectantes como la caolinita, y v) productos químicos (Sunshied, Vitamina E, Vapogard) (Yuri et al. 2002, citado en Yazici et al. 2009).

El uso de mallas sombreadoras se ubica a nivel de la zona frutal. Para este método de prevención de golpe de sol existen autores que afirman que el uso de estas produce un retraso en la madurez de los racimos, pero al mismo tiempo no afecta los componentes del rendimiento al llegar a la cosecha (Chorti et al. 2010), lo que lo convierte en una opción viable para cultivares de cosecha temprana, no así para cultivares tardíos.

Otro método utilizado y cada vez más frecuente es la aplicación de materiales reflectantes en base a caolinita, método también conocido como tecnología de aplicación de partículas (Rosati et al 2006), el cual tiene cierto grado de preferencia por sobre el resto de los métodos debido a la facilidad de la aplicación y el costo aceptable del tratamiento. La propiedad más importante que posee este tipo de materiales consiste en su color blanco y la capacidad de reflejar la luz (Yazici et al. 2009).

Existen algunas prácticas de manejo de cultivo, tales como deshoje, enrejado y poda, que pueden llegar a mejorar la cantidad de luz difusa que llega a la zona de producción de fruta de la planta. Si bien es cierto, no es un método que ayude directamente a prevenir el daño por golpe de sol en la fruta, es importante hacer mención de estas prácticas, puesto que son realizadas en forma frecuente y cualquier exceso de sobre exposición a la radiación solar causará daños a la fruta. Cabe mencionar que la exposición de la fruta a la radiación solar puede también puede ser mejorada considerando el sistema de conducción y la orientación de las hileras (Bergqvist et al. 2001), evitando de esta forma la exposición de los racimos a un exceso de radiación solar. La decisión de realizar o no un deshoje va a depender exclusivamente del cultivar, tomando en consideración la época o estado fenológico del cultivo en que se puede realizar la labor. Hunter et al. (1991) afirman que un deshoje parcial (33% de las hojas de la zona frutal) a partir de la segunda etapa de desarrollo de la baya (pinta) aumenta significativamente la concentración de antocianinas, no afecta la concentración de fenoles y mejora significativamente la calidad del vino. Dichas prácticas de manejo del cultivo no deben exceder la exposición de la fruta a la radiación solar.

Uso de la caolinita en la agricultura

La caolinita, cuya fórmula química es $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, pertenece a la categoría de los minerales filosilicatos. Es un silicato de aluminio hidratado formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio, y corresponde a una arcilla de color blanco. Tiene una gran cantidad de usos en cerámica, plásticos, farmacéutica, cosméticos, construcción, materiales eléctricos, química y formulación de agroquímicos. Es en esta última aplicación que la caolinita ha tenido un gran auge, siendo usado en un principio para el control del ataque de plagas. Su uso ha sido estudiado en el control de plagas de algunos frutales como *Ceratitis capitata* en cítricos, Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), Conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae*) y Algodón del olivo (*Euphyllura olivina*) (Lo Verde et al. 2011; Romero et al. 2006; Pascual et al. 2010) y plagas que afectan granos de cereales durante el almacenaje como el Gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) (Nguenmtchouin et al. 2010), todo dirigido en la mayoría de los casos a la agricultura orgánica. Como ejemplo de explicación del mecanismo de funcionamiento en el control de plagas, en el caso de *Ceratitis capitata* en cítricos, esta reduce la ovoposición de las hembras, enmascarando hojas, tallos y frutos, haciendo más difícil el reconocimiento de los órganos habituales para la ovoposición a distancia, puesto que en el caso de las hembras de *C. capitata* el color blanco es el menos atractivo para la ovoposición. Además, la capa de caolinita hace que la superficie de la fruta sea más dura y menos adecuada para la ovoposición (Lo Verde et al. 2011). Del mismo modo, este producto ha sido usado con

éxito en el control de golpe de sol en manzanas, al crear una barrera de protección contra la radiación UV en los tejidos sobre los cuales se deposita.

Para el uso de la caolinita, ya sea para control de plagas o en la prevención del daño por golpe de sol, esta debe ser diluida en agua y asperjada sobre las plantas. Una vez seca, la caolinita forma una fina película blanca (usualmente $< 3 \mu\text{m}$) sobre la superficie de frutos y hojas. En estudios anteriores, se ha observado que esta película no reduce la fotosíntesis y el crecimiento de la plantas, aunque logra reducir el estrés hídrico (Glenn et al. 1999; Kerns and Wright, 2000, citados en Lo Verde et al. 2011) y la foto-inhibición causada por la intensa radiación solar y la alta diferencia de presión de vapor producida en zonas más cálidas (Jifon and Silversten, 2003, citado en Lo Verde et al. 2011). Pese a lo anterior hay autores que sostienen que en condiciones normales de temperatura y sin estrés, la aplicación de caolinita reduce la tasa de fotosíntesis de las hojas que son cubiertas, en forma individual. Esta disminución de la fotosíntesis en las hojas estaría relacionada con la reducción de la luz que es capaz de llegar a los fotosistemas, debido a que la reflexión aumenta, o dicho de otra forma, la absorción disminuye entre un 20 a 40%, exceptuando las situaciones en que las plantas se encuentran bajo condiciones de estrés. Al mismo tiempo se produce una alteración de la distribución de la luz dentro del dosel, incrementando la radiación incidente especialmente a las hojas que se encuentran al interior de este, lo que produce una compensación de la reducción de la PAR absorbida de parte de las hojas cubiertas por la caolinita, opacando la disminución de la tasa de fotosíntesis de estas, llegando en algunos casos a producir un aumento en los rendimientos (Rosati et al. 2006). Lo anterior, pone de manifiesto la importancia de una adecuada selección de los tiempos y dosis de aplicación del producto.

En el caso de la aplicación de productos en base a caolinita para la prevención del daño por golpe de sol, esta se debe aplicar, en lo posible, sólo a los frutos o a las zonas de producción frutal con más riesgo de desarrollar el problema. El efecto que la caolinita produce es aumentar la reflexión de la luz, reflejando la radiación ultravioleta (UV) e infrarroja (IR) desde la superficie de los frutos. Al mismo tiempo, la fruta u órgano en general (ej. hojas) reducen su temperatura y en el caso de especies como manzanos aumenta la conductancia estomática al tratarse de las hojas (Glenn et al. 2010).

Actualmente, existe al menos otro producto además de Nufresh, también formulado en base a caolinita, utilizado para la protección de cultivos, cuyo nombre comercial es Surround WP™ (95% caolinita, Engelhard Corporation, Iselin NJ, EE.UU). Para este tipo de uso, el fabricante recomienda una dosis de 5 Kg de producto en 100 L de agua para aplicaciones en cítricos (Lo Verde et al. 2011), aunque algunos estudios han realizado aplicaciones con una dosis de 3 kg de producto en 100 L de agua (Pascual et al. 2010) para el mismo fin en huertos

de olivos. En el caso de experiencias en estudios de aplicaciones en viñedos en diferentes condiciones de estrés hídrico se ha utilizado una dosis de 60 g L⁻¹ con un mojamiento de 950 L ha⁻¹ (Shellie and Glenn, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

En este estudio, se compararon los efectos del uso de Nufresh (producto elaborado en base a caolinita) versus un tratamiento con malla sombreadora y un tratamiento control, en vides para vinificación, a nivel comercial, en un viñedo de la empresa “Viña San Pedro”. Las aplicaciones de Nufresh se efectuaron durante todo el período de maduración de fruta, y se evaluó sus efectos sobre variables fisiológicas (ej. conductancia estomática), incidencia y severidad del daño por sol en la fruta, y composición química de las bayas.

Descripción general del ensayo

El estudio se llevó a cabo durante la temporada 2011/2012 sobre un viñedo adulto, y en plena producción de vides (*Vitis vinífera* L.) cultivar Cabernet Sauvignon, perteneciente a la Viña San Pedro, cuya producción está destinada a la elaboración de vino calidad “Castillo de Molina”. Este viñedo se encuentra ubicado en la localidad de Molina, Valle de Curicó, Región del Maule, Chile (35° 06' LS, 71° 20' LW WGS84; 230 m.s.n.m.).

El cuartel fue establecido en el año 1994, por lo que a la fecha, las plantas tienen una edad de 18 años. Las vides fueron establecidas con una orientación de hileras en sentido Norte-Sur y un marco de plantación de 3x1,5 m. El sistema de conducción es en espaldera vertical simple, sistema de poda en cordón apitonado y riego por goteo con emisores de 4 L h⁻¹ (un gotero por planta).

Características edafoclimáticas

El clima de esta zona es mediterráneo, con una estación seca prolongada, caracterizado por tener un régimen térmico que varía en promedio, entre una máxima de 29,4 °C y una mínima de 3,3 °C durante el periodo estival. Además, esta zona presenta un período seco de 6 meses. Las precipitaciones promedio anual en la región alcanzan los 676 mm, las

que caen durante los meses de invierno. El periodo de verano es usualmente cálido y seco, con un 2,2% de las precipitaciones del año, mientras que la primavera es húmeda con un 16% de las precipitaciones totales del año.

El suelo en el que se encuentra el ensayo pertenece a la serie Condell (Aquultic Haploxerolls), correspondiente al orden Mollisol, suelo sedimentario, moderadamente profundo, de color pardo oscuro en casi todo el perfil, topografía plana y saturado bajo los 90 cm de profundidad (CIREN-CORFO, 1997). Dicho suelo, presenta una textura superficial que varía entre franco arenosa y franco arcillo-limosa, cuenta con una profundidad efectiva de crecimiento de raíces de 60 cm.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se estableció con un Diseño Completamente al Azar (DCA) de 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno (3x3), donde cada repetición constó de 4 plantas (Figura 1). Dichos tratamientos se dispusieron sobre hileras de vides con orientación N-S, de aproximadamente 50 m de largo.

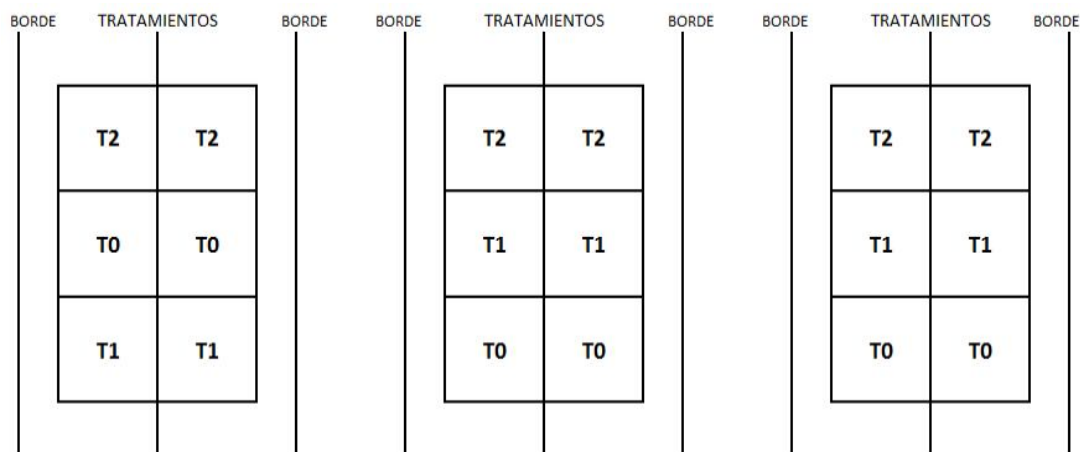


Figura 1 Distribución de los tratamientos del ensayo en el cuartel.

T₀ corresponde al tratamiento control (sin aplicación de Nufresh ni cubrimiento con malla), T₁ corresponde al tratamiento de aplicación de Nufresh y T₂ corresponde al tratamiento de sombreado con malla a nivel de la zona frutal.

Para el tratamiento T₁ se realizaron 7 aplicaciones de Nufresh durante la temporada de maduración de la fruta. Según recomendaciones del representante de minera Tracmin, Sr. Mario Guerreo y el viticultor a cargo del viñedo Sr. Ricardo Pereira, la primera aplicación se realizó el 14 de diciembre de 2011, la segunda a 21 días de la primera, y el resto cada 12 días, (Cuadro 1). La dosificación de Nufresh utilizada varió entre 7 a 12 kg de producto en 800 L de agua, según el período fenológico de las plantas (variación recomendada por el Sr. Guerrero). Estas dosis se encuentran en el rango de concentraciones recomendadas por el distribuidor en Chile. El producto fue pulverizado con un nebulizador, con turbo, a velocidad constante y equivalente a las aplicaciones normalmente efectuadas por el productor, Viña San Pedro (Figura 2).



Figura 2. Fotografías de la aplicación y nivel de cobertura del producto.

Cuadro 1 Calendario de aplicaciones y dosis de Nufresh durante el ensayo.

N° Aplicación	FECHA	DOSIS CAOLINITA
1	14-12-2011	7 kg/800 L agua
2	04-01-2012	12 kg/800 L agua
3	16-01-2012	12 kg/800 L agua
4	30-01-2012	12 kg/800 L agua
5	10-02-2012	12 kg/800 L agua
6	21-02-2012	12 kg/800 L agua
7	05-03-2012	12 kg/800 L agua

En el caso del tratamiento T₂ se utilizó una malla sombreadora Raschell de color negro de 35% de sombra, disponible en el comercio local, la cual fue ubicada sólo al lado poniente de la hilera, desde el estado de cuaja hasta cosecha, cubriendo principalmente la zona mas baja de la espaldera, donde se ubican los racimos, y tratando de producir el menor sombreamiento posible al follaje de las platas (Figura 3).



Figura 3. Fotografías del tratamiento con malla sombreadora utilizado.

EVALUACIONES REALIZADAS

Evaluación del estado hídrico de la planta

Para conocer la respuesta fisiológica de la planta a cada uno de los tratamientos, se realizó una caracterización del estado hídrico de las plantas en los distintos tratamientos. Para lo anterior, se utilizó una cámara de presión de tipo Scholander (PMS Instrument Co., modelo 600, Corvallis, Oregon, USA), la cual permitió medir el potencial hídrico del xilema (Ψ_x) al medio día.

Para cada una de las repeticiones se seleccionaron dos hojas adultas, sanas y completamente expuestas a la radiación solar, desde el tercio medio del dosel en ambos lados de la hilera. Las hojas seleccionadas fueron cubiertas con una lámina de plástico, de manera de evitar la transpiración de la hoja; y luego, por encima de este último, las hojas fueron cubiertas con papel aluminio, de modo de evitar el calentamiento de la hoja. Dicho procedimiento, fue efectuado dos horas antes de realizar las mediciones con la finalidad de lograr un equilibrio entre el potencial hídrico de la hoja (Ψ_h) cubierta y el potencial hídrico del tallo de la planta o xilema (Ψ_x). Las medición fue realizada entres las 12:00 y 14:00 horas (Avalo Henríquez, 2010; Araya Alman, 2010), efectuando un total de cuatro mediciones durante la temporada de estudio (Figura 4).



Figura 4. Fotografía de hoja aislada y medición de potencial hídrico de xilema con bomba Scholander (PMS Instrument Co., modelo 600, Corvallis, Oregon, USA).

Evaluación del intercambio gaseoso

Las siguientes variables ecofisiológicas relacionadas con el intercambio gaseoso fueron medidas en el ensayo durante la temporada: conductancia estomática (g_s), transpiración (E) y asimilación (A). Dichas mediciones fueron realizadas con un analizador infrarrojo de gases (Li-6400 Li-Cor, Inc., Lincoln, NE) en condiciones ambientales de saturación de luz (sobre $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiación PAR). Las mediciones de intercambio gaseoso fueron realizadas entre las 12:00 y 14:00 horas. Para este tipo de mediciones, tanto para el tratamiento T_0 y T_1 , se seleccionaron hojas del tercio medio del dosel, maduras, completamente expuestas y sanas (Figura 5). En el caso del tratamiento T_3 (sombreamiento con malla) el criterio de selección de las hojas fue el mismo que el de los otros tratamientos, pero seleccionando hojas que se encontrarán bajo las condiciones de sombra producida por la malla.



Figura 5 Fotografía de analizador infrarrojo de gases (Li-6400 Li-Cor, Inc., Lincoln, NE).

Evaluación del daño en el tejido celular de las bayas

La incidencia y severidad (intensidad) del daño por sol en la fruta se evaluó en el estado de pre-cosecha. Se realizó una evaluación visual en la superficie exterior de todos los racimos del lado poniente de las hileras de cada repetición, de los tres tratamientos, donde la incidencia se obtuvo a partir del número de racimos que presentaron algún tipo de daño celular, en el total de racimos de cada repetición (Figura 6). Por otro lado, la severidad del daño se obtuvo a partir de la sumatoria de los racimos con cierto nivel de daño por golpe de sol en cada racimo, en el total de racimos de cada repetición.

$$Incidencia(\%) = \frac{N^{\circ} \text{Racimos Afectados}}{N^{\circ} \text{Racimos Totales}} \times 100 \quad (1)$$

$$Severidad(\%) = \frac{\sum N^{\circ} \text{Racimos con Nivel}(x) \text{ de daño}}{N^{\circ} \text{Racimos Totales}} \times 100 \quad (2)^*$$

*Severidad calculada por nivel según la escala de la Esquema 1

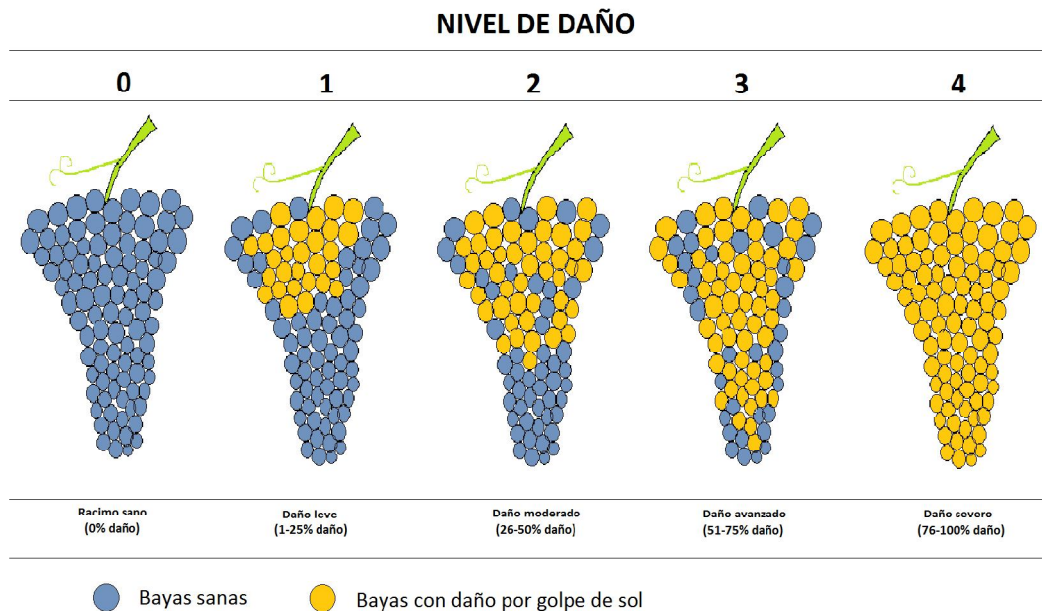


Diagrama 1: Escala de los diferentes niveles de severidad de la fruta



Figura 6. Fotografías del tipo de daño en los tejidos de la baya analizados

Evaluaciones espectralradiométricas y termográficas

Mediciones de reflexión y temperatura, a nivel de racimo y follaje, fueron realizadas con un analizador espectralradiométrico portátil (Fieldspec Jr. 3 ASD inc., USA) y una cámara termográfica (FLIR i-40) (Flir system inc. Wilsonville, Oregon. USA) (Figura 7), en las mismas fechas en las que se realizaron las evaluaciones del estado hídrico de las plantas.

Las mediciones espectrales de reflectancia absoluta (350-2500 nm) se realizaron a una distancia de 1,5 m del follaje y a 0,2 m del racimo. Para evitar errores asociados al ángulo de incidencia del sol, se realizó una calibración sobre un panel blanco (spectralon, ASD inc., USA), cada 15 minutos. Con los datos obtenidos se realizó una sumatoria en cada una de las 4 regiones del espectro: (1) ultra violeta (UV)= 350-399 nm; (2) radiación fotosintéticamente activa (PAR)= 400-700 nm; (3) infrarrojo cercano (NIR)= 701-1400 nm y (4) infrarrojo (IR)= 1401-2500 nm (las longitudes de onda asociadas a puntos de absorción de CO₂ y agua atmosférica fueron eliminadas del análisis).

Sobre las mismas plantas evaluadas con espectralradiometría, se midió la temperatura del racimo a 40 cm de distancia mediante imagen termal. Los datos de temperatura fueron procesados con el software Flir quick report (Flir system inc. Wilsonville, Oregon. USA). En las mediciones del tratamiento bajo mallas, estas se levantaron de manera que el follaje o frutos siguieran sombreados pero no se interpusiesen con la medición.

Además, desde la segunda fecha de medición, se registró la temperatura de pulpa con un termómetro de termocupla de precisión (TR di Turoni & C., Forlì, Italia). Como las

mediciones siempre fueron hechas en el lado poniente de las plantas, se aprovecho de medir la temperatura de pulpa de las bayas en la cara oriente del dosel, como una forma de contrastar dichos resultados.



Figura 7. Fotografías del analizador espectroradiométrico portátil (The FieldSpec®) y cámara termográfica (FLIR i-Series) utilizadas.

Evaluación de la composición química de las bayas

Se realizó un análisis químico de los principales constituyentes de las bayas. En estos se determinó la densidad del jugo (g/L), la concentración de sólidos solubles, el pH, la acidez titulable (g L^{-1} de ácido sulfúrico), el contenido de nitrógeno fácilmente asimilable (mg/L), y el índice de polifenoles totales (mg/L eq. ácido gálico) (Bordeu y Scarpa 2000).

Para lo anterior, se cosecharon dos gamelas de fruta, de aproximadamente 11-13 kg/gamela, para cada repetición (Figura 8). Una vez cosechados, los racimos fueron mezclados y divididos uniformemente en dos grupos de fruta para realizar los análisis antes mencionados. Para el caso de los análisis de jugo, se procedió a prensar aproximadamente 15 kg de fruta por cada repetición, usando una prensa de laboratorio de acero inoxidable. Del total de jugo obtenido, se separó aproximadamente 1 L, el que fue filtrado para realizar los análisis de composición mencionados.



Figura 8. Fotografía de la fruta cosechada para los análisis químicos de la fruta.

Para los análisis de compuestos fenólicos de la fruta, se realizaron extracciones de acuerdo a un protocolo (Venencie et al., 1997) que incluyo algunas de las siguientes etapas: (a) Separación y peso de bayas, (b) extracción de compuestos fenólicos en solución hidroalcohólica con ajuste de pH, (c) purificación del extracto, y (d) análisis químico (Diagrama 2).

Luego de separar 100 bayas, estas se pelan y se separan los hollejos cuidando que no queden con restos de pulpa. Luego de separar los hollejos, estos se pesan para obtener la concentración de fenoles en los hollejos.

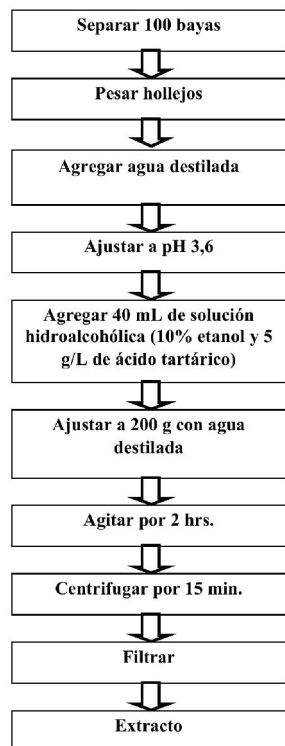


Diagrama 2: Diagrama de flujo del proceso de extracción de la fruta

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

El análisis de las distintas variables medidas: Potencial hídrico de xilema (Ψ_x); Conductancia estomática (g_s); Asimilación (A) y Transpiración (E), la Incidencia y Severidad del daño por golpe de sol, la reflectancia y temperatura de los racimos y plantas, y las variables físico-químicas de la fruta, fueron analizadas mediante un análisis de varianza, donde se utilizó el test de Tukey HSD para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Todos los análisis estadísticos y pruebas fueron considerados significativos para un valor de probabilidad $p \leq 0,05$, utilizando el programa Statgraphics Centurion XV.I (Statpoint Inc., Virginia, USA). Para el caso de los valores de Incidencia y Severidad, cuyos valores están expresados en porcentajes, estos fueron transformados previamente utilizando la siguiente transformación:

$$\text{ArcSin}\sqrt{\frac{\%}{100}} \quad (3)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE LA PLANTA

Conductancia estomática

No se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Cuadro 2). De los resultados descritos se puede inferir que tanto la aplicación de Nufresh como el uso de malla no producen alteraciones en la conductancia estomática (g_s) de las hojas. De acuerdo con lo expuesto por Cifre (2005) los resultados obtenidos en el presente estudio muestran valores dentro del rango normal de plantas con estrés hídrico leve ($g_s > 0,15 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), para las dos primeras fechas de medición (30-ene-12 y 21-feb-12), mientras que en la tercera fecha (27-mar-12) los valores se encontrarían en el rango de plantas con estrés moderado ($0,15 > g_s > 0,05 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Por otra parte los resultados obtenidos en este estudio donde los valores de g_s son similares entre los tres tratamientos no concuerdan con lo expuesto por Medina *et al.* (2002) quienes en plantas de naranjo, observaron que el uso de mallas sombreadoras aumentaba la g_s . Esta diferencia de resultados puede deberse a que el estudio realizado por Medina *et al.* (2002) se realizó bajo condiciones de invernadero cubierto con malla sombreadora (50% de sombra) en forma completa a diferencia de este estudio que sólo fue cubierta la zona frutal (con malla 35% de sombra) y llevado a cabo en condiciones de campo (aire libre).

Cuadro 2. Valores de conductancia estomática (g_s) medida con el analizador infrarrojo de gases (Li-6400 Li-Cor, Inc., Lincoln. NE) para los distintos tratamientos en vides cv. Cabernet Sauvignon en tres momentos de la temporada.

Conductancia Estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
Tratamiento	30-ene-12	21-feb-12	27-mar-12
Control	0,17	0,18	0,13
Caolinita	0,15	0,14	0,11
Malla	0,18	0,17	0,10
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.

En cada fecha de medición: n.s. = no significativo, con valor $p < 0,05$, determinado con el test de Tukey HSD.

Asimilación y Transpiración

Para las mediciones de Asimilación y Transpiración no se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Cuadros 3 y 4). Estos resultados coinciden, para el caso de asimilación, con la expuesto por Glenn *et al.* (1999) y Kerns and Wright (2000), quienes sostienen que la aplicación de caolinita en limoneros no reduce la fotosíntesis.

A pesar que no se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos para la asimilación ($p < 0,05$), de todas maneras podemos observar un cierto gradiente en los valores absolutos de asimilación medidos, siendo el tratamiento control el que presenta los valores mayores seguido por el tratamiento con Nufresh y finalmente aquel con malla.

Cuadro 3. Asimilación (A) medida con el analizador infrarrojo de gases (Li-6400 Li-Cor, Inc., Lincoln. NE) para los distintos tratamientos en vides cv. Cabernet Sauvignon en tres momentos de la temporada.

Asimilación ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
Tratamiento	30-ene-12	21-feb-12	27-mar-12
Control	6,29	9,57	5,59
Caolinita	5,19	8,55	5,14
Malla	4,30	7,70	4,35
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.

En cada fecha de medición: n.s. = no significativo, con valor $p < 0,05$

La transpiración de las hojas mostró un comportamiento similar a las mediciones de conductancia estomática y asimilación, en las cuales hubo variaciones muy leves, no mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$). En este caso, pese a lo mencionado anteriormente, cabe mencionar que el tratamiento con malla registro los valores más bajos para este parámetro (Cuadro 4), seguido del tratamiento con Nufresh y luego el tratamiento control. Lo anterior concuerda y verifica en parte lo mostrado en estudios realizados por Al-Hedal and Abdel-Ghany, (2011), quienes mencionan que el uso de mallas sombreadoras producen una disminución de la transpiración de los cultivos. A su vez, el efecto de disminución de la transpiración causada por Nufresh respecto a la transpiración del tratamiento control concuerda con lo mencionado por Glenn *et al.* (1999) quienes exponen que la aplicación de caolinita logra reducir el estrés hídrico mediante la disminución de la temperatura y de la transpiración de las hojas.

Cuadro 4. Transpiración (E) medida con el analizador infrarrojo de gases (Li-6400 Li-Cor, Inc., Lincoln. NE) para los distintos tratamientos en vides cv. Cabernet Sauvignon en tres momentos de la temporada.

Transpiración (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)			
Tratamiento	30-ene-12	21-feb-12	27-mar-12
Control	6,78	5,03	4,94
Caolinita	6,28	4,30	4,14
Malla	4,94	4,19	3,62
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.

En cada fecha de medición: n.s. = no significativo, con valor $p < 0,05$

Los resultados anteriores indicarían que la aplicación de los tratamientos (Nufresh y malla) en la forma y períodos utilizados en este estudio no produce efectos ni alteraciones en el comportamiento de la transpiración y asimilación de fotosintatos en la planta.

EVALUACIÓN DEL ESTADO HÍDRICO DE LA PLANTA

Para el caso del potencial hídrico de xilema (Ψ_x), dos de las mediciones no muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (04-ene-12 y 27-mar-12), mientras que las otras dos (30-ene-12 y 21-feb-12) si mostraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En este último caso, y para ambas fechas, el tratamiento control presentó valores levemente menores (-0,62 MPa y -0,67 MPa) que el tratamiento con aplicación de Nufresh (-0,69 MPa y -0,75 MPa), mientras que este también presentó valores levemente inferiores al

tratamiento con malla (-0,74 MPa y -0,78 MPa) (Cuadro 5). Al hacer un análisis más general de los valores de Ψ_x todos los valores, en todas las fechas de medición realizadas, se encuentran en un rango que va desde -0,59 MPa a -0,78 MPa, valores que se encuentran dentro del rango propuesto por Sibille *et al.* (2007) para plantas de vides con un nivel de estrés hídrico ligero a moderado (-0,5 MPa a -0,8 MPa), por lo que se puede interpretar que ambos tratamientos aplicados (Nufresh y malla) no producen un efecto ni alteración importante en el estado hídrico de la planta. Asimismo, las mediciones en que hubo diferencia estadística ($p < 0,05$, test Tukey HSD), se pueden atribuir a las condiciones del suelo donde fueron distribuidas las repeticiones, ya que como se muestra en la Figura 1 las repeticiones del tratamiento con malla se ubicaron de forma aleatoria en el sector más bajo del dispositivo experimental.

Cuadro 5. Potencial hídrico de xilema (Ψ_x) medida al medio día con una cámara de presión tipo Scholander (PMS Instrument Co., modelo 600, Corvallis, Oregon, USA) para los distintos tratamientos.

POTENCIALES DE XILEMA Y HOJA (MPa)				
Tratamiento	04-ene-12	30-ene-12	21-feb-12	27-mar-12
Control	-0,59	-0,62a	-0,67a	-0,68
Caolinita	-0,60	-0,69ab	-0,75ab	-0,68
Malla	-0,67	-0,74b	-0,78b	-0,68
Significancia	ns	*	*	ns

Valores seguidos de distintas letras en una misma columna indican una diferencia significativa (*), n.s. : no significativo, con valor $p < 0,05$

EVALUACIONES ESPECTRORADIOMÉTRICAS Y TERMOGRÁFICAS

En términos generales, para cada una de las fechas de medición, y para las distintas regiones del espectro evaluado (análisis en cada columna del cuadro 6), las bayas bajo malla sombreadora presentaron la reflectancia absoluta más baja respecto a la fruta control y aquella tratada con Nufresh (Cuadro 6). La región con mayor reflectancia correspondió a la NIR, donde el tratamiento con Nufresh solo logro reflejar mayor energía en la última fecha de medición, lo que pudiera ser indicativo de la necesidad de utilizar mayores concentraciones o frecuencia de aplicación del producto, especialmente, en etapas iniciales del desarrollo de la fruta.

Cuando comparamos los datos entre las distintas fechas (análisis en cada fila) se aprecia que todos los tratamiento tienden a aumentar la reflexión hacia las últimas dos fechas

evaluadas (Cuadro 6). Para follaje (Cuadro 7) los resultados son similares a los anteriores, tanto entre tratamientos como entre fechas, pero con mayores magnitudes de reflectancia

Para la región del UV (más relacionada al golpe de sol), es posible apreciar diferencias en el patrón de reflexión entre fruto y follaje: En el caso del follaje, el tratamiento con Nufresh siempre reflejó mas energía que el tratamiento control, mientras que en frutos, este comportamiento fue alternado entre fechas (la segunda y ultima fechas se diferenciaron entre ambos tratamientos). Lo anterior viene a confirmar la afirmación respecto de la necesidad del uso de una mayor concentración, o frecuencia de aplicación de Nufresh, en etapas tempranas de desarrollo del fruto, para conseguir un buen nivel de cubrimiento de las bayas con dicho producto.

Cuadro 6. Reflectancia absoluta (Fieldspec Jr. 3 ASD inc., USA) medida en fruto al medio día para los distintos tratamientos.

Región del espectro	04-ene	30-ene	21-feb	26-mar	Valo-p
UV^w					
Nufresh ^z	1,73 b ^x A ^y	1,52 c A	2,9 b B	6,1 c C	0,0001
Control	1,79 b B	1,26 b A	2,8 b C	5,0 b D	0,0001
Malla	0,85 a AB	0,67 a A	1,0 a B	2,0 a C	0,0001
Valor-p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
PAR					
Nufresh	17,3 b B	10,4 b A	20,0 c C	45,4 c D	0,0001
Control	18,3 b C	10,4 b A	15,5 b B	28,8 b D	0,0001
Malla	9,2 a C	6,3 a A	5,4 a A	12,1 a D	0,0001
Valor-p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
NIR					
Nufresh	212,8 b C	123,3 b A	142,7 b B	238,7 c D	0,0001
Control	219,5 b B	136,7 b A	133,7 b A	213,5 b B	0,0001
Malla	141,9 a B	91,6 a A	74,8 a A	127,3 a B	0,0001
Valor-p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
IR					
Nufresh	35,8 b B	23,3 a A	24,2 b A	59,9 c C	0,0001
Control	31,6 b B	42,2 b C	19,3 b A	36,5 b BC	0,0001
Malla	12,6 a B	19,6 a C	6,3 a A	24,4 a D	0,0001
Valor-p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	

^wRegion de espectro: UV= 350-399 nm; PAR= 400-700 nm; NIR= 701-1400 nm; IR= 1401-2500 nm.

^x Reflectancia en una misma columna seguida por letra minúscula iguales no presentan diferencia estadística significativa.

^y Reflectancia en una misma fila seguida por letra mayúscula iguales no presentan diferencia estadística significativa

^z Primera aplicación realizada el 14 de diciembre de 2011.

Cuadro 7. Reflectancia absoluta (Fieldspec Jr. 3 ASD inc., USA) medida en follaje al medio día para los distintos tratamientos.

Región del espectro	04-ene	30-ene	21-feb	26-mar	Valo-p
UV^w					
Nufresh ^z	1,21 b ^x B ^y	0,87 c A	1,44 c C	3,09 c D	0,0001
Control	1,10 a C	0,69 b A	0,92 b B	1,21 b D	0,0001
Malla	1,30 b D	0,47 a A	0,64 a B	0,85 a C	0,0001
Valor-p	0,0007	0,0001	0,0001	0,0001	
PAR					
Nufresh	15,4 C	9,7 c A	12,9 c B	29,6 c D	0,0001
Control	14,3 C	8,3 b A	9,9 b B	18,0 b D	0,0001
Malla	15,3 D	5,7 a A	7,3 a B	11,6 a C	0,0001
Valor-p	n.s	0,0001	0,0001	0,0001	
NIR					
Nufresh	411,1 C	253,1 b A	287,8 b B	486,0 b D	0,0001
Control	397,3 C	260,3 b A	288,4 b B	469,4 b D	0,0001
Malla	377,2 D	179,4 a A	225,5 a B	326,4 a C	0,0001
Valor-p	n.s	0,0001	0,0001	0,0001	
IR					
Nufresh	159,0 C	91,0 b A	111,2 b B	179,7 b D	0,0001
Control	148,0 C	93,8 b A	110,6 b B	176,3 b D	0,0001
Malla	160,4 D	67,5 a A	88,0 a B	127,1 a C	0,0001
Valor-p	n.s	0,0001	0,0001	0,0001	

^wRegión de espectro: UV= 350-399 nm; PAR= 400-700 nm; NIR= 701-1400 nm; IR= 1401-2500 nm.

^x Reflectancia en una misma columna seguida por letra minúscula iguales no presentan diferencia estadística significativa.

^y Reflectancia en una misma fila seguida por letra mayúscula iguales no presentan diferencia estadística significativa

^z Primera aplicación realizada el 14 de diciembre de 2011.

En relación a la temperatura de la piel en la baya (Cuadro 8), medida mediante termografía infrarroja, es posible distinguir que la malla sombreadora generó las condiciones para las menores temperaturas durante las cuatro fechas de medición, con valores que van entre los 34,4 y 37,8 °C. La fruta tratada con Nufresh y la fruta control, a excepción de la segunda fecha de medición, no presentan diferencias estadísticas significativas para esta variable.

Cuadro 8. Temperatura de baya medida mediante fotografía infrarroja (Flir system inc. Wilsonville, Oregon. USA) medida al medio día para los distintos tratamientos.

Tratamiento	04-ene	30-ene	21-feb	26-mar
Control	41,67 b	41,3 c	40,8 b	41,7 b
Nufresh^z	41,15 b	38,9 b	40,1 b	40,9 b
Malla	37,43 a ^y	37,8 a	37,2 a	34,4 a
Valor-p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

^x Temperatura de bayas tomada mediante termografía infrarroja.

^y Temperaturas de una misma columna seguidas por letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

^z Primera aplicación realizada el 14 de diciembre de 2011.

Respecto de la temperatura de pulpa en la baya (Cuadro 9), durante las cuatro fechas de evaluación, la menor temperatura de pulpa fue observada en las bayas ubicadas en el costado oriente (sombreado) de la espaldera, con temperaturas que fluctuaron entre los 24 y 29,9 °C durante la temporada, seguida por fruta en racimos cubiertos por malla sombreadora, con temperaturas entre 31 y 34,4 °C. Las bayas con aplicaciones de Nufresh presentaron, en términos generales, temperaturas levemente inferiores a las bayas de racimos sin aplicación y expuestas directamente al sol. Al igual que el comportamiento de la reflectancia en la región del UV, en la segunda y cuarta fecha de evaluación, la aplicación de Nufresh a los racimos mostró un positivo efecto sobre el control de la temperatura de pulpa respecto del control poniente,

Cuadro 9. Temperatura de pulpa de la baya medida mediante con un termómetro de termocupla de precisión (TR di Turoni & C., Forlì, Italia). medida al medio día para los distintos tratamientos.

Tratamiento	30 de Enero	21 de febrero	06 de Marzo	26 de Marzo
Control Oriente	29,9 a ^y	24,0 a	28,0 a	24,6 a
Malla	34,5 b	33,9 b	33,3 b	31,0 b
Nufresh^z	36,3 c	35,5 c	36,8 c	33,0 c
Control Poniente	36,9 c	39,5 d	37,0 c	35,1 d
Valor-p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

^x Temperatura medida con termómetro de pulpa entre 14:00 y 16:00 hrs.

^y Temperaturas de una misma columna seguidas por letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

^z Primera aplicación realizada el 14 de diciembre de 2011.

En base a estos resultados es posible sugerir que en siguientes ensayos se vea la real necesidad de aplicar a ambos lados de la espaldera y dicho ahorro concentrarlo en aumentar el numero de aplicaciones en el lado poniente.

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE DESHIDRATACIÓN DE BAYAS Y DAÑO POR SOL

Los resultados obtenidos para la incidencia del daño por golpe de sol mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tres tratamientos. Donde el tratamiento con malla evidenció el porcentaje de incidencia más bajo, siendo este un 20,7%. Al mismo tiempo, el tratamiento control fue el que mostró el mayor porcentaje de incidencia de daño por sol, con un 56,7% de los racimos afectados, mientras que el tratamiento con Nufresh presentó un valor intermedio con 44,3% de racimos afectados. Si bien este último valor es más bajo que lo obtenido en el tratamiento control, este sigue siendo mayor que el tratamiento con malla (Figura 9).

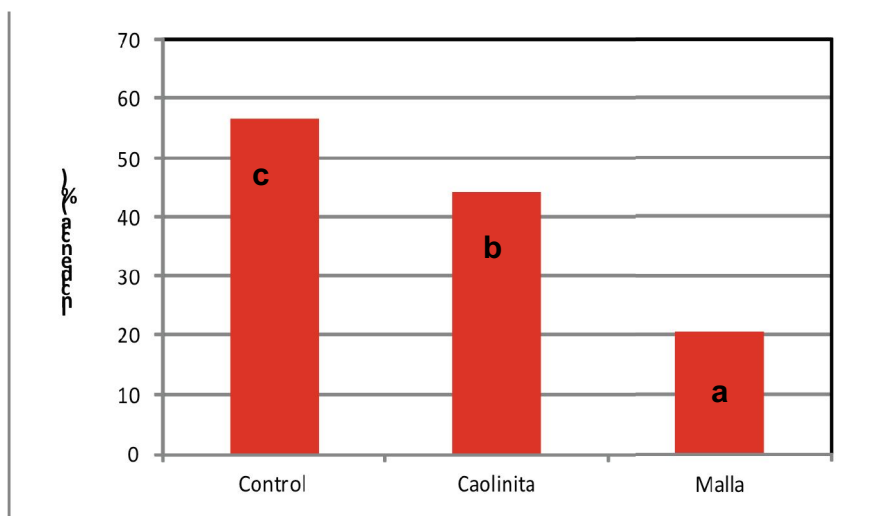


Figura 9 Incidencia del daño por golpe de sol en racimos de vides cv. Cabernet Sauvignon, temporada 2011-2012, Viña San Pedro, Molina. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias altamente significativas (*), con valor $p < 0,01$, determinado con el test de Tukey HSD.

Los resultados obtenidos para la severidad del daño por sol fueron analizados dividiéndolos en diferentes categorías. Para el caso de los niveles de severidad 0, 2, 3 y 4 se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, no así en el nivel 1 en donde no hubo diferencias ($p < 0,05$) (Figura 10). Para el nivel 0 (sin daño, severidad 0% de bayas afectadas) el tratamiento con malla registró el valor más alto con un 79,3% de racimos en este rango, mientras que los tratamientos con Nufresh y control mostraron valores de 55,7 y 43,3% respectivamente. En el nivel 1 (rango de severidad entre 1-25% de bayas afectadas) los tratamientos control, Nufresh y malla no difirieron estadísticamente ($p < 0,05$) entre ellos, presentando valores de 19,7; 20,3 y 13,7% respectivamente. El nivel 2 (rango de severidad entre 26-50% de bayas afectadas) el tratamiento con malla (4,5% de severidad) difiere estadísticamente ($p < 0,05$) de los tratamientos control (15,3% de severidad) y Nufresh (12,5% de severidad). En el nivel 3 (rango de severidad entre 51-75% de bayas afectadas), los tres tratamientos presentaron diferencias entre si ($p < 0,05$), donde el tratamiento con malla presenta el menor porcentaje de severidad con un 2,6%, seguido por Nufresh y luego el control, los cuales mostraron valores de 8,1 y 15,2% respectivamente. Dentro del nivel 4 (rango de severidad entre 76-100%) el tratamiento con malla fue estadísticamente diferente ($p < 0,05$) de los otros dos tratamientos mostrando un valor de severidad inferior a 1%.

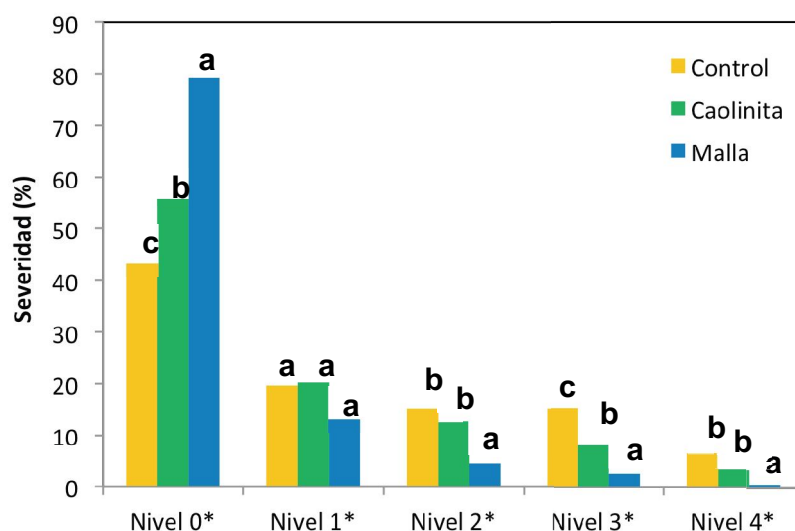


Figura 10. Análisis del daño por golpe de sol en racimos de vides cv. Cabernet Sauvignon según nivel de severidad, temporada 2011-2012, Viña San Pedro, Molina.

*Niveles = % de bayas dañadas por racimo: 0 = 0%; 1 = 1-25%; 2 = 26-50%; 3 = 51-75%; 4 = 76-100%.

En cada Nivel, letras distintas indican diferencias altamente significativas (*), con valor $p < 0,01$, determinado con el test de Tukey HSD.

De forma general, la severidad del daño por golpe de sol fue menor en el tratamiento con malla, seguido del tratamiento con Nufresh, y finalmente el tratamiento control fue el que presentó los mayores daños (Figura 10).

Frente a estos resultados, cabe señalar que en el campo no se vio un cubrimiento óptimo en las primeras aplicaciones de Nufresh, lo que en conjunto con el rápido crecimiento de la baya, probablemente generó que se produjeran ciertos daños a nivel de baya en los hombros del racimo, los que se observaron hacia el final del periodo de maduración de las bayas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS BAYAS

Para el caso de las variables de composición del jugo (densidad, pH, acidez titulable y nitrógeno fácilmente asimilable), no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos al momento de la cosecha (Cuadro 10).

Cuadro 10. Variables de composición del jugo de las uvas tratadas con Nufresh y malla sombreadora en comparación a un tratamiento control

Tratamiento	Densidad g/L	pH	AT g/l ac. Sulf. Eq.	TAN mg/L
Control	1108,00	3,55	4,16	800,55
Nufresh	1108,00	3,62	4,08	807,74
Malla	1108,88	3,55	4,07	801,88
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Para el caso de la concentración fenólica de pieles, y la absorbancia a 520 nm, correspondiente a pigmentos de color rojo, medidas luego de su extracción en solución ácida, las mediciones no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para la fruta en el momento de cosecha (Cuadro 11).

Los resultados anteriores indicarían que los tratamientos con malla o Nufresh no afectarían a gran parte de las variables de composición química comúnmente usadas para decidir el momento de cosecha de la fruta.

Cuadro 11. Fenoles totales y absorbancia a 520 nm correspondiente a un extracto de pieles de uvas tratadas con diversos tratamientos

	Fenoles totales	Abs. 520 nm
Tratamiento	g/L EAG	UA
Control	0,2003	0,1107
Nufresh	0,1993	0,1323
Malla	0,1780	0,1117
Significancia	n.s.	n.s.

CONCLUSIONES

Tanto la aplicación de Nufresh como el uso de malla sombreadora de color negro no producen cambios significativos en las variables fisiológicas de intercambio gaseoso (conductancia estomática, fotosíntesis y transpiración) en diferentes estados de maduración de la fruta. Sin embargo, es posible apreciar cierto gradiente en los valores absolutos de asimilación y transpiración (Control > Nufresh > Malla).

Al igual que para las variables fisiológicas de intercambio gaseoso, ambos tratamientos aplicados para el control de daño por sol (malla y Nufresh) no producen cambios importantes sobre el potencial hídrico de xilema (Ψ_x) en las plantas, en distintos estados fenológicos durante el periodo de maduración de la fruta. En general, las plantas de los tres tratamientos se mantuvieron con un nivel de estrés hídrico ligero a moderado (-0,5 MPa a -0,8 MPa) en todas las fechas de medición.

En cuanto al efecto de Nufresh sobre la reflexión de energía lumínica y temperatura de piel y pulpa, su efecto depende de la fecha de evaluación, pero parecen ser mas claros mientras mas cercano a la fecha de cosecha. Lo anterior probablemente se debe a que las sucesivas aplicaciones de Nufresh, van mejorando el nivel de cubrimiento con el producto durante la temporada. Asimismo, es probable que la asociación entre reducción de la temperatura y aumento de reflexión UV puedan, en conjunto, disminuir los daños a nivel de baya. Sin embargo, mas estudios son requeridos para concluir esto con certeza.

Es posible hipotetizar que los daños comienzan a generarse desde cuaja en adelante (no medido en este ensayo), por lo que es altamente recomendable adelantar las primeras aplicación y aumentar el numero de ellas mientras el fruto está en etapas tempranas de su desarrollo, quizás hasta antes del viraje de color de la baya.

El uso de dos estrategias para el control de golpe de sol, una malla sombreadora de color negro (35% sombra) y la aplicación de Nufresh sobre los racimos y el follaje disminuyó significativamente la incidencia de daño por sol sobre las bayas comparado con un tratamiento control sin ninguna técnica de control. Los valores de incidencia de golpe de sol fueron 21%, 44% y 84% para los tratamientos con malla, Nufresh y control, respectivamente. Asimismo para la severidad del daño se observaron diferencias significativas para los rangos de severidad: sano, moderado, avanzado y severo, siendo en general menos afectadas las bayas del tratamiento con malla, seguido por Nufresh y finalmente el control.

En cuanto a las variables de composición química, no se observaron diferencias significativas, lo que supone que los tratamientos, en las condiciones aplicadas en este ensayo, no producirían modificaciones significativas a las variables de composición química más comunes evaluadas para decidir el momento de la cosecha de las uvas.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo-Opazo C.; Tisseyre B.; Guillaume S. and Ojeda H., 2008. The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status. *Precision Agricultural* 9:285-302.

Acevedo-Opazo C.; Ortega-Farias S. and Fuentes S., 2010. Effects of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water status on water consumption, vegetative growth and grape quality: An irrigation scheduling application to achieve regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 97 (2010) 956-964.

Alarcón J.; Ortuño M.; Nicolás E.; Navarro A. and Torrecillas A., 2006. Improving water-use efficiency of young lemon trees by shading with aluminised-plastic nets. *Agricultural Water Management*, 88:3, 387-398.

Al-Hedal IM. and Abdel-Ghany A.M., 2011. Measuring and evaluating solar radiative properties of plastics shading nets. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 95 (2011) 677-683.

Araya Alman, M. 2010. Evaluación de una regla de decisión para el manejo integrado de oidio en vides cv. Cabernet Sauvignon. Tesis de grado. Talca, Chile, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 41 p.

Avalo Henriquez, A. 2010. Estudio de los factores que afectan la variabilidad espacial del estatus hídrico del cuartel vitícola (*Vitis vinifera*) cv. Cabernet Sauvignon. Tesis de grado. Talca, Chile, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 43 p.

Bergqvist J.; Dokoozlian N. and Ebisuda N., 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. . *American Journal of Enology and Viticulture*. 52:1, 1-7.

Carrol D.E. and Marcy J.E., 1982. Chemical and physical changes during maturation of muscadine grapes (*Vitis rotundifolia*). *American Journal of Enology and Viticulture* 33:3, 168-182.

Censo Agropecuario, 2007. Cuadro 11: Superficie plantada con viñas y parronales viníferos por grupo de variedades, en riego y secano, según región (en línea). Disponible en http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07_com_unas.php. Consultado 12 abr. 2012

Chorti E.; Guidini S.; Ferrandino A. and Novello V., 2010. Effect of Different Cluster Sunlight Exposure Levels on Ripening and Anthocyanin Accumulation Nebbiolo Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. (2010) 61:1.

Cifre J.; Bota J.; Escalona J.M.; Medrano J. and Flexas J., 2005. Physiological tolos for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.) An open gate to improve water-use efficiency?. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 106 (2005) 159-170.

CIREN-CORFO, 1997. Descripciones de suelos, materiales y simbolos, Estudio Agrologico VII Región. 611 p.

Coombe, B.G. 1976. The development of fleshy fruits. *Annu. Rev. Plant Physiol*. 27:507-528.

Crippen, D. D. and Morrison, J. C. 1986. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. . *American Journal of Enology and Viticulture*. 37, 235-247.

Dokoozlian N.K. and Kliewer W.M., 1996. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(5):869-874.

Elizondo O. 2001. Formulación de modelos predictivos de fenología y evolución de madurez, en función de grados-día acumulados, en cuatro cultivares de Uva de mesa. Tesis de grado. Talca, Chile, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 66 p.

Flecetti D. and Schrader L. 2009a. Changes in pigment concentrations associated with sunburn browning of five apple cultivars. II. Phenolics. *Plant Science* 176 (2009) 84-89.

Flecetti D. and Schrader L. 2009b. Change in pigment concentrations associated with sunburn browning of five apple cultivars. I. Chlorophylls and Carotenoids. *Plant Science* 176 (2009) 78-83.

Geny L.; Saucier C.; Bracco S.; Daviaud F. and Glories Y., 2003. Composition and localization of tannins in grape seed during maturation. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 51, 8051-8054.

Gil G. y Pszczółkowski Ph., 2007. Viticultura: Fundamentos para optimizar producción y calidad. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 23-84.

Glenn D. M.; Puterka G. J.; Vanderzwet T.; Byers R. E. and Feldhake C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92 (4): 759-771.

Glenn DM; Prado E; Erez A; et al. 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 127(2): 188-193.

Glenn D. Michael; Cooley Nicola; Walker Rob; et al. 2010. Impact of Kaolin Particle Film and Water Deficit on Wine Grape Water Use Efficiency and Plant Water Relations. *Hortscience* 45(8): 1178-1187.

Greer D. H.; Rogiers S. Y. and Steel C. C. 2006. Susceptibility of Chardonnay grapes to sunburn. *VITIS* 45(3).

Hale, C.R. and Buttrose M.S., 1974. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:390–394.

Hunter J.J.; De Villiers O.T. and Watts J.E., 1991. The effect of partial defoliation on quality characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. II. Skin color, skin sugar, and wine quality. *American Journal Enology and Viticulture.* 42:1,13-18.

Jackson, D. I. and Lombard, P. B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. *American Journal Enology and Viticulture.* 44, 409-430.

Jara-Rojas F.; Ortega-Farías S.; Valdés-Gómez H.; Poblete C. and del Pozo A., 2009. Model validation for estimating the leaf stomatal conductance in Cabernet Sauvignon grapevine. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69 (1): 88-96.

Jeong S.; Goto-Yamamoto N.; Hashizume K.; Kobayashi S. and Esaka M., 2006. Expression of *VvmybA1* gene and anthocyanin accumulations in various grape organs. *American Journal of Enology and Viticulture.* 57:4, 507-510.

Kennedy J.; Matthews M. and Waterhouse A., 2000. Changes in grapes seed polyphenols during fruit ripening. *Phytochemistry*, 55 (2000) 77-85.

Kerns D. L. and Wright G. C., 2000. Protective and yield enhancement qualities of kaolin on lemons.- "2000 Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report" (publ. az1178), College of Agriculture and Life Sciences, the University of Arizona, Tucson, Arizona, 85721.

Kittas C.; Katsoulas N.; Rigakis N.; Bartzanas T. and Kitta E., 2012. Effects on microclimate, crop production and quality of a tomato crop grown under shade nets. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology Abstracts.* Vol 87:1, 7-12.

Koyama K.; Ikeda H.; Poudel P. and Goto-Yamamoto N., 2012. Light quality affects flavonoid biosynthesis in young berries of Cabernet Sauvignon grape. *Phytochemistry*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.02.026>

Lavín A.; Gutierrez A. y Rojas M., 2001. Niveles de carga en viñedos jóvenes cv. Chardonnay y sus efectos sobre producción y calidad del vino. *Agricultura Técnica* (Chile) 61(1):26 -34.

Lo Verde G.; Caleca V. and Lo Verde V., 2011. The use of kaolin to control *Ceratitis capitata* in organic citrus grove. *Bulletin of Insectology* 64 (1): 127-134.

Lozano P., 2000. Modelos de predicción de fenología y evolución de madurez en función de grados día, en cuatro cultivares de vid (*Vitis vinífera* L.). Tesis de grado. Talca, Chile, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 34 p.

Liu Huai-Feng, Wu Ben-Hong; Fan Pei-Ge; Li Shao-Hua and Li Lian-Sheng, 2006. Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1526-1536.

Mazza G.; Fukumoto L.; Delaquis P.; Girard B. and Ewert B., 1999. Anthocyanins, Phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *Journal Agricultural and Food Chemical*. 47, 4009-4017.

Medina C.; Souza R.; Machado E.; Ribeiro R. and Silva J., 2002. Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. *Scientia Horticulturae* 96 (2002) 115-125.

Merzlyak MN; Solovchenko AE; Chivkunova OB. 2002. Patterns of pigment changes in apple fruits during adaptation to high sunlight and sunscald development. *Plant Physiology and Biochemistry* 40(6-8): 679-684.

Minetti J.L., Vargas, W.M., Poblete, A.G., Acuña, L.R. and Casagrande, G. 2003. Non-linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. *Atmósfera* 16:119-135.

Mullins M. G.; Bouquet A. and Williams L. E., 1992. Biology of the grapevine. Cambridge University, New York, USA. 239p.

Nguentchouin M.M.G.; Ngassoum M.B.; Ngamo L.S.T.; Gaudu X. and Cretin M., 2010. Insecticidal formulation base don *Xylopi aethiopica* essential oil and kaolinite clay for maize protection. *Crop Protection* 29 (2010) 985-991.

Obreque-Slier E.; Peña-Neira A.; López-Solís R.; Zamora-Marín F.; Ricardo-Da Silva J. and Laureano O., 2010. Comparative study of the phenolic composition of seeds and skins from Carménère and Cabernet Sauvignon grape varieties (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 58, 3591-3599.

Ortega-Farias S.; Cuenca R.; Soliz B. y Ortiz C. 1997. Evaluación de la evapotranspiración de referencia usando la ecuación de Penman-Monteith. *Ciencia e Investigación Agraria*. 23: 61-66.

Ortega-Farias S.; Lozano P.; Moreno Y. y León L., 2002. Desarrollo de modelos predictivos de fenología y evolución de madurez en vid vinífera, cvs Cabernet Sauvignon y Chardonnay. *Agricultura Técnica*, 62:27-37.

Ou Changrong; Du Xiaofen; Shellie Krista; et al. 2010. Volatile Compounds and Sensory Attributes of Wine from Cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) Grown under Differential Levels of Water Deficit with or without a Kaolin-Based, Foliar Reflectant Particle Film. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(24): 12890-12898.

Pascual S.; Cobos G.; Seris E. and González-Núñez M., 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science*. 83: 121-133.

Romero A.; Rosell L.; Martí E. and Tous J., 2006. Aplicación del caolín como tratamiento fitosanitario ecológico del olivo en la comarca del Priorato (Tarragona). *DARP (Producción agraria ecológica)* Octubre 2006. 10 p.

Rosati A.; Metcalf S.; Buchner R.; Fulton A., and Lampinen B., 2007. Effects of Kaolin Application on Light Absorption and Distribution, Radiation Use Efficiency and Photosynthesis of Almond and Walnut Canopies. *Annals of Botany*. 99 (2): 255-263.

SAG, 2012. Catastro Nacional de vides de vinificación 2010 (en línea). Disponible en [http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc52&argInstanciaId=52&argCarpetaId=467&argTreeNodosAbiertos=\(467\)\(-52\)&argTreeNodoActual=467&argTreeNodoSel=10](http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc52&argInstanciaId=52&argCarpetaId=467&argTreeNodosAbiertos=(467)(-52)&argTreeNodoActual=467&argTreeNodoSel=10). Consultado 12 abr. 2012.

Santibañez, F. and Santibañez, P. 2008. Efectos del cambio climático en la agricultura. IV Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. Facultad de Ciencias Agrarias – U.N.Cuyo, Mendoza (Argentina) 4 y 5 de Diciembre de 2008.

Scholander, P.F., Hammel, H.J., Bradstreet, A., Hemmingsen, E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148, 339–346.

Shellie Krista and Glenn M. 2008. Wine grape response to foliar particle film under differing levels of preveraison water stress. *Hortscience* 43(5): 1392-1397.

Sibille I.; Ojeda H.; Prieto J.; Maldonado S.; Lacapere J-N. and Carbonneau A., 2007. Relation between the values of three pressure chamber modalities (midday leaf, midday stem and predawn water potential) of 4 grapevine cultivars in drought situation of the southern of France. Applications for the irrigation control. *International Symposium GESCO, Porec, Croacia p* 685-695.

Spayd SE; Tarara JM; Mee DL; et al. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 53(3): 171-182.

Tubajika K. M.; Civerolo E. L.; Puterka G. J.; et al. 2007. The effects of kaolin, harpin, and imidacloprid on development of Pierce's disease in grape. *Crop protection* 26(2): 92-99.

Verdugo N., 2011. Evaluación de un modelo de fenología en vid (*Vitis vinifera*) cv Cabernet Sauvignon y su relación con la variabilidad espacial del cuartel vitícola. Tesis de grado. Talca, Chile, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 53 p.

Williams D. W.; Andris H. L.; Beede R. H.; Luvisi D. A.; Norton M.V.K. and Williams L. E., 1985. Validation of a model for the growth and development of the Thompson Seedless grapevine. II. Phenology. *American Journal of Enology and Viticulture* 36, 283-289.

Yamane T.; Jeong S.; Goto-Yamamoto N.; Koshita Y. and Kobayashi S., 2006. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57:1. 54-59.

Yazici K.; Akdeniz B. and Kaynak L., 2009. Effects of kaolin and shading treatments on sunburn on fruit of hicaznar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar). *Acta Horticulturae*, 818, 167-174.

Yuri J.A., 2001. Golpe de sol. Volumen 1, número 1. Boletín Técnico: Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. ISSN 0717-6910 Nov. 2001. Talca, Chile. 4p.

Yuri, J.A.; Bastias, R.; Torres, C. and Retamales, J.B. 2002. Sunburn on apples: inducing factors, biochemical responses and control methods. *XXVIth International Horticultural Congress & Exhibition, August 11-12, Toronto.*

ANEXOS

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA TEMPORADA 2011/2012

La figura A1 muestra las temperaturas medias, mínimas y máximas que fueron registradas entre los estados fenológicos de yema algodonosa a cosecha, durante la temporada 2011/2012. La temperatura máxima registrada fue de 35,8°C (27 de diciembre, 2011), mientras que la mínima fue de 1,8 °C (2 de septiembre, 2011). Durante la presente temporada el 97% de los días la temperatura promedio del aire fue superior a los 10°C, valor de temperatura que es considerada como umbral térmico mínimo de crecimiento y desarrollo para el cultivo de la vid por varios autores (Lozano, 2000; Mullins *et al.*, 1992; Ortega *et al.*, 2002; Williams *et al.*, 1985; Elizondo, 2001). Asimismo las temperaturas promedio más altas se registraron durante la primera quincena del mes de enero, las cuales bordearon los 21,8°C.

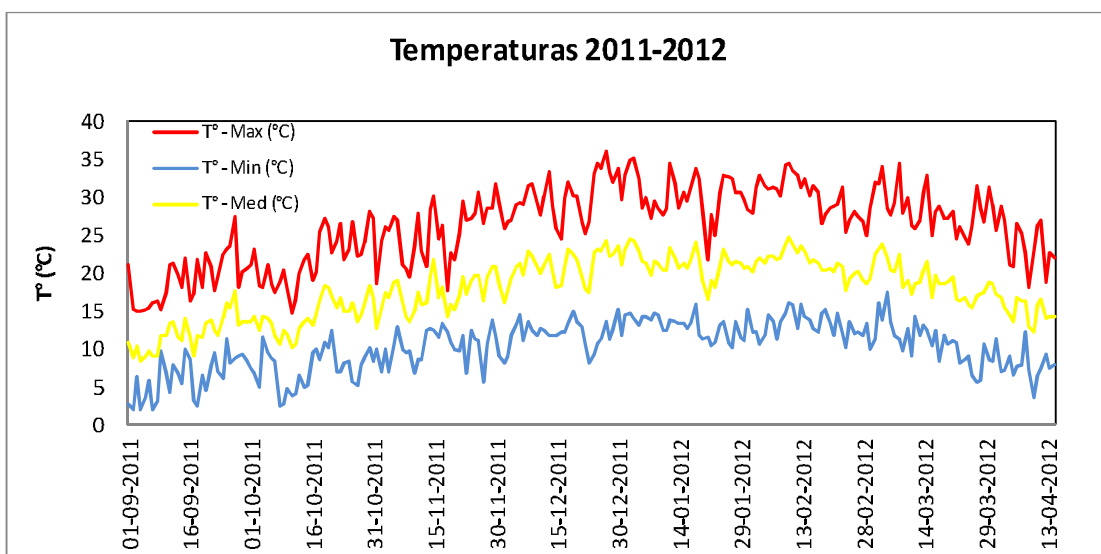


Figura A1 Temperaturas (°C) mínima, media y máxima durante la temporada 2011-2012 registradas en estación meteorológica Viña San Pedro, Molina.

En cuanto al comportamiento de las humedades máximas y mínimas relativas registradas durante la temporada 2011/2012, se puede señalar que estas fluctuaron entre 12,3% a 100%, registrándose los valores más altos durante los meses de septiembre y octubre, mientras que los valores más bajos ocurrieron en los meses de diciembre, enero y febrero, coincidiendo al mismo tiempo con el período de temperaturas más altas (Figura A2).

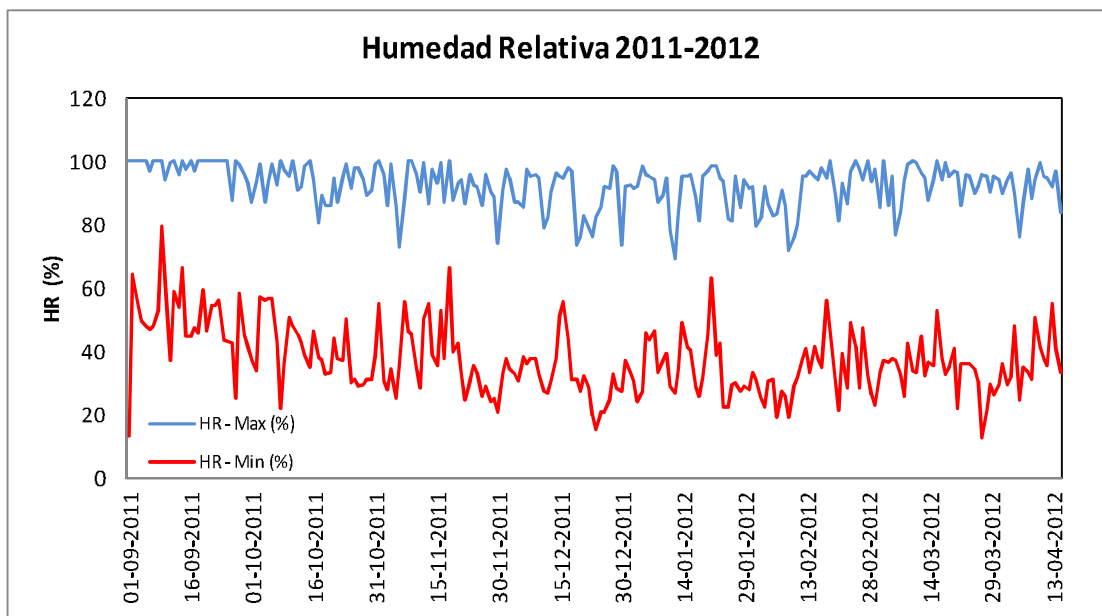


Figura A2 Humedad relativa (%) mínima y máxima durante la temporada 2011-2012 registradas en estación meteorológica Viña San Pedro, Molina.

Durante la temporada 2011-2012 se registró un total de 1.902,1 grados día acumulados, medidos desde el mes de mayo (2011) hasta la primera quincena de abril (2012) (figura A3), que correspondió a la cosecha del cv Cabernet Sauvignon. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Ortega *et al.* (2002), Verdugo (2011) ni Lozano (2000), quienes definieron una acumulación térmica para el cultivar Cabernet Sauvignon en la comuna de Talca de 1.558, 1.383 y 1.497 grados días acumulados respectivamente. Lo registrado en esta temporada está por sobre lo mencionado anteriormente, difiriendo desde un 22 a un 27%. Ello se explicaría por diversas razones: i) las temporadas en que se hicieron los estudios de fenología de Verdugo (2011) y Lozano (2000) probablemente fueron temporadas más frías que la 2011/12, ii) las condiciones geográficas del ensayo de esta memoria es la localidad de Molina que probablemente es un poco diferente a la zona de Talca y iii) la estación meteorológica automática en Molina se encuentra instalada al lado de un camino sin vegetación al menos en 10 metros a su alrededor. Por el contrario la EMA de Panguilemo se encuentra instalada en condiciones de referencia con una cubierta vegetal permanente.

Se registró un total de 1.460 horas frío (base 7,2°C) acumuladas durante toda la temporada, desde el mes de mayo hasta abril, valor que supera el umbral mínimo (1400 horas frío acumuladas) de los cultivares de vides más exigentes en requerimiento de frío durante su receso invernal (Gil y Pszczółkowski, 2007).

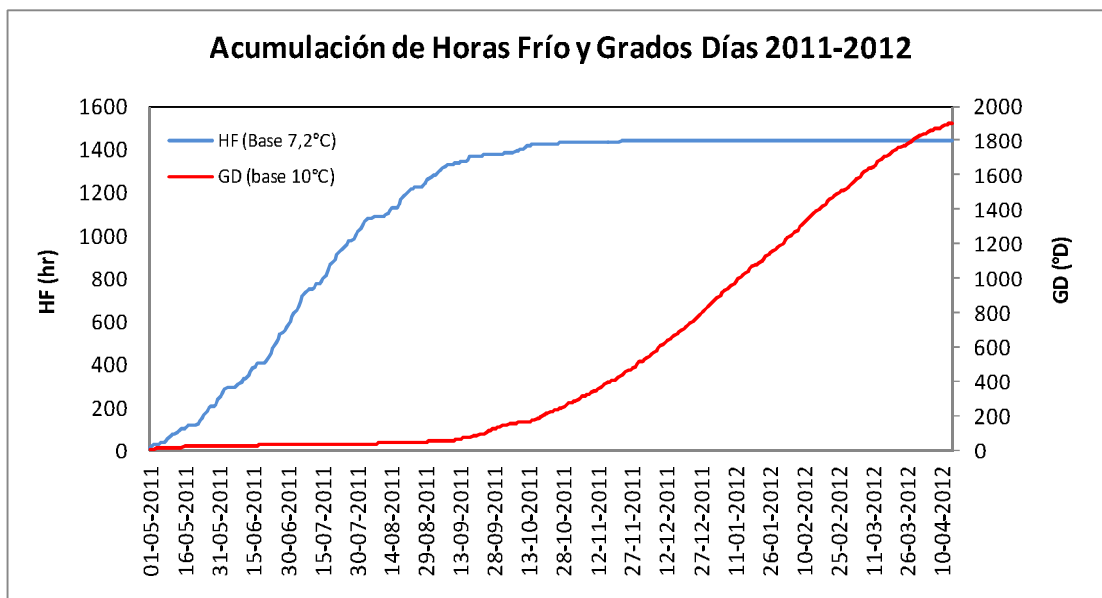


Figura A3 Acumulación de horas frío (base 7,2 °C) y grados día (base 10 °C) durante la temporada 2011-2012 registrados en estación meteorológica Viña San Pedro, Molina.

Las precipitaciones desde septiembre (brotación) hasta abril (cosecha) ocurridas durante la temporada 2011/2012 fueron de 25 mm, de las cuales la mayoría (86,4%) se concentraron en primavera y el valor máximo diario en dicho periodo fue de 8 mm, ocurrido en el mes de noviembre. Por otro lado, la evapotranspiración de referencia (ET_o), estimada usando la ecuación de Penman-Monteith (Ortega-Farias *et al.*, 1997), alcanzó sus valores máximos para la presente temporada desde el mes de noviembre hasta la primera quincena de enero, registrando un valor máximo de 6,1 mm en la segunda quincena de noviembre, coincidiendo con los meses que registraron las temperaturas más altas (figura A4).

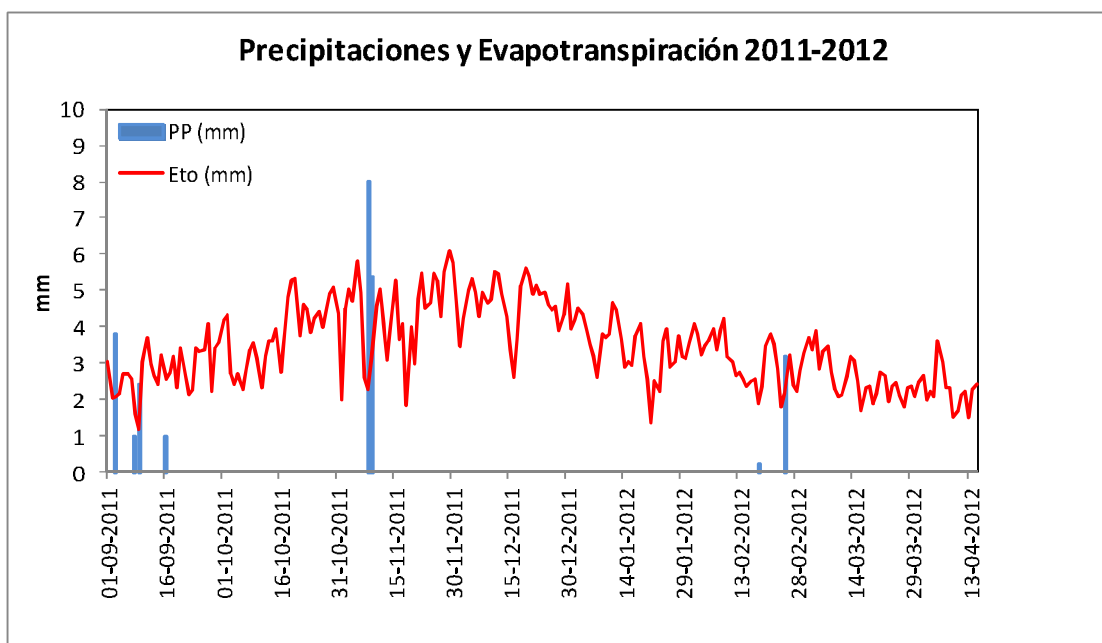


Figura A4 Precipitaciones (mm) y Evapotranspiración potencial (mm) durante la temporada 2011-2012 registradas y calculada con datos de estación meteorológica Viña San Pedro, Molina.