

Evaluación del uso de sistema de cobertura de malla en plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless'

Evaluation of the use of a net coverage system in table grape vines, Thompson Seedless variety

MANUEL SALAZAR¹
RODRIGO CALLEJAS^{2, 4}
LUIS MORALES³

Parronal de uva de mesa en Atacama.

Foto: R. Callejas



RESUMEN

En Chile, una parte importante de la producción de uva de mesa se produce en el Desierto de Atacama, caracterizándose por un ambiente de altas temperaturas, alta radiación solar y velocidad del viento. Con el objetivo de aminorar los efectos indeseados sobre las plantas y su rendimiento, se evaluó en *Vitis vinifera* L., uva de mesa 'Thompson Seedless', el uso de un sistema de cobertura total conformado por una malla plástica de color blanco y de 80% de porosidad, como protección de las plantas a los efectos del viento y la radiación solar en el Valle del Huasco, Chile. Se evaluaron dos tratamientos, (a) testigo en condiciones naturales y totalmente expuestas y (b) plantas bajo el sistema de cobertura (malla), con 10 repeticiones mediante un diseño completamente aleatorizado. Se evaluaron el crecimiento vegetativo, variables fisiológicas, productivas, así como también la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar. El sistema de cobertura redujo la velocidad de viento entre 35 y 55% y la radiación incidente en un 14%. Las condiciones de temperatura y humedad relativa no se alteraron. Los cambios ambientales producidos generan cambios en las plantas protegidas bajo el sistema de cobertura en relación a las plantas expuestas, principalmente en el tamaño de las hojas y porcentaje de brotación, sin embargo, no se detectó efecto sobre los rendimientos y calidad de la fruta.

Palabras clave adicionales: vid, efecto del viento, sombreado, déficit de presión de vapor, radiación solar.

¹ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago (Chile). ORCID Salazar, M.: 0000-0001-9997-7070

² Facultad de Ciencias Agronómicas, Laboratorio de Viticultura, Centro Regional de Estudios Agronómicos y Ambientales-UCHILECREA, Universidad de Chile, Santiago (Chile). ORCID Callejas, R.: 0000-0002-1317-1445

³ Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Recursos Naturales, Universidad de Chile, Santiago (Chile). ORCID Morales, L.: 0000-0001-8083-0706

⁴ Autor por correspondencia. rcalleja@uchile.cl

ABSTRACT

In Chile, a significant portion of the table grape is produced in the Atacama Desert, characterized by an environment of high temperatures, high solar radiation and the presence of wind. So, with the aim of reducing unwanted effects on plants and yield, the use of a total coverage system was evaluated in *Vitis vinifera* L. Thompson Seedless table grape variety, composed of a white plastic mesh with 80% porosity, in order to protect plants from the effects of wind and solar radiation in Huasco Valley, Chile. Two treatments were performed: (a) control under natural and fully exposed conditions and (b) plants under the cover system (plants under mesh). Vegetative growth, physiological and productive variables, as well as temperature, relative humidity, wind speed and solar radiation were evaluated. The coverage system reduced the wind speed by between 35 and 55%, and the incident radiation was reduced by 14%. The conditions of temperature and relative humidity were not altered. The environmental changes generated agronomic responses in the protected plants under the cover system, as compared to the exposed plants, mainly greater leaf area and sprouting percentage, but no significant differences were observed in the productive parameters or fruit quality.

Additional key words: vine, wind effect, shading, vapor pressure deficit, solar radiation.

Fecha de recepción: 30-10-2017 Aprobado para publicación: 30-05-2018

INTRODUCCIÓN

Debido al cambio climático, la temperatura se irá incrementando en el tiempo, proyectándose 2°C más que en la actualidad, lo que junto al aumento y frecuencia de eventos climáticos, tales como vientos cálidos, olas de calor y menor humedad ambiental, traerá un claro incremento de la demanda atmosférica, exigiendo un mayor consumo de agua de riego. Se estiman períodos más secos para algunas regiones de Chile (5 a un 15%), con un incremento del uso de agua dulce en la industria y, sobre todo, para el consumo humano (CMNUUC, 2016).

En la producción de uva de mesa en Chile y como muchas partes del mundo (Perú, México, Israel, India), superficies importantes se ubican en regiones semiáridas o desérticas, con alta demanda atmosférica, radiación y la velocidad del viento que pueden dañar las plantas y su producción. Se ha constatado, que sistemas de protección contra el viento generan respuestas de importancia agronómica que se traducen en mayores y mejores producciones, disminuyendo el daño mecánico en las plantas y modificando las condiciones de temperatura y humedad relativa de la zona en la cual se ejerce su acción (Onoda y Anten, 2011). Además, al reducir la radiación incidente se generan cambios de consideración agronómica relacionados con calidad de fruta (principalmente color) (Bergqvist *et al.*, 2001), desarrollo vegetativo (Bird *et*

al., 2007) y consumo de agua de riego (Hendrickson *et al.*, 2003).

En India, las mallas de sombreado (factor sombreado 75%) se utilizan donde la temperatura del aire supera 41°C y la humedad cae por debajo del 25%, con el objetivo de proteger brotes jóvenes del estrés severo causado por la luz solar directa intensa (NRC, 2008). En esta misma línea, Shahak *et al.* (2008) corroboran que el cubrimiento de las unidades productivas con mallas fotoselectivas, permite mejorar el rendimiento de los cultivos hortícolas, especialmente en climas extremos de zonas áridas. Según Novello y De Palma (2013), en condiciones semiáridas, limitar la irradiación solar a nivel del dosel puede ser útil para reducir la tasa de transpiración y, por lo tanto, el déficit hídrico del cultivo, pero en el caso de la uva de mesa y a pesar que se ha difundido su uso, todavía se dispone de relativamente poca información sobre sus efectos fisiológicos sobre el funcionamiento de las hojas y la calidad de la uva. Pugliese (2009) encontró que la red blanca (sombreado del 10-15%) redujo el peso de la baya y del racimo y el color de la piel de la baya en 'Red Globe'; resultado atribuido al efecto de la limitación de la luz en la producción de fotoasimilación. Por otro lado, De Palma *et al.* (2012) señalan que los efectos de los materiales plásticos colorantes que cubren no son unívocos; parecen interactuar con la sensibilidad

del cultivar al “efecto de color” y/o con el vigor del genotipo. En Chile existe información, pero no la suficiente en otras especies y en la zona centro sur del país. Rodríguez y Morales (2015), trabajando en arándanos y Bastías *et al.* (2012) en manzano, señalan que esta técnica tiene relevantes efectos sobre la fruta y el desarrollo de la planta, presentándose como un manejo que requiere ser estudiado por los beneficios productivos que genera.

El cultivo de la uva de mesa en la Región de Atacama, Chile, alcanza un 15,3% del total nacional, con aproximadamente 8.000 ha de huertos comerciales (ODEPA, 2010). Bajo estas características climáticas, el cultivo se realiza en condiciones de estrés para las plantas con radiaciones solares en torno a los $3.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a mediodía solar en verano y ráfagas de viento, lo que genera, entre otras cosas, gran cantidad de fruta de rechazo o no exportable por la generación de color ámbar (amarilla) de los racimos en ‘Thompson Seedless’ (Sáenz-Diez, 2009), daño, manchas (“russet”) y malformaciones.

Debido a los antecedentes señalados, el objetivo de este estudio fue determinar los cambios ambientales, fisiológicos y de desarrollo de las plantas por efecto del uso de un sistema de cobertura con malla de color blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El establecimiento de este ensayo se realizó en plantas de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) ubicadas en comuna de Alto del Carmen, Región de Atacama ($28^{\circ}54'56''$ S y $70^{\circ}16'37''$ W; 1.179 msnm) con ‘Thompson Seedless’ en plena producción, de 25 años de edad, conducidas en sistema de parronal español, con una distancia de plantación de 3×3 m, regadas con una línea de goteros separados 1 m, con caudal de 4 L h^{-1} . La clasificación climática de la zona es de desierto o árido (Climatología de Chile, 2001). En las temporadas 2009 y 2010, se realizaron dos tratamientos, testigo en condiciones naturales y totalmente expuestas frente a plantas con sistema de cobertura (plantas bajo malla de color blanco y 80% de porosidad), con 10 repeticiones en un diseño completamente aleatorizado e instalado previo a la brotación, en el mes de septiembre de 2009.

Se evaluó la velocidad del viento utilizando el anemómetro de la estación climatológica portátil Weather Capture de Honeywell (Morris Plains, NJ), modelo

TE923W ubicado 0,8 m sobre las plantas. La radiación incidente a mediodía solar (12 a 16 h) con un ceptómetro Accupar, modelo LP-80 (Decagon Devices, Pullmann, WA) con la barra del instrumento ubicada en un ángulo ligeramente superior a los 90° (en diagonal). La temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$) y la humedad relativa (%) se midió a 1 m de altura sobre el suelo (Gálvez, 2011), con un higrotermómetro digital, modelo AZ 8701 (AZ Instrument Corp., Taichung, Taiwán). Para evaluar el área foliar, previamente se generó una función predictora a partir del largo de las hojas (Pentón *et al.*, 2006). Para esto se escogieron 100 hojas de plantas ubicadas en el sector expuesto y otras 100 hojas de plantas bajo sistema de cobertura (plantas bajo malla) abarcando el mayor espectro de tamaños de hojas observadas y en laboratorio se les midió el largo de la lámina con regla graduada (mm) y el área en forma individual con el instrumento CI-203 (Laser Area Meter, CID, Washington DC, USA). Luego, para cada planta del ensayo y en forma no destructiva, se seleccionaron cuatro cargadores (de orientación Sur, Oeste, Norte y Este) y en éstos se obtuvo el área foliar, midiendo el largo de todas las láminas de las hojas con regla graduada (mm).

El peso de poda se evaluó en invierno utilizando una pesa electrónica, siguiendo el criterio comercial de poda del parronal. En primavera se registró la calidad de brotación, cuando el brote más desarrollado alcanzó una longitud de 50 cm. Se evaluó el número de yemas brotadas en relación a las yemas totales que contenía los mismos cargadores utilizados para el área foliar. El contenido total de clorofila en hojas se determinó por medios no destructivos (Callejas *et al.* 2013), utilizando un medidor portátil de clorofila (CCM-200; Opti-Science, Hudson, NH, USA) que entrega valores en unidades CCM para calcular el índice del contenido de clorofila (CCI) basado en la absorbancia medida a 660 y 940 nm. Las mediciones se realizaron en tres fechas diferentes una vez estabilizado el crecimiento del tercer brote del cargador, utilizando siempre una hoja de los nudos 2, 4, 6 y 8 del cuarto brote del cargador analizado.

El potencial hídrico xilemático (Ψ_x) se evaluó a mediodía solar (14-16 h) en hojas sombreadas que se cubrieron con bolsas plásticas, envueltas con papel de aluminio por un periodo de 90 min. Se retiró la hoja de la planta y sin retirar ésta de la bolsa, se midió inmediatamente el Ψ_x (MPa) con una cámara de presión tipo Scholander, modelo Pump-up (PMS Instruments, Albany, OR, USA) (Gálvez *et al.*, 2014). La conductancia estomática fue medida en el transcurso

del día, con un porómetro foliar modelo SC-1 (Decagon Devices, Pullman, WA, USA) en una misma hoja y expuesta a la radiación solar, tomando la precaución de no sombrearla al momento de la medición. La conductancia estomática de estas hojas se evaluó en la etapa de llenado de bayas (10 mediciones en el transcurso del día) y una semana antes de la cosecha (7 mediciones en el transcurso del día).

Se evaluó el peso de cada racimo con balanza de sobremesa Veto (Santiago, Chile) de capacidad de 5 kg y una precisión de 2 g. A cosecha, el diámetro de baya con pie de metro electrónico graduado (mm) y el nivel de sólidos solubles con un refractómetro (Veto, Santiago, Chile. Rango 0-32° Brix). Los racimos fueron clasificados según color utilizando la norma requerida para exportación, clasificándola en color verde, crema, ámbar y amarillo (Roa, 2013).

Para todas las variables medidas en este ensayo se utilizó la distribución t de Student para comparar los valores promedios de ambos tratamientos. Se utilizaron los programas computacionales MINITAB® v15.0 e InfoStat®. Para verificar el supuesto de normalidad se utilizó la prueba de Anderson-Darling y para comprobar la homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba de Barlett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Velocidad del viento

Dentro de los parámetros ambientales y tal como se puede observar en la tabla 1, el sistema de cobertura redujo la velocidad del viento entre un 40 y 55% y la velocidad de las ráfagas de viento entre un 35 y 55%.

De acuerdo a McLeod (2006), las velocidades del viento que se registraron en el sector expuesto (testigo) se

clasifican como viento moderado, el cual provoca que se agiten las ramas y se muevan las hojas lo que es conocido como “ramaleo”. En el sector bajo el sistema de cobertura se considera como viento débil, el que solo provoca una moderada agitación de las hojas de las plantas, no produciendo un movimiento importante de las ramas. En las evaluaciones realizadas por Whitehead (1957), con plántulas de *Helianthus annuus*, velocidades de viento de 14,8; 8,5, 4,03 y 0,44 m s⁻¹ produjeron plantas con menor área foliar y menor peso seco total a medida que se aumentó la velocidad de viento. La diferencia de área foliar y peso seco total, entre las plantas sometidas a 4,03 y 0,44 m s⁻¹, fue de un 40% mayor en área foliar y 42,4% en peso seco en las últimas. En la tabla 1, se puede observar que el tratamiento de plantas expuestas están sometidas a velocidades de viento sobre los 4 m s⁻¹ y como se discute posteriormente en la información de la tabla 2, sí se produce la respuesta esperada respecto de la reducción de área foliar.

Radiación solar

A mediodía solar, la radiación solar incidente en el sector donde se ubicaron las plantas expuestas, presentó una intensidad de 2.960 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y en el sector bajo el sistema de cobertura de 2.490 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Estos valores de radiación incidente son muy críticos para las plantas ya que, como señalan Hendrickson *et al.* (2003), sobre los 1.500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ existe una alta probabilidad de fotoinhibición, generándose un desbalance entre los mecanismos fotoquímicos captadores de energía y aquellos que la disipan, traduciéndose en una pérdida de la eficiencia fotosintética en las hojas afectadas, principalmente las que se encuentran en la capa superior en el parronal (Ferguson *et al.*, 2011). Por otro lado, la malla utilizada como sistema de cobertura de un 20% de porosidad, redujo la radiación incidente en las plantas en un 14%. Al respecto, en un estudio realizado en la zona de Andalucía en que se utilizaron nueve tipos de malla de uso agrícola

Tabla 1. Descripción de la intensidad del viento entre el sector con y sin protección del viento en uva de mesa ‘Thompson Seedless’. Los porcentajes de reducción de la velocidad de viento y de las ráfagas corresponden a los rangos registrados en todas las campañas de evaluación.

Tratamiento	Reducción de la velocidad del viento respecto del sector de las plantas expuestas (%)	Reducción de la velocidad de las ráfagas de viento respecto del sector de las plantas expuestas (%)	Promedio \pm desviación estándar de velocidad de viento (13:00 a 19:00 h) (m s ⁻¹)	Promedio \pm desviación estándar de velocidad ráfagas de viento (13:00 a 19:00 h) (m s ⁻¹)
Plantas bajo malla	40 a 55	35 a 55	2,69 \pm 0,35	3,69 \pm 1,52
Plantas expuestas	-	-	4,77 \pm 1,00	5,70 \pm 1,57

(Romero-Gómez *et al.*, 2012), se concluyó, que mallas de color blanco presentan una mayor transmisividad de la radiación solar comparado con mallas color verde y negro.

Déficit de presión de vapor

El déficit de presión de vapor (DPV) no presentó diferencias estadísticamente significativas en las distintas horas del día (Fig. 1), dejando de manifiesto que el sistema de protección no altera las condiciones de humedad relativa y temperatura del sector que protege. Esto se debería a la alta porosidad de la malla utilizada para construir el sistema de cobertura en la zona bajo estudio, pues como lo señala Guyot (1989), entre mayor es la porosidad de una malla cortaviento, menor es el cambio que produce en un determinado microclima. En este estudio, la porosidad fue del 80% lo que es considerado como permeable o abierta (Scarabino *et al.*, 2007), razón por la cual, su preferencia por los productores de la zona para no reducir excesivamente la luz incidente en las plantas y pueda generar probables problemas con la fertilidad de las yemas. Además, las mallas menos permeables requieren de una mayor infraestructura para resistir las ráfagas de vientos, encareciendo su instalación.

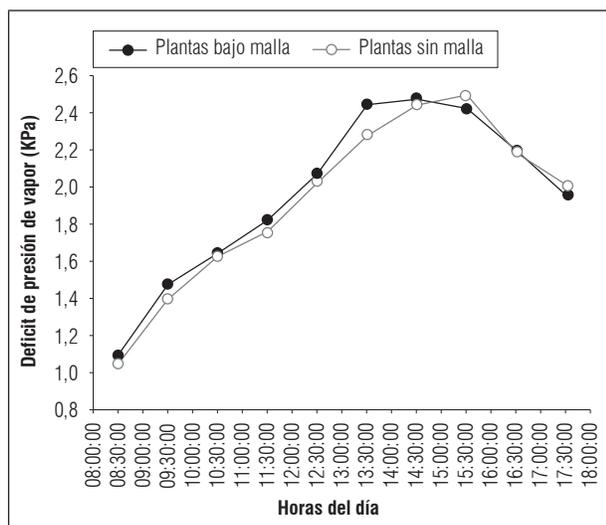


Figura 1. Déficit de presión de vapor en el transcurso del día, en el sector bajo sistema de cobertura y en el sector de plantas expuestas (noviembre), evaluado debajo del follaje para uva de mesa 'Thompson Seedless'. Promedios con letras distintas, en la hora del día, indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$), $n = 10$.

Área foliar

El área foliar presentó diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) (Tab. 2), siendo mayor en las plantas bajo el sistema de cobertura de mallas que en las plantas expuestas, considerando con lo publicado por Onoda y Anten (2011) en sus trabajos en Plantago. La causa de la reducción del área de las hojas se debe a un cambio en la distribución de asimilados, desde la producción de material foliar a la producción de tallos y raíces, mejorando el anclaje de la planta y aumentando la resistencia mecánica (Onoda y Anten, 2011), señalándose que comprender la respuesta de la planta al viento es complejo, teniendo en cuenta que este factor no solo implica estrés mecánico, sino que también afecta el microclima de la hoja. Otros estudios señalan que plantas expuestas a altas velocidades de viento presentan hojas más gruesas en relación a una menor exposición al viento (Bird *et al.*, 2007), así como, un mayor nivel de rompimiento de las hojas debido al "ramaleo" lo que también conduce a reducir el área foliar (McLeod, 2006). Por otra parte, es factible que el mayor sombreado generado por la malla utilizada como protección del viento, produce un mayor crecimiento de las hojas que se aclimataron bajo esta condición de sistema de cobertura, tal como lo señala Sáenz-Diez (2009), quien encontró que hojas de vid 'Thompson Seedless' sometidas a dos condiciones de sombreado, con cubiertas que presentaron una transmisividad de luz de 46 y 20%, mostraron un aumento de área foliar de un 20% y 50%, respectivamente, en comparación a hojas sin estructura de sombreado.

Tabla 2. Área foliar para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas.

Tratamiento	Área foliar (cm ²)
Plantas bajo malla	82,25 ± 7,19 a
Plantas expuestas	75,04 ± 5,43 b

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$); ± indica desviación estándar.

Peso de poda

El peso de poda no presentó diferencias significativas al comparar ambos tratamientos (Tab. 3). Esto no coincide con los resultados de Dry *et al.* (1989), en donde las vides del cv. Cabernet Franc protegidas del efecto del viento presentaron un 55% mayor de peso

de poda comparado con las expuestas, debido a una mayor tasa de crecimiento vegetativo. Es importante tener en cuenta, que el peso de poda responde a una suma de factores externos e intrínsecos de la planta (Walteros *et al.*, 2012) y que en este caso sería el resultado del crecimiento y desarrollo durante 25 años (edad de las plantas), por lo tanto, considerando que al momento de la evaluación el sistema de cobertura llevaba sobre el patrón solamente 18 meses desde su instalación, el efecto ejercido sobre este parámetro requeriría de un mayor tiempo de protección para que los cambios se manifiesten.

Tabla 3. Peso de poda para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas.

Tratamiento	Peso de poda (kg)
Plantas bajo malla	2,2±0,6 a
Plantas expuestas	2,6±0,5 a

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$); \pm indica desviación estándar.

Para el caso del estudio y de acuerdo con la tabla 3, las plantas son consideradas de vigor medio, probablemente por efecto del viento a través del tiempo. Al respecto, Márquez *et al.* (2007) en los cv. Perlette, Flame Seedless y Sugraone, indican que plantas de vigor bajo y sobre pie franco presentan pesos de poda menores a 2 kg.

Porcentaje de brotación

Las plantas bajo malla presentaron un porcentaje de brotación significativamente mayor que las plantas expuestas (Tab. 4). Dry *et al.* (1989), señalan que vides protegidas del viento presentan mayores rendimientos que vides expuestas, debido principalmente a una mayor y mejor brotación. Por otra parte, Ferguson *et al.* (2011) indican que la temperatura juega un rol fundamental en este aspecto, la que debiera ser evaluada en las semanas cercanas a brotación para determinar la influencia de este factor en cuanto a la brotación bajo estas condiciones. Otra posibilidad de la menor brotación podría explicarse por una mayor deshidratación de las yemas expuestas al viento, situación que se aminora en el tratamiento con malla. Los efectos del viento sobre el aumento de la deshidratación de tejidos vegetales ha sido demostrado en hojas de *Trifolium* spp. y frutos de *Malus* spp., pues el viento remueve las ceras epicuticulares que son la

principal barrera a la deshidratación (Van Gardingen y Grace, 1991), afectando de igual forma a las yemas de las plantas.

Tabla 4. Nivel de brotación para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas.

Tratamiento	Brotación (%)
Plantas bajo malla	73,1 a
Plantas expuestas	63,8 b

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$).

Índice de clorofila

El índice del contenido de clorofila en hojas, aumentó desde octubre (brotación) hasta enero (cosecha). No se presentó diferencias entre los tratamientos para cada fecha de evaluación (Tab. 5). Bertamini *et al.* (2003), señalan que en condiciones de alta iluminación ocurre reducción de la clorofila en las hojas, debido a su degradación por acción de la enzima clorofilasa. Además, Pallioti *et al.* (2000) mencionan que las hojas desarrolladas bajo condiciones de sombreado tienen mayor concentración de clorofila. Lo anterior no se evidenció en ambos tratamientos, para ninguna de las fechas de medición, debido probablemente a la alta porosidad de la malla (80%) permitiendo un alto paso de luz que no manifestó la respuesta esperada.

Tabla 5. Índice de clorofilas en hojas adultas para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas.

Fecha de evaluación	Tratamiento	ICC
27-oct (cuaja)	Plantas bajo malla	11,22 a
	Plantas expuestas	11,59 a
22-nov (enero)	Plantas bajo malla	15,88 a
	Plantas expuestas	15,84 a
11-ene (cosecha)	Plantas bajo malla	17,10 a
	Plantas expuestas	16,95 a

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$).

Potencial hídrico xilemático

Respecto al potencial hídrico xilemático, se obtuvieron diferencias significativas, tanto en las mediciones realizadas en la etapa de llenado de bayas (a fines de noviembre) como previo a la cosecha (a mediados de

diciembre) (Tab. 6). El potencial hídrico xilemático ha sido propuesto como un indicador estándar para determinar el estado hídrico de las plantas (Ferreira *et al.*, 2002), pues como señalan Choné *et al.* (2001) es el resultado de la transpiración de la planta, la conductividad hidráulica del suelo y la interacción suelo-raíz, indicando la capacidad que tiene la planta para conducir agua desde el suelo a la atmósfera. Laker (2004) afirma, que el estado hídrico de la planta es afectado por condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad relativa, velocidad de viento y DPV. Las plantas expuestas estuvieron sometidas a mayores intensidades de radiación solar lo que conlleva a un mayor déficit hídrico que se traduce en menores potenciales hídricos xilemáticos y según Anten *et al.* (2010), hojas expuestas a mayores intensidades de

viento, como es el caso de las plantas expuestas, presentan una mayor tasa de liberación de vapor de agua impuesto por un mayor DPV en la capa límite. De esta manera, las condiciones generadas por el sistema de cobertura, de disminución de la radiación incidente y velocidad de viento, se tradujeron en un mayor potencial xilemático en las plantas protegidas, pero siempre dentro de rangos aceptables del manejo del riego para ambos tratamientos (Gálvez *et al.*, 2012).

Conductancia estomática

Con respecto a la conductancia estomática (Fig. 2 y 3), se presentaron diferencias significativas con mayores resultados en plantas expuestas. Dado que, la

Tabla 6. Potencial hídrico xilemático y déficit de presión de vapor para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas, medidos a mediodía solar en la etapa de llenado de bayas (25 de noviembre) y una semana previo a la cosecha (8 de diciembre).

	Llenado de bayas		Previo a cosecha	
	Potencial xilemático (MPa)	DPV (KPa)	Potencial xilemático (MPa)	DPV (KPa)
Plantas bajo malla	-0,73±0,03 b	2,7±0,2 a ⁱ	-0,68±0,02 b ⁱ	2,4±0,2 a ⁱ
Plantas expuestas	-0,78±0,02 a	2,5±0,1 a	-0,73±0,04 a	2,4±0,2 a

Promedios con letras distintas, en columnas, indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$); \pm indica desviación estándar.

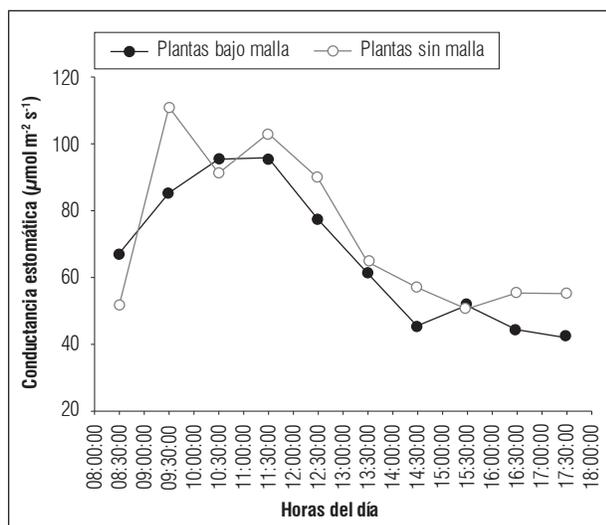


Figura 2. Conductancia estomática para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas en el transcurso del día, en la etapa de llenado de bayas. Promedios con letras distintas, en sentido vertical, indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$). Noviembre de 2010.

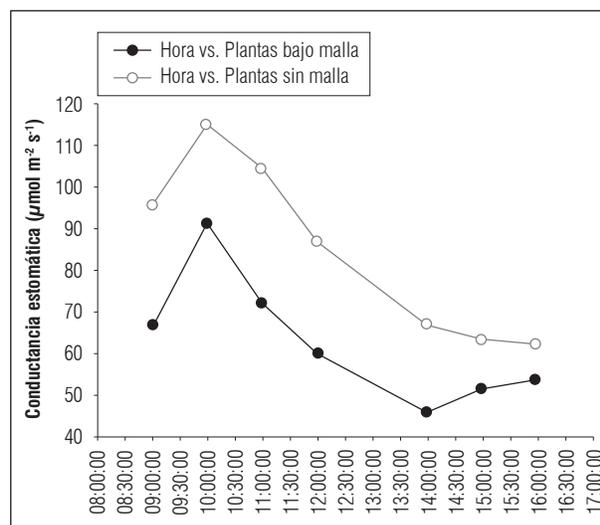


Figura 3. Conductancia estomática para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas en el transcurso del día, 1 semana previa a cosecha. Promedios con letras distintas, en sentido vertical, indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$). Diciembre de 2010.

conductancia estomática representa la velocidad a la cual se produce el flujo de agua transpirada desde las hojas hacia la atmósfera a través de los estomas, en la medida que los estomas se mantengan abiertos la velocidad será mayor, por el contrario, si existe déficit hídrico estos tienden a cerrarse provocando una disminución drástica de la conductancia estomática (Riveros, 2002). Los resultados obtenidos por Sáenz-Diez (2009) indican que hojas bajo una condición de 80% de sombreado presentan menores tasas de conductancia estomática que aquellas que se encuentran en una condición de 54% de sombreado y plantas totalmente expuestas a la radiación solar. Lo anterior coincide con este estudio, a pesar que el sistema de cobertura que se utilizó genera solamente un 14% de sombreado, considerando un valor bajo comparado con la malla utilizada en el estudio desarrollado por Saénz-Diez (2009) (80 y 54% de sombreado).

Parámetros productivos

No se presentaron diferencias significativas en el rendimiento total por planta, peso de los racimos, sólidos solubles, diámetro de bayas y fruta de rechazo (Tab. 7). Por el contrario, se menciona que plantas de vid más expuestas al viento presentan menores rendimientos que plantas protegidas (Bird *et al.*, 2007), debido principalmente a interrupción de cuajado de bayas, menores tasas de conductancia estomática y daño mecánico. De igual manera, Carey *et al.* (2007) no encontraron diferencias en relación al rendimiento por planta, peso de bayas y sólidos solubles de vides expuestas al efecto del viento comparado con vides

protegidas, indicando que estos parámetros productivos se afectan dependiendo de la diferencia de intensidad de viento y tiempo de exposición de las plantas, lo que queda de manifiesto en este estudio, el cual duró solamente 18 meses.

Color de bayas

No se detectaron diferencias entre los tratamientos en ninguna de las clasificaciones de color (Tab. 8). Greer *et al.* (2014) afirman que las bayas expuestas a la radiación solar pierden su color verde tornándose amarillas antes que las bayas no expuestas. En este sentido, Suazo (1999) plantea que los racimos 'Thompson Seedless' expuestos a condiciones de sol directo se tornan más amarillos, pudiendo llegar a colores dorados. Claramente el efecto de la cubierta de malla no fue suficiente para disminuir el exceso de luminosidad que recibe el racimo, ni el porcentaje de fruta color ámbar, probablemente por baja retención de luz directa (14%).

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el estudio, se concluye que la temperatura y humedad relativa no se alteraron por el uso de un sistema de cobertura de malla de 80% de porosidad; el sistema de cobertura reduce la velocidad de viento entre un 35 y 55% y la radiación incidente en un 14%. Además, las modificaciones generadas por el sistema de cobertura producen un mayor área foliar, mayor porcentaje de brotación, menores tasas de conductancia estomática

Tabla 7. Evaluación de parámetros productivos para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas.

Tratamiento	Peso racimo (g)	Sólidos solubles (°Brix)	Diámetro bayas (mm)	Fruta de rechazo por planta (kg)	Rendimiento promedio por planta (kg)
Plantas bajo malla	610,9±103,2 a	19,6±0,7 a ¹	18,17±1,01 a ¹	4,00±1,23 a	18,16±5,57 a ¹
Plantas expuestas	622,2±44,5 a	19,3±0,6 a	18,12±0,44 a	4,89±0,92 a	18,41±3,95 a

Promedios con letras distintas, en la misma columna, indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$); \pm indica desviación estándar.

Tabla 8. Clasificación de los racimos de acuerdo a la norma de exportación para plantas de uva de mesa 'Thompson Seedless' bajo el sistema de protección y expuestas.

Tratamiento	Racimos color verde (%)	Racimos color crema (%)	Racimos color ámbar (%)	Racimos color amarillo (%)
Plantas bajo malla	9 a	59 a	28 a	4 a
Plantas expuestas	6 a	58 a	33 a	3 a

Promedios con letras distintas, en sentido vertical, indican diferencia significativa según la prueba t de Student ($P \leq 0,05$).

y mayores potenciales xilemáticos en las plantas protegidas en relación a las plantas expuestas. También, no se detectaron diferencias en los parámetros productivos y la calidad de la fruta.

Conflicto de intereses: el manuscrito fue preparado y revisado con la participación de los autores, quienes declaran no tener algún conflicto de interés que coloquen en riesgo la validez de los resultados aquí presentados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anten, N., R. Alcalá-Herrera, F. Schieving e Y. Onoda. 2010. Wind and mechanical stimuli differentially affect leaf traits in *Plantago major*. *New Phytol.* 188, 554-564. Doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03379.x
- Bastías R., L. Manfrini y L. Corelli-Grappadelli. 2012. Exploring the potential use of photo-selective nets for fruit growth regulation in apple. *Chil. J. Agric. Res.* 72(2), 224-231.
- Bergqvist, J., N. Dokoozlian y N. Ebisuda. 2001. Sunlight exposure and temperatura effects on Berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central Joaquin Valley California. *Am. J. Enol. Viticult.* 52, 1-7.
- Bertamini, M. y N. Nedunchezian. 2003. Photosynthetic functioning of individual grapevine leaves (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) during ontogeny in the field. *Vitis* 42, 12-17.
- Bird, P., T. Jackson, G. Kearny y A. Roach. 2007. Effects of windbreak structure on shelter characteristics. *Aust. J. Exp. Agr.* 47, 727-737. Doi: 10.1071/EA06086
- Callejas, R., E. Kania, A. Contreras, C. Peppi y L. Morales. 2013. Evaluación de un método no destructivo para estimar las concentraciones de clorofila en hojas de variedades de uva de mesa. *Idesia* 31(4), 19-26. Doi: 10.4067/S0718-34292013000400003
- Carey, V., W. Piennar y E. Archer. 2007. Efecto del viento en el funcionamiento de la vid en Stellenbosch, Sudáfrica. *Rev. Enol.* 3, 1-11.
- Choné, X., C. Van Leeuwen, D. Dubourdieu y J. Pierre. 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Ann. Bot.* 87, 477-483. Doi: 10.1006/anbo.2000.1361
- Climatología de Chile. 2001. Meteorología. Dirección meteorológica de Chile, Santiago.
- CMNUUC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2016. Conferencia de la ONU sobre cambio climático. Bonn, Alemania.
- De Palma, L., L. Tarricone, G. Vox, P. Limosani, M. de Michele y V. Novello. 2012. Semiforzatura precoce con film colorati: fisiologia delle viti e qualità del prodotto. *Riv. Frutt.* 74(1-2), 32-38.
- Dry, P., S. Reed y G. Potter. 1989. The effect of wind on the performance of Cabernet Franc grapevines. *Acta Hort.* 240, 143-146. Doi: 10.17660/ActaHortic.1989.240.24
- Ferguson, J., J. Tarara, L. Mills, G. Grove y M. Keller. 2011. Dynamic thermal time model of cold hardiness for dormant grapevine buds. *Ann. Bot.* 107, 389-396. Doi: 10.1093/aob/mcq263
- Ferreira, R., G. Selles, J. Peralta y J. Valenzuela. 2002. Effect of water stress applied at different development periods of Cabernet Sauvignon grapevine on production and wine quality. *Acta Hort.* 646, 27-33. Doi: 10.17660/ActaHortic.2004.664.27
- Gálvez, R. 2011. Evaluación del uso conjunto del potencial hídrico xilemático y el déficit de presión de vapor en el manejo del riego en vides de mesa. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.
- Gálvez, R., R. Callejas, G. Reginato y M.C. Peppi. 2014. Irrigation schedule on table grapes by stem water potential and vapor pressure deficit allows to optimize water use. *Ciência Téc. Vitiv.* 29(2) 60-70. Doi: 10.1051/ctv/20142902060
- Greer, D. y M. Weedon. 2014. Temperature-dependent responses of the berry developmental processes of three grapevine (*Vitis vinifera*) cultivars. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 42, 233-246. Doi: 10.1080/01140671.2014.894921
- Guyot, G. 1989. Les effets aérodynamiques et microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux. pp. 485-520. En: Reifsnnyder, W.S. y T.O. Darnhofer (eds.). *Meteorology and agroforestry*. ICRAF, Nairobi, Kenia.
- Hendrickson, L., M. Ball, C. Osmond, R. Furbank y W. Soon-Chow. 2003. Assessment of photoprotection mechanisms of grapevines at low temperature. *Funct. Plant Biol.* 30, 631-642. Doi: 10.1071/FP02114
- Laker, M. 2004. The effect of atmospheric and soil conditions on the grapevine water status. Tesis de maestría. Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Stellenbosch, Sudáfrica.
- Márquez, J., G. Martínez y H. Núñez. 2007. Portainjerto, fertilidad de yemas y producción de variedades de uva de mesa. *Rev. Fitotec. Mex.* 30(1), 89-95.
- McLeod, C. 2006. Cortavientos en agricultura. Publicaciones INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile.
- Novello, V. y L. de Palma. 2013. Shade nets on table grapes. pp. 133-144. En: Proc., 1^{er} Simposium Internacional de Vid. 24 y 25 de enero 2013. Hermosillo, México.
- NRC (National Research Centre for Grapes). 2008. Use of shade nets for early sprouting in vineyards after backward pruning. En: Annual Report 2007-08. Pune, India.

- ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2010. Superficie plantada y producción estimada país año 2010. En: <http://www.odepa.cl/servlet/articulos>; consulta: octubre de 2017.
- Onoda, Y. y N.P.R. Anten. 2011. Challenges to understand plant responses to wind. *Plant Signal. Behav.* 6(7), 1057-1059. Doi: 10.4161/psb.6.7.15635
- Pallioti, A., A. Cartechini and F. Ferranti. 2000. Morpho-anatomical and physiological characteristics of primary and lateral shoots leaves of Cabernet Franc and Trebbiano Toscano grapevines under two irradiance regimes. *Am. J. Enol. Viticult.* 51, 122-130.
- Pentón, G., W. Torres y G. Martín. 2006. Estimación del área foliar a partir de observaciones morfológicas convencionales en *Morus alba* var. Acorazonada. *Pastos y Forrajes* 29, 247-251.
- Pugliese M.B. 2009. Influencia del deshoje y despunte en el desarrollo del color y otras variables de calidad en la cultivar Red Globe bajo malla antigranizo. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Riveros, R. 2002. Efectos del riego deficitario controlado sobre la producción y la calidad del fruto en uva de mesa (sultanina). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.
- Roa, A. 2013. Influencia de la exposición del racimo a la radiación solar y su efecto sobre la pérdidas de calidad por color en la variedad Thompson Seedless. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.
- Rodríguez, M. y D. Morales. 2015. Efecto de mallas sombreadoras sobre la producción y calidad de frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Brigitta. *Scientia Agrop.* 6(1), 41-50. Doi: 10.17268/sci.agropecu.2015.01.04
- Romero-Gámez, M., E. Suárez-Rey y T. Soriano. 2012. Características radiativas de nueve mallas de uso agrícola. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, España.
- Shahak, Y., K. Ratner, Y.E. Giller, N. Zur, E. Or, E.E. Gussakovsky, R. Stern, P. Sarig, E. Raban, E. Harcavi, I. Doron e Y. Greenblat-Avron. 2008. Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photosensitive netting. *Acta Hort.* 772, 65-72. Doi: 10.17660/ActaHortic.2008.772.7
- Sáenz-Diez, D. 2009. Respuesta fotosintética de hojas de vid desarrolladas a diferentes condiciones de luz. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.
- Scarabino A., S. Delnero, M. Camocardi y M. Giannecchini. 2007. Resistencia aerodinámica de telas y mallas de distinta porosidad. En: Actas de la XXX Reunión de ASADES. 13-16 nov. 2007. San Luis, Argentina.
- Suazo, J. 1999. Evaluación de un protector solar en uva de mesa (*Vitis vinifera*) cv. Thompson Seedless. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.
- Van Gardingen, P. y J. Grace. 1991. Plants and wind. *Adv. Bot. Res.* 18, 189-253. Doi: 10.1016/S0065-2296(08)60023-3
- Walteros, I.Y., D.C. Molano, P.J. Almanza-Merchán, M. Camacho y H.E. Balaguera-López. 2012. Efecto de la poda sobre la producción y calidad de frutos de *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Sutamarchán (Boyacá, Colombia). *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.* 6(1), 19-30. Doi: 10.17584/rcch.2012v6i1.1279
- Whitehead, F.H. 1957. Wind as a factor in plant growth. pp. 84-95. En: Hudson J.P. (ed.). *Control of the plant environment*. Butterworth Scientific, London, UK.