

## Capítulo 3

# Respuestas fisiológicas y productivas del uso de cubiertas plásticas en el cultivo de la uva de mesa

**Carolina Salazar-Parra**

Bióloga Ambiental, Dra.  
carolina.salazar@inia.cl

**Camila Montano Figueroa**

Ingeniero Agrónomo  
cami.montano@gmail.com

**Gabriel Selles van Schouwen**

Ingeniero Agrónomo Dr.  
gselles@inia.cl

**Alexis Vergara Valderrama**

Ingeniero Agrónomo Dr. (c)  
alexis.vergara@gmail.com

## Introducción

Chile es un país con una amplia variedad de climas, lo que ha permitido posicionarlo como un importante exportador de frutas frescas a nivel mundial. Según la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa), desde la región de Atacama a Los Lagos, existen 294.000 hectáreas dedicadas a la fruticultura donde se producen alrededor de 5 millones de toneladas y de ese total, más de la mitad se exporta como fruta fresca.

Durante el 2017 las frutas frescas fueron el principal sector exportador, dentro del rubro agropecuario liderado por las uvas (29%), manzanas (15%), cerezas (12%), arándanos (11%) y paltas (11%). La fruta fresca chilena es consumida principalmente en los mercados de América del Norte, Asia y Europa (DIRECON - ProChile, 2018). Sin embargo, los actuales y futuros cambios en el clima están condicionando la fruticultura, y en especial la viticultura, volviéndola más vulnerable.

INIA en conjunto con la Exportadora Subsole desarrollaron desde 2015 al 2018 un proyecto para evaluar el uso de cubiertas plásticas en la producción de uva de mesa. Este proyecto se desarrolló en la Región de O´Higgins, específicamente en la localidad de San Vicente de Tagua Tagua (**Figura 1**).

Durante tres temporadas agrícolas se realizó una evaluación sistemática, sobre el uso de cubiertas plásticas en uva de mesa, como una nueva y prometedora tecnología que puede beneficiar la producción y calidad de la producción de uva de mesa en Chile. Se instalaron cubiertas plásticas (para detalles ver Capítulo 1) en dos variedades de uva de mesa, Thompson Seedless y Timco. La primera variedad es blanca con gran presencia en la producción y exportación nacional. Timco Seedless, en cambio, es una variedad roja relativamente nueva en el mercado. Ambas variedades contaron con controles al aire libre que permitieron comparar los efectos de la cubierta plástica, con condiciones normales de producción de uva de mesa.



**Figura 1.** Toma aérea del lugar, donde se realizaron los ensayos. Predio Maitenco, San Vicente de Tagua Tagua, Región de O'Higgins (Foto: INIA).

## Calidad e interceptación de la luz bajo cubierta plástica

Con las cubiertas plásticas la calidad e interceptación de la luz es un factor relevante, debido a que desde este parámetro pueden cambiar las condiciones de crecimiento de la planta y la calidad final del fruto.

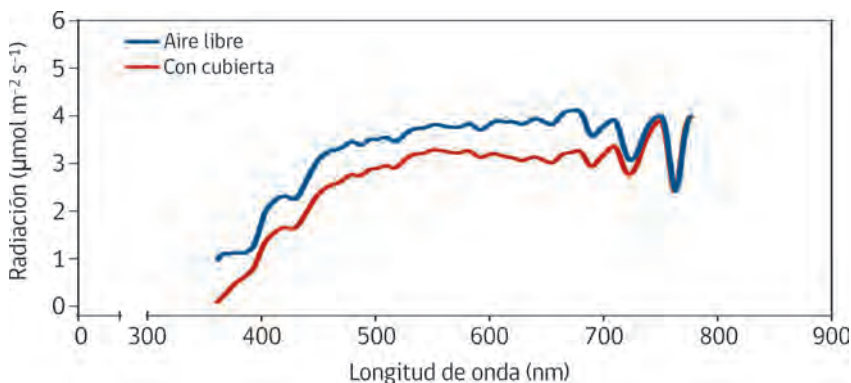
La luz puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas, porque es la fuente de energía necesaria para los procesos fotosintéticos. Las plantas poseen fotorreceptores que permiten utilizar la información entregada por la luz. Esta

información puede ser la cantidad de luz, expresada en fotones; la irradiancia o incidencia de la luz sobre las plantas por unidad de tiempo y superficie; la composición espectral; la dirección o el fotoperiodo.

Más aún, es importante considerar que la luz natural no es monocromática, sino que se compone de diferentes bandas espectrales, lo que varía según la condición es la proporción de estas bandas (Casal, 2013). El uso de plásticos puede hacer variar la información que la luz hace llegar a las plantas, por lo que es relevante determinar las diferencias en la información recibida por las plantas bajo cubierta respecto al aire libre.

Para determinar cómo influye el plástico, sobre el paso de la luz y su composición se evaluaron las características del espectro de la luz transmitida por el plástico, utilizando un espectroradiómetro (CI-500A, Konica Minolta, Japón).

La **Figura 2** muestra la distribución de la radiación respecto a la longitud de onda medida al aire libre y bajo la cubierta plástica. La medición se realizó, entre el plástico y el dosel, con el fin de determinar cuanta luz es filtrada sólo por efecto de la cobertura plástica, sin considerar el efecto de la cobertura foliar.



**Figura 2.** Distribución de la radiación respecto a la longitud de onda medida al aire libre (azul) y con cubierta plástica (rojo). Mediciones realizadas a medio día solar (13:00 hrs) a inicios de enero.

En la **Figura 2** se observa que entre 400 y 700 nanómetros (nm) la radiación se ve claramente atenuada bajo plástico, siendo la atenuación del rango del 20-25% en promedio. El rango comprendido entre los 400 y 700 nm, corresponde a la radiación fotosintéticamente activa o PAR (por sus siglas en inglés), por lo que una atenuación de la radiación podría considerarse perjudicial en el creci-

miento de las vides. Esta medición se corrobora con los datos obtenidos al medir directamente la interceptación de la radiación PAR, al aire libre y bajo el plástico (sin cobertura foliar) mediante un ceptómetro. Según los datos obtenidos la disminución de la PAR en promedio fue de aproximadamente un 25%.

En todas las plantas la fotosíntesis es un proceso clave, donde la energía lumínica tiene un rol principal. Dependiendo del tipo de plástico y su grosor, la radiación solar bajo el plástico puede disminuir (ver Capítulo 3 para más detalles), específicamente en un plástico de casi 3 años, la radiación puede disminuir hasta en un 25% (según datos obtenidos en la Región de O'Higgins durante octubre 2018)

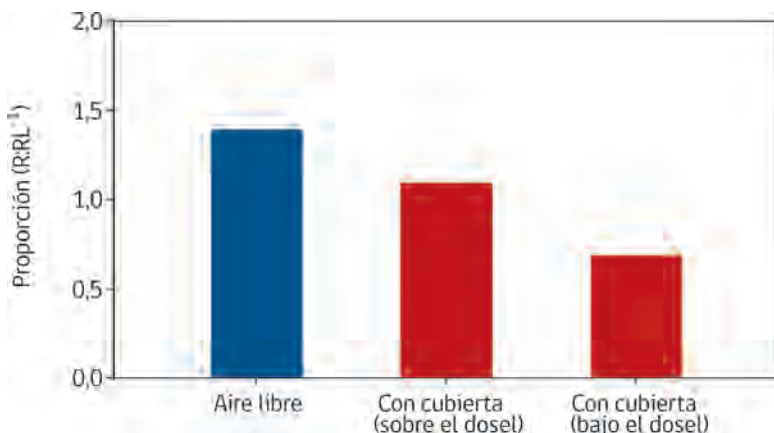
La vid, en general, requiere entre 1000-1500 de radiación fotosintéticamente activa, PAR, para lograr su tasa asimilación de CO<sub>2</sub> máxima (García de Cortázar, *et al.*, 2005), y en la zona central de Chile pueden llegarse a valores de entre 2000-2400 PAR a mediodía (Datos obtenidos en campo para la Región de O'Higgins). Por lo tanto, una reducción de casi el 25% de la PAR mantendría la suficiente radiación ( $\pm 1600$  PAR) para que las vides alcancen su fotosíntesis máxima. Más aun, esta disminución de la radiación puede ser favorable en ambientes y/o determinados momentos, donde, debido a los excesos de radiación, puede producirse en las vides foto inhibición, es decir, una disminución en la tasa de fotosíntesis que puede ocurrir cuando el flujo de fotones es superior al requerido para la fotosíntesis (Long *et al.*, 1994).

Se expuso que la disminución en la cantidad de radiación en la zona de estudio no debería haber afectado las tasas fotosintéticas. Pese a ello, es relevante evidenciar si el plástico podría afectar parámetros importantes para el desarrollo de la planta, como la relación entre el rojo y el rojo lejano (R:RL) o el azul y rojo (A:R) que son relevantes en el desarrollo fotomorfogénico de las plantas (Del Ángel-Hernández *et al.*, 2017).

En la **Figura 3** se observa la relación R:RL medida como radiación transmitida por el plástico y aire libre. Para ello, se midió la relación bajo plástico en dos zonas. La primera bajo la cubierta plástica, sobre el dosel o canopia, con el objetivo de identificar el efecto dado solo por la cobertura plástica. Mientras que la segunda, se realizó bajo el dosel, en la que se unieron el efecto de la cubierta plástica y la cubierta foliar. Es predecible que bajo la cubierta plástica o el dosel los valores de R:RL sean menores que al aire libre.

Ahora bien, la disminución por efecto de la cubierta plástica fue de alrededor del 20%, llegando hasta el 50% cuando se realizó la medición bajo el dosel.

La relación R:RL es utilizada por las plantas como una señal de proximidad con otras plantas y de sombreado (Tegelberg *et al*, 2004), siendo su disminución determinante para que la planta adapte medidas frente a estas condiciones.



**Figura 3.** Relación entre rojo/rojo lejano(R:RL) al aire libre y en plástico, medidas realizadas al aire libre y plástico (sobre y bajo el dosel) a medio día solar a inicios de enero.

## Efectos de la cubierta plástica sobre la fenología en uva de mesa

La modificación de la radiación que producen las cubiertas plásticas podría reflejar cambios en estados fenológicos claves para el desarrollo de la planta. Más aún, si se considera lo descrito con anterioridad en el Capítulo 2, sobre modificaciones microclimáticas, la fenología podría ser clave para determinar los efectos de la cubierta plástica sobre el desarrollo de la uva de mesa.

Según los resultados de este estudio, descritos en el Capítulo 2, el microclima de cultivo bajo la cubierta plástica se modificó, logrando variaciones en las temperaturas durante el desarrollo de la plantas. Si bien el Capítulo 2 trata en detalle los cambios microclimáticos, observados durante el desarrollo de los ensayos, es relevante para este capítulo detallar que las variaciones diarias de temperatura, sobre todas aquellas medidas a la altura de los racimos (1,8 m), fueron de comportamiento estacional y, en cierta medida, relacionadas con el desarrollo de la cobertura foliar del parrón.

El plástico permitiría mantener una menor variación de las temperaturas, amainando las temperaturas cálidas y protegiendo de las temperaturas bajas. Sin embargo, el sombreamiento del parrón, es decir, el paso de la luz a la altura de los racimos podría influir en estos resultados, sobre todo al momento de reducir la temperatura exterior en épocas más cálidas como diciembre.

El seguimiento de los estados fenológicos, en las variedades involucradas, en estos ensayos, mostró los primeros efectos de las cubiertas plásticas. Las fechas de brotación, floración, envero y cosecha, tanto en Timco, como en Thompson Seedless (**Figura 4**, izquierda) se adelantaron por efecto de la cubierta plástica. Ocurriendo entre 6 y 7 días después en los parronales, sin cubierta plástica, en ambas variedades. No obstante, los estados fenológicos no se ven afectados, es decir, no ocurre un acortamiento de los periodos fenológicos, sino que simplemente el ciclo se adelanta una semana.



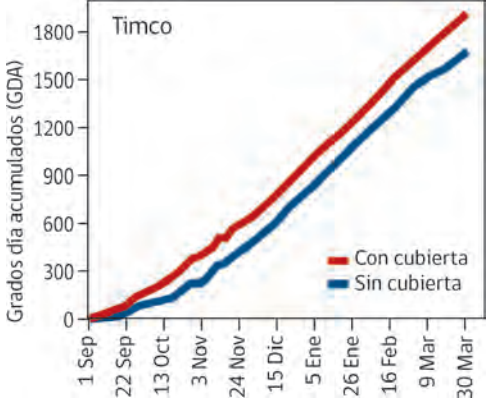
**Figura 4.** Racimo de Thompson Seedless el 15 de noviembre 2017 sin cubierta plástica (izquierda) y con cubierta plástica (derecha) (Foto C. Salazar):

Este adelantamiento producido, en la ocurrencia de los estados fenológicos, en las plantas bajo cubierta plástica, puede estar relacionado con la mayor acumulación de días grado producido bajo la cubierta plástica. A modo de ejemplo,



en la **Figura 5** se observa la acumulación de días grado (**Figura 5**, derecha) en la variedad Timco, y su fenología (izquierda) observándose que se produce aproximadamente una semana de adelantamiento bajo la cubierta plástica en comparación al aire libre (**Figura 5**, izquierda).

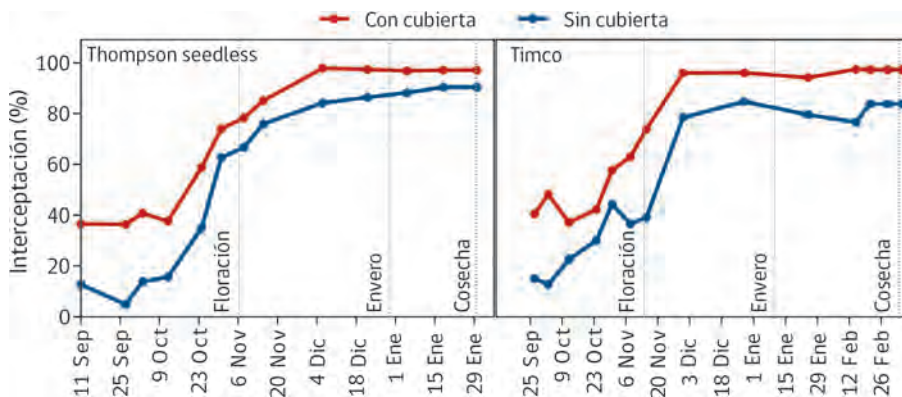
Etapa fenológica		Semanas
Brotación	Con cubierta	2 <sup>da</sup> septiembre
	Sin cubierta	2 <sup>da</sup> septiembre
Floración	Con cubierta	1 <sup>era</sup> noviembre
	Sin cubierta	2 <sup>da</sup> noviembre
Envero	Con cubierta	2 <sup>da</sup> enero
	Sin cubierta	3 <sup>ra</sup> enero
Madurez	Con cubierta	1 <sup>era</sup> marzo
	Sin cubierta	2 <sup>da</sup> marzo



**Figura 5.** Etapas fenológicas y fechas (izquierda) y grados día acumulados (derecha) en el cv.Timco bajo cubierta plástica y aire libre en la Región de O’Higgins, durante la temporada 2017-2018.

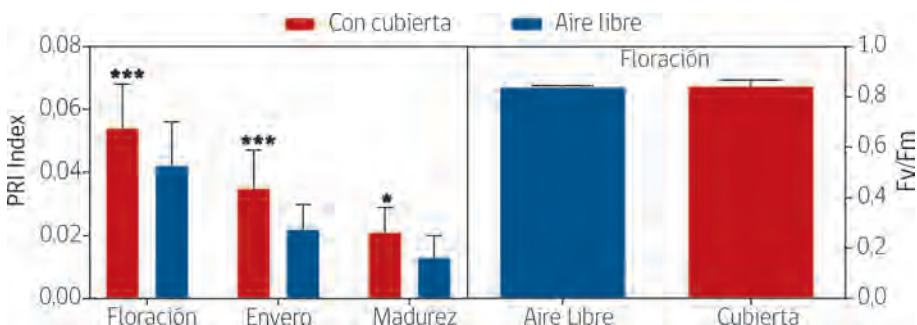
El crecimiento de brotes también ocurre con mayor rapidez bajo cubierta. En la **Figura 6** se muestra la evolución del porcentaje de interceptación de luz dentro del parrón en ambas condiciones. El porcentaje de interceptación de luz es un reflejo del desarrollo de la masa foliar (desarrollo de brotes y de hojas). La interceptación de la radiación solar es mayor y se produce más rápidamente bajo plástico que al aire libre desde inicios de brotación, dada las mejores condiciones térmicas en primavera. Estas condiciones favorecen la fotosíntesis, particularmente, en los primeros estados de desarrollo que incluyen en la floración y cuajado de bayas.

Más en detalle, la **Figura 6** muestra la evolución de la interceptación de la radiación solar para los dos cultivares evaluados. Para Thompson, por ejemplo, en floración se observó un porcentaje de interceptación de 78% bajo cubierta frente a un 67% al aire libre. Del mismo modo para Timco a principios de diciembre, bajo cubierta existía un 96% de cobertura frente a un 78% al aire libre. Esta información refleja que el manejo del follaje bajo plástico debe ser vigilado para evitar un excesivo sombreamiento del parrón, lo que puede afectar la toma de color en un cultivar, como Timco y otras variedades coloreadas, como Scarlota, Red Globe, Crimson Seedless, entre otras.



**Figura 6.** Interceptación del paso de luz (%) en Thompson Seedless (izquierda) y Timco (derecha) bajo condiciones de cubierta plástica y aire libre en ensayos realizados en 3 temporadas en la Región de O'Higgins.

El paso de la luz hacia las hojas y racimos en el parrón, sumado a las modificaciones microclimáticas podría haber afectado la fotosíntesis y los procesos relacionados con ella, con este fin, durante el desarrollo del estudio se evaluaron dos parámetros que permiten estimar el funcionamiento del aparato fotosintético de las plantas. Uno de ellos se determinó mediante fluorescencia de clorofilas, lo que permitió determinar la eficiencia fotoquímica máxima del fotosistema II, comúnmente denominada  $F_v/F_m$  (Figura 7, derecha). En situaciones de estrés o cambios ambientales,  $F_v/F_m$  suele ser un excelente indicador para ver el estado fotosintético de la planta.



**Figura 7.** PRI Índice (izquierda) y  $F_v/F_m$  (derecha) determinadas en floración, envero y madurez en la variedad Thompson Seedless bajo cubierta plástica y aire libre en ensayos realizados en la Región de O'Higgins, durante 3 temporadas agrícolas.

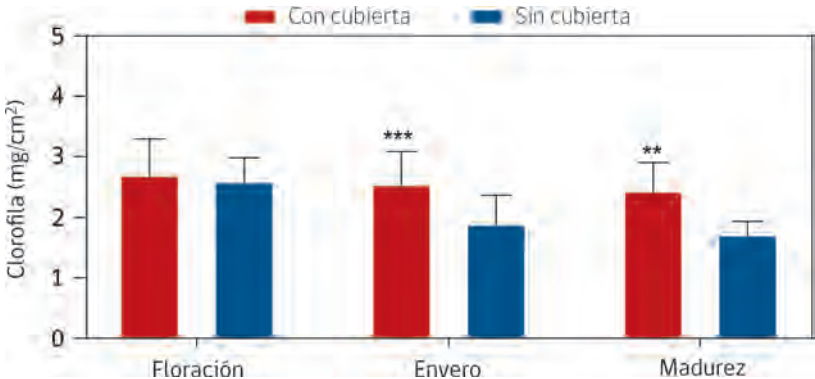


Los resultados presentados en la **Figura 7** sugieren que bajo la cubierta plástica la eficiencia del fotosistema II no registro diferencias significativas respecto al aire libre, ya que los valores de Fv/Fm al momento de la floración, en la variedad Thompson Seedless, son similares en ambas situaciones.

Un segundo parámetro utilizado para evaluar el proceso fotosintético fue el Índice de Reflectancia Fotoquímica (PRI, por sus siglas en Ingles). El PRI es sensible a los cambios en los pigmentos carotenoides que son indicativos de la eficiencia del uso de la luz fotosintética, la tasa de absorción de dióxido de carbono o como un índice de estrés hídrico confiable (Suarez *et al.*, 2009; Evain *et al.*, 2004). En la **Figura 7** (izquierda) se observa un incremento del PRI bajo la cubierta plástica, tanto en floración, como en envero y madurez, lo cual indica que no hay efectos negativos de la cubierta plástica en el proceso fotosintético.

Para complementar la información relacionada con los efectos a nivel fotosintético, también se analizó el posible efecto de la cubierta plástica sobre los pigmentos relacionados con el proceso fotosintético, como la clorofila a (**Figura 8**).

Los resultados mostraron que en floración no se observaron diferencias entre las hojas que permanecieron bajo cubierta o sin cubierta plástico, pero en envero y madurez, las hojas bajo cubierta plástica presentaron una concentración significativamente mayor de clorofila. Esto podría ser una forma de compensar la leve restricción de luz producida por las cubiertas plásticas en las hojas.

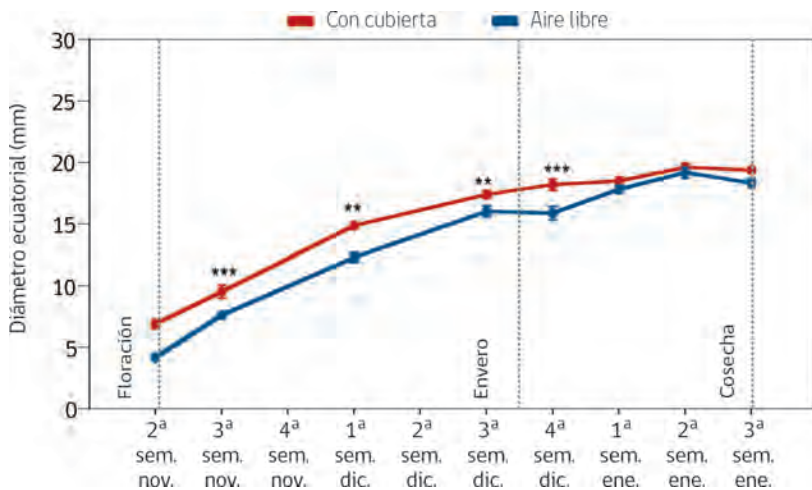


**Figura 8.** Contenido de clorofila en hojas fotosintéticamente activas, determinado en floración, envero y madurez en la variedad Thompson Seedless bajo cubierta plástica y aire libre en ensayos realizados en la Región de O'Higgins, durante la temporada 2017-2018.

# Influencia de la cubierta plástica sobre la calidad a cosecha

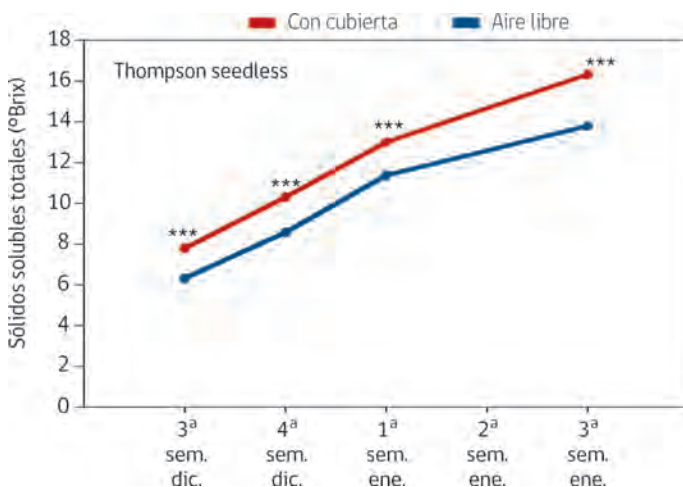
Los efectos microclimáticos, el adelantamiento fenológico y los cambios en el porcentaje de interceptación podrían reflejarse en la producción y calidad de la fruta bajo la cubierta plástica. En una primera instancia, se evidenció -acorde a lo descrito para la fenología- que la cosecha en ambas variedades, Thompson Seedless y Timco, se realizó aproximadamente con una semana de adelantamiento bajo el plástico.

La **Figura 9** muestra la evolución del diámetro ecuatorial de la baya desde aproximadamente 5mm hasta el momento de la cosecha. Desde el inicio de cuaja, hasta la cosecha las bayas, bajo cubierta plástica, presentaron mayor tamaño que al aire libre, diferencia que fue significativa, sobre todo entre cuaja y envero. Este aumento del diámetro, también fue acompañado de una acumulación mas acelerada de sólidos solubles totales, los que reflejaron una semana de adelantamiento bajo cubierta respecto a la fruta producida sin cubierta plástica (**Figura 10**).



**Figura 9.** Evolución del diámetro ecuatorial de baya en la variedad Thompson Seedless bajo cubierta plástica (rojo) y al aire libre (azul) durante la temporada 2017-2018.

Al momento de la cosecha se evaluaron 100 racimos por tratamiento, determinando su peso, número de bayas, peso y diámetro de baya y peso de raquis. El peso de racimos y número de bayas por racimo fue similar en ambos tratamientos, debido a que las labores de arreglo de racimo y ajuste de carga frutal fueron iguales en ambas condiciones.



**Figura 10.** Evolución de los sólidos solubles totales (°Brix) de baya en la variedad Thompson Seedless bajo cubierta plástica (rojo) y al aire libre (azul, durante la temporada 2017-2018.

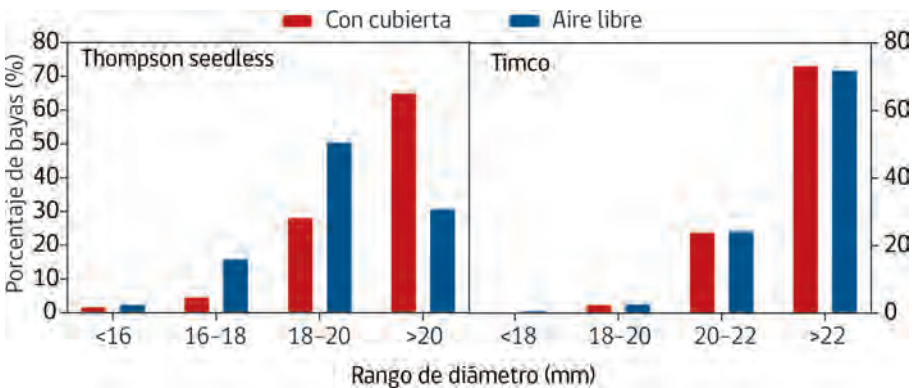
En el **Cuadro 1** se presenta el peso y diámetro de bayas a la cosecha de ambas variedades. Se observó un incremento del diámetro de baya en un 6% para Thompson Seedless y un 4% para Timco y un 12% de aumento en el peso de bayas para Thompson y un 3% para Timco, bajo cubierta plástica respecto al aire libre.

**Cuadro 1.** Peso y diámetro de bayas a cosecha en Thompson Seedless y Timco bajo cubierta plástica y aire libre en ensayos realizados en la Región de O'Higgins.

		Thompson	Timco
Peso promedio de baya (g)	Con Cubierta	7,25 ± 0,96	10,55 ± 1,70
	Aire libre	6,45 ± 0,76	10,15 ± 0,63
Diámetro promedio de bayas (mm)	Con Cubierta	19,98 ± 0,76	23,13 ± 1,46
	Aire libre	18,85 ± 0,86	22,5 ± 0,59

La variación en el peso y diámetro de bayas, también se vio claramente reflejada en la distribución de calibres de las bayas evaluadas (**Figura 11**). Para esta evaluación se consideraron aproximadamente 1000 bayas por tratamiento, las cuales fueron medidas, pesadas y distribuidas según sus calibres. Esta distribución muestra que en Thompson al aire libre el 50,5% de las bayas tenía un calibre entre 18-20 mm, mientras que bajo la cubierta

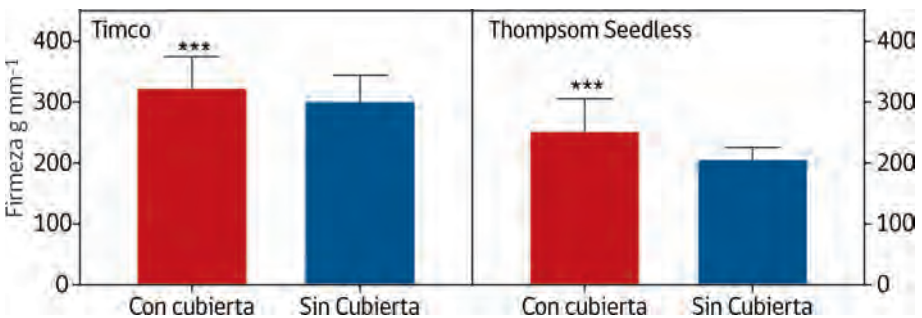
plástica el 65% de las bayas presentó calibres entre sobre los 20 mm en comparación a solo un 31% al aire libre en este rango.



**Figura 11.** Porcentaje de bajas según rango de diámetro en las variedades Thompson Seedless (izquierda) y Timco (derecha) bajo cubierta plástica y aire libre al momento de la cosecha.

En el caso de Timco, no se observaron diferencias de calibre. El 73% de las bayas bajo cubierta presentó calibres sobre los 22 mm, en comparación a un 71% al aire libre. Este comportamiento fue similar en todas las temporadas de estudio.

Al momento de cosecha, en la temporada, se midió la firmeza de las bayas en ambos cultivares, utilizando un equipo Firmtech (**Figura 12**). En ninguna de las variedades se detectaron bayas con problemas de firmeza, encontrándose todas sobre los 200 g mm<sup>-1</sup>. Más aun, en condiciones bajo cubierta plástica, en ambas variedades las bayas presentaron valores mayores de firmeza.

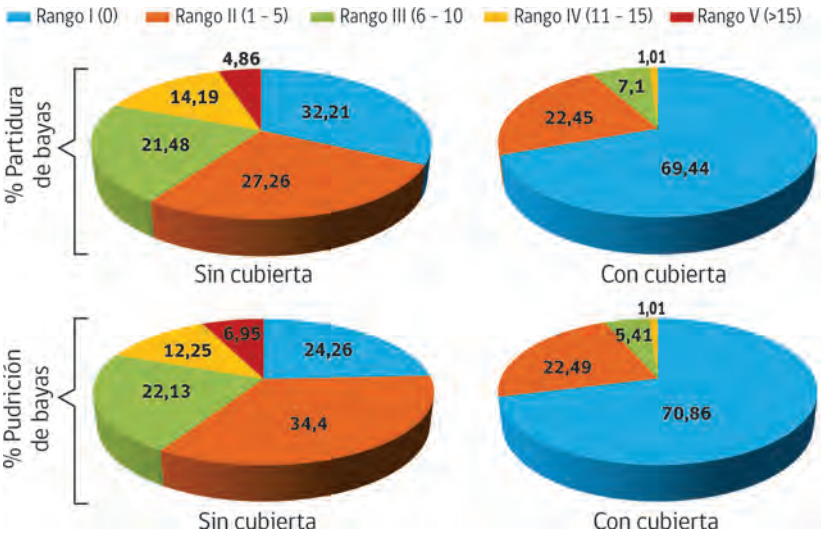


**Figura 12.** Firmeza en bayas de Timco (Izquierda) y Thompson Seedless (derecha) bajo cubierta plástica y aire libre al momento de la cosecha. Mediciones realizadas durante la temporada 2016-2017.

# Efectos de la cubierta plástica sobre la incidencia de partidura y pudrición a cosecha

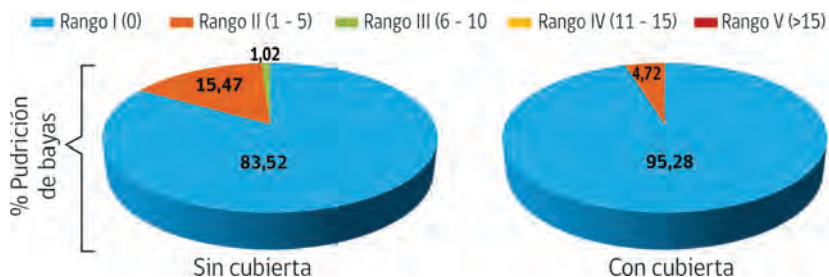
La evaluación de la incidencia de partidura y pudrición a cosecha se evaluó durante las tres temporadas de estudio. Si bien durante el período de estudio las condiciones climáticas fueron variables, en la temporada 2015-2016 se presentó un evento de precipitaciones durante el periodo estival que coincidió con la cosecha de la variedad Superior Seedless. Esto permitió evaluar la incidencia de pudriciones y partiduras, tanto condiciones de cubierta plástica como al aire libre.

Bajo la cubierta plástica, cerca del 70% de las bayas de Superior se encontraba libres de partidura y pudriciones, mientras que, al aire libre, menos del 35% de las bayas no presentaban partidura o pudriciones (**Figura 13**). Esto indica que la cubierta plástica cumplió un rol protector de la fruta ante lluvias al momento de la cosecha, generando una mejora significativa en la calidad de la fruta.



**Figura 13.** Porcentajes de Partidura (arriba) y pudrición (abajo) de bayas en la variedad Superior al momento de la cosecha. Cosecha realizada post lluvia en la temporada 2015-2016 en San Vicente, Región de O'Higgins. La evaluación se hizo de acuerdo a una escala cualitativa, desde el Rango I (0% de bayas con pudrición o partidura en el racimo) al Rango V (más de 15% de bayas con pudrición o partidura en el racimo).

Para Thompson Seedless, durante las tres temporadas de evaluación no se presentaron lluvias en periodo de cosecha. A pesar de no existir este factor de riesgo, se observó una disminución de aproximadamente un 10% de la pudrición bajo cubierta (**Figura 14**), siendo los resultados consistentes durante las temporadas de evaluación.



**Figura 14.** Porcentajes de pudrición de bayas en la variedad Thompson Seedless al momento de la cosecha en San Vicente, Región de O’Higgins. La evaluación se hizo de acuerdo a una escala cualitativa desde el Rango I (0% de bayas con pudrición o partidura en el racimo) al Rango V (más de 15% de bayas con pudrición o partidura en el racimo).

## Efecto del color del plástico sobre la calidad y color de la fruta

Actualmente, el mercado de las cubiertas plásticas en uva de mesa ha buscado alternativas para mejorar la producción y la condición de la fruta. Una de estas alternativas es utilizar plásticos de colores distintos a los convencionales.

En general, el uso de diferentes colores de plástico se ha utilizado con el fin de corregir o mejorar alguna condición de la fruta, como por ejemplo la coloración de las bayas en variedades rojas.

En este sentido, en el predio donde se desarrolló el estudio del uso de cubiertas plásticas se evaluó también el efecto de dos colores de plástico (verde y blanco) en la variedad Scarlotta. En este cuartel, durante la temporada 2017/18, se evaluó el posible efecto de estos colores de plástico, sobre la coloración de las bayas. Además, se evaluó la efectividad de la aplicación ethefón para corregir los eventuales problemas de coloración de la fruta que supone la presencia de la cubierta plástica.



El **Cuadro 2** describe los tratamientos evaluados, los que corresponden a los colores del plástico utilizado con o sin aplicación de ethefón, mientras que en el **Cuadro 3** se presentan las características técnicas de los plásticos usados en este ensayo.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo de cubiertas plásticas blancas y verdes en la variedad Scarlotta Seedless.

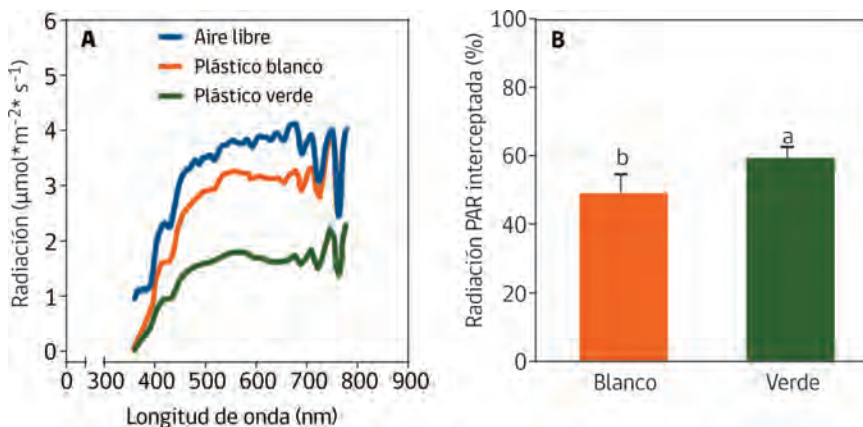
Tratamiento	Color de plástico	Ethefón (g·ha <sup>-1</sup> )
Blanco	Blanco	0
Verde	Verde	0
Blanco+	Blanco	350
Verde+	Verde	350

**Cuadro 3.** Características técnicas del plástico blanco y verde.

Características	Plástico color blanco (EcoWhite, Serroplat)	Plástico color verde (EcoStrong3, Serroplat)
Color según catálogo	Blanco	Verde claro
Espesor nominal	130 µm	130 µm
Transmisión de total de luz visible	89 %	92 %
Transmisión de luz directa	45 %	56 %
Transmisión de luz difusa	44 %	36 %
Efectividad infraroja	40 %	42 %

Los colores de los plásticos utilizados poseen diferentes características en cuanto al espectro de la luz filtrada. Las mediciones hechas, entre los plásticos y el dosel, indican que ambos colores, respecto al espectro de luz al aire libre, tienden a disminuir la luz total (**Figura 15A**). Sin embargo, las longitudes de onda en las que ocurren los peak de máxima radiación son diferentes.

Al aire libre la máxima radiación ocurre cerca de los 670 nm (espectro rojo), mientras que para los plásticos de color blanco y verde es cerca de los 780 nm (espectro rojo lejano). Además, se observó que el plástico verde es el que disminuye mayormente la radiación, que llega a las plantas, respecto al aire libre.

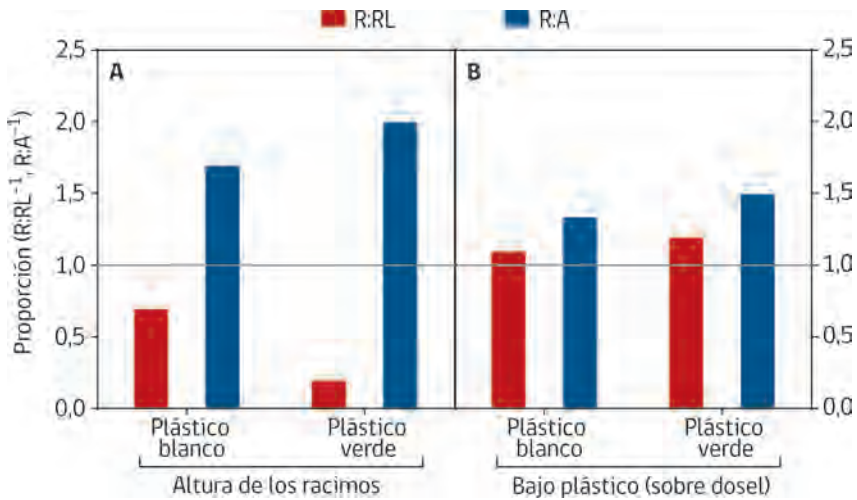


**Figura 15. A.** Espectro de luz al aire libre (azul), plástico blanco (naranja) y plástico verde (verde). **B.** Diferencia en la interceptación de la radiación PAR entre la condición bajo plástico blanco y verde durante la floración. La radiación incidente fue medida entre la cubierta plástica y el dosel. Mediciones realizadas a medio día solar (aproximadamente 13:00 horas) en floración. Letras diferentes indican diferencias significativas.

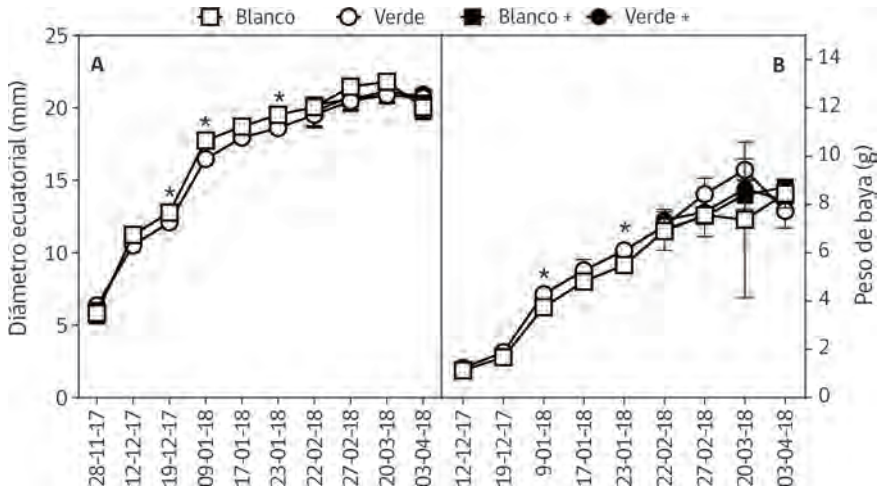
Más aún, se determinó la interceptación de la radiación PAR en ambos colores de plástico, entre la cubierta y el dosel (sin interferencia de la cubierta vegetal), y se observó que el plástico verde intercepta significativamente mayor radiación PAR respecto al plástico de color blanco.

Al evaluar la relación entre rojo - rojo lejano (R:RL) y rojo y azul (R:A) se observa que la mayor reducción de la relación R:FR se produce a la altura de los racimos, donde la luz ha sido interceptada por el dosel (**Figura 16 A**). Entre el plástico y el dosel (**Figura 16 B**), la relación no es menor a 1, indicando que se mantiene una proporción similar de estas dos longitudes de onda (**Figura 16 B**) independiente del color del plástico que cubre el parronal. Además, a la altura de los racimos se observa una disminución importante de la luz roja respecto a la luz azul, indicando un empobrecimiento de este color de luz.

En la **Figura 17** se presenta el efecto del color del plástico sobre el crecimiento de las bayas, tanto en diámetro como en peso. Las plantas cultivadas bajo el plástico verde presentan diámetros mayores que aquellas cultivadas bajo el plástico blanco (**Figura 17 A**). Estas diferencias en el diámetro de las bayas se vieron también reflejadas en el peso de estas, en ciertos periodos del crecimiento de las bayas. Las bayas bajo el plástico verde tienden a presentar un mayor peso que aquellas bajo el plástico blanco (**Figura 17 B**). Sin embargo, estas diferencias en el diámetro y peso se perdieron una vez alcanzada la cosecha.

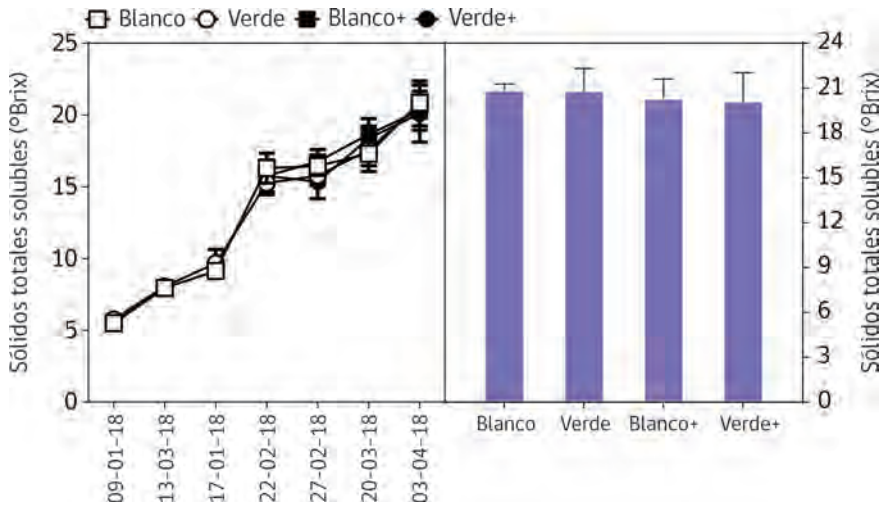


**Figura 16. A.** Proporción entre el espectro rojo y rojo lejano (R:RL) y entre el espectro rojo y azul (R:A), a la altura de los racimos en los plásticos de color blanco y verde. **B.** Proporción entre R:RL y R:A, bajo el plástico (sobre el dosel) en los plásticos de color blanco y verde. Mediciones realizadas a medio día solar (aproximadamente 13:00 horas) y a inicios de enero.



**Figura 17. A** Evolución del diámetro ecuatorial para cada uno de los tratamientos desde cuaja a cosecha. **B.** Evolución del peso de las bayas para cada uno de los tratamientos desde cuaja a cosecha. Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos para la fecha correspondiente. La flecha indica el momento de la aplicación de ethefón (23 de enero de 2018).

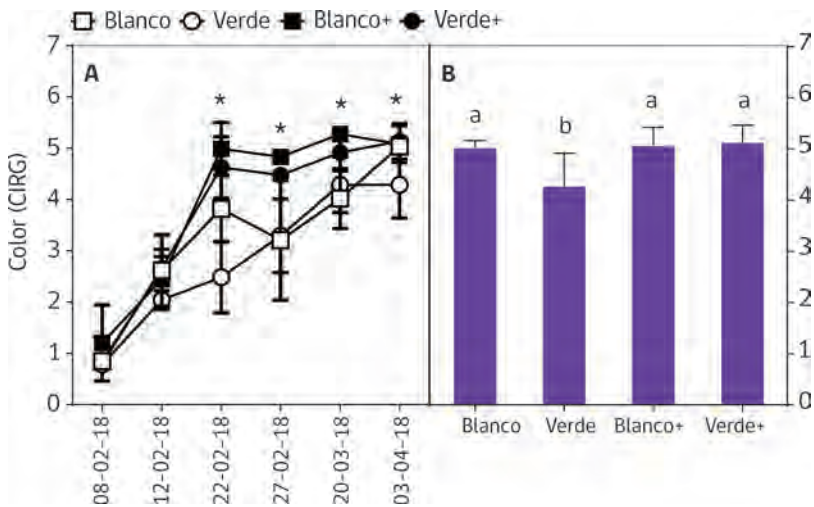
La aplicación de ethefón no generó ninguna diferencia en los tratamientos en el peso y diámetro de las bayas. En cuanto a la acumulación de sólidos solubles, tampoco se observaron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos evaluados (**Figura 18**), alcanzando todos fácilmente los 20°Brix al momento de la cosecha (03 de abril de 2018).



**Figura 18.** A. Evolución del contenido de los sólidos solubles y B. Valores de sólidos solubles totales al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos.

En resumen, al momento de cosecha, tanto el peso, diámetro y sólidos solubles totales, no tuvieron diferencia entre los tratamientos. Por lo tanto, las diferencias en la radiación, dada por los plásticos blancos y verdes, no produciría efectos sobre estos parámetros.

En cuanto al color de las bayas (expresado como Color Index for red Grapes; CIRG) se observa un marcado efecto tanto del color de plástico como de la aplicación de ethefón. De esta manera, es el tratamiento Verde (ver cuadro 4 para descripción) el que propicia una menor coloración de las bayas y el tratamiento Blanco+ el que presenta valores más altos de CIRG (**Figura 19 A**). Estas diferencias se mantuvieron hasta el momento de la cosecha, donde el tratamiento Blanco, logró valores similares a los tratamientos con aplicación de ethefón, mientras que el tratamiento, con plástico de color verde, sin aplicación de ethefón presentó los valores más bajas de CIRG (**Figura 19 B**).



**Figura 19. A.** Evolución del color de las bayas desde inicio de enero hasta la cosecha. **B.** Color de bayas al momento de la cosecha. El color es expresado como CIRG (Color Index for Red Grape). Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos para la fecha correspondiente. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

El menor color desarrollado en las bayas de las plantas bajo el plástico de color verde, se podría explicar por la disminución en el espectro azul de la luz que propicia este color de plástico (**Figura 16**). Existen estudios que señalan la importancia de la luz azul y ultravioleta, para la acumulación y síntesis de antocianinas pigmentos responsables de la coloración roja de las bayas (Matus *et al.* 2009).

A pesar de esto, las aplicaciones de ethefón resultaron ser efectivas en la corrección del desarrollo deficiente de color, ya que el tratamiento Verde+ prestó valores estadísticamente iguales al tratamiento con valores más altos de CIRG (Blanco+).

Paralelamente, los resultados indican que el plástico blanco es capaz de propiciar un color tan alto como el observado en los tratamientos con aplicación de ethefón. Si se consideran además los resultados en diámetro y peso de bayas, pareciera ser que el plástico de color blanco es suficiente para asegurar un adecuado desarrollo de la fruta en la variedad Scarlotta. Sin embargo, es muy importante señalar que estos resultados no pueden ser extrapolados a otras variedades o condiciones de cultivos, ya que constituyen una primera aproximación en cuanto a la relación del color del plástico y la calidad de la fruta.