



# Cerezos bajo cubiertas plásticas en Chile: efecto en la fenología y calidad de la fruta

J. SÁNCHEZ-CONTRERAS, M. PALMA, D. SIMEONE, M. FUENTES, Á. SEPÚLVEDA, J.A. YURI

Unidad de cerezo. Centro de Pomáceas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Talca, Chile.

## RESUMEN

Se estudió el efecto de las cubiertas plásticas, tipo techo a dos aguas y macrotúnel, en el microambiente y comportamiento del cerezo, en dos condiciones edafoclimáticas de Chile.

El techo permitió menor transmisión de radiación total y PAR, comparado con el macrotúnel. Este último filtró un 98% de la radiación UV, comparada con un 68% en el techo.

El crecimiento vegetativo se vio poco afectado por las cubiertas, aunque con diferente magnitud entre las localidades.

El potencial xilemático fue mayor bajo el techo a dos aguas y menor en el macrotúnel, respecto al aire libre.

El macrotúnel generó el mayor adelanto de la floración y cosecha en ambas zonas.

La fruta mostró mayor tamaño y dulzor bajo ambas cubiertas, pero menor firmeza. El color no se vio afectado.

Las diferencias observadas sugieren la aplicación de un manejo diferenciado bajo cubiertas plásticas, atendiendo los requerimientos hídricos y nutricionales, de acuerdo al microclima en cada condición.

**Palabras claves:** Cerezos, Cubiertas, Macrotúnel, Fisiología.

## ABSTRACT

**Sweet cherry trees under plastic covers in Chile: effect on the phenology and the fruit quality.** The effect of plastic covers, roof and hightunnel type, was studied on the microenvironment and sweet cherry performance, under two edaphoclimatic conditions in Chile.

The roof allowed lower transmission of total radiation and PAR, compared to the hightunnel. The last one filtered 98% of UV radiation, compared to 68% in the roof.

The vegetative growth was little affected by covers, although in different magnitudes between the localities.

The xylem potential was higher under the roof and lower in tunnel, compared to outdoor.

The tunnel accelerated the blooming time and harvest in both areas.

Cherries showed greater size and sugar content under both covers, but lower firmness; color was not affected.

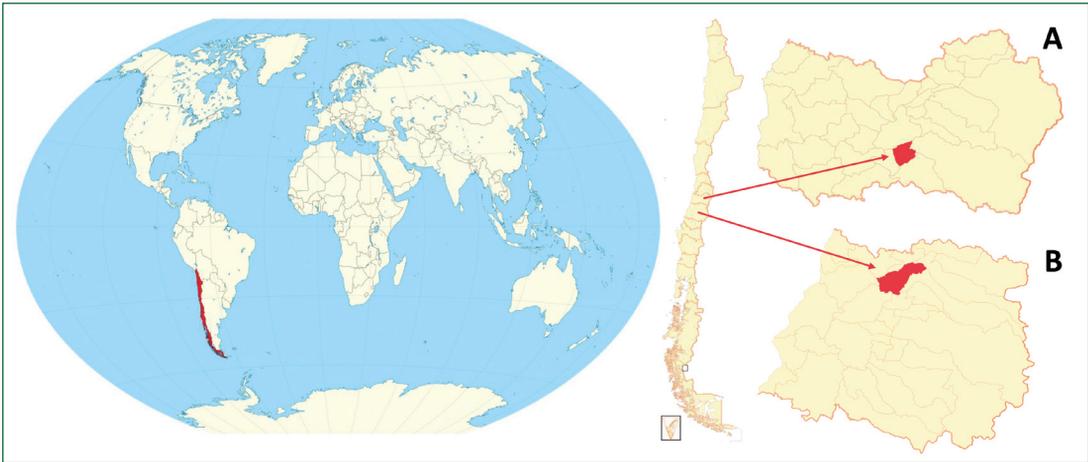
The observed differences suggest the use of differentiated management in orchards under plastic covers, attending water and nutritional requirements according to the microclimate in each condition.

**Key words:** Cherries, Plastic covers, High tunnel, Physiology.

Chile continúa mostrando un exponencial incremento de la superficie plantada con cerezos. En la actualidad se estiman 29.000 hectáreas (ha) productivas y otras 20.000 de huertos en formación; se prevé que en 2023 habrá alrededor de 60.000 ha plantadas, las que generarán un volumen de exportación de 346.000 toneladas (t), esto es, un 44% más que hoy.

La intensificación del cultivo del cerezo representa un gran desafío tecnológico, logístico y económico para la fruticultura chilena, debido a la elevada demanda de recursos y la optimización de los procesos productivos. Ello incluye rediseñar huertos a sistemas de conducción peatonal, mecanización y facilitación de las labores manuales, protección contra eventos climáticos, almacenaje, empaque, transporte, entre otros, a fin de obtener fruta de calidad exportable, que tolere largos viajes hasta su destino, hoy principalmente China.

Frente a este gran desafío y a la creciente demanda de información local, el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca creó en 2017 la Unidad del Cerezo, focalizada en brindar soluciones técnicas y científicas, a los principales problemas que enfrenta la producción intensiva de cerezas, apoyada con recursos públicos (Fundación para la Innovación Agraria, FIA) y privados (Productores, Corporación Pomanova).



**Figura 1.** Zonas en donde se evaluaron las cubiertas plásticas antilluvias (Techos a dos aguas y macrotúneles). A: ubicación del huerto en la Región de O'Higgins. B: huerto en la Región del Maule.

La investigación en cerezas realizada por el Centro de Pomáceas data desde hace 18 años, abordando temáticas de fenología, nutrición, fisiología, microambiente y de manejo de la fruta en postcosecha. Esto ha ayudado a lograr una visión más objetiva de la eficiencia de diferentes alternativas tecnológicas disponibles en el mercado, para el manejo de los huertos y procesamiento de la fruta, y además, contribuyendo en la formación de Ingenieros Agrónomos.

Caracterizar el ambiente, estudiar la expresión vegetativa, la nutrición mineral, el desarrollo de la fruta y su comportamiento en postcosecha, es fundamental para obtener cerezas exportables de alta calidad, y son las temáticas que ocupan al Centro de Pomáceas actualmente.

La incertidumbre climática, manifestada a nivel global, representa un nuevo paradigma que deben enfrentar los productores de cerezas. En este nuevo escenario, eventos como heladas y lluvias intensas en primavera han mostrado un mayor riesgo de ocurrencia, pudiendo provocar severos daños en el cultivo, perjudicando el retorno económico del productor.

Ante los riesgos meteorológicos, se estima que entre el 10–15% de los productores chilenos han optado por instalar cubiertas plásticas antilluvias, principalmente para proteger al fruto de las partiduras, y adicionalmente de heladas radiativas, vientos y ligeras granizadas. Por ello,

a pesar del elevado costo de instalación (22.000 USD/ha), su implementación sigue en aumento. Además, un número creciente de productores, está optando por estructuras más complejas, como macrotúneles (45.000–55.000 USD/ha), que ofrecen condiciones de invernadero por lo que su principal función, aparte de evitar daños provocados por eventos climáticos, es adelantar la fenología del cultivo y con ello, la cosecha, con lo que se consigue mayor retorno económico con la exportación de primores.

La Unidad del Cerezo ha evaluado por dos temporadas el uso de cubiertas plásticas: techos a dos aguas y macrotúneles, en la localidad de Placilla, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins y en Sagrada Familia, Región del Maule (*Figura 1*). Ambas zonas de estudio poseen clima templado cálido y cuentan con similares estructuras y composición de materiales, que permiten un adecuado manejo de apertura y cierre de éstas. Los cuarteles de los dos huertos estudiados combinan la variedad 'Santina' injertada sobre patrón 'Colt', con la diferencia de que en el huerto situado en O'Higgins, los cerezos están conducidos en Eje Central (EC) con un marco de plantación de 4,5 × 2,4 m (925 plantas ha<sup>-1</sup>), mientras que en el del Maule, la distancia entre los árboles es de 4 × 2,2 m (1.136 plantas ha<sup>-1</sup>) y conducidos por el sistema *Kym Green Bush* (KGB) (*Figura 2*).

# Protecciones eficientes



 **novafrut**  
redestecnicas.com

Servicios  
a  
medida

Planos GPS  
y marcajes

Montaje  
integral

Maquinaria  
especializada



antigranizo



antilluvia



sombreo



anti insectos



climática



anti pájaros



emparrados



cortavientos



tela  
reflectante



deportes



cerramientos



helicultura



piscifactorías

NOVA FRUTICULTURA, SL - [www.redestecnicas.com](http://www.redestecnicas.com) - [comercial@redestecnicas.com](mailto:comercial@redestecnicas.com)

Girona: Terres Blanques, 10  
17600 Figueres  
Tel. +34 972 510 685

Lleida: Pol. Ind. Vila-sana,  
Pla de la Cometa, 3 - 25245 Vila-sana  
Móvil 600 430 978





**Figura 2.** Cerezos cv. Santina sobre ‘Colt’ conducidos por KGB. Arriba: cerezos bajo macrotúnel; tejido HDPE con 150  $\mu\text{m}$  de espesor. Abajo: techo antilluvias a dos aguas; tejido HDPE tipo rafia y 250  $\mu\text{m}$  de espesor. Región del Maule, Chile.

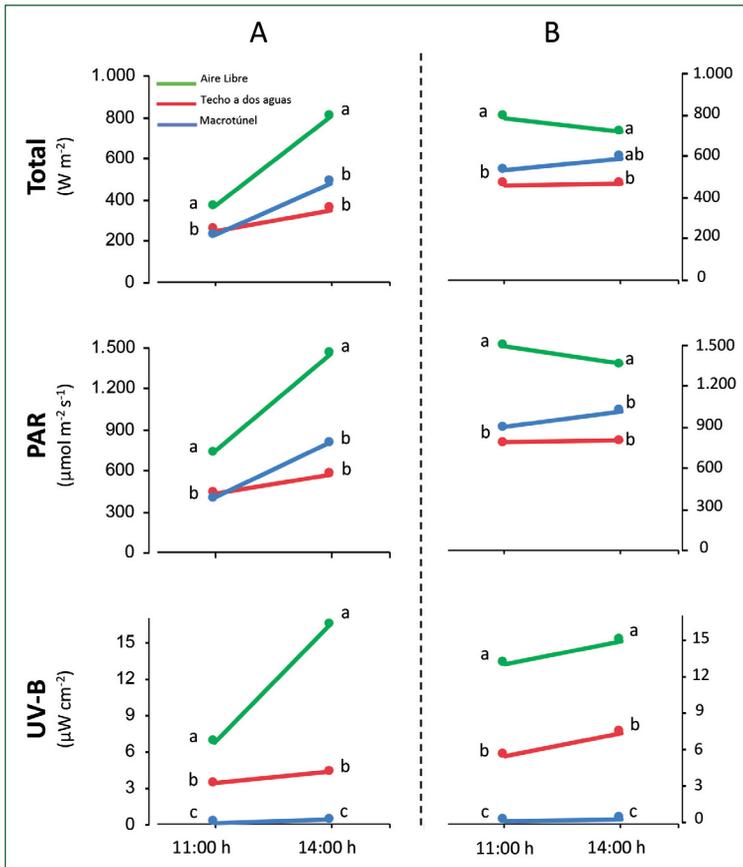
Los tejidos plásticos de techos y macrotúneles, si bien son de polietileno de alta densidad (HDPE), poseen diferentes características (Figura 2), por lo que, sumado a cada estructura, generaron distintos niveles radiación solar interceptada (Figura 3). Cuando el sol estaba en posición cenital (14:00 h en Chile), la cubierta a dos aguas generó un ambiente más sombrío que el túnel, con cerca de 16 puntos porcentuales menos de Radiación Solar Total ( $\text{W m}^{-2}$ ), en ambos huertos. La Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) mostró un patrón similar a la Total en ambas localizaciones, coincidiendo con BLANKE y BALMER (2008).

El HDPE utilizado en ambas estructuras evidenció diferencias ante el paso de radiación solar, especialmente en el rango de radiación UV. Así, los techos permitieron la transmisión del 26–50% de la radiación UV-B ( $\mu\text{W cm}^{-2}$ ) registra-

da al aire libre, en Placilla y Sagrada Familia, respectivamente, mientras que el macrotúnel dejó pasar solo un 2% en ambos huertos. Esta enorme diferencia se debe a los aditivos protectores de UV en los plásticos de los macrotúneles, los cuales ayudan a extender su vida útil.

El Cuadro 1 muestra la conductancia estomática y potencial hídrico de los árboles testigos y bajo tejidos HDPE en ambos huertos. La primera tendió a disminuir bajo el techo a dos aguas, aunque sin diferencias significativas. Por otro lado, el potencial xilemático fue menos negativo bajo techos antilluvias y más negativo bajo macrotúnel, influyendo en éste el estrés por altas temperaturas y menor disponibilidad hídrica durante el verano (SEPÚLVEDA *et al.*, 2019; MEDRANO *et al.*, 2007).

El crecimiento vegetativo se vio mínimamente afectado por ambas cubiertas, aunque



**Figura 3.** Radiación Solar Total, PAR y UV-B interceptada en huertos de cerezos cv. Santina/‘Colt’ al Aire Libre (verde), bajo Techo (rojo) y Macrotúnel (azul), de la Región de O’Higgins (8-nov-2019; columna A;) y de la Región del Maule (8-oct-2019; columna B), en dos momentos del día (11:00 y 14:00 h). Promedios en una misma hora seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente. Test HSD de Tukey (p≤0,05).

**Cuadro 1.** Conductancia estomática y Potencial hídrico de los huertos evaluados.

Región	Tratamiento	Fecha	Conductancia estomática	Potencial xilemático
			(mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	(MPa)
O’Higgins	Aire Libre	08-oct-19	337	-0,91 a
	Techo		322	-0,74 b
	Macrotúnel		383	-1,00 a
			n.s.	**
Maule	Aire Libre	08-nov-19	257	-0,84 a
	Techo		229	-0,81 a
	Macrotúnel		242	-0,98 b
			n.s.	**

Valor promedio de 3 hojas medidas en 10 árboles por tratamiento. Promedios seguidos por diferentes letras sí difieren estadísticamente. Test HSD de Tukey (p≤0,05).

con magnitudes diferentes entre los huertos. En la Región del Maule, la longitud de los brotes anuales no mostró variación, pero se observó un descenso en el número de hojas y área

foliar por brote, principalmente en el macrotúnel. En la Región de O’Higgins, se observó un crecimiento de brotes 10 cm inferior bajo el techo a dos aguas. No obstante, el número de ho-

**Cuadro 2.** Expresión vegetativa de los huertos evaluados en ambas regiones durante 2019–20.

Región	Tratamiento	Fecha	Largo brote (cm)	Nº hojas/brote	Área foliar/brote (cm <sup>2</sup> )	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Materia seca (%)
O'Higgins	Aire Libre	05-feb-20	54,2 a	19,0	1.367,8	72,2	38,9
	Techo		44,4 b	17,4	1.363,7	78,3	41,5
	Macrotúnel		43,7 b	19,3	1.364,3	70,5	39,9
			**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Maule	Aire Libre	28-ene-20	26,2	18,8 a	1.043,9	56,2	44,3
	Techo		26,5	17,7 ab	1.062,4	61,2	43,2
	Macrotúnel		26,3	15,8 b	0.947,5	60,0	44,4
			n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

Valor promedio de 3 brotes anuales medidos en 10 árboles por tratamiento. Promedios seguidos por diferentes letras sí difieren estadísticamente. Test HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 4.** Algunos equipos utilizados para las mediciones ecofisiológicas y caracterización del microambiente: (1) SPAD; (2) Porómetro; (3) Sensor óptico Dualex-4; (4) Medidor de fotosíntesis portátil y; (5) Radiómetro UV-B.

jas y el área foliar total de los brotes tampoco manifestó variación. Por lo tanto, no hubo un incremento de biomasa en contraposición a lo que ocurre en otras latitudes (BLANKE y BALMER, 2008).

El tamaño y contenido de materia seca de las hojas no fue afectado por las cubiertas, en los dos huertos (Cuadro 2).

A pesar de que las variables foliares no mostraron diferencias significativas, el efecto del

macrotúnel en las hojas de ambos huertos sí se evidenció en ligeros incrementos en el contenido de clorofilas, tanto estimado en unidades SPAD, como químicamente, con diferencias de hasta el 50%. Las mismas hojas también mostraron menores valores de compuestos fenólicos (flavonoides; Dualex-ForceA), entre 20–30% con respecto a las de los testigos, debido probablemente al gran porcentaje de radiación UV filtrada (Figura 4).



**KDOS®**

El mejor  
bactericida de  
todos los cobres



tecnología  
**BIO  
ACTIVE**

**La tecnología exclusiva Bio-Active de cobre KDOS asegura:**

La mayor cantidad  
de cobre  
biodisponible



Máxima eficacia  
frente a bacterias  
en tus frutales



Disminución de  
bacterias y hongos  
en prefloración



**CERTIS**  
Growing Together



PRODUCTO PARA USO POR AGRICULTORES PROFESIONALES. REGISTRO NÚM. 22.002  
LEA Y SIGA LAS INSTRUCCIONES DE USO DETALLADAS EN LA ETIQUETA DEL PRODUCTO.



**Figura 5.** Cerezos en floración cv. Santina sobre ‘Colt’ conducidos en EC bajo Macrotúnel en la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins (izda.). Abeja melífera y colmena complementaria de abejorro (*Bombus terrestris*) bajo macrotúnel (dcha.).

**Cuadro 3.** Estados fenológicos y su adelanto producto de los cubiertas en los huertos evaluados.

Región	Tratamiento	Sistema conducción	Plena Flor	$\Delta_{PF}$ (días)	Inicio cosecha	$\Delta_{Cosecha}$ (días)
O’Higgins	Aire Libre (*)	EC	30-sept-19		21-nov-19	
	Techo		06-sept-19	-24	18-nov-19	-3
	Macrotúnel		09-sept-19	-21	16-nov-19	-5 (**)
Maule	Aire Libre	KGB	30-sept-19		03-dic-19	
	Techo		13-sept-19	-17	29-nov-19	-4
	Macrotúnel		23-ago-19	-38	19-nov-19	-14

(\*) Testigo sin aplicación de rompedor de dormancia. En el resto de tratamientos se aplicó en el mes de julio.

(\*\*) Atraso en cosecha debido a la espera de obtener mayor coloración en la fruta.

Los aditivos anti-UV, que se incluyen en los tejidos plásticos de los macrotúneles para aumentar su vida útil, tendrían un fuerte efecto desorientador sobre el vuelo de abejas durante la floración, pero no influyen en la coloración de los frutos, según nuestros estudios (SÁNCHEZ-CONTRERAS, 2019). Asimismo, una excesiva acumulación térmica en el interior de los macrotúneles podría reducir la longevidad del óvulo, a pesar de que favorece el crecimiento del tubo polínico (Figura 5).

El Cuadro 3 muestra las diferencias en los estados fenológicos entre los diferentes trata-

mientos. El macrotúnel mostró un claro adelanto en el inicio de floración en ambas zonas, con un anticipo de 38 días (d) en la Región del Maule y de 21 d en la Región de O’Higgins, al compararlos con sus respectivos testigos. Sin embargo, a pesar del amplio margen entre las fechas de floración, el momento de cosecha en los árboles bajo macrotúnel en O’Higgins solo se adelantó 5 d respecto al aire libre, debido a la espera por más coloración, a diferencia de los 14 d de adelanto en la cosecha conseguidos en el macrotúnel del Maule, al igual que lo señalado por LANG *et al.* (2014).

**Cuadro 4.** Índices de madurez a cosecha de cada huerto y tratamiento evaluados en las Regiones de O'Higgins y del Maule (2019–20).

Región	Tratamiento	Peso (g)	Diámetro (mm)	Color (1–5)	Firmeza (g/mm)	SS (° Brix)
O'Higgins	Aire Libre	10,2 b	26,5 c	3,8 b	251,2 a	17,8
	Techo	12,5 a	28,6 a	4,3 a	230,1 b	17,9
	Macrotúnel	11,9 a	27,8 b	4,4 a	253,8 a	16,9
		**	**	**	**	n.s.
El Maule	Aire Libre	8,8 c	25,9 b	4,7 a	273,4 a	19,1 b
	Techo	9,8 b	25,9 b	4,4 b	223,9 b	19,1 b
	Macrotúnel	10,8 a	27,8 a	4,5 ab	227,6 b	21,6 a
		**	**	**	**	**

Valores promedios de muestras obtenidas de 5 repeticiones por tratamiento, con 10 frutos por repetición. Promedios seguidos por diferentes letras si difieren estadísticamente. Test HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En la primera temporada de uso (2018–19), ambos macrotúneles no tuvieron suficiente producción comercial de fruta. Sin embargo, en la siguiente (2019–20), se mejoraron las prácticas de ventilación e incluyeron abejorros (*Bombus* sp.) para normalizar el cuajado (Figura 5). Así, se logró un rendimiento de 16,3 t ha<sup>-1</sup> en la Región de

O'Higgins y de 6 t ha<sup>-1</sup> en la Región del Maule, superando incluso la producción del sector al aire libre en 4,5 t ha<sup>-1</sup> en el primer caso. El huerto con formación en KGB del Maule proyecta rendimientos muy elevados para la temporada 2020–21, tal y como se observó por un incremento de casi el doble de rendimiento de los cerezos bajo



# TREFILADOS URBANO, S.L.

ALAMBRE DE HIERRO Y ACERO



**ALAMBRE, TRENZA Y CABLES DE ACERO GALVANIZADO PARA INSTALACIONES DE ESPALDERAS Y ESTRUCTURAS ANTIGRANIZO**

**AHORA TAMBIÉN EN GALVANIZADO+ALUMINIO**

Ctra. de la Paz s/n.º • 14100 LA CARLOTA (Córdoba) ESPAÑA

Telf. +34 957 30 00 75 - Fax +34 957 30 00 09

E mail: info@trefiladosurbano.com • www.trefiladosurbano.com





**Figura 6.** Diferencias fenológicas entre árboles al Aire Libre (fila superior), bajo Techo (centro) y bajo Macrotúnel (fila inferior). Fotografías tomadas el 12-sep-2019 (izda.) y el 08-oct-2019 (dcha.), en huerto de Sagrada Familia, Región del Maule.

techos a dos aguas, pasando de 7,3 t ha<sup>-1</sup> a 12,2 t ha<sup>-1</sup> entre 2018–19 y 2019–20.

Al analizar los índices de madurez a cosecha (*Cuadro 4*), se aprecia que la mayoría de las variables de calidad de la fruta fueron afectadas por los tratamientos cubiertos (techos a dos aguas y macrotúneles), aunque con distinta magnitud en cada huerto.

El peso de los frutos fue significativamente más alto bajo ambos plásticos. En el huerto del Maule, con árboles conducidos por KGB, los frutos bajo cubierta a dos aguas y macrotúnel pesaron 1 y 2 g más que los del control, respectivamente. Sin embargo, en el huerto en la Región de O'Higgins, los frutos bajo techo a dos aguas fueron los que obtuvieron la mayor ganancia. A su vez, el tamaño de los frutos registró similar tendencia.

El efecto de las cubiertas sobre la coloración de los frutos fue mínimo, observándose resultados inversos entre los huertos. En Sagrada Familia, el color de los frutos tendió a ser levemente más tenue bajo las dos estructuras plásticas, y en Placilla, ligeramente más oscuro. A pesar de las diferencias estadísticas, la variación es casi imperceptible a simple vista, obteniéndose una media de color en la misma categoría para los tres tratamientos. Ello es concordante con estudios previos realizados por la Unidad del Cerezo, en donde se observó que la radiación UV-B no influye en la concentración de antocianinas de cultivares rojos, no ocurriendo lo mismo en cvs. bicolors, donde sí se requirió de exposición a radiación solar para el desarrollo de pigmentos (YURI *et al.*, 2019).

En cuanto a la firmeza de los frutos, la cubierta a dos aguas ejerció un efecto negativo en los dos huertos. El macrotúnel tuvo un resultado equivalente al de los techos en el Maule y nulo en O'Higgins. La firmeza varió entre 230 y 275 g mm<sup>-1</sup>, que equivalen aproximadamente a 70–75 unidades Durofel.

El contenido de sólidos solubles de los frutos no mostró variaciones bajo techos a dos aguas con respecto al aire libre, mientras que bajo macrotúnel, éste aumentó significativamente solo en Sagrada Familia.

El uso de estructuras plásticas protectoras genera cambios en la transmisión de radiación solar, alterando el crecimiento vegetativo y repro-

ductivo de los árboles. Estas diferencias están directamente relacionadas con los cambios de temperatura de cada microambiente, por lo que debería prestarse atención al riego, sobre todo bajo macrotúnel. A su vez, los efectos negativos en la expresión vegetativa y en la calidad de fruta deben ser atenuadas por medio de un programa nutricional diferenciado.

El uso de macrotúneles en cerezos cumple su principal función: adelantar la fenología, tanto de la floración como de la cosecha (*Figura 6*). El adelanto de esta última provoca un gran impacto económico en el retorno al productor, ya que la calidad de las cerezas no solo se mantiene al compararla con la producida en los árboles al aire libre, sino que también mejora el tamaño y el dulzor.

Actualmente, el Centro de Pomáceas, a través de su Unidad del Cerezo, cuenta con personal especializado para realizar investigación en terreno y en postcosecha, y se dispone de la Plataforma Nutricional y Climática IKAROS (<https://plataformaikaros.cl/#/>), por medio de la cual se integran variables que son determinantes en la calidad y condición de la fruta, para ajustar las necesidades de cada huerto en función de sus requerimientos.

*Documento elaborado gracias al apoyo de FIA mediante el Proyecto: "Indicadores nutricionales y agroclimáticos para la producción de cerezas de alta calidad bajo cubiertas plásticas: una estrategia de adaptación microclimática" (PYT-2019-0325).* •

## Bibliografía

- BLANKE, M. M. Y BALMER, M. (2008). Cultivation of sweet cherry under rain covers. *Acta Horticulturae* 795: 479–484.
- LANG, G. A., SAGE, L. Y WILKINSON, T. (2014). Ten years of studies on systems to modify sweet cherry production environments: retractable roofs, high tunnels, and rain-shelters. *Acta Horticulturae* 1130: 83–90.
- MEDRANO H., J. BOTA, J. CIFRE, J. FLEXAS, M. RIBAS-CARBÓ Y J. GULÍAS. (2007). Eficiencia en el uso de agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas* 43: 63–84.
- SEPÚLVEDA, Á., ARENAS, L., YYURI J.A. (2019). Desafíos de la producción manzanera ante el nuevo escenario climático. *Revista Redagícola* 108: 58–63.
- SÁNCHEZ-CONTRERAS, J. (2019). Comportamiento del cerezo en ambientes modificados. *POMACEAS, Boletín técnico* 109: 13–16.
- YURI, J. A., SÁNCHEZ-CONTRERAS, J., PALMA, M. Y SEPÚLVEDA, Á. (2019). El cerezo en Chile y los desafíos de la producción bajo cubierta anti-lluvia. *Revista de Fruticultura* 70: 54–67.