



**Foto 1.** Cerezos bajo Macro túnel y al Aire Libre de la var. 'Santina' injertados sobre 'Colt' conducidos por KGB en la Región del Maule.



**Foto 2.** Vista en detalle del interior del macro túnel con la misma combinación conducidos en EC en la Región de O'Higgins.



# COMPORTAMIENTO DEL CEREZO BAJO MACROTÚNEL

La Unidad del Cerezo del Centro de Pomáceas ha evaluado el uso de macro túneles desde hace dos temporadas en las regiones de O'Higgins y del Maule. Entre las primeras conclusiones destaca que el principal efecto del uso de macro túneles en cerezos por adelantar la fenología, tanto de la floración como de la cosecha. El adelanto de esta última, genera un gran impacto económico en el retorno al productor ya que la calidad de las cerezas se mantiene y también mejora calibre y dulzor.

✍ JAVIER SÁNCHEZ-CONTRERAS, MIGUEL PALMA, DANIELA SIMEONE, MAURICIO FUENTES, ÁLVARO SEPÚLVEDA Y JOSÉ ANTONIO YURI.

En los últimos diez años la superficie de cerezos en Chile se ha incrementado exponencialmente. En la actualidad se estima que existen 29.000 hectáreas (ha) productivas y otras 20.000 ha de huertos modernos en formación. Se prevé alcanzar las 60.000 ha plantadas en 2023, las que generarán un volumen de exportación alrededor de 346.000 toneladas (t), es decir un 44% más que a día de hoy.

La intensificación del cultivo del cerezo ha representado un gran desafío tecnológico, logístico y económico para la agricultura chilena, debido a la elevada

demanda de *inputs* y la optimización de los procesos productivos. Entre otros, el rediseño de huertos con sistemas de conducción peatonales, mecanización y facilitación de las labores manuales, protección contra eventos climáticos, almacenaje, empaque, transporte, etc., de modo de obtener fruta de calidad exportable.

Caracterizar el ambiente y estudiar la expresión vegetativa, la nutrición mineral y el desarrollo del fruto durante su crecimiento, así como el comportamiento de la fruta en postcosecha, es fundamental para obtener cerezas exportables de alta calidad.

Las variaciones meteorológicas manifestadas a nivel global, representan una nueva dificultad que debe enfrentar la producción de cerezas. En el escenario actual, eventos como heladas y lluvias intensas en primavera han mostrado un riesgo más alto de ocurrencia, pudiendo provocar severos daños en el cultivo, como reducción del rendimiento, deterioro de la fruta por partidura y perjudicar el retorno económico del productor.

## CUBIERTAS PLÁSTICAS O MACROTÚNELES

Ante los riesgos climáticos, entre el 10–15% de los productores han optado por instalar cubiertas plásticas antilluvias,

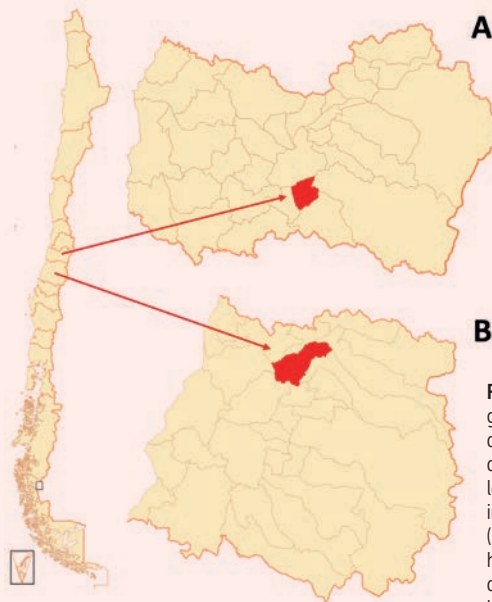
principalmente para proteger al fruto de las partiduras, y adicionalmente de heladas blancas (radiativas), vientos y ligeras granizadas. Por ello, a pesar del elevado costo de instalación (22.000 USD/ha), su implementación sigue en aumento. Además, un número creciente de productores, también están instalando estructuras más complejas, como macro túneles (45.000–55.000 USD/ha), que simulan condiciones de invernaderos y cuya principal función, a parte de evitar daños provocados por eventos climáticos (lluvia, heladas, granizadas, etc.), es adelantar la fenología del cultivo y, por lo tanto, la ventana de cosecha para obtener mayor retorno económico, gracias a la exportación de primores.

La Unidad del Cerezo ha evaluado la implementación del uso de macro túneles desde hace dos temporadas en la Región de O'Higgins (VI) y la Región del Maule (VII) (Figura 1). Los macro túneles de ambas zonas cuentan con similares estructuras y composición de materiales, que permiten un adecuado manejo de apertura y cierre. En los dos macro túneles se cultiva la variedad 'Santina' injertada sobre patrón 'Colt'. El huerto situado en la VI Región, presenta sistema de conducción en Eje Central (EC) y en un marco de plantación de 4,5 x 2,4 m (925 plantas ha<sup>-1</sup>), mientras que en el de la VII Región, la distancia entre los árboles es de 4 x 2,2 m (1.136 plantas ha<sup>-1</sup>) y son conducidos por el sistema *Kym Green Bush* (KGB).

## EFFECTOS DE LOS MACROTÚNELES EN AMBAS REGIONES

La radiación interceptada (Figura 2), medida a dos horas del día y a una altura de 3 m sobre el suelo, mostró diferencias significativas en todas las variables y momentos de observación para cada región. La radiación total (W m<sup>-2</sup>) en el interior de los macro túneles fue un 40%





**Figura 1.** Zonas geográficas en dónde la Unidad del Cerezo evaluó los macrotúneles instalados en Chile. (A), ubicación del huerto en la Región de O'Higgins y; (B), en la Región del Maule.

## UNIDAD DEL CEREZO DEL CENTRO DE POMÁCEAS

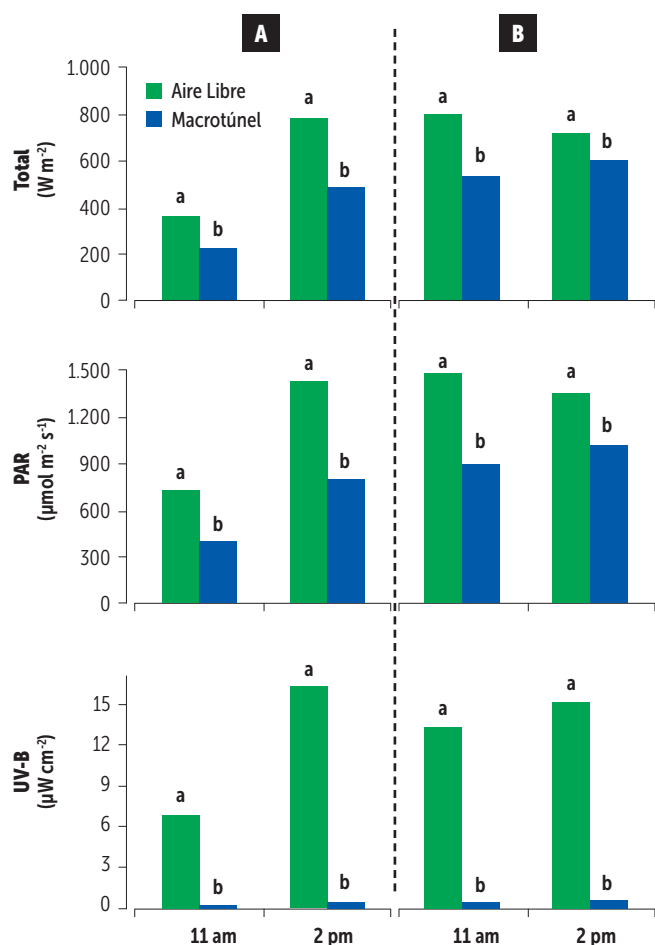
Frente a este gran desafío y la creciente demanda de investigación local, en el año 2017 el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca creó la Unidad del Cerezo, una división tecnológica focalizada en dar solución, desde una perspectiva técnico-científica, a los problemas que enfrenta la producción intensiva de cerezas a partir de recursos propios, públicos como la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y privados (Productores y Corporación Pomanova). La experiencia del Centro de Pomáceas con la investigación en cerezas data desde hace 16 años, a través de una decena de proyectos públicos y privados que han abordado temáticas nutricionales, fisiológicas, microambientales y de manejo de postcosecha de la fruta. Esto ha ayudado a entregar una visión 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 ha contribuido en la formación de nuevos Ingenieros/as Agrónomos.

menor en la Región de O'Higgins, tanto por la mañana como por la tarde. En la Región del Maule, se filtró un 32% en el interior del macrotúnel por la mañana y un 18%, por la tarde, en comparación con el testigo. La radiación fotosintéticamente activa (PAR;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) disminuyó un 45% en ambas mediciones para la Región de O'Higgins, mientras que en el Maule, fue del 39% por la mañana y del 25% por la tarde. Las dife-

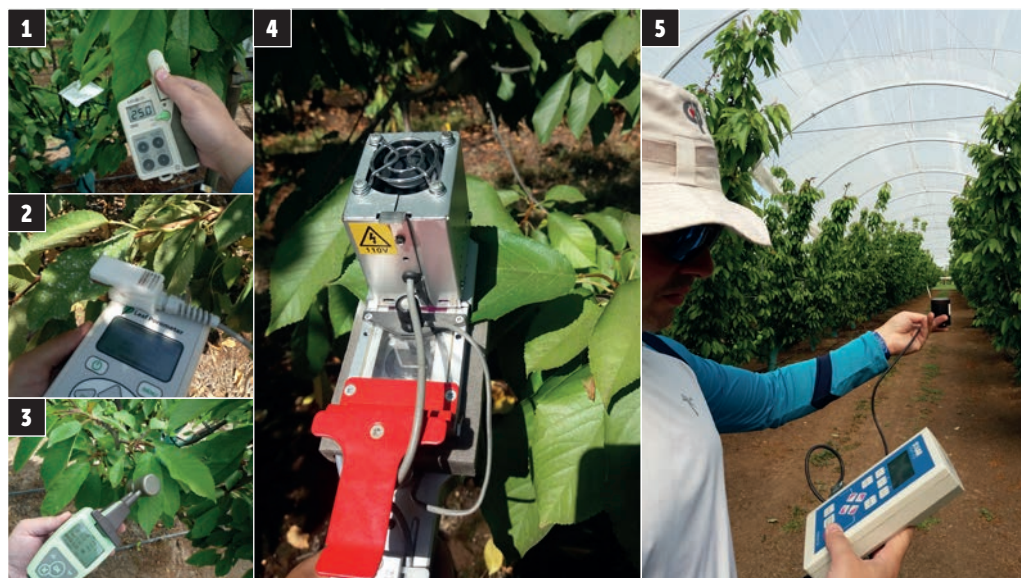
rencias más drásticas se observaron en la radiación UV-B ( $\mu\text{W cm}^{-2}$ ), filtrándose hasta un 98% en ambos macrotúneles durante todo el día.

El descenso de la radiación solar incidente generada por los macrotúneles afectaron la expresión vegetativa de los árboles. Los crecimientos de los brotes del año, al interior del macrotúnel, fueron un 20% más bajos, tanto en el largo total como en el de los internudos, en

comparación con los que crecieron al aire libre, en los árboles conducidos en EC (VI Región). Sin embargo, el número de hojas por metro lineal aumentó en un 30%, al comparar con el testigo. El valor más significativo de los brotes anuales conducidos por KGB (VII Región), se vio en el número de hojas por dardo, con un incremento del 15%. Las variables foliares como área, peso de hoja por brote, relación peso por área



**Figura 2.** Radiación Total, PAR y UV-B interceptada en cerezos de la var. 'Santina' injertados sobre 'Colt' al Aire Libre (verde) y bajo Macrotúnel (azul), en la Región de O'Higgins (8-nov-2019; columna A;) y en la Región del Maule (8-oct-2019; columna B), en dos momentos del día (AM y PM). Promedios en una hora seguidos por diferentes letras si difieren estadísticamente. Test HSD de Tukey ( $p < 0,05$ ).



**Foto 3.** Algunos de los instrumentos de la Unidad del Cerezo utilizados para realizar mediciones ecofisiológicas y caracterizar el microambiente: (1) SPAD; (2) Porómetro; (3) Sensor óptico Dualex-4; (4) Medidor de fotosíntesis portátil; (5) Radiómetro UV-B.

*Los aditivos anti-UV que se incluyen en los tejidos plásticos de los macrotúneles para aumentar su vida útil, tienen un fuerte efecto desorientador sobre el vuelo de las abejas durante la floración, pero no influyen en la coloración de los frutos, según estudios propios de la Unidad del Cerezo.*

**Tabla 1.** Fechas fenológicas de los huertos evaluados en las Regiones de O'Higgins y Maule.

| Región    | Tratamiento    | Plena Flor | Δ PF (días) | Inicio Cosecha | Δ Cosecha (días) |
|-----------|----------------|------------|-------------|----------------|------------------|
| O'Higgins | Aire Libre (*) | 30-sept-19 | -21         | 21-nov-19      | -5 (**)          |
|           | Macrotúnel     | 09-sept-19 |             | 16-nov-19      |                  |
| Maule     | Aire Libre     | 30-sept-19 | -7          | 03-dic-19      | -14              |
|           | Macrotúnel     | 23-ago-19  |             | 19-nov-19      |                  |

(\*) 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.

**Tabla 2.** Índices de madurez a cosecha de cada huerto y cada tratamiento.

| Región    | Tratamiento | Peso (g) | Diámetro (mm) | Color (1-5) | Firmeza (g mm <sup>-2</sup> ) | SS (Brix) | Evaluaciones Laboratorio |
|-----------|-------------|----------|---------------|-------------|-------------------------------|-----------|--------------------------|
| O'Higgins | Aire Libre  | 10,2     | 26,5          | 3,8         | 251                           | 17,8      | 21-nov-19                |
|           | Macrotúnel  | 11,9     | 27,8          | 4,4         | 254                           | 16,9      | 16-nov-19                |
| Maule     | Aire Libre  | 8,8      | 25,9          | 5           | 273                           | 19,1      | 27-nov-2019              |
|           | Macrotúnel  | 10,8     | 27,8          | 4,5         | 227                           | 21,6      | 19-nov-2019              |

Valores promedios de muestras obtenidas de 5 repeticiones por tratamiento con 10 frutos por repetición.

de hoja de brote y contenido de materia seca, no fueron significativos al compararlos con sus correspondientes testigos. Sin embargo, el efecto de los macrotúneles en las hojas de ambos huertos, sí indicaron ligeros incrementos en el contenido de clorofilas, tanto en terreno, medido en unidades SPAD y bioquímicamente (mg por 100 g PF), 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 al gran porcentaje de radiación UV filtrado (Foto 2).

Los aditivos anti-UV que se incluyen en los tejidos plásticos de los macrotúneles para aumentar su vida útil, tienen un fuerte efecto desorientador sobre el

vuelto de las abejas durante la floración, pero no influyen en la coloración de los frutos, según estudios propios de la Unidad del Cerezo. Por lo tanto, durante el periodo efectivo de polinización, el vuelo de abejas se ve alterado por estos filtros UV, asimismo una excesiva acumulación térmica en el interior de los macrotúneles podría reducir la longevidad del óvulo a pesar de que favorece la formación del tubo polínico.

La Tabla 1 indica las diferencias fenológicas entre los cultivos bajo macrotúneles y los cultivos al aire libre. El efecto del macrotúnel mostró un claro adelanto en el inicio de floración, con un anticipo en 21 días en la Región de O'Higgins, al compararlo con el testigo sin aplicación de rompedor de dormancia y, hasta 7 días en la Región del Maule. Sin embargo, la fecha de la cosecha comercial solo se adelantó en 5 días, debido a que se debió esperar para obtener más coloración y hasta 14 días, respectivamente.

En la primera temporada de uso (2018-19), ambos macrotúneles no tuvieron producción de fruta, sin embargo, en la siguiente (2019-20), las administraciones de cada huerto mejoraron las prácticas de ventilación e incluyeron abejorros (*Bombus* sp.) para normalizar la cuaja. Así, en conjunto con los otros manejos propios del cultivo desde floración hasta cuaja, 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 cuartel al aire libre en 4,5 t ha<sup>-1</sup>, en el primer caso, mientras que en la Región del Maule, en el huerto con formación KGB, se proyectan rendimientos muy elevados para la siguiente temporada.

Al analizar los índices de madurez a cosecha (Tabla 2), se observó que la calidad de la fruta bajo macrotúnel obtuvo, en promedio, frutos de mayor peso y diámetro. La firmeza promedio de los frutos del macrotúnel y aire libre, fueron 230 y 275 g mm<sup>-1</sup>, que



**Foto 4.** Cerezas maduras próximas a cosecha comercial en el interior del macrotúnel.





Foto 5. Diferencias fenológicas entre árboles al Aire Libre (izq.) y bajo Macrotúnel (dcha.). Fotografías tomadas el 12-sep-2019.

equivalen aproximadamente a 70-75 unidades Durofel, respectivamente. La concentración de sólidos solubles fue prácticamente la misma entre el macrotúnel y el aire libre en la Región de O'Higgins, mientras que en la Región del Maule sí hubo un incremento de 2,5 °Brix a favor del macrotúnel, en la fecha de evaluación.

Al comparar visualmente el color (Foto 3), las cerezas bajo macrotúnel tuvieron un 16% más de intensidad que el testigo en el huerto de la Región de O'Higgins, pero fue tan solo un 2% menor en el huerto de la Región del

Maule. Esto ratifica que la luz UV-B no influye en la concentración de antocianinas de ciertos cultivares, tal como se ha demostrado mediante la cuantificación de cianidinas por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC-DAD) en diversas memorias de grado (datos en proceso de publicación).

El uso de macrotúneles en cerezos cumple la función principal de adelantar la fenología, tanto de la floración como de la cosecha (Foto 5). El adelanto de esta última, genera un gran impacto económico en el retorno al productor ya que la calidad de las cerezas no solo se man-

tiene, sino que también mejora calibre y dulzor.

Actualmente, la Unidad del Cerezo cuenta con personal especializado para realizar investigación en terreno y en postcosecha, donde también se cuenta con estudiantes de grado y postgrado, que estudian las relaciones microambientales, expresión vegetativa, nutrición mineral, así como con la plataforma IKAROS (<https://plataformaikaros.cl>) que integra variables climáticas y su incidencia en la calidad y condición de la fruta, para ajustar las necesidades de cada cultivo, en función de sus requerimientos. **Ra**

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).