

Malla sombra para reducir estrés ambiental y reflectante para estimular color rojo.



FACTOR DECISIVO

CÓMO AFECTÓ EL ESTRÉS AMBIENTAL DEL VERANO AL CRECIMIENTO DEL FRUTO EN CEREZOS Y MANZANOS. PRÁCTICAS ORIENTADAS A REDUCIRLO.

Manzanos y cerezos, dos de las principales especies frutales de la zona centro sur de Chile, sufren de las condiciones de alto estrés ambiental durante el verano. Esta situación se ha agudizado en el actual escenario, resultante del cambio climático y la mega sequía, en la zona central del país.

Durante el verano, las condiciones ambientales tienen fuerte efecto sobre la producción de fruta. La temperatura del aire regula la fotosíntesis y respiración. Días con alta temperatura, asociada a baja humedad relativa (HR) y excesiva radiación solar (RS), típicos del verano en la zona centro sur del país, pueden reducir la fotosíntesis y aumentar el consumo de carbohidratos para la mantención de los sistemas defensivos de la planta. Por otro lado, noches de alta temperatura promueven la respiración, es decir, la actividad oxigenasa de la rubisco, operando en forma inversa a la fijación de CO₂.

En condiciones estivales estresantes, se estimula la síntesis de compuestos utilizados en los sistemas defensivos de la planta. Estos están constitui-



ÁLVARO SEPÚLVEDA
LABORATORIO DE
ECOFISIOLOGÍA FRUTAL
CENTRO DE POMÁCEAS
UNIVERSIDAD DE TALCA
ASEPULVEDA@UTALCA.CL



LORETO ARENAS
LABORATORIO DE
ECOFISIOLOGÍA FRUTAL
CENTRO DE POMÁCEAS
UNIVERSIDAD DE TALCA
LORETOARENAS@UTALCA.CL

Aspersor de bajo caudal para control de daño por sol mediante enfriamiento evaporativo.

dos por pigmentos y otros compuestos fenólicos, los que actúan como filtro de RS nociva; compuestos antioxidantes, vinculados a la neutralización de las especies reactivas de oxígeno (ROS, por su sigla en inglés), que desestabilizan la integridad de componentes celulares; y enzimas de golpe térmico (HSP, por su sigla en inglés), que mantienen la estabilidad de las estructuras proteicas frente a su eventual desnaturalización por estrés térmico. Sin embargo, la exposición a condiciones extremas puede colapsar dichos sistemas defensivos e inducir alteraciones en la piel del fruto, tal caso es el daño por sol.

EFFECTOS SOBRE LA MADURACIÓN

Por otro lado, el rol del ambiente estival sobre la maduración de la manzana está en discusión. Ésta sería determinada tempranamente, en los primeros días de crecimiento del fruto, durante la etapa de división celular. Un ambiente cálido promovería un mayor número de

células y con ello un mayor tamaño potencial de la manzana a cosecha. Sin embargo, una temperatura muy alta en este período conduciría a un rápido avance de los índices de madurez, una vez iniciado el proceso de maduración. Por otro lado, una primavera fría promovería una maduración paulatina, con alto potencial de guarda, pero comprometería el tamaño de la manzana a la cosecha.

A su vez, en cerezos, el número de células viene determinado desde antes de flor, y no es afectado por las condiciones ambientales en la primera fase de crecimiento del fruto. En cambio, en la etapa III, post endurecimiento del carozo, la temperatura tiene fuerte impacto en el avance de la maduración. Alta temperatura en pre cosecha, acelera la maduración de la cereza y reduce el desarrollo de color.

ÍNDICE ESTRÉS

El inicio de la temporada 2019/20 fue marcado por temperatura alta (Cuadro 1), en el límite para asegurar



CUADRO 1

TEMPERATURA MEDIA (°C) DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE EN DIFERENTES LOCALIDADES

LOCALIDAD	OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
Graneros	14.9	13.6	14.2	14.5	18.8	17.7	18.4	18.8
Morza	13.7	12.4	12.8	13.3	17.0	16.4	16.6	17.5
Sagrada Familia	15.4	13.6	14.1	14.4	18.7	17.8	18.3	19.1
San Clemente	14.5	12.9	13.3	13.3	17.8	16.8	17.2	17.6
Linares	13.7	12.1	12.5	12.8	16.9	15.9	16.2	16.9
Chillán	13.2	11.9	12.1	12.2	16.6	15.5	15.6	16.5
Renaico	13.2	12.1	12.7	13.0	16.5	15.3	15.5	17.1
Mulchén	12.8	11.7	11.5	11.8	16.3	15.0	14.3	15.2
Temuco	11.8	10.6	11.1	11.4	14.2	12.9	13.0	13.7

FIGURA 1

Estimación de extensión del período de crecimiento de Galas hasta inicio de su cosecha en San Clemente en base a Grados día en división celular. Programa de seguimiento IKAROS.

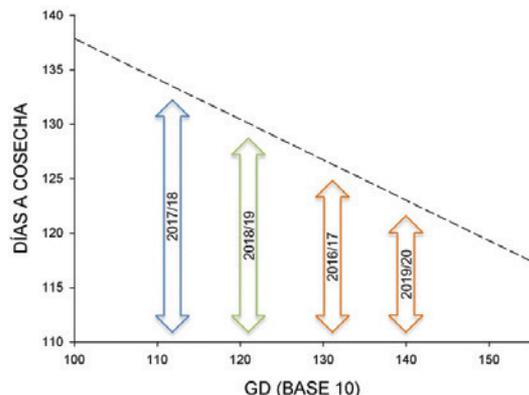
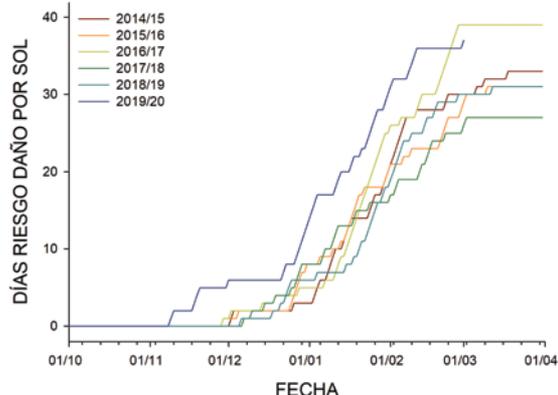


FIGURA 2

Días de riesgo de daño por sol (días con 5 ó más horas sobre 29 °C), acumulados en San Clemente en las últimas temporadas.



potencial de almacenaje de la manzana, pero alto potencial de tamaño en Galas. El inicio de cosecha se esperaba adelantado y corto a normal extensión del período de crecimiento (Figura 1), sin avance paulatino de los índices de madurez. En el caso de cerezas, los días de alta temperatura a mediados de noviembre tendrían nega-

tivo efecto en la condición y calidad de la fruta pronta a cosecharse.

En verano, el estrés atmosférico puede ser cuantificado mediante el déficit de presión de vapor o el índice de estrés. A mayor temperatura y menor HR, mayor estrés ambiental. El alto estrés promueve el cierre estomático, con lo que se

limita la fotosíntesis y los carbohidratos se utilizan en la mantención de los sistemas defensivos. Se afecta el tamaño y color de los frutos en pleno crecimiento. Esta situación se agrava en condiciones de estrés hídrico. Además, el alto estrés tendrá efecto negativo en la concentración de nutrientes a cosecha, por lo que se prevé reducción del potencial de almacenaje.

CUADRO 2

ÍNDICE DE ESTRÉS Y DÍAS DE RIESGO DE DAÑO POR SOL (5 HORAS SOBRE 29 °C), ACUMULADOS ENTRE EL 1 DE DICIEMBRE Y EL 15 DE ENERO

LOCALIDAD	ÍNDICE DE ESTRÉS				DÍAS RIESGO DAÑO POR SOL			
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
Graneros	72.169	50.972	61.759	94.406	11	22	10	21
Morza	48.881	44.237	42.155	77.316	9	5	4	20
Los Niches	50.311	47.959	44.450	62.918	14	16	5	12
Sagrada Familia	65.654	62.857	54.842	75.789	15	17	10	23
San Clemente	63.428	62.953	64.646	56.245	9	13	8	15
Linares	46.212	44.395	44.628	47.343	8	6	5	10
Renaico	31.410	28.840	38.325	46.417	2	2	1	7
Mulchén	33.838	32.388	31.937	41.696	4	2	0	5



El estrés acumulado desde diciembre al 15 de enero, ha mostrado valores excesivos en el cálculo del índice de estrés (Cuadro 2). Ello ha conducido a una mayor demanda de agua en momentos en que el aporte hídrico es muy precario, por la extrema sequía actual. En

El uso de malla sombra permite un control pasivo, al reducir la RS incidente, moderar las temperaturas máximas y mínimas diarias, y aumentar la HR.

igual medida, ha resultado la cuantificación de días con riesgo de desarrollo de daño por sol, es decir, cinco o más horas al día con temperatura sobre 29 °C. Esta temporada, comenzaron a registrarse desde noviembre (Figura 2).

Sin embargo, el extremo estrés no se ha correspondido con la manifestación de síntomas de daño por sol en huerto. Ello se explicaría por las altas temperaturas de noviembre, cuando el fruto de manzano es menos sensible al daño, por su mayor capacidad de disipar energía (alta relación superficie/volumen), y por su baja exposición a RS directa.

PARA REDUCIR EL ESTRÉS

Dicho estrés térmico temprano induciría la ambientación del frutal, mediante acumulación de compuestos defensivos, que le permitirían enfrentar posteriores condiciones desfavorables. Además, el manejo del huerto se ha vuelto más efectivo en reducir el daño por sol. Entre las prácticas orientadas a disminuirlo, se cuentan:

- Elección de cultivares menos sensibles. Nuevos cultivares de alta coloración y corto período de crecimiento.
- Evitar orientación de la hilera N-S o NE-SO, con



excesiva exposición del lado poniente a alta RS cuando se registran horas de mayor temperatura durante el día.

- **Árbol de copa fija.** Reduce daño por sol violento dado por falta de ambientación del fruto al cambiar de posición por movimiento de la rama que lo sostiene.

- **Evitar excesiva carga frutal y débil desarrollo foliar del árbol.**

- **Estado hídrico.** Se ha demostrado mayor daño en plantales con déficit de riego.

- **Estado sanitario.** Cualquier estrés biótico (plagas, enfermedades, malezas) competirá por asimilados de la fotosíntesis.

En zonas con predominio de altas temperaturas será acertada la implementación de tecnologías de reducción de estrés, sobre todo en cultivares sensibles y altamente rentables. El uso de malla sombra, enfriamiento evaporativo con riego elevado y apli-

cación foliar de protectores solares, son los métodos más utilizados para el control de daño por sol. Sin embargo, su uso se ha extendido buscando reducir estrés ambiental y con ello mejorar el desempeño productivo de la planta.

El agua asperjada sobre la copa refrigera hojas y frutos al extraer energía circundante en su evaporación. Así, este proceso llamado enfriamiento evaporativo, reduce en forma efectiva el daño por sol en las manzanas, incrementando su color rojo y tamaño. Sin embargo, conlleva una serie de condiciones que complejizan su uso:

- **Disponibilidad de agua** en cantidad y calidad.

- **Requiere de abastecimiento eléctrico** mientras opere el sistema (permanezcan altas temperaturas).

- **Aumenta la presión de enfermedades y malezas.**

Sistemas modernos con aspersores de bajo caudal

Protector solar en base a caolina aplicado en postcosecha de cerezos.

y breves intervalos de operación, pueden utilizarse para reducir el consumo de agua.

El uso de malla sombra, en cambio, permite un control pasivo. Al reducir la RS incidente, modera las temperaturas máximas y mínimas diarias, y aumenta la HR. En este sistema, la decisión consiste en la elección del material, color y porcentaje de trama a implementar, así como su disposición en el huerto. A mayor porcentaje de trama y opacidad, más control del daño por sol, pero menor desarrollo de color rojo en la fruta, que es su principal desventaja. Si la sombra es excesiva, puede producirse abscisión de frutitos o comprometerse el retorno floral.

El sombreado puede compensarse con el uso de reflectantes de suelo. Sin embargo, además del control del daño por sol, es una tecnología que ofrece ventajas, tal como mejorar el estado hídrico de la planta, con lo que es posible reducir el aporte de agua de riego (20-30%), aumentar la fotosíntesis y el tamaño de la fruta. De este modo, se ha consolidado su uso en los huertos chilenos, y con ello sus variaciones y potenciales aplicaciones. Tal es el caso del uso de malla sombra en postcosecha de cerezos o mallas que cubren la planta en todo su contorno.

PROTECTORES SOLARES

El uso de protectores solares asperjados al follaje se ha transformado en una herramienta comúnmente utilizada para reducir el estrés de la planta, más que para controlar el daño por sol del fruto. El primer producto desarrollado comercialmente como tal se basó en caolina, un aluminio silicato mineral ($Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$), de grano fino, blanco, plano, no poroso,

no hidratable, poco abrasivo, que fácilmente se dispersa con agua y es inerte en un amplio rango de pH. El desarrollo de esta tecnología nació para contrarrestar el uso de pesticidas en la agricultura y forma una película de partículas sobre el follaje, que filtra parte de la RS incidente sobre hojas y frutos. Con ello, puede llegar a reducir la temperatura foliar entre 3 y 5 °C, con la cobertura lograda con dos o tres aplicaciones.

La correcta cobertura de caolina aumenta la fotosíntesis del árbol completo y su eficiencia en el uso del agua. El principal inconveniente era su remoción de la fruta en packing, lo que no ocurre cuando su objetivo es el follaje. Además, los

productos de última generación son más refinados, de fácil lavado. Otra desventaja es que suele aumentar la población de ácaros en la hoja. Sin embargo, su uso en conjunto con algún complejo bioestimulante, es una técnica muy utilizada en postcosecha de cerezos, momento en que existe mayor riesgo de formación de frutos de doble pistilo, en los primordios florales en la yema, por temperatura del aire sobre 30 °C. Además, se mantiene la actividad fotosintética por más tiempo, con la que se promueve mayor acumulación de reservas.

Las condiciones de estrés predominantes durante el

verano 2020, no favorecen el desarrollo de color rojo, por las altas temperaturas, tanto máximas y mínimas diarias. Tal fue la tendencia prevista por la Dirección Meteorológica de Chile para el trimestre Enero-Febrero-Marzo, en la zona central del país. Con ello, hay que cuidar el momento de cosecha, para no sacrificar potencial de postcosecha de la manzana, por desfase entre madurez fisiológica y de consumo, al esperar mayor color de cubrimiento.

Agradecimientos proyecto FIA (PYT-2019-0352) "Indicadores nutricionales y agroclimáticos para la producción de cerezas de alta calidad", proyecto ejecutado por el Centro de Pomáceas de la U. Talca.