



FOTOGRAFÍA: ÁLVARO SEPÚLVEDA. DISEÑO: JESSICA RODRÍGUEZ.

Boletín Técnico POMÁCEAS

Mallas y reflectantes en frutales



Michael Blanke

Destacado investigador de la Univ. de Bonn, Alemania, en su ponencia de la 2ª Reunión Técnica del CP, Univ. de Talca. 27 de Marzo 2018.



Sistema de alerta en línea para mejorar la calidad y condición de manzanas.

Se presentaron los avances del proyecto en base a mediciones bajo malla sombra, cubiertas plásticas y reflectantes.



Clima

Cultivares tardíos: estrés en retroceso contribuiría a esperar fruta con alto potencial de post cosecha; Temperatura máxima sobre lo normal podría causar daño por sol en fruta expuesta repentinamente a radiación solar.

En "Clima y Calidad de Fruta" se enfocó la 2ª Reunión Técnica del Centro de Pomáceas (N°122, 27/03/18), con las presentaciones "Mallas y Reflectantes en Frutales" y "Cobertores en Cerezos", a cargo del Dr. Michael Blanke, de la Universidad de Bonn. El "Resumen Climático" fue presentado por el Ing. Agr. Álvaro Sepúlveda. En esta oportunidad asistieron más de 100 personas, entre productores frutícolas, asesores y académicos. En el marco del Proyecto FIA "Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas" (Cód.: PYT 2015-0213), visitó el CP el destacado investigador alemán, el cual ha enfocado sus estudios en la modificación del ambiente en huertos frutales, siendo su especialidad la Ecofisiología Frutal. En su estadía visitó huertos de la Región del Maule.

In Memoriam

En marzo falleció el destacado entomólogo, profesor de la Universidad de Chile, Dr. Roberto H. González (1933-2018), quien luego de 60 años de ejercicio profesional, se constituyó por ser en una institución de su especialidad. La fruticultura chilena le agradece sus innumerables aportes en el manejo y control de plagas.



Asistentes a la 2ª Reunión Técnica (izquierda), ejecutivos FIA y CP junto a Michael Blanke (centro) y Dr. Roberto González (derecha).

Efectos de mallas y reflectantes en frutales

Michael Blanke | ulp304@uni-bonn.de | Universität Bonn, Alemania.

Los requerimientos de mercado, tanto de manzanas como cerezas de exportación, son tamaño, firmeza y coloración. En este texto, se revisan algunos de los resultados de 15 años de investigación aplicada en la Universidad de Bonn, Alemania. Se discuten los beneficios del uso de malla sombra y reflectantes de suelo en huerto, para prevenir daño por sol y mejorar coloración roja en el fruto de manzanos, respectivamente.

LUZ: ¿MUCHA O MUY POCAS?

La Luz o radiación solar es requisito para la fotosíntesis y el crecimiento de la planta. Los frutales la necesitan para la fotosíntesis en las hojas, enviando fotoasimilados al fruto; éste también es capaz de realizar fotosíntesis (Blanke y Lenz, 1989). Mientras la luz conduce el crecimiento de la planta y del fruto, la excesiva radiación solar en verano puede inducir fotoinhibición y daño, tanto de la hoja como del fruto (Yuri et al., 2010). Ello, reduciendo el porcentaje comercializable.

En otoño, la intensidad lumínica, duración del día (fotoperiodo) y ángulo solar declinan y el árbol ha completado su desarrollo vegetativo (Funke et al., 2005). La combinación de baja luminosidad y alta temperatura, dificulta la pigmentación de la piel del fruto (antocianinas). Si bien el uso de malla sombra es contraproducente en primavera, actúa positivamente al reducir el exceso de luz en verano, permitiendo coincidir máxima fotosíntesis de la hoja y prevención de daño por sol (Cuadro 1). Poste-

riormente, su efecto es negativo sobre la coloración de la fruta en otoño, cuando la luz y temperatura pueden limitar la biosíntesis de antocianinas.

DOS TIPOS DE MALLA Y SU COMPOSICIÓN: MONOFILAMENTO Y RASCHEL

El sombreado del huerto puede ser a través de malla monofilamento o malla Raschel (Foto 1).

► La malla monofilamento:

Es utilizada como antigranizo (Solomakhin y Blanke, 2007), y corresponde a un tejido de Polietileno de alta densidad (HD-PE). Típicamente ésta consiste en fibras longitudinales (en línea con la hilera del huerto) y transversales (Foto 1a), de cualquier color (Blanke, 2007). La composición de la malla monofilamento de una o varias fibras longitudinales obedecen al cuidado del punto de ruptura. En caso de sobrecarga de granizo (Foto 2), las fibras transversales deberían ceder primero, liberando

así presión sobre la estructura (postes), y con ello proteger los árboles.

► La malla Raschel

Es una más simple y económica forma de tejido (Foto 1b), mientras que la malla monofilamento es más duradera, pero más costosa (US\$ 10.000/ha).

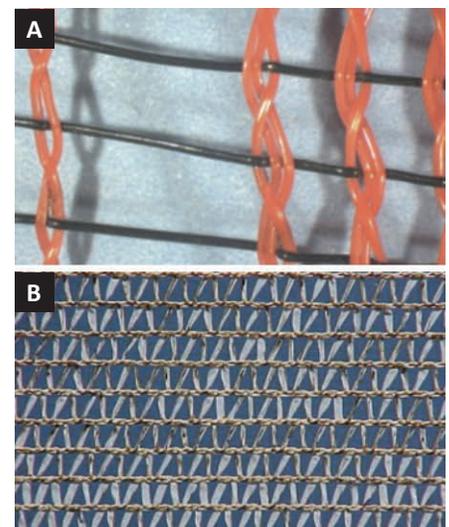


Foto 1. Detalle de malla monofilamento (a) y Raschel (b).

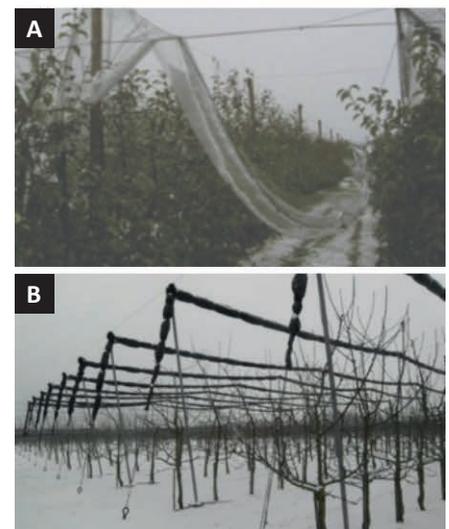


Foto 2. Sobrecarga de la malla debido a caída de nieve, seguida de lluvia; la nieve actúa como esponja, absorbiendo el agua de lluvia (a). Protección del cobertor con un plástico negro durante el invierno (b). Adaptado de Blanke, 2007.

Cuadro 1. Efectos del uso de malla en huertos de manzanos.

EFFECTOS POSITIVOS	EFFECTOS INTERMEDIOS	EFFECTOS NEGATIVOS
Protección al daño por sol	Menos luz, particularmente UV	Menor inducción floral
Protección antigranizo	Menor viento	Mayor alternancia (?)
Protección por daño de aves	Mayor humedad relativa	Más áfidos y arañas
Protección frente a plagas, si es completamente cerrada	Menor deriva de productos	Alto costo y labores

EXTENDIENDO LA LONGEVIDAD DE LA MALLA

► Estabilización de la radiación UV

Los materiales plásticos, que incluye las fibras de las mallas para manzanos y los cobertores para cerezos, envejecen (Blanke, 2007). Síntomas de ello son la pérdida de fuerza, flexibilidad y cambio de color; el material se vuelve frágil.

La radiación UV, junto con la exposición solar y fluctuaciones de temperatura, son las principales causas del deterioro del material. Para retardar el decaimiento y extender su vida útil, productos químicos estabilizadores de UV son añadidos a los filamentos. Las mallas negras usualmente contienen el más fuerte y simple estabilizador UV, hollín, proveyéndole la mayor longevidad, en términos de susceptibilidad a dicha radiación.

► Manejo de huerto

Los productores pueden contribuir a la longevidad de los materiales plásticos a través del retiro y almacenaje del cobertor en un lugar seco y a la sombra, durante el invierno, o enrollándolo en la misma hilera de árboles y protegiéndolo con un plástico negro (Foto 2b).

► Langley - Unidad universal para longevidad de plásticos

La longevidad de la malla sombra o cobertor plástico, depende principalmente de dos factores:

- Envejecimiento por radiación UV y
- Daño físico (dado por las estructuras de soporte).

El efecto del clima (UV) sobre la longevidad del material puede ser anticipado con el valor Langley (Ly), como medida de la estabilidad de UV; las mallas modernas tienen valores de 600 - 1.000 kLy. De este modo, si una malla sombra tiene 900 kLy y la radiación UV local es de 150 kLy, ésta teóricamente duraría 6 años (Blanke, 2007).

$$\text{Longevidad del plástico (años)} = \frac{\text{Valor Langley (kLy)}}{\text{Radiación UV local (kLy)}}$$

COMBATIENDO LA PÉRDIDA DE COLOR EN MANZANAS

► Elección de mutaciones más rojas

El recambio de clones altamente pigmentados por los tradicionales de poca coloración (Foto 3), tales como Fuji Fubrax, Fuji Raku Raku por Fuji Supreme o Kiku 8, o

Galaval, Gala Maxi, Brookfield Gala y Gala Galaxy, como alternativas a Mondial Gala, y Rosy Glow en lugar de Cripp's Pink, es un requisito genético para una mejor expresión del color del fruto, especialmente durante veranos y otoños cálidos.



Foto 3. Pobre coloración de manzanas cv. Gala (arriba) en Chile, marzo de 2018, y cv. Fuji (abajo), en Santa Catarina, Brasil.

► Tipo de malla sombra y tiempo de remoción

La coloración del fruto decrece con malla sombra más oscura, con menor transmisión de luz, sugiriendo que el repliegue de ésta debe hacerse cuando comience el desarrollo del color de la fruta.

► Cubierta tejida reflectora para entre hileras

En el huerto, la radiación solar incidente entre hileras no es utilizada por el cultivo frutal. Para revertir parte de ello, diversos tipos de cubiertas reflectantes pueden ser utilizados (Figura 1). El Cuadro 2 muestra diferentes plásticos plateados en uso, así como materiales de tejido blanco, todos ellos como alternativa para mejorar la coloración roja, particularmente en la parte baja e interior del árbol (Solomakhin y Blanke, 2007).

El material utilizado determina su costo y la longevidad. Productos de alta calidad, como Extenday y Lumilys, con un valor aproximado de US\$ 5.000/ha, pueden durar 8 a 10 años, con el cuidado apropiado, mientras que aquellos más baratos (US\$ 4.000/ha), se componen de materiales más delgados o con menor capacidad reflectora (Daybright, BriteWhite y Brite N Up), y tienen una duración de 5 a 7 años (Cuadro 2).

Estos sistemas deben desplegarse 2 - 4 semanas previo al inicio de cosecha, y retirados al momento de comenzar ésta, para luego ser almacenados debidamente. En Chile, con dos cultivares de diferente momento de cosecha, como Gala y Fuji, se podría aprovechar el reflectante en ambos, previo a la cosecha de Gala en enero-febrero y luego en marzo, previo a Fuji (o Cripp's Pink), reduciendo así su costo por hectárea y año. Con un ancho de 2.5 a 3 m, éstos se extienden en la calle, dejando 1 m de suelo libre en ambos lados,

Cuadro 2. Cubiertas reflectoras y sus propiedades, utilizadas en fruticultura.

MATERIAL	ORIGEN	PESO ESPECÍFICO (g m ⁻²)	LONGEVIDAD (años)	COSTO (us\$ m ⁻²)
TEJIDO PLÁSTICO BLANCO (USO ENTRE HILERAS)				
Extenday	Extenday, WA/NZ	80	8	0.6-0.7
Lumilys, Beaulieu	Belgium	100	10	0.5-0.7
Groundcover ILS	Svensson	100		0.5-0.9
Lumitex		100		0.6-0.7
Daybright	Extenday	70	6	0.4-0.5
BriteWhite	USA	80	7	0.4-0.5
Folicur/Folitec	Folitec			0.4-0.5
LÁMINA PERFORADA (PE, USO ENTRE HILERAS)				
Tyvek	DuPont, USA, Luxb		6	0.9-1.0
LÁMINA ALUMINADA (PE METALIZADO, USO BAJO LOS ÁRBOLES)				
Color-Up, Mylar, Brite N Up		15 (1 µm de espesor)	1	500/ha

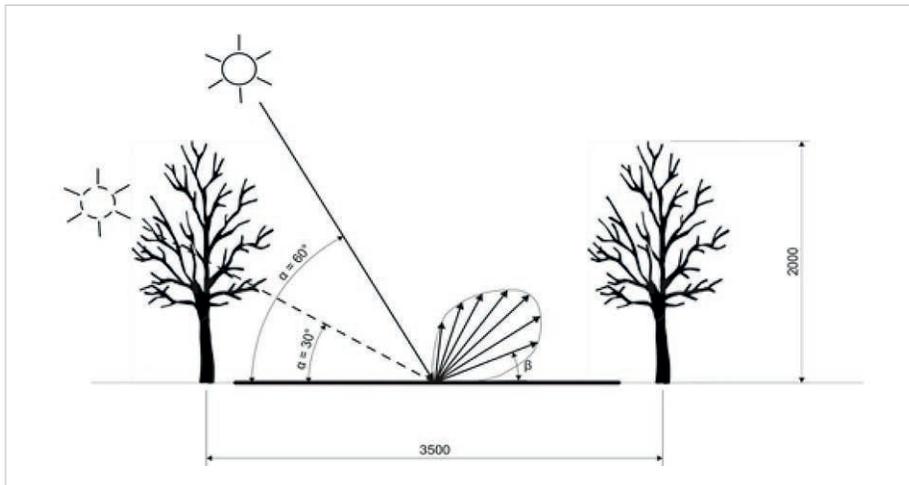


Figura 1. Luz solar difusa reflectada desde la cubierta tejida blanca en la calle entre hileras hacia el fruto en la periferia del árbol. Adaptado de Meinhold et al., 2010.

junto al árbol, para la debida absorción de agua y aireación del suelo.

► Lámina aluminada bajo los árboles

Lámina plateada (PE metalizado), propiamente tal u otra ultra fina película plástica (Color-Up, Brite N Up, Mylar), pueden normalmente ser utilizadas, por una vez, bajo los árboles, en la línea de plantación (Foto 4). Éstas vienen en rollos de 1 a 1.5 m de ancho y 500 m de largo. Tiene un costo aproximado de US\$ 500/ha. Su uso



Foto 4. Extenday™ en la entre hileras en huerto cv. Gala bajo malla antigranizo en Klein-Alten-dorf (arriba) y Mylar™ bajo los árboles (abajo).

tiene la ventaja de no complicar el paso del maquinaria en el huerto (Meinhold et al., 2010).



Foto 5. La suciedad y hojas caídas reducen severamente las propiedades reflectoras de las cubiertas.

Papeles repelentes al agua, como Uniset O, exitosamente reflejan la luz mientras sean nuevos y se mantengan secos. Sin embargo, todos estos materiales son sensibles a la polución (Foto 5).

► Alternativas al plástico (Polipropileno) y aluminado (PE metalizado)

Materiales orgánicos han sido probados,

tal como paja fresca de trigo, que efectivamente refleja luz como Extenday, en forma difusa (Figura 1), cuando recién se esparce, pero rápidamente es cubierta por el pasto de entre hileras. En la búsqueda por medidas amigables con el medioambiente, se ha probado pintura blanca soluble al agua y biodegradable, tal como la utilizada para marcar los campos deportivos, pero descartada por el mismo motivo (Blanke, 2007).

Titaniumoxide (Sunbrite, Australia), es un producto comercial desarrollado como reflectante. Se aplica dos veces con barra herbicida entre hileras, 2 y 4 semanas antes de la cosecha. Es adecuado cuando el crecimiento del pasto cesa, en regiones con otoño seco, como en Chile, aunque también es propenso a cubrirse de suciedad.

► Enfriamiento evaporativo

En áreas de producción, tales como Lleida (Iglesias et al., 2002), Washington (Chambers y Jones, 2015) y Chile (Yuri et al., 2010), con veranos cálidos y secos, el enfriamiento por evaporación, es decir, mediante uso de riego elevado, es un efectivo método para enfriar la fruta, y de este modo mejorar su coloración, pero requiere de acceso y exceso de agua.

► Uso de agroquímicos

El biorregulador Retain™ reduce la caída de fruta en precosecha y retarda la maduración de ésta por inhibición del etileno, basando su acción en el agente inhibidor AVG (aminoethoxi vinilglicina), retardando el desarrollo de la coloración roja. De igual forma, una alta dosis tardía de ácido giberélico (GA), puede reducir la pigmentación roja, mientras que aplicaciones tempranas, en postflor, para prevenir russet en pomáceas, no tendría efecto en el color.

► Beneficios del ajuste de carga (raleo de frutos)

La formación de color rojo de la manzana se beneficia del raleo, sea éste químico, manual o mecánico. Al removerse el exceso de frutos se beneficia el color de los restantes. Raleadores selectivos, orientados especialmente a la parte interna y más sombría del árbol, son preferibles.

► **Conducción y poda**

Puesto que la luz promueve la formación de coloración roja en la piel de manzana, el sistema de poda y conducción de la copa debe permitir una adecuada entrada de luz y su distribución al interior del árbol. En verano/otoño la poda será beneficiosa, una vez que ha pasado el riesgo de daño por sol.

Poda de la parte aérea en invierno y verano, así como de raíces en invierno o primavera, pueden mejorar la coloración roja de la fruta, por reducir el excesivo crecimiento vegetativo y su consecuente sombreamiento (Saure, 1990).

► **Edad del árbol**

A medida los árboles envejecen y su productividad decae, la capacidad para pigmentar sus frutos también declina, lo que algunas veces explica resultados aparentemente contradictorios, como los encontrados en longevos árboles de manzanos Jonagold, con un gran volumen de copa sombreando sus frutos, un hecho que se pasa por alto en la interpretación de los resultados (Blanke, 2015).

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En opinión del autor, una medida para mejorar la coloración de la fruta no es exitosa si incrementa el porcentaje exportable muy bajo (5%), mientras que sí la es con valores sobre un 8-10%. Esta mejora de coloración es usada en el cálculo económico que se basa en el diferencial obtenido entre el porcentaje exportable y la categoría bajo ésta, y no por el porcentaje absoluto de las diferentes categorías. Si un productor recibe un adicional de US\$ 0.40/kg por 10% exportable extra, con 40 Ton/ha en Gala, gana US\$ 1.600/ha. Si la diferencia de categoría es US\$ 0.2/kg, gana US\$ 800/ha/año. Un manejo para mejorar la coloración sería económicamente viable si es menor a US\$ 600/ha/año.

El Cuadro 2 muestra precios referenciales para cubiertas reflectoras, tales como Color-Up de un uso por año y para Extenday, Lumilys, Daybriht, etc, con US\$ 500-1.000/ha/año, basado en una vida útil de 8 a 10 años y en un uso por año. Ello considera sólo el costo del material,

pudiendo ser prorrateado a la mitad, si se utiliza dos veces al año. No incluye el costo de extenderlo y recogerlo. Finalmente, debe tenerse presente que con el uso de estos materiales reflectantes es posible reducir cosechas de tres a dos floeos, como se ha demostrado en Nueva Zelanda (Funke et al., no publicado).

CONCLUSIONES

Más de 10 años de investigación y 20 publicaciones en la evaluación de cubiertas reflectoras, con un amplio espectro de materiales y estrategias, tal como papel repelente al agua, cubiertas tejidas, plásticos aluminados, pintura blanca, materiales orgánicos, diversos compuestos químicos, probados en diferentes cultivares de manzanas (Gala, Fuji, Elstar y Braeburn), ha producido resultados buenos (alta coloración) y malos (pobre coloración), dependiendo del año.

Mientras que algunos materiales duran pocas semanas en condiciones ventajosas, otros han durado varios años. Por ello se requieren diferentes estrategias de manejo de huerto en el uso y aplicación de reflectantes, así como su evaluación económica, a fin de maximizar los retornos al conseguir estándares de calidad de exportación.

El trabajo continúa en la Universidad de Bonn, en la Estación Experimental Klein-Altendorf, para estudiar las propiedades físicas, longevidad, desempeño en terreno y sistemas de eliminación de los materiales. Bienvenidos serán los visitantes en septiembre, para que puedan ver los ensayos.

AGRADECIMIENTOS

Kerstin Funke, Verena Protze, Tobias Meinhold, Henrike Schuhknecht, Saskia Haaf, Poliana Francescato, Alexey Solomakhin y Lutz Damerow por tantos años de resultados obtenidos en Klein-Altendorf, Jonathan Toye y Stefan Pircher de Extenday, Nico Rosse y Valerie de Beaulieu por su apoyo a esta investigación. Al Profesor José Antonio Yuri, director del Centro de Pomáceas de la U. Talca por la invitación a exponer en la 2° Reunión Técnica, en el marco del Proyecto FIA "Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas".

LITERATURA CONSULTADA:

- **Blanke, M.M. 2007.** Alternatives to reflective mulch cloth (Extenday™)? *Scientia Horticulturae* 116: 223-226.
- **Blanke, M.M. 2007.** Farbige Hagelnetzlehre Netzstruktur sowie Maschenweite und Licht- und UV-Durchlässigkeit bestimmen die Ausfärbung der Apfelfrüchte. *Erwerbs-Obstbau* 49: 127-139. DOI 10.1007/s10341-007-0048-6.
- **Blanke, M.M. 2015.** Improving red colouration of apple fruit – A review [Möglichkeiten zur Farbverbesserung beim Apfel – ein Übersichtsreferat]. *Erwerbs-Obstbau (Springer Heidelberg)* 57: 47-62.
- **Blanke, M.M., Lenz, F. 1989.** Fruit photosynthesis – A review. *Plant Cell Environment* 12: 31-46.
- **Chambers, U., Jones, V.P. 2015.** Effect of over-tree evaporative cooling in orchards on microclimate and accuracy of insect model predictions. *Environment Entomology* 44: 1627-33. doi: 10.1093/ee/nvv137.
- **Funke, K., Blanke, M.M. 2005.** Can reflective ground cover enhance fruit quality and colouration? *Journal of Food, Agricultural and Environment* 3: 203-206.
- **Iglesias I., Salvia, J., Torguet, L., Cabus, C. 2002.** Orchard cooling with overtree microsprinkler irrigation to improve fruit colour and quality of 'Topred Delicious' apples. *Scientia Horticulturae* 93: 39-51.
- **Meinhold, T., Richters, J.P., Damerow, L., Blanke, M.M. 2010.** Optical properties of reflective ground covers with potential for enhancing fruit colouration. *Biosystems Engineering* 107: 155-160.
- **Saure, M.C. 1990.** External control of anthocyanin formation in apple – A review. *Scientia Horticulturae* 42: 181-218.
- **Solomakhin A., Blanke, M.M. 2007.** Overcoming adverse effects of hail nets on fruit quality and microclimate in an apple orchard by reflective mulch. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2625-2637.
- **Yuri, J.A., Neira, A., Quilodran, A., Razmilic, I., Motomura, Y., Torres, C., Palomo, I. 2010.** Sunburn on apples is associated with increases in phenolic compounds and antioxidant activity as a function of the cultivar and areas of the fruit. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 8: 920-925.

RESULTADOS PROYECTO FIA PYT 2015-0213:

Caracterización de Cobertores y Reflectantes

Álvaro Sepúlveda | asepulveda@utalca.cl | Centro de Pomáceas, Universidad de Talca.

Loreto Arenas | loretoarenas@utalca.cl | Centro de Pomáceas, Universidad de Talca.

J.A. Yuri | ayuri@utalca.cl | Centro de Pomáceas, Universidad de Talca.

En el marco del Proyecto FIA “Sistema de alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas”, que aborda el efecto del clima en frutales, el Centro de Pomáceas realizó en las últimas temporadas diversas mediciones, a fin de caracterizar los sistemas de mitigación de estrés más utilizados por los productores de manzanos y cerezos en Chile. Así, la malla sombra es ampliamente empleada para control de daño por sol en manzano, y los cobertores antilluvia en cerezos para reducir pérdidas por partidura.

En una primera etapa se evaluaron las propiedades de diversos cobertores disponibles en el mercado. Para ello, se midió la radiación solar transmitida bajo los diferentes materiales (Foto 1). Los resul-

tados indican que la radiación solar filtrada por éstos no se corresponde con el porcentaje de trama de los tejidos, esta última erróneamente considerada como la proporción de sombra. En general,

solo en la malla negra el filtro en la radiación fotosintéticamente activa (PAR) se asemejó al de la trama (Cuadro 1). Las mallas evaluadas fueron monocromáticas, por lo que no hubo variaciones significativas en el espectro transmitido, que fue detectado a través de un espectro-radiómetro.

En un huerto de la zona de San Clemente, Región del Maule, se caracterizó el ambiente bajo malla sombra, evaluando la monofilamento gris 18% y Raschel gris 50%, respecto a la radiación solar incidente bajo éstas y su porcentaje de transmisión. El mayor filtro se detectó bajo malla Raschel, en la región UV-B del espectro (Cuadro 2). Ello concuerda con el efecto negativo de la sombra observado en el desarrollo de color de la fruta. La síntesis de antocianinas, pigmento responsable de la coloración roja de cubrimiento, es estimulada por baja temperatura y radiación solar directa, con su máximo de absorción en 312 nm, bajo la región UV-B.



Foto 1. Sistema para medición de la transmisión de radiación solar de cobertores usados en fruticultura (Fuente: A. Sepúlveda).

Cuadro 1. Porcentaje de radiación fotosintéticamente activa por diferentes cobertores usados en fruticultura (mallas y cubiertas antilluvia).

MATERIAL	TRAMA (%)	COLOR				
		BLANCO	CRISTAL	GRIS	NEGRO	-
MALLA MONOFILAMENTO	18	5.8	14.1	19.0	22.9	-
MALLA RASCHEL	35	21.0	-	-	48.9	-
	50		-	39.6	52.7	-
	80	37.6	-	-	82.4	-
RAFIA SIMPLE	-	-	-	-	-	24.1
RAFIA DOBLE	-	-	-	-	-	27.4

Cuadro 2. Porcentaje de radiación solar incidente y transmitida bajo malla sombra.

CONDICIÓN	RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE			TRANSMISIÓN (%)		
	TOTAL (W m ⁻²)	PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹)	UV-B (μW cm ⁻²)	TOTAL	PAR	UV-B
CONTROL SIN MALLA	932	1768	21.3	100	100	100
MALLA MONOFILAMENTO GRIS 18	820	1478	15.1	88	84	71
MALLA RASCHEL GRIS 50	594	1030	10.5	64	58	49



Foto 2. Lámina aluminada (izquierda) y cubierta tejida (derecha), dispuestos en el suelo para aumentar iluminación en el sector bajo del árbol (Fuente: A. Sepúlveda).

También se cuantificaron las propiedades de las cubiertas reflectantes de suelo utilizadas en huertos para mejorar la iluminación bajo el árbol. Las más utilizadas son la película aluminada (ColorUp y Reflexsol) y la cubierta tejida (Extenday; Foto 2).

Las mediciones de las propiedades reflectantes de los materiales en el huerto incluyeron las distintas regiones del espectro de radiación. El Cuadro 3 muestra el albedo de la PAR, para los diferentes reflectantes. Éste fluctuó entre un 10-14%; sin embargo, dicho porcentaje va-

ría significativamente dependiendo del estado de uso del material. En el caso de las películas aluminadas, desechables, deben desplegarse sólo 2-4 semanas antes de cosecha, puesto que bajo las condiciones de la mayoría de los huertos, éstas rápidamente perderían sus propiedades reflectantes (polvo, barro, hojarasca). Debe tenerse en cuenta que una lámina nueva refleja más de un 40% de la radiación UV-B que incide sobre ella. Sin embargo, con el tiempo reduce su albedo a menos de la mitad (Cuadro 4).

Otra decisión que debe tenerse en cuenta es la ubicación de las cubiertas. Para el caso de la lámina aluminada, éstas deben instalarse bajo la copa, a ambos lados de las plantas. Dado por el cerrado ángulo de reflejo de la luz (efecto espejo), la película aluminada tiene mejor desempeño junto al eje, sobre hilera. El Extenday, por su parte, está diseñado para ser ubicado entre las hileras, dado que genera una gran cantidad de luz difusa (efecto nieve).

En relación al microclima generado bajo malla sombra, en éste se reduce levemente la temperatura del aire y aumenta la humedad relativa (Figura 1). La reducción térmica es explicada, en mayor medida, por una disminución de la temperatura máxima diaria. Así también, la

Cuadro 3. Radiación fotosintéticamente activa (PAR), incidente y reflejada por cubiertas reflectantes en el huerto.

CONDICIÓN	PAR ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)		
	INCIDENTE	REFLEJADA	PORCENTAJE REFLEJADO
SUELO	1729	65	3.8
EXTENDAY	1648	173	10.5
COLORUP	1665	226	13.6
REFLEXSOL	1799	229	12.7

Cuadro 4. Radiación solar UV-B incidente y reflejada por película aluminada en huerto.

CONDICIÓN	UV-B ($\mu\text{W cm}^{-2}$)		
	INCIDENTE	REFLEJADA	PORCENTAJE REFLEJADO
SUELO	16.4	0.2	1.1
REFLEXSOL NUEVO	19.2	7.9	41.0
REFLEXSOL USADO	16.4	2.7	16.2

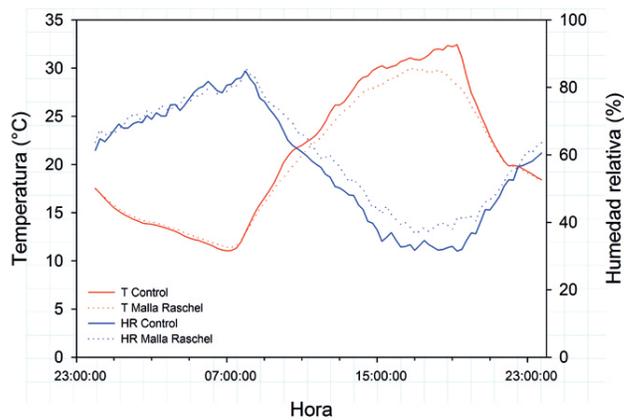


Figura 1. Temperatura y humedad relativa en condiciones sin (Control) y bajo malla sombra, durante el día.

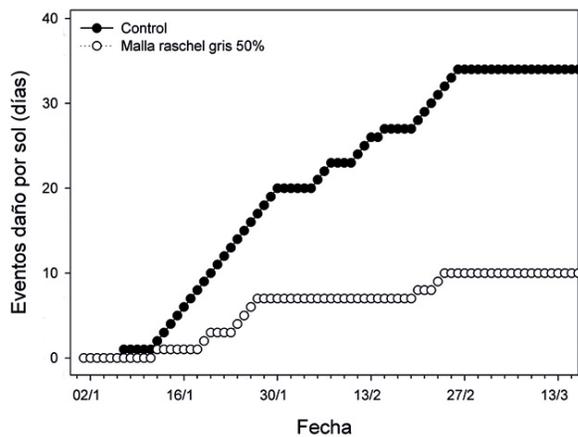


Figura 2. Días de riesgo de daño por sol (más de cinco horas sobre 29 °C), en condiciones sin (Control) y bajo malla sombra, durante la precosecha de 2017.



Foto 3. Daño por sol en fruto expuesto repentinamente a radiación solar (izquierda) y labor de deshoje para aumentar color rojo de frutos en el sector bajo del árbol (derecha; fuente: A. Sepúlveda).

humedad relativa mínima diaria aumenta en la condición bajo malla. Esto conduce a un ambiente de menor estrés, responsable de una menor incidencia de daño por sol (Figura 2). El momento de despliegue y repliegue de la malla es de suma importancia, puesto que ésta debe extenderse para evitar los días de riesgo de daño por sol, sin estimular el crecimiento vegetativo del árbol (mediados de diciembre). El momento de repliegue, por su parte, debe permitir un tiempo necesario para el desarrollo de color y coincidir con la reducción del estrés ambiental, previo a la cosecha. De persistir altas temperaturas una vez retirada la malla, se corre el riesgo de daño por sol en los frutos expuestos repentinamente, por falta de aclimatación (acumulación de pigmentos y fenoles), lo que se puede agravar con deshoje (Foto 3). El uso de reflectante en forma simultánea con malla sombra, compensaría la pérdida de radiación solar producida por esta última. Ambas técnicas se han transformado en herramientas que permiten mitigar temporadas de calor extremo. Ello, no solo previniendo el daño por sol y aumentando el color rojo de la fruta, sino que mejorando las condiciones ambientales para el adecuado desempeño de la planta.

LITERATURA CONSULTADA:

- ▶ **Corelli Grappadelli, L. 2003.** Light relations. En: Apples: Botany, production and uses, p. 195-216. Eds. D.C. Ferree y I.J. Warrington. CABI Publishing, Cambridge.
- ▶ **Meinhold, T., Richters, J.P., Damerow, L., Blanke, M.M. 2010.** Optical properties of reflection ground covers with potential for enhancing fruit colouration. Biosystems Engineering 107: 155-160.
- ▶ **Sepúlveda, A., Arenas, L., Lepe, V., Yuri, J.A. 2017.** El uso de malla sombra y reflectante altera el microclima y la calidad de manzanas. Revista de Fruticultura 54: 6-17.
- ▶ **Vittrup Christensen, J. 1996.** Rain-induced cracking of sweet cherries: Its causes and prevention. En Cherries: Crop physiology, production and uses, p. 297-327. Eds. A.D. Webster y N.E. Looney. CABI Publishing, Cambridge.
- ▶ **Yuri, J.A. 2015.** Sunburn in apples: A hot problem. Good Fruit Grower 66: 26-27.

Resumen Climático

Álvaro Sepúlveda | asepulveda@utalca.cl
Laboratorio Ecofisiología Frutal | Centro de Pomáceas | Universidad de Talca.

CONDICIONES CLIMÁTICAS DE PRECOSECHA

Durante el verano, temperatura alta en el día y baja durante la noche constituye un régimen favorable para maximizar la producción frutal, que permite alta tasa de fotosíntesis y baja respiración. Sin embargo, exposición a temperatura muy alta en un ambiente seco (baja humedad relativa), afecta negativamente la calidad de la fruta.

En dichos veranos secos y calurosos, hay mayor presencia de fruta dañada por sol, limitado desarrollo del color de cubrimiento y aumento del riesgo de aparición de alteraciones fisiológicas, asociadas a desbalances

nutricionales, las que se manifiestan en post cosecha. En general, la vida de post cosecha de la fruta se ve afectada. Una de las formas de cuantificar este efecto es a través del Índice de estrés, variable que relaciona la temperatura del aire y la humedad relativa de la atmósfera. Al comparar con años previos, la actual temporada, ha mostrado una menor acumulación de unidades de estrés en la zona central del país, con valores reducidos al sur del Maule (Figura 1). En general, no se esperaría una alta incidencia de los efectos negativos mencionados anteriormente, sobre la calidad organoléptica de la fruta, así como en su potencial de almacenaje. Mientras que para la manzana producida en El Bío Bío y La Araucanía, se esperaría un alto desempeño en postcosecha.

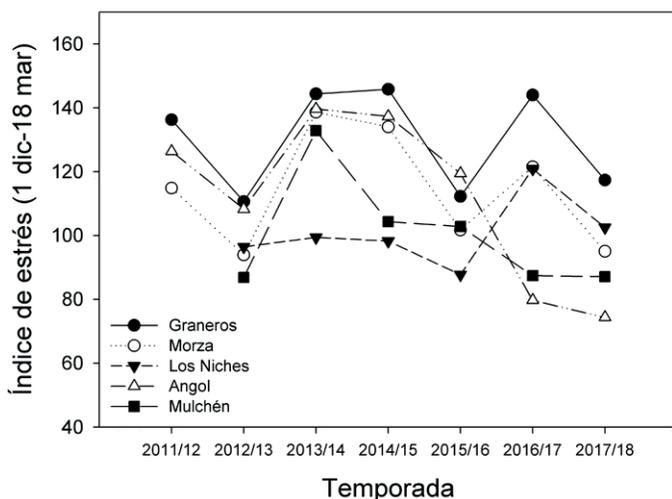


Figura 1. Índice de estrés acumulado entre el 1 de diciembre y el 18 de marzo, en algunas localidades en las últimas temporadas.



Foto 1. Daño por sol necrótico (Fuente: M. Fuentes).

Por otro lado, un día con 5 horas continuas en que la temperatura del aire estuvo sobre 29 °C es condición de riesgo de desarrollo del daño por sol en la piel de fruta expuesta a radiación solar directa. La cantidad de estos eventos durante esta temporada, ha mantenido la misma tendencia del Índice de estrés, es decir, se mantuvieron en los valores promedio de cada localidad o disminuyeron, especialmente al compararlos con la temporada anterior (Figura 2). Hasta mediados de enero, la temporada 2017/18 mostraba una alta acumulación de estos eventos, y a partir de esa fecha decreció su presencia. Con ello, no se esperaría gran cantidad de frutos con daño por sol severo (necrótico, foto 1). En la zona centro sur se esperaría baja presencia de frutos con daño por sol. Exposición a frío (temperatura bajo 10 °C), durante el mes previo a la cosecha estimularía la síntesis de antocianinas en la piel de la fruta.

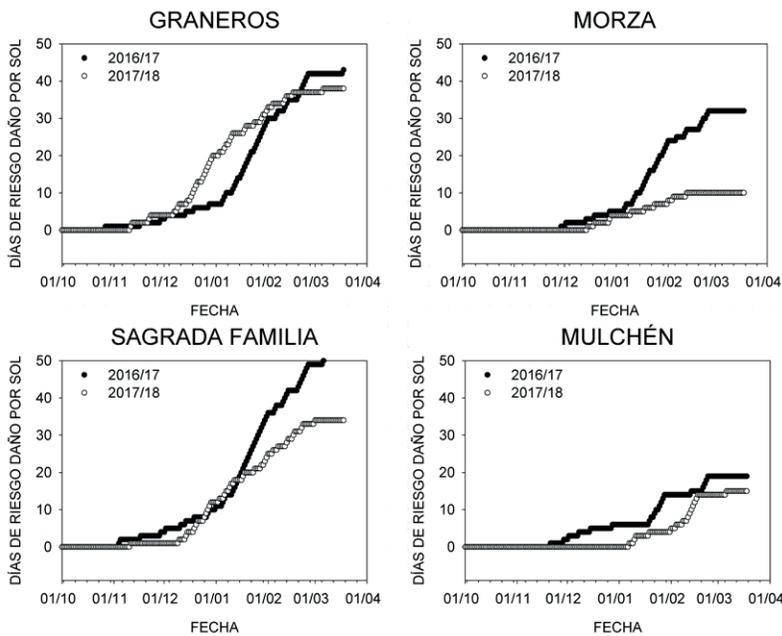


Figura 2. Días con condiciones de riesgo para daño por sol (5 horas con $T^>29\text{ }^{\circ}\text{C}$), desde el 1 de octubre.

Ello, junto a alta radiación solar y estrés ambiental moderado, garantizarán el desarrollo del color de cubrimiento. En general, la temporada 2017/18 no ha registrado una importante cantidad de frío en pre-cosecha, si bien durante la semana del 15 de marzo se registró abundante exposición bajo $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3). Se esperaría tardío y lento desarrollo de color rojo en cultivares de fin de

temporada. La Dirección Meteorológica de Chile pronostica, para el trimestre Marzo-Abril-Mayo, temperatura máxima sobre lo normal desde Pudahuel a Chillán, y normal en La Araucanía. Por otro lado, se espera temperatura mínima bajo lo normal desde Antofagasta y Osorno. Con ello, se favorecería el desarrollo de color rojo de la fruta por cosechar. Sin embargo, se debe considerar que



Foto 2. Decoloración de manzanas por exposición repentina al sol (Fuente: M. Fuentes).

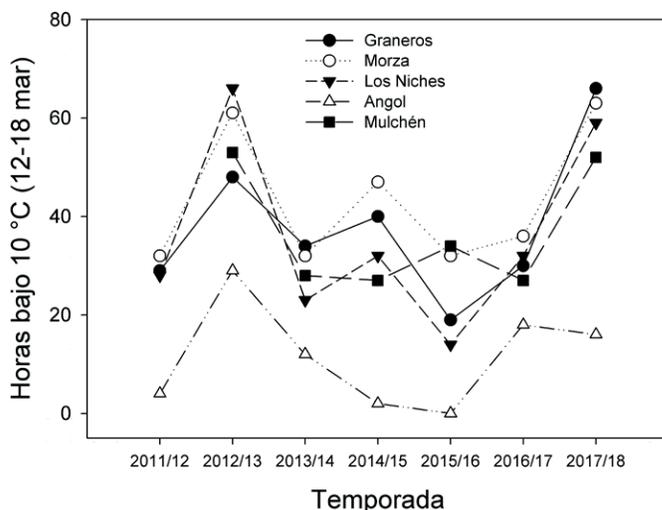


Figura 3. Número de horas con temperatura bajo $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre el 12 y 18 de marzo.

RESUMIENDO

El verano de la temporada en curso no resultó tan estresante como se anticipaba en enero, por lo que se esperaría una buena condición y calidad de la fruta en gran parte de las zonas productoras del país. Particularmente en localidades del Bío Bío y La Araucanía, donde el verano fue moderado, se esperaría contar con fruta de alta calidad y potencial de almacenaje, con excepción de la posible reducción de calibre en Galas.

Resumen de Investigaciones

Cambios en los niveles de fitohormonas asociadas al desarrollo de daño por sol en manzanas cv. Fuji.

González, J. Memoria de Grado. U. de Talca. 49 p. Prof. Guía: Torres, C.

Hoy en día Chile se ubica en el quinto lugar a nivel mundial en exportaciones de manzanas, con el 10% del mercado mundial, siendo una de las actividades frutícolas más importantes del país y concentrando su producción en la Región del Maule. Uno de los principales descartes de exportación en Chile es el Daño por Sol en la fruta, en la actualidad este daño se ve favorecido por el complejo cambio climático con aumentos en las temperaturas y la radiación solar, pudiendo, ambos factores causar modificaciones en los aspectos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos de los frutos que se encuentran bajo estas condiciones.

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de fitohormonas como el ácido indol-acético (AIA), ácido abscísico (ABA), ácido jasmónico (AJ) y ácido salicílico (AS), durante el desarrollo de daño por sol (estrés por alta radiación y alta temperatura) en manzanas cv. Fuji. En el estudio se llevaron a cabo dos ensayos durante la temporada 2015-2016, en el Huerto San Carlos de la Comuna de San Clemente, Región del Maule.

El primer ensayo, denominado "Ensayo de seguimiento", se evaluaron los niveles de fitohormonas (Figura 1) durante el desarrollo de daño por sol en la fruta (108 hasta 157 días después de plena flor, DDPF) en tejido con diferentes exposiciones al sol en el árbol. Se recolectaron frutos para sacar muestras de tejido y ser congeladas con nitrógeno líquido, esta práctica se realizó cada 3 días hasta completar el periodo antes mencionado (108- 157 DDPF), posterior a esto se puso en un freezer a -80°C para luego ser analizadas

En el segundo, denominado "Ensayo de Tiempo", se evaluaron los niveles de fitohormonas en diferentes tejidos

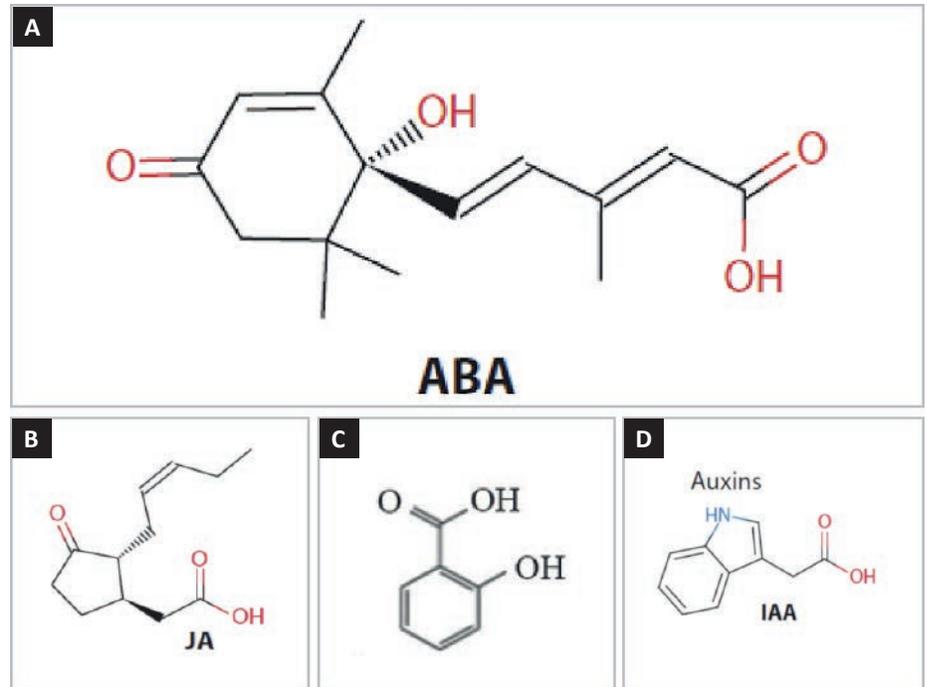


Figura 1. Estructuras químicas de fitohormonas relacionadas con el daño por sol. A: Ácido abscísico (ABA), B: ácido jasmónico (JA), ácido salicílico (AS) y ácido indolacético (AIA).

del fruto (piel, pulpa externa, pulpa interna y carpelo) de frutos expuestos repentinamente al sol (0 a 60 minutos de exposición). La recolección de las muestras se realizó a los 112 DDPF. Para realizar este ensayo, las muestras fueron congeladas en terreno con nitrógeno líquido, para luego ser guardadas en un freezer a -80°C para su posterior análisis

Las concentraciones de las fitohormonas (AIA, ABA, AJ y AS) fueron determinadas mediante la técnica de cromatografía líquida de alta resolución y ultra bajo volumen (UHPLC-masa), utilizando estándares comerciales para cada una de ellas.

Los resultados arrojaron que en el Ensayo de Seguimiento, las fitohormonas ABA, AJ y AS presentaron mayor concentración en tejidos que fueron expuestos al sol en comparación con tejidos no expuestos, mientras que las concentraciones de AIA fueron menores en frutos expuestos al sol y su concentración tendió a reducirse al pasar

los DDPF. En el Ensayo de Tiempo, se observó que los frutos al percibir un estrés repentino por alta radiación y temperatura sufrieron modificación en sus niveles de fitohormonas, específicamente en los lados que fueron expuesto a estrés; en el caso de AJ, AS y ABA las concentraciones aumentaron durante el transcurso del tiempo que se sometieron a estrés; para el caso de AIA las concentraciones tendieron a disminuir mientras se incrementaba el tiempo de exposición. Los resultados sugieren que la exposición al sol generó cambios en los niveles de concentración de las fitohormonas debido al estrés abiótico de altas temperaturas y alta radiación solar.

Las principales conclusiones arrojaron que la exposición al sol produjo cambios en las fitohormonas, ya sea aumentando o disminuyendo su concentración, como respuesta al estrés abiótico, dado por la alta radiación solar y altas temperaturas en frutos de manzanos.

Destacamos



► Visita

Adolfo Aravena de Agrícola y Forestal El Álamo Ltda., en el CP. 22/01/18.



► Visita

Daniel Manríquez, Director Research & Development Latin America de Agrofresh en el CP. 27/02/18.



► Reunión de Trabajo

Bruno Faúndez junto al equipo de Proyecto FIA "Clima y Calidad de Fruta", trabajando en la "Plataforma Climática" en el CP. 06/03/18.



► Asesoría Nutricional

Sergio Abarca junto a V. Lepe en Huertos del Sur, Mulchen. 06/03/18.



► Actividad técnica

Jornada técnica cv. Scilate - Envy®, Huerto Wapri La Chispa. 15/03/18.



► Ensayos

Evaluación ensayos en Cerezos, Los Olmos, Chimbarongo. 23/03/18.



► Visita Investigador

Dr. Michael Blanke en Frutícola El Aromo. San Clemente. 26/03/18.



► Asesoría

J.A.Yuri visitando los Huertos de Agropecuaria Wapri, Río Claro. 26/03/18.



► Visita Productor

Luis Fernández de Patagonian Fruit Trade, Argentina, visitando el Centro de Pomáceas. 27/03/18.



POMÁCEAS

Boletín Técnico editado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, de aparición periódica, gratuita.

© 2018-Derechos Reservados Universidad de Talca.

Representante Legal: Dr. Álvaro Rojas Marín, Rector

Director: Dr. José Antonio Yuri, Director Centro de Pomáceas

Editores: José Antonio Yuri - Valeria Lepe - Mauricio Fuentes

Dirección: Avenida Lircay s/n Talca. Fono 71-2200366 | E-mail: pomaceas@utalca.cl

Sitio Web: <http://pomaceas.utalca.cl>