



Estrategias para mejorar el color de las manzanas

J.A. YURI, D. SIMEONE, M. FUENTES, Á. SEPÚLVEDA

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

RESUMEN

El color rojo es una de las características de la manzana más apreciada por los consumidores. Su desarrollo es un fenómeno complejo que involucra numerosas reacciones enzimáticas, acumulación y degradación de pigmentos en membranas y vacuolas, y es fuertemente influenciado por el clima, la carga frutal, la nutrición mineral y manejos de la plantación. El presente documento hace un recorrido que abarca desde los mecanismos que inducen la coloración de la fruta, a las labores que permiten su expresión. Los cultivares de manzanas tradicionales requieren de una elevada exposición a radiación solar y alta fluctuación térmica entre día y noche, a fin de maximizar la fotosíntesis y reducir la respiración nocturna, pues los asimilados favorecen la formación de antocianinas. La actual situación climática demanda el uso de técnicas para mejorar el color con mínimo impacto ambiental, entre las que figuran: uso de reflectantes, aplicación de K y Zn, poda y deshoje manual o mecánico. Esta última tecnología es de reciente adopción en los huertos chilenos y las primeras experiencias muestran resultados promisorios.

Palabras clave: Manzanos, Chile, Desarrollo de color, Deshoje mecánico.

ABSTRACT

Strategies for improve apples color. The red color is one of the most appreciated characteristics of apple fruits. Its development is a complex phenomenon that involves enzymatic reactions, pigments accumulation and degradation in membranes and vacuoles, and is influenced by climate, fruit load, mineral nutrition and orchard management. This document reviews from the mechanisms that induce the red coloration of the fruits to the practices for improve it. Traditional apple cultivars require high exposure to solar radiation, temperature fluctuation between day and night, to maximize photosynthesis and reduce night respiration, because assimilates are the input for anthocyanin formation. The current climatic scenario demands the use of techniques to improve the fruit color with the minimum environmental impact. Among those are considered: use of reflective mulch, K and Zn foliar application, pruning and manual or mechanical defoliation. This last technology is recently adopted in Chilean orchards and the first experiences showed promising results.

Key words: Apples, Chile, Color development, Mechanical defoliation.

La coloración roja de la fruta es uno de los principales atractivos para el consumidor de manzanas. Los cultivares bicolores deben su particular pigmentación a la acumulación de antocianinas, en combinación con otros compuestos como clorofilas y carotenoides. La acumulación de estos pigmentos ocurre en diferentes estructuras celulares, hecho de suma relevancia. Mientras las antocianinas lo hacen en las vacuolas, locación no protagonista del metabolismo, clorofilas y carotenoides se ubican en las membranas de organelos, siendo partes estructurales. Así, el avance de la maduración de la fruta en el árbol y su vida de postcosecha producen cambios en el contenido de estos pigmentos, siendo el color de fondo un indicador esencial de estos procesos (*Fotos 1 y 2*).

Las antocianinas son flavonoides que, gracias a su estructura química, son capaces de absorber a la vez de reflejar parte de la luz solar incidente, confiriéndole tonos rojos y azules a los tejidos de la planta. Al actuar como filtro de parte del espectro radiativo tendrían un rol protector, especialmente del aparato fotosintético.

La concentración de antocianinas en la piel de la fruta es el resultado del balance entre su síntesis y degradación, y su patrón de expresión variará según la especie. Las manzanas muestran un alza del pigmento muy temprano en la temporada, junto al máximo nivel de polifenoles y actividad antioxidante (*Foto 3*), casi desapareciendo durante su crecimiento y concentrándose nuevamente con la maduración de la fruta, alcanzando su máxima expresión a cosecha. En peras bicolores, en cambio, se observa la mayor concentración de antocianinas en la mitad de su crecimiento, disminuyendo hacia la cosecha (*Figura 1*).

La síntesis de antocianinas está sujeta a factores genéticos, ambientales y de manejo, y su interacción (GONZÁLEZ-TALICE *et al.*, 2013). El ge-

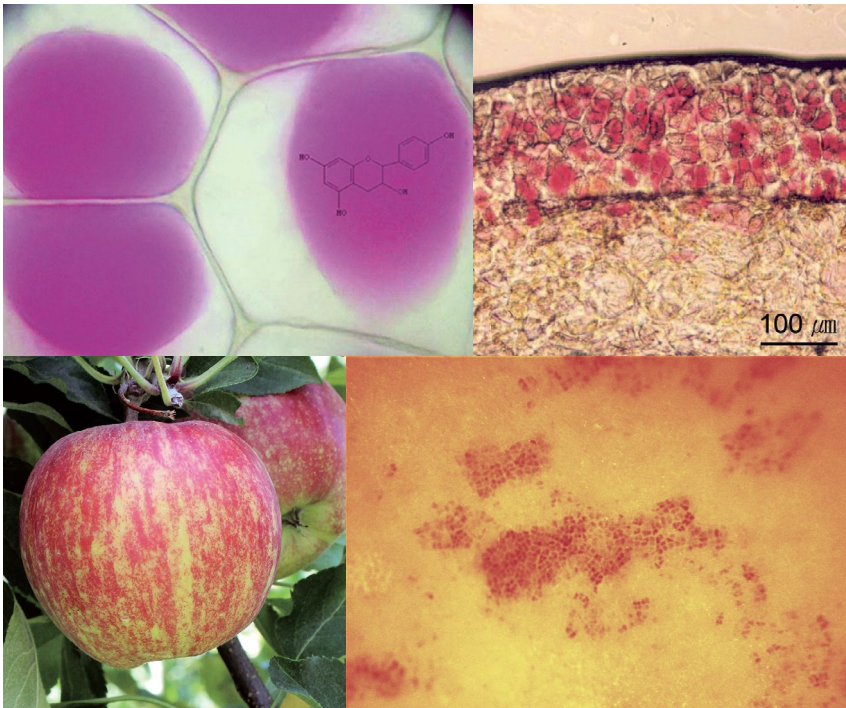


Foto 1. Acumulación de antocianinas en las vacuolas celulares (arriba), las que posibilitarán el desarrollo de color de cubrimiento de la fruta (Adaptado de NOLF, 2004 y BAE *et al.*, 2006). Cultivares bicolors tienden a formar “nidios” de células con antocianinas, lo que se manifiesta como un estriado rojo de la fruta (abajo).



Foto 2. Contraste entre el color de cubrimiento, dado por las antocianinas, y el color de fondo, donde participan clorofilas y carotenoides. El cambio de verde a amarillo de la piel es un indicador del comienzo de la senescencia de la fruta.

nético es tan relevante, que una atractiva coloración es uno de los principales objetivos de los programas de mejoramiento. Por otra parte, entre los factores ambientales, la exposición a la radiación solar (en calidad y cantidad) y a diferentes rangos de temperatura, son críticos para maximizar la coloración. La vía de síntesis de las antocianinas es estimulada por la exposición directa del fruto a radiación UV-B, lo que genera

la pigmentación diferencial entre ambas caras. Episodios de frío (temperatura bajo 10°C) promueven la acumulación del pigmento. Durante el día, la alta radiación solar y temperatura favorecen la actividad fotosintética del frutal y, con ellas, la disponibilidad de carbohidratos requeridos para la síntesis de las antocianinas. Sin embargo, cuando los niveles de estos factores son excesivos (>1.500 µmol/m²s; >30°C), se reduce la



Foto 3. Coloración temprana de manzanas cv. Jonagold, cuando se expresa el máximo contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la fruta.

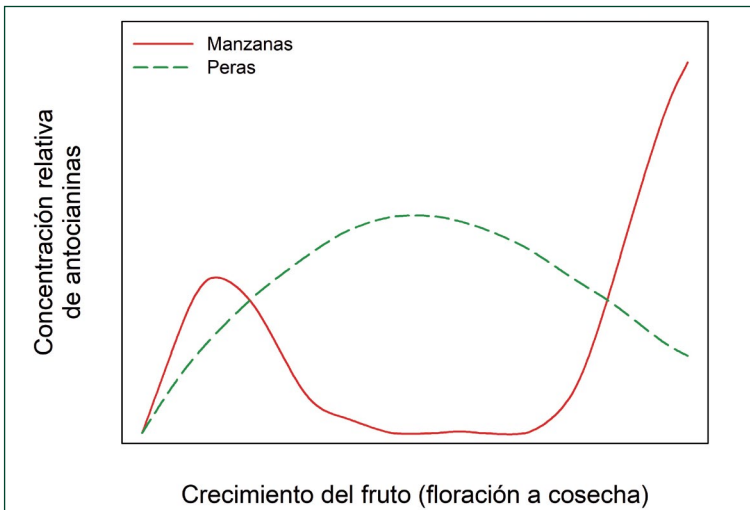


Figura 1. Dinámica de desarrollo de color en manzanas y peras. Adaptado de STEYN *et al.*, 2005.

fotosíntesis neta y alteran la concentración de pigmentos en el fruto.

En cuanto al manejo de la plantación, el control del vigor de los árboles permitirá mayor exposición e iluminación de la fruta y disponibilidad de carbohidratos. Asimismo, la nutrición mineral se enfoca en facilitar el transporte de estos hacia los frutos, en cantidad y oportunidad.

En los últimos años en Chile, así como en diversas zonas frutícolas, se han incrementado las altas temperaturas estivales. Estas agudizan las

condiciones desfavorables para la adecuada producción, especialmente con veranos secos propios del clima templado cálido, predominante en gran parte de las zonas frutícolas del país. El alto estrés por intensa radiación solar, alta temperatura y baja humedad relativa tiene fuerte impacto en el tamaño, color y calidad de la fruta, con incidencia de alteraciones como el daño por sol y reducción de la vida de postcosecha (SEPÚLVEDA *et al.*, 2011). Es por ello que se hace crítico favorecer el desarrollo de color de la fruta me-



Foto 4. Tejido reflectante blanco en la entre-hilera aumenta la luz difusa (izda.), y lámina aluminizada ubicada junto al eje de las plantas produce un reflejo directo (dcha.).

dante las alternativas de manejo. Además, una intensa y extensa coloración de los frutos facilita su recolección, concentrándola y con ello evitando fruta con madurez muy heterogénea; también, se reducen los costos de la labor.

En la actualidad existen diferentes decisiones y técnicas con miras a mejorar la coloración de las manzanas, comenzando con la elección de clones con fruta más roja y un adecuado sitio de plantación, el cual debe presentar los diferenciales térmicos día/noche cercanos a cosecha para inducir la síntesis de antocianinas. Pero ¿qué hacer con un huerto establecido, donde tanto la genética como el sitio de plantación no cumplen con el ideal esperado?

Manejo del color

El avance en investigación y tecnología posibilita al productor tomar medidas para incrementar el desarrollo de color de la fruta, incluyendo alternativas de manejo tales como el uso de cubiertas de suelo con materiales reflectantes, manejo de copa (poda y deshoje previo a cosecha),

reguladores de crecimiento, nutrientes (Potasio, Zinc), bioestimulantes, enfriamiento evaporativo mediante aspersión de agua sobre los árboles, entre otros. Es indispensable apoyar el desarrollo de color cuando se utiliza malla sombra para reducir el estrés ambiental durante el crecimiento del fruto y con ello controlar el daño por sol.

A continuación, se describen las técnicas más utilizadas en Chile, junto a los resultados de las primeras experiencias con deshoje neumático.

Materiales reflectantes

En Chile, el uso de cubiertas de suelo reflectantes es una de las técnicas más difundidas en los últimos años. En el mercado existen materiales destinados a redirigir la radiación solar a la zona baja e interior del árbol que se pueden clasificar en dos grupos:

a. Tejidos blancos: reflejan la radiación solar en forma difusa, creando un “efecto nieve”, por lo que su instalación en una gran superficie del suelo es la recomendada (Foto 4, izda.). Puesto



kryoss

Tolerancia al frío

bioestimulante para
tolerancia a las
heladas



coda

adaptados a tu cultivo



unibrot

Cultivo uniforme,
cultivo productivo

bioestimulante para
uniformizar brotación



Sustainable Agro Solutions, S.A.U.
Ctra. N-240, Km 110 - Almacelles - Lleida (Spain) 25100
t. (34) 973 74 04 00 / info@sas-agri.com



sas-agri.com



Foto 5. La suciedad altera la propiedad de las cubiertas de reflejar la luz incidente.

que estos tejidos deben soportar el paso de maquinaria, están constituidos por materiales resistentes, pudiendo ser reutilizados.

b. Láminas aluminizadas: generan un ángulo de reflejo “tipo espejo”, por lo que se recomienda su uso como una banda continua a ambos lados del eje de la planta (Foto 4, *dcha.*). Así, además, permite el tránsito de la maquinaria. Se trata de una lámina de un material frágil, de un solo uso.

En los huertos, estos materiales pierden rápidamente sus propiedades reflectantes, principalmente por acumulación de polvo, hojarasca y fruta (Foto 5; Figura 2). Por ello y debido a que la síntesis de antocianinas en manzanas ocurre en corto tiempo cercano a cosecha, corroborado con el uso de bolsas en el cv. Fuji (Figura 3), se recomienda su instalación 10–15 días previo a la fecha estimada de su inicio.

Enfriamiento evaporativo

Esta técnica consiste en la aplicación de pulsos de agua sobre la copa de los árboles, activa mientras se mantenga una alta temperatura ambiente (Foto 6). Ello reduce la temperatura del follaje y frutos al evaporarse el agua desde su superficie.

En Chile, como en otras zonas de producción con veranos secos y cálidos, este sistema es utilizado para el control de daño por sol, y al reducir el estrés ambiental y bajar la temperatura del árbol, también permite mejorar la coloración de las manzanas. Sin embargo, tiene un elevado costo de instalación y funcionamiento. Además, requiere de un gran volumen de agua, la cual debe estar libre de sedimentos y sales, las que se acumulan en la fruta y son difíciles de eliminar en el embalaje (Foto 6). La mayor eficacia y eficiencia del sistema se consigue con aspersores de bajo caudal, que producen una especie de niebla sobre el follaje.

Poda en verde

Dado que se requiere la iluminación directa al interior de la copa para promover la formación y acumulación de pigmentos en los frutos, cobra importancia la poda en verde. La eliminación de brotes vigorosos se debe realizar una vez que cesa el crecimiento vegetativo, en diciembre en el hemisferio sur (85 días después de plena flor; DDPF), cuando estos pueden ser aún desgarrados desde su inserción, con la finalidad de eliminarlos totalmente y evitar su re-



Foto 6. Enfriamiento evaporativo por riego elevado. La acumulación de sales en la piel del fruto puede ser un severo problema para su eliminación en el embalaje.

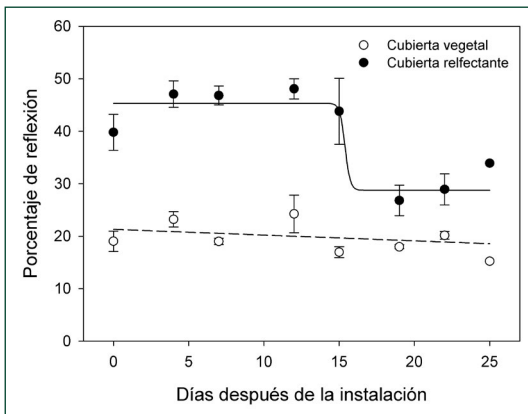


Figura 2. Pérdida en el tiempo de la reflexión de radiación solar de las cubiertas de suelo.

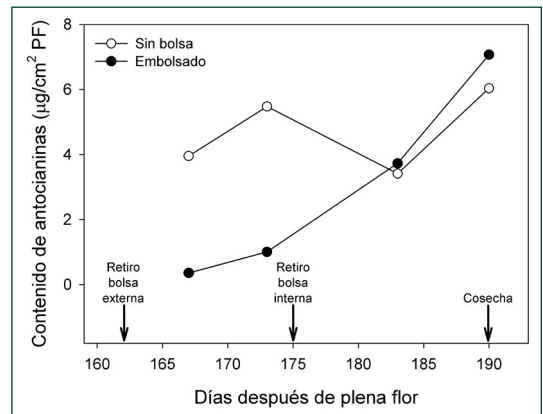


Figura 3. Contenido de antocianinas en manzanas cv. Fuji con y sin bolsa. Adaptado de YURI *et al.*, 2020.

brote. Si persiste el sombreado al acercarse la cosecha, la labor se debe volver a realizar 2–3 semanas previo a ella, con tijera o máquina podadora de disco, puesto que los brotes se han comenzado a lignificar.

En Chile, la precaución que el Centro de Pomáceas hace presente a los fruticultores es evitar una poda de verano muy intensa, en especial si el rebrote aún es posible que ocurra. Por ello, lo ideal es hacerla a partir de finales de febrero (140

DDPF). Debe tenerse especial cuidado con la intensidad de esta labor en cultivares de cosecha temprana (Galas), pues el riesgo de rebrote afectaría negativamente la diferenciación floral, que en Chile comienza la primera semana de enero. Las plantas dejan de rebrotar a finales de febrero/inicios de marzo, cuando ya han comenzado a “captar” las condiciones ambientales que las prepararán para el receso invernal. Asimismo, hay que evitar hacer la poda con pronóstico de altas



Foto 7. Deshoje manual del cv. 'Envy™', apoyado por el uso de reflectante para la mejora de la coloración de la fruta.

temperaturas en los días posteriores, a fin de no inducir daño por sol causado por exposición repentina de fruta poco ambientada a alta temperatura y radiación solar directa.

Nutrición mineral

Mantener niveles nutricionales equilibrados ayuda a mejorar el color de los frutos. Se ha relacionado el exceso de Nitrógeno con un menor color de cubrimiento, tanto por su efecto directo sobre la concentración de clorofila, como por favorecer el vigor de los brotes, los que causarían sombra y consumirían carbohidratos necesarios para la síntesis de pigmentos.

El Potasio y el Zinc se han asociado con un mayor desarrollo de color. El primero promueve la apertura estomática y el flujo de asimilados hacia el fruto y el segundo tiene un efecto fotoprotector de los tejidos expuestos a la radiación solar. En la misma línea, aplicaciones de Boro en verano ayudarían al transporte de azúcares hacia los frutos, permitiendo su mayor disponibilidad como materia prima para la síntesis de antocianinas.

Deshoje

La práctica de deshoje manual se ha convertido en una alternativa muy efectiva para aumentar el color de los cultivares de cosecha media a

tardía (Foto 7). Este manejo se viene realizando desde hace décadas, en muchos casos para mantener al personal temporal en espera de la cosecha de dichos cultivares. Sin embargo, el alto costo (\approx US\$ 1.500/ha) y escasez de mano de obra han abierto la posibilidad de alternativas mecánicas para el deshoje.

El momento adecuado para realizar esta labor es entre los 20 y 30 días antes del inicio de cosecha, permitiendo así la exposición de los frutos a la radiación solar. Hay que tener presente, al igual que en la poda de verano, el pronóstico de altas temperaturas que podrían ocasionar daño en la piel, debido a la exposición repentina de la fruta al sol. Por ello, es una práctica más viable en cultivares tardíos, cuando las temperaturas máximas diarias ya se han moderado.

Ensayo en deshoje neumático

Durante la temporada 2019/2020, el Centro de Pomáceas cuantificó el efecto de una deshojadora neumática en la coloración de manzanos 'Fuji Raku Raku'/M9 (3.008 plantas/ha) y 'Cripps Pink'/PI33 (2.857 plantas/ha), en la Región de La Araucanía de Chile (37° L.S.). La temporada previa se habían realizado las primeras mediciones con este equipo en los mismos cultivares, pero en una zona más cálida como es la Región del Maule (35° L.S.; Foto 8).



Foto 8. Deshojadora neumática en árboles cv. Cripps Pink antes y después de 1 pasada.



Foto 9. Deshoje en manzanos 'Cripps Pink'. Testigo sin deshojar (arriba, izda.); deshoje neumático 1 pasada (arriba, dcha.); deshoje neumático 2 pasadas (abajo, izda.); deshoje manual (abajo, dcha.).

El deshoje se realizó 30 días antes de cosecha, a una velocidad de marcha de 3,5 km/h. El aire fue generado a través de un compresor y desplazado por 2 discos de cabezal (2 cabezales por máquina), en forma de pulsos, con un rendimiento en torno a 1 h 40 min/ha/pasada. Los tratamientos consistieron en un testigo sin deshojar; deshoje neumático 1 pasada; deshoje neumático 2 pasadas; y deshoje manual. Para este último se requirieron 8 JH/ha para 'Fuji' y 15 JH/ha para 'Cripps Pink'.

A cosecha, se recolectó toda la fruta ubicada en los primeros 2 metros desde el suelo, considerando 10 árboles por tratamiento. El resultado de ellos del cv. Cripps Pink se observa en la Foto 9.

Fuji

Al segregar la fruta por categoría de color (%), las diferencias más marcadas se encontraron en las categorías <30% y 50-75% de cubrimiento. En estas, el testigo presentó el mayor porcentaje de fruta que no alcanzó un color mínimo para ser embalada (<30% de cubrimiento). Contrariamente, en aquellos árboles sometidos a 1 pasada de deshoje neumático, se redujo en 18 puntos porcentuales la cantidad de fruta con menos de 30% de color. El deshoje neumático 2 pasadas y deshoje manual concentraron 23 y 24 puntos porcentuales menos que el testigo en la misma categoría de descarte (Figura 4).

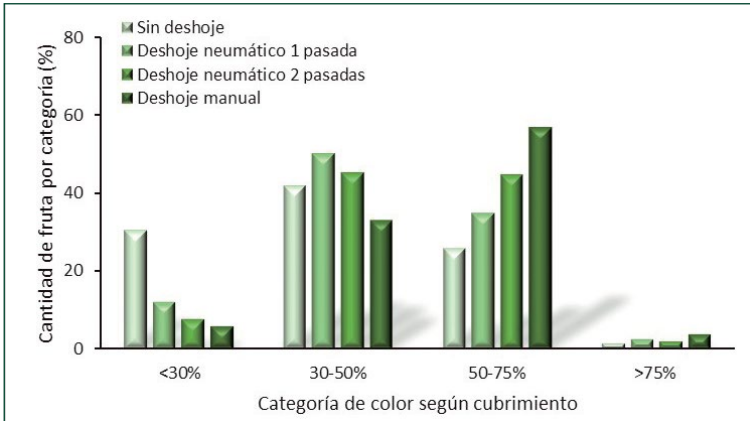


Figura 4. Efecto del deshoje en la distribución de color (%), en manzanas cv. Fuji Raku Raku.

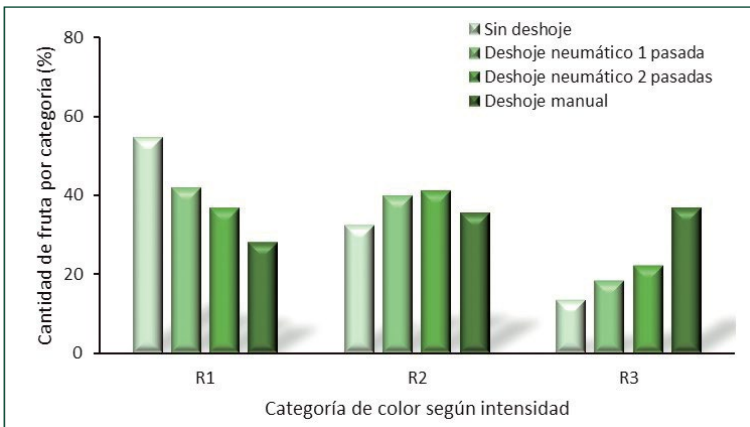


Figura 5. Efecto del deshoje sobre la intensidad del color en manzanas cv. Fuji Raku Raku (R1: menos intenso a R3: más intenso).

El deshoje manual generó más de un 60% de fruta en la categoría de mayor cubrimiento, seguido de deshoje neumático 2 pasadas (47%), deshoje neumático 1 pasada (38%) y, finalmente el testigo, con solo el 27%. Ello evidencia el desfase de la curva de distribución por categoría de color de cubrimiento con el deshoje.

Resultados similares se observaron al analizar la intensidad del color de cubrimiento (Figura 5). El deshoje manual logró 23 puntos porcentuales más de fruta que el testigo en la categoría R3 (mayor intensidad). Al contrario, en la categoría R1 (menor intensidad) se observó que el testigo concentró más de un 50% de la fruta, seguido por deshoje neumático 1 pasada (42%), deshoje neumático 2 pasadas (37%) y deshoje manual (28%).

En cuanto al daño por impacto, en 'Fuji' se observó que la fruta de los árboles con deshoje manual y neumático con 2 pasadas fue la que pre-

sentó mayor incidencia, alcanzando 16 y 13%, respectivamente (Cuadro 1).

Cripps Pink

El testigo presentó el mayor porcentaje de fruta sin el color requerido para embalarla como categoría 'Pink Lady®', alcanzando un 80% de manzanas con menos de un 40% de color de cubrimiento. El deshoje neumático 1 pasada, deshoje neumático 2 pasadas y deshoje manual, redujeron en 54, 57 y 61 puntos porcentuales, respectivamente, la fruta en esa misma categoría (<40% de cubrimiento) respecto al testigo (Figura 6).

En relación con la intensidad de color, se observó un efecto similar a lo ocurrido en el cv. Fuji, donde el testigo alcanzó un 18% de fruta en la categoría R3, mientras que deshoje neumático 1 pasada, 2 pasadas y manual concentraron un

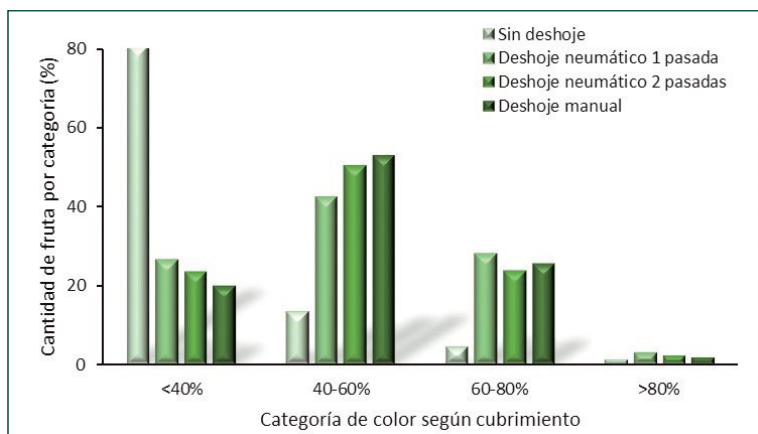


Figura 6. Efecto del deshoje sobre la distribución de color en manzanas cv. Cripps Pink.

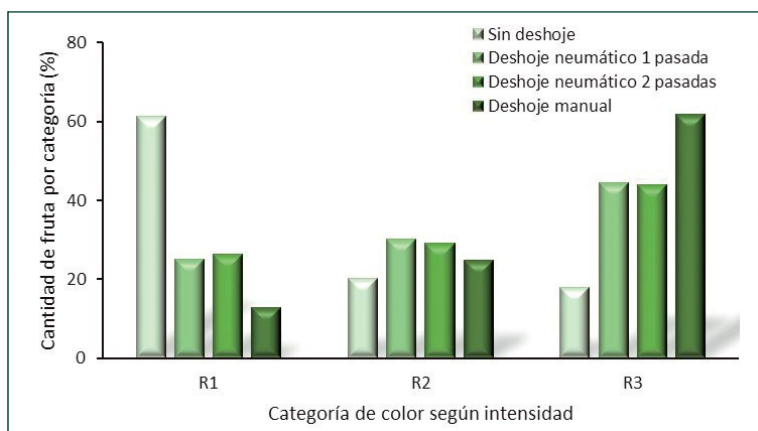


Figura 7. Efecto del deshoje sobre la intensidad del color en manzanas cv. Cripps Pink (R1: menos intenso a R3: más intenso).

Cuadro 1. Efecto del deshoje sobre la incidencia de daño por impacto en manzanas cv. Fuji Raku Raku. Región de La Araucanía – Chile. Temporada 2019/2020.

Tratamientos	Daño por impacto (%)
Testigo	0,0
Deshoje Neumático 1 pasada	4,0
Deshoje Neumático 2 pasadas	13,0
Deshoje Manual	16,0

Cuadro 2. Efecto del deshoje sobre la incidencia de daño por impacto en manzanas cv. Cripps Pink. Región de La Araucanía – Chile. Temporada 2019/2020.

Tratamientos	Daño por impacto (%)
Testigo	2,8
Deshoje Neumático 1 pasada	7,1
Deshoje Neumático 2 pasadas	2,4
Deshoje Manual	15,1

45, 44 y 62%, respectivamente, en la misma categoría (Figura 7).

La fruta del cv. Cripps Pink sometida a deshoje manual fue la que presentó el valor más elevado de daño por impacto, alcanzando un 15% de frutos con algún golpe de importancia (Cuadro 2). Resulta inconsistente la menor cantidad

de fruta con machucones en los árboles tratados con 2 pasadas de deshoje neumático respecto a aquellos con una pasada.

De acuerdo con los resultados del ensayo, la utilización de la deshojadora neumática aparece como una alternativa para mejorar la coloración, en cubrimiento e intensidad de los frutos,



Foto 10. Vista actual de numerosas plantaciones de manzanos en Chile, donde se combinan el uso de malla sombra con reflectantes.

siempre que se realice en 2 pasadas, con las que alcanza resultados parecidos a la labor manual. Debe considerarse la suficiente disponibilidad de maquinaria, debido a la reducida velocidad con la que requiere ser llevada a cabo esta labor, de tan solo 3,5 h/ha. Posiblemente un deshoje mixto, que considere pasadas mecánicas y ajuste manual sea una estrategia interesante de utilizar.

La aplicación de herramientas tecnológicas que permitan maximizar el color de la fruta debe estar fundada en el entendimiento de la fisiología de la planta y, dado los altos costos involucrados, será opción únicamente en cultivares de alta productividad y rentabilidad. Los efectos negativos de la actual situación climática, que se deberán enfrentar integralmente, deben incluir estas herramientas en forma cauta e inteligente. Es común ver hoy en Chile plantaciones de manzanos cubiertas con malla sombra para re-

ducir el estrés ambiental, junto a reflectantes que permitan mejorar la coloración de la fruta (Foto 10). •

Bibliografía

- BAE, R.N., KIM, K.W., KIM, T.C., LEE, S.K. (2006). Anatomical observations of anthocyanin rich cells in apple skins. *HortScience* 41: 733–736.
- GONZÁLEZ-TÁLICE, J., YURI, J.A., DEL POZO, A. (2013). Relations among pigments, color and phenolic concentrations in the peel of two Gala apple strains according to canopy position and light environment. *Scientia Horticulturae* 151: 83–89.
- SEPÚLVEDA, A., GONZÁLEZ TALICE, J., YURI, J.A. (2011). Aspectos climáticos relacionados con la producción de manzanas de calidad en Chile. *Revista de Fruticultura* 17: 34–37.
- STEYN, W.J., WAND, S.J.E., HOLCROFT, D.M., JACOBS, G. (2005). Red colour development and loss in pears. *Acta Horticulturae* 671: 79–85.
- YURI, J.A., NEIRA, A., FUENTES, M., RAZMILIC, I., LEPE, V., GONZÁLEZ, M.F. (2020). Bagging Fuji Raku Raku apple fruit affects their phenolic profile and antioxidant capacity. *Erwerbs-Obstbau* 62: 221–229.