

Manzanas: cuando el color es sinónimo de calidad

La región del Alto Valle produce manzanas que tienen como destino principal el mercado interno, con un promedio de 46,9 %, mientras que para la exportación es del 16,8 % y para la industria, el porcentaje restante (Senasa, 2020).

Una de las principales limitantes para determinar el destino de esa producción es, precisamente, la calidad de la misma. El tamaño, el color, la forma, la integridad de la piel y la ausencia de asoleado, entre otros defectos, son los principales atributos que determinan su calidad externa.

Una vez que los frutos alcanzan su tamaño comercial, una coloración insuficiente muchas veces es motivo de descarte o de un menor valor de venta, reafirmando que el precio depende en gran medida del color.

Los consumidores asocian el rojo de las manzanas con la madurez y el buen sabor. Por eso, este factor se considera uno de los atributos de calidad más importantes a tener en cuenta. Además de ser atractivas para su consumo, las manzanas rojas son ricas en antocianinas, compuestos que presentan un alto valor nutricional y efectos benéficos para la salud.

El desarrollo del color es el resultado de la coexistencia de varios pigmentos en las primeras capas de células de la epidermis: clorofila (color verde), carotenoides (responsables del verde/amarillo) y antocianinas (color rojo).

Una escasa coloración de esa epidermis es la causa principal de depreciación de calidad en las variedades rojas y constituye uno de los mayores problemas en áreas de producción caracterizadas por climas secos y calurosos.

El factor genético es determinante para obtener una manzana de buena coloración. Dentro de los programas de mejoramiento a nivel mundial, la búsqueda de nuevas variedades y la selección de clones con mejor coloración es uno de los objetivos principales. En este sentido, en variedades como Cripp's Pink, se han seleccionado clones como 'Lady in Red' que toman mejor color que su clon predecesor 'Rosy Glow'. En el 2010 se determinó por primera vez la secuencia genómica de manzanas, 'Golden Delicious', hecho que favoreció el avance de las investigaciones a nivel molecular.

Teniendo en cuenta que el clima también juega un rol fundamental en la fisiología de los árboles frutales y en la calidad de la producción, y separando lo específicamente relacionado al factor genético, la síntesis de antocianinas en manzanas depende principalmente de la intensidad y calidad de la luz, de la temperatura y de factores de manejo en el monte.

En este artículo, se resumen dichos factores y se mencionan los trabajos realizados en el INTA Alto Valle respecto de algunas prácticas culturales y el efecto de determinadas condiciones ambientales.



sigue >>

¿CÓMO AFECTAN LOS FACTORES AMBIENTALES EL COLOR DE LAS MANZANAS?

LUZ

La luz y la calidad de la fruta están fuertemente asociadas. Es el factor ambiental más importante para determinar la coloración de la piel de los frutos.

Cuando estos se cubren con bolsas se afecta significativamente la síntesis de antocianinas en las manzanas, y cuando aquellas se retiran se produce una acumulación de antocianinas en la piel. Lo mismo se observa en el caso de las hojas cuando impiden la llegada de la luz (Foto 1).

Dada esta situación, la coloración de las manzanas se puede mejorar con una mayor exposición de los frutos al factor solar. Se considera como nivel suficiente si alcanza alrededor del 50 % de la radiación incidente.

En cuanto a la calidad de la luz, la radiación ultravioleta (UV) y la luz azul son las que presentan el mayor efecto en cuanto a la promoción de la síntesis de antocianinas. Mientras que el rojo lejano presenta efectos nulos y hasta inhibitorios.

TEMPERATURA

La temperatura es otro de los factores ambientales que influyen en la síntesis de antocianinas y el desarrollo del color en manzanas. Numerosos trabajos reportan que bajas temperaturas (< 10 °C) promueven signi-

ficativamente la síntesis de antocianinas en la piel de esos frutos. Además, la radiación UV-B aumenta la expresión de numerosos genes involucrados en la vía de biosíntesis de antocianinas y promueve la acumulación de antocianinas en la piel de manzanas.

Con respecto a las altas temperaturas, inhiben la síntesis de antocianinas y la coloración. Bajo esas condiciones, se ralentiza la síntesis de antocianinas y se acelera la tasa de degradación, lo que hace que disminuya el contenido total.

En un ensayo realizado a campo se enfriaron artificialmente (7 °C) durante una noche algunos frutos de manera individual y se determinó que eso fue suficiente para aumentar la transcripción de un gen (MYBY0) y la consecuente activación del ciclo de síntesis de antocianinas. Por otro lado, siguiendo la misma línea de investigación, se calentaron algunos frutos (8 °C por encima de la temperatura media de aire) y se logró inhibir la transcripción de este gen y otros. El calentamiento localizado de frutos abarcó tanto el día como la noche, y tuvo rangos de temperatura de entre 7 °C a 22 °C en el control y de 17 °C a 35 °C en los frutos tratados.

FITOHORMONAS

Las fitohormonas también participan en la regulación de la síntesis de antocianinas y generan efectos diferentes (Tabla 1).



Foto 1. Efecto de la luz sobre la formación de color en manzanas Rosy Glow. Abril 2021.

sigue >>

Tabla 1. Mecanismos de acción de fitohormonas en el desarrollo del color en manzanas.

Hormona	Efecto sobre el color
Etileno	Promueve la senescencia de hoja y la madurez de los frutos y estimula la síntesis de antocianinas. Aplicaciones de 1-MCP (inhibidor de su efecto), inhiben la síntesis de antocianinas.
Ácido abscísico	Participa en la formación de color durante la madurez de los frutos, regulando la producción de etileno y de antocianinas y estimulando la actividad de la enzima PAL (Fenilalanina amino liasa).
Ácido jasmónico	Regula diferentes procesos que incluyen la defensa frente a estrés biótico y abiótico y síntesis de metabolitos secundarios. En manzanas, estimula la síntesis de antocianinas.
Citoquininas	Induce la acumulación de antocianinas, dependiendo del estado redox de la cadena fotosintética de transporte de electrones mediada por la señalización de inducida por la sacarosa.
Auxinas	Aplicaciones de 2,4-D y ANA un mes antes de la cosecha aumentan la concentración de antocianinas de manera indirecta, ya que promueven la síntesis de etileno y la madurez de los frutos.

¿CÓMO EL MANEJO PUEDE AFECTAR EL COLOR DE LAS MANZANAS?

PORTAINJERTOS

Debido a la importancia que tiene la luz en la formación del color de las manzanas, el *control vegetativo* de las plantas es clave para alcanzar buenos niveles de radiación en la parte interna de los árboles frutales. Los portainjertos enanizantes, como el M9, permiten que las manzanas estén expuestas a mayores porcentajes de radiación que un portainjerto más vigoroso (Figura 1). Esto favorece la toma de color mencionada.

PODA

La *poda* es una herramienta que puede utilizarse para mejorar la calidad de la fruta, especialmente su tamaño. El efecto logrado va a depender del porcentaje de yemas que se saque de acuerdo a la intensidad de la

poda. Durante tres temporadas, ensayos de extinción de yemas en la parte interna de árboles de Galaxy mejoraron la calidad de las estructuras fructíferas y promovieron la formación del color de cobertura (Raffo *et al.*, 2011).

La *poda en verde* también favorece la llegada de luz al interior de los árboles, pero se debe tener cuidado con el daño por sol. En sistemas de conducción planos, en un monte bajo malla, la poda mecanizada en verde realizada a fines de diciembre mejoró la distribución de luz en la copa de los frutales y la coloración de la fruta a cosecha.

La eliminación de hojas en manzano Cripp's Pink es una tarea frecuente que se realiza una o dos semanas antes de la cosecha, en la parte baja de los árboles, para aumentar la llegada de luz y promover la coloración (Foto 2).

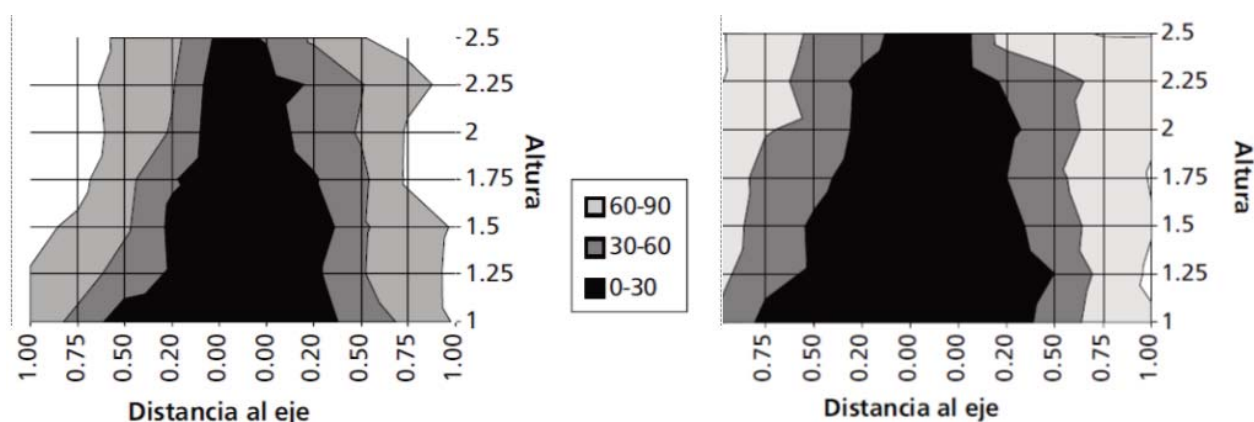


Figura 1. Distribución de radiación PAR (%) en árboles de manzanos cv Royal Gala sobre portainjerto M9 (izquierda) y EM 7 (derecha).

sigue >>



Foto 2. Deshoje realizado en la parte baja de los árboles para mejorar coloración en Cripp's Pink.

REGULADORES DE CRECIMIENTO

Existen diferentes *reguladores de crecimiento* que se utilizan para controlar el crecimiento vegetativo. En este sentido, en ensayos realizados en el INTA Alto Valle se determinó que tres aplicaciones foliares de Prohexadiona de Calcio resultaron efectivas para el control de crecimiento de brotes e, indirectamente, mejoraron el porcentaje de color de cobertura de manzanas rojas a cosecha (Figura 2).

MALLAS ANTIGRANIZO

Las mallas antigranizo son una tecnología eficiente para reducir el daño por sol, y otros daños mecánicos producidos por viento y granizo. El porcentaje de frutos asoleados, observado bajo este sistema de protección, está relacionado al grado de sombreado que presenta cada tipo de malla.

Mientras que el uso de mallas oscuras, con una considerable reducción de los niveles de radiación, afecta negativamente el color en algunas variedades, las mallas claras (cristal, perla, blanca), que aumenten la radiación difusa en el monte frutal, pueden favorecer el desarrollo de la coloración, según el caso.

La disminución de la luz que provocan las mallas es más crítica en espalderas plantadas con una orientación este-oeste, en donde se produce una menor coloración en los frutos ubicados en la cara sur (Figura 3). Es clave, en este sentido, el manejo de la poda, el riego y la fertilización para evitar los excesos de vigor, con el consecuente sombreado de los frutos.

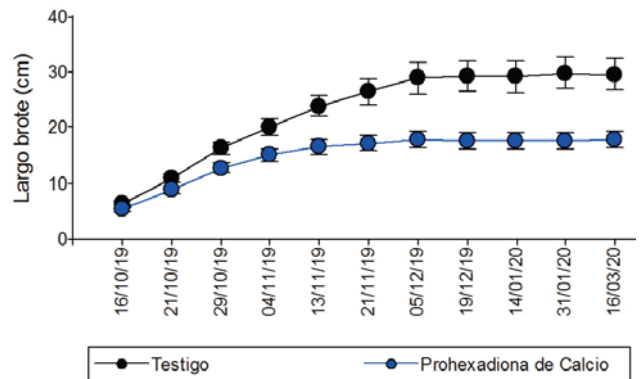


Figura 2. Efecto de la Prohexadiona de Calcio sobre el crecimiento de brotes (arriba) y coloración en manzanas Red Delicious (abajo).

sigue >>

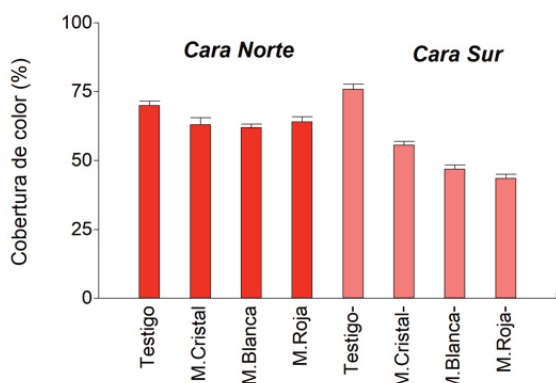


Figura 3. Porcentaje de color de cobertura en manzanas Cripp's Pink de la cara norte y sur de una espaldera para los tratamientos Malla blanca, roja, cristal y Testigo (sin malla).

CUBIERTAS REFLECTANTES

Las cubiertas de suelo reflectantes se utilizan en la producción de manzanas con el propósito de redirigir la radiación solar incidente hacia la parte baja de los árboles y compensar la falta de luz en esa zona. Usualmente, se colocan entre dos y tres semanas previo a la cosecha.

Existen dos tipos principales:

- 1) *Cubiertas tejidas blancas como la Extenday®/ Lumilys etc, que se colocan en el centro de la calle, dejan libre las filas y reflejan la radiación difusa hacia las plantas adyacentes. Para evitar su deterioro, se recogen y guardan antes de empezar la cosecha.*
- 2) *Láminas aluminadas como ReflexSol® o Agrisol Shiny. Este tipo de cobertores son muy frágiles, de único uso y más económicos que las cubiertas tejidas blancas. Reflejan tanto la radiación visible como infrarroja, por lo que pueden ocasionar algún quemado de fruta si esta se encuentra muy cerca del cobertor. Como produce sólo un ángulo de reflexión (efecto espejo), se recomienda colocarlas en una franja angosta a ambos lados del tronco de los árboles.*

Desde hace dos temporadas, se está evaluando el desempeño de láminas aluminadas en la región (Foto 3), y se determinó un efecto positivo en los niveles de radiación en el interior de las plantas y una mejora en el porcentaje de color de cobertura de manzanas en la parte baja de los árboles (Tabla 2). El porcentaje de radiación que reflejan estos cobertores disminuye con la altura. Los niveles de radiación reflejada son significativamente superiores respecto de la cobertura vegetal, alcanzando un 100 % de reflexión a 20 cm del suelo y niveles del 40 % de radiación PAR reflejada a 1 m del suelo (Figura 4). Se observó también un aumento en el porcentaje de radiación difusa, la cual es importante ya que penetra más fácilmente en el interior de los árboles (Figura 4).

Tabla 2. Porcentaje de cobertura de manzanas cosechadas en la parte inferior de los árboles con y sin cobertores reflectantes.

Tratamiento	Variedad	% Color Cobertura promedio
Testigo	Evelina	66
Reflexol		81
Testigo	Top Red	69
Agrisoil Shiny		86

El empleo de cobertores en cuadros con mallas antigranizo resulta un complemento muy interesante, sobre todo en variedades como Cripp's Pink, de ciclo largo y con dificultades para tomar color. En plantaciones altas (> 3 m) con una orientación este-oeste, se debe tener en cuenta que es posible que la radiación solar no llegue a impactar en los cobertores o lo haga por períodos muy cortos, debido a la mayor inclinación que presenta el sol a principios de otoño, con lo cual podría disminuir su efectividad. Además, se observó en cuadros regados por micro aspersión que el agua se acumula sobre los cobertores y deteriora en un corto tiempo sus propiedades (Foto 3, centro).

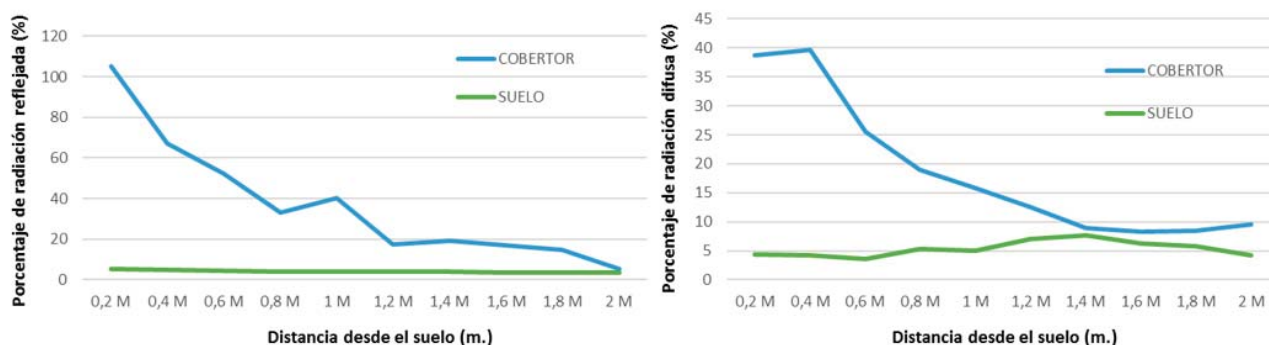


Figura 4. Porcentaje de radiación PAR y PAR Difusa reflejada a distintas alturas del suelo.

sigue >>



Foto 3. Láminas aluminadas colocadas en el suelo para mejorar la iluminación de la parte baja de los árboles (izquierda). Acumulación de agua provocada por micro-aspersores (centro) y mediciones de niveles de reflectancia de radiación (derecha). INTA Alto Valle.

PRODUCTOS PARA COLORACIÓN

Existen compuestos que, aplicados en las dosis y momentos adecuados, permiten mejorar la coloración de las manzanas. Fruit-Q⁺ (lisofosfatidiletanolamina; compuesto natural del metabolismo de los fosfolípidos de las membranas) es un producto desarrollado para mejorar la calidad de frutos, que actualmente está en trámites de registro en nuestro país (Importa y distribuye Laboratorio Amerex Argentina S.A). En ensayos realizados en el INTA Alto Valle, ha demostrado ser efectivo y consistente en aumentar el porcentaje de coloración en manzanas 'Galaxy' y 'Cripp's Pink' sin modificar los índices de madurez de la fruta (Foto 4; Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de frutos según el porcentaje de color de cobertura en manzanas cv Cripp's Pink con programa de aplicaciones con FruitQ+ y un testigo (sin tratar).

Tratamientos	Porcentaje de color de cobertura			
	0 - 30 %	40 - 50 %	60 - 70 %	80 - 100 %
Testigo sin tratar	30	34	28	8
FruitQ+	20	30	40	10

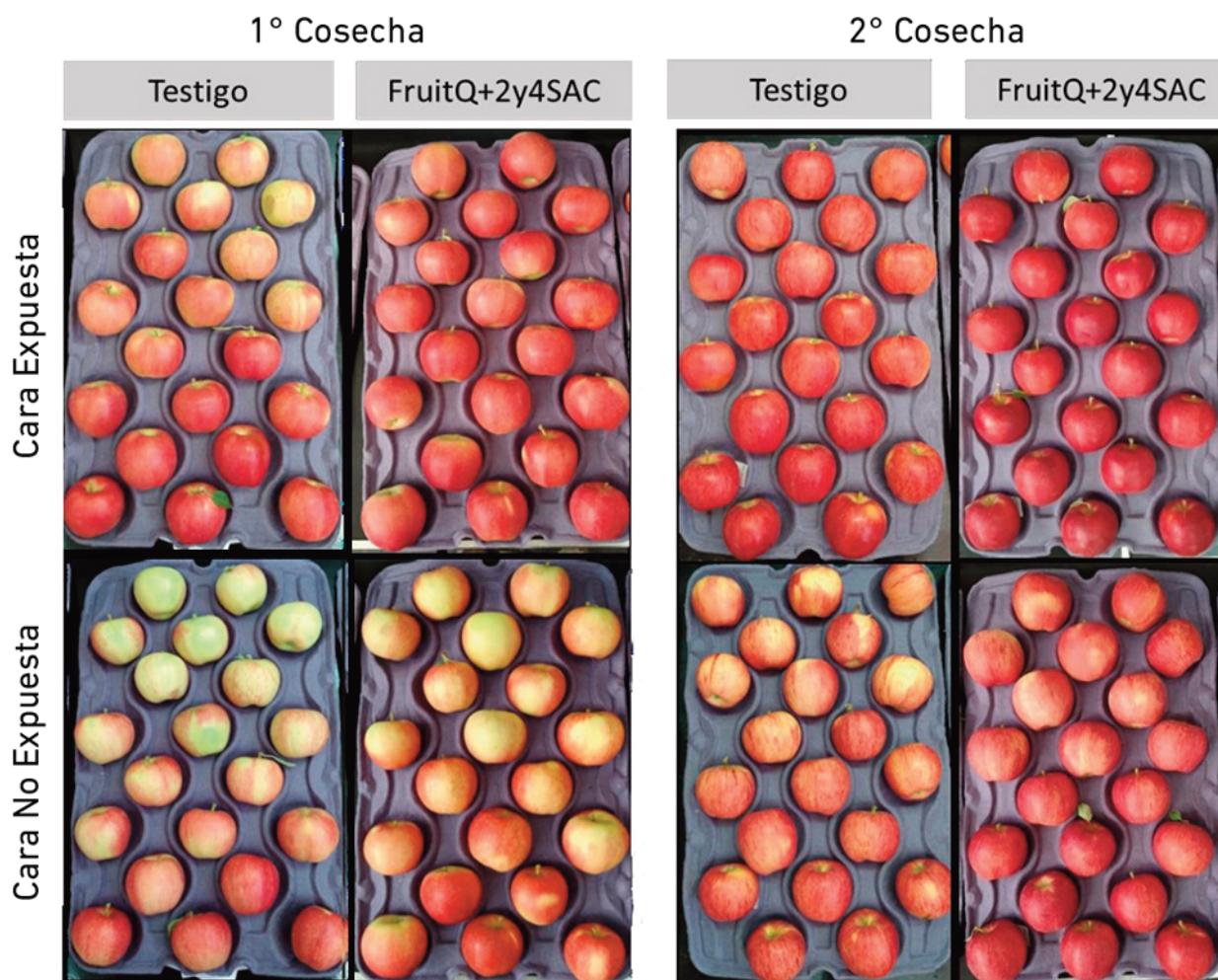


Foto 4. Color de cobertura de manzanas Galaxy tratadas con FruitQ+ y testigo (sin tratar) en dos momentos de cosecha.

NUTRICIÓN

Un adecuado nivel de fertilización con nitrógeno (N) es esencial para lograr altos niveles de rendimiento y calidad en manzanas. Sin embargo, aplicar N en cantidades excesivas disminuye la síntesis de antocianinas en la piel de las manzanas y la firmeza de la pulpa. Su exceso afecta la coloración de manera indirecta, ya que promueve el desarrollo vegetativo y disminuye los niveles de luz, tan necesarios para la síntesis de antocianinas.

El momento de aplicación del N también es importante. En ensayos realizados en el INTA Alto Valle se comprobó que con la fertilización de N en poscosecha se obtuvieron manzanas más coloreadas que con aplicaciones nitrogenadas en primavera.

Si bien la genética es el factor principal que determina la coloración de los frutos, existen factores ambientales que modulan su expresión.

Como puede observarse, son numerosas y variadas las prácticas de manejo que se pueden utilizar en situaciones y momentos diferentes, permitiendo obtener manzanas de gran calidad. •