

### DESARROLLO DE COLOR EN MANZANAS

(José Antonio Yuri)

La mayoría de los cultivares de manzanos comerciales actuales producen fruta de coloración rojiza; ésta puede cubrir la totalidad de la superficie (var. rojas), o alternarla con un moteado amarillo (var. bicolors). Existen, sin embargo, excepciones de cvs. con piel completamente amarilla o verde, de gran aceptación, especialmente en Europa, siendo los principales Golden Delicious (amarillo) y Granny Smith (verde).



Foto 3. Manzanas Granny Smith y Pink Lady, contrastantes en su capacidad de sintetizar antocianinas.

*Continúa en la página 2*

### CONTENIDOS

Desarrollo de Color en Manzanas

Editorial

Resúmenes de Investigaciones

Eventos

### EDITORIAL

Entre el 7-19 de Enero visitó el Centro de Pomáceas, el destacado investigador del USDA-Appalachian Fruit Research Station, USA, Dr. Mike Glenn, quien vino a trabajar en estrés térmico y radiativo en fruta (Foto 1). Durante su estadía, el Dr. Glenn dictó una clase en el Programa de Doctorado de la Facultad de Ciencias Agrarias, y el Seminario: "Principles of Heat Stress Reduction and Light Enhancement in Orchards."



Foto 1. El Dr. Mike Glenn, durante sus mediciones de T° y fluorescencia en el CP.

El Director del CP, junto a los colegas Alejandro Fresno y Gabriel Aylwin (Foto 2), realizaron una gira a Australia y N. Zelanda, para iniciar un proyecto a fin de mejorar la cosecha y guarda de manzanas Pink Lady.



Foto 2. Alejandro Fresno y Gabriel Aylwin, junto al Dr. Colin Little.

La piel de la manzana está constituida por la cutícula (capa cerosa), epidermis e hipodermis. La cutícula de la fruta al momento de la antesis es escasa, alcanzando un grosor de sólo  $1\ \mu\text{m}$ ; a cosecha, no obstante, ésta puede variar entre  $10\text{-}25\ \mu\text{m}$ . Los diferentes grupos de pigmentos se ubican en las primeras capas de células de la epidermis. Dentro de éstos, las antocianinas son el principal pigmento rojo, predominando la cianidina-3-glucósido en la manzana.

Durante el crecimiento de una manzana tienen cabida dos *peaks* de producción de antocianinas: el primero ocurre durante la división celular del fruto y es muy intenso, tendiendo a desaparecer al llegar diciembre (Foto 4). El segundo *peak*, más amplio pero de menor intensidad, se observa durante la maduración de la fruta. Esta variación en la síntesis se representa en la Figura 1.



Foto 4. Coloración temprana de la fruta, que desaparece una vez finalizada la etapa de división celular.

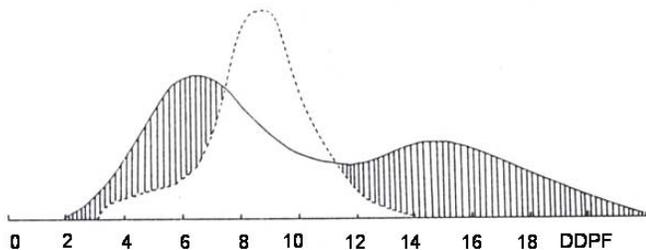


Figura 1. Ciclo de formación de antocianinas en una manzana, con dos *peaks*; el primero de ellos muy intenso, pero más breve.

El color de fondo de una manzana está dado por los cloroplastos y carotenoides, moléculas que se encuentran integradas al sistema de membranas celulares; del color de cubrimiento, por su parte, son responsables las antocianinas, ubicadas en las vacuolas. La clorofila tiende a desaparecer al inicio de la maduración de la fruta; el ciclo de degradación de ésta se muestra en la Figura 2.

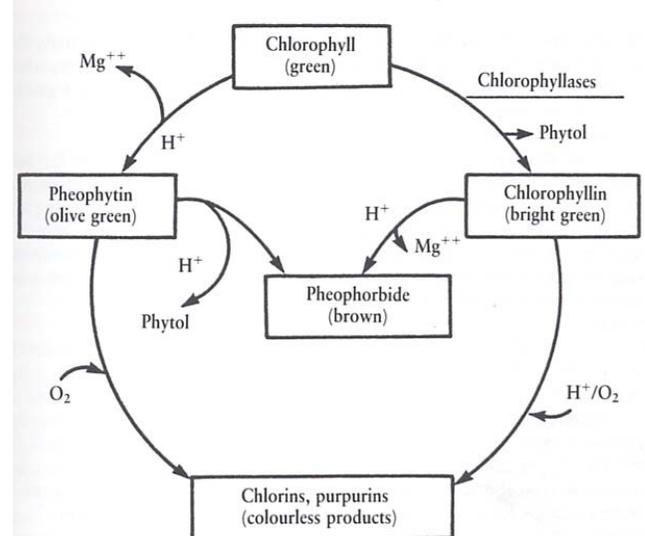


Figura 2. Ciclo de degradación de la clorofila. La "Pheophorbide" sería responsable del "color burro" de manzanas Scarlet.

Entre los factores que regulan el desarrollo de color rojo de una manzana, figuran:

1. Genotipo o variedad. Existen claras diferencias en la capacidad de sintetizar antocianinas entre cultivares; así, Red Chief o Scarlet se colorean en condiciones de escasa luminosidad, en tanto Gala y Fuji son considerablemente más exigentes en luz (Foto 5).

2. Disponibilidad de azúcares. Los carbohidratos son esenciales para la síntesis de antocianinas, por lo que se requiere una adecuada relación hoja/fruto. Los primeros ensayos reportados (1928), dan cuenta de un aumento desde un 23% de coloración con 10 hojas/fruto, a un 58% con 75 hojas/fruto. Los sólidos solubles aumentaron desde un 10 a un 15%, respectivamente. En la actualidad, proponemos una relación hoja/fruto para las condiciones chilenas, entre 17-25, dado el control del tamaño y vigor de las plantas. Asimismo, grandes producciones arriesgan una merma del color, además de un retraso en la maduración, por lo que una adecuada regulación de la carga lo garantizarían.

3. Radiación solar. La luz estimula la síntesis de antocianinas, al activar la enzima PAL (Fenilalanina-Amionio-Liasa). En latitudes con baja intensidad de radiación (como Inglaterra), se ha encontrado que manzanas Cox no pudieron desarrollar más del 25% de coloración, cuando el Índice de Área Foliar (IAF)

superó el valor de 0.75. En Chile se ha determinado un IAF entre 2.5-4.0, dependiendo del cultivar y portainjerto. Una mejora en la distribución de la luz en la planta puede obtenerse con el uso de láminas reflectantes (Foto 6).



**Foto 5** La debida exposición de los frutos a la luz, aunque sea por periodos breves, es necesaria para su coloración. La manzana requiere de radiación UV para la síntesis de antocianinas.



**Foto 6.** Cubiertas reflectantes a nivel de suelo para mejorar el desarrollo de color en las zonas inferiores de la planta.

4. Temperatura. Para un adecuado desarrollo de color, la T° de la piel de la fruta debiera mantenerse entre 20-35 °C. Se ha visto, además, que bastarían unas pocas noches con T° entre 2-5 °C, seguidas de días calurosos, para mejorar la coloración de la fruta. El uso de riego elevado es utilizado en algunas zonas calurosas de EEUU para favorecer el color.

5. Elementos minerales. El Nitrógeno en exceso se ha relacionado con una disminución del color, debido probablemente a un efecto indirecto, a causa del

excesivo crecimiento vegetativo que induciría. Existe, eso sí, una correlación positiva entre el contenido de clorofila y Nitrógeno en la piel, relevante para el cv. Granny Smith. El Manganese estaría también relacionado con una mayor retención del color de fondo de la fruta. El Potasio, por su parte, el elemento más abundante extraído en las cosechas, es considerado un mineral relevante en el desarrollo de color en la manzana, por lo que su reposición a través de la fertilización es decisiva. El Cinc ha sido reportado en algunas situaciones como capaz de estimular el color.

6. Reguladores de crecimiento. El Etileno es un conocido promotor de la maduración de los frutos y de la abscisión de los órganos. Esta hormona induciría, además, una mayor actividad de la enzima PAL, provocando con ello una mayor coloración de la fruta. El adelanto en la maduración de la fruta puede ocurrir por factores externos a ésta, tales como cuando son afectadas por un ataque de hongos (Foto 7), o sometidas a un estrés. Hormonas juveniles, especialmente Citoquininas (Benziladenina; BA), tienden a mantener el verdor de los órganos vegetales. Debe tenerse precaución, además, en que la BA puede inducir russet en los frutos (las Giberelinas lo previenen).



**Foto 7.** Coloración prematura de manzanas Gala afectada por hongos, que estimulan la síntesis de etileno.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Faust, M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. John Wiley & Sons. N. York. 337.
- Ferree, D. and Warrington, I. 2003. Apples: Botany, Production and Uses. CABI Pub., UK. 660 p.
- Jackson, J.E. 2003. Biology of Apples and Pears. Cambridge University Press, UK. 488 p.
- Knee, M. 2002. Fruit Quality and its Biological Basis. CRC Press, UK. 279 p.
- Saure, M. 1990. External Control of Anthocyanin Formation in Apple. Sci. Hort. 42: 181-218.
- Wills, R.; Graham, D.; Lee, T. and Hall, E. 1989. Postharvest. New South Wales University Press, Australia. 174 p.

## RESUMEN DE INVESTIGACIONES

DESARROLLO DE COLOR Y GOLPE DE SOL EN MANZANO, VARIETADES RED KING OREGON Y GALA

(TORERES, C. 1995. MEMORIA ING. AGR. U. DE TALCA, 78 PÁG, PROF. GUÍA: J.A. YURI).

El estudio se realizó en árboles adultos de los cvs. Red King Oregon (RKO) y Gala, en donde se efectuaron distintas intensidades de poda en verde, con el objetivo de determinar su influencia en el desarrollo de color de la fruta. Entre las mediciones efectuadas, destacan la acumulación de antocianinas y la actividad de la enzima Fenilalanina-Amonio-Liasa (PAL) en la piel de la fruta, con el fin de relacionarlas con el desarrollo de color de ésta. Además, se cubrieron algunos frutos con filtros de distinta coloración,

con el propósito de determinar la importancia de la cantidad y calidad de la luz en la producción de antocianinas y desarrollo de daño por sol.

La influencia de la poda sobre el color de los frutos mostró resultados poco consistentes en el cv. RKO; sin embargo, en Gala se obtuvieron incrementos significativos en la coloración. En cuanto a la acumulación de antocianinas, en ambas variedades se observaron dos "peaks", el primero 60 ddpf y el segundo previo a la cosecha. La evolución del pigmento no logró relacionarse con la actividad de la enzima PAL, durante el desarrollo del fruto. Respecto de la utilización de filtros, en RKO se observó un menor requerimiento de luz para producir antocianinas, en comparación con Gala, en donde la producción del pigmento se vio altamente afectada por reducciones en la cantidad de radiación que llega al fruto. No se registraron diferencias con respecto a la incidencia de daño por sol en fruta proveniente de tratamientos con o sin poda en verde.

## RESUMEN CLIMÁTICO (1 Octubre 2005 - 15 de Enero 2006)

LOCALIDAD	Tº MÁXIMA	Tº MÍNIMA	HORAS SOBRE 27 °C (15 Nov-15 Ene)	HORAS SOBRE 29 °C (15 Nov-15 Ene)	HORAS BAJO 10 °C (ENERO)		GRADOS DÍA		LLUVIA (mm)	
					2006	2005	2006	2005	2006	2005
GRANEROS	32,6	3,1	211	75	0	0	790	785	21	10
MOLINA	31,9	1,6	169	65	10	2	692	693	-	-
PANGUILEMO	32,4	3,5	156	64	0	1	759	755	56	70
SAN CLEMENTE	34,2	2,9	160	67	2	6	698	652	64	109
ANGOL	32,6	2,1	46	12	14	2	569	561	138	113
TEMUCO	27,4	1,1	0	0	47	46	300	-	225	-

## DESTACAMOS

Un grupo de 20 holandeses visitó el CP (18.01.06), en una gira organizada por Bayer CropScience (Foto 8). En fecha previa (12.01.06), lo hizo una delegación de Colombia, invitada por Fundación Chile. Otra visita recibida (05.12.05) fue el Director del Programa de Frutales del IRTA, España, Joan Bonany (Foto 9).



Foto 8. Delegación de holandeses de visita en el CP.



Foto 9. Joan Bonany , junto a J.A. Yuri y Claudia Moggia.

Programa de las próximas Reuniones Técnicas 2006 del CP:

- 2ª Martes 28 de Marzo;
- 3ª Martes 30 de Mayo;
- 4ª Martes 31 de Julio;
- 5ª Martes 25 de Septiembre;
- 6ª Martes 27 de Noviembre.

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

Representante Legal: Dr. Álvaro Rojas Marín, Rector

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

Editores: José Antonio Yuri; Valeria Lepe M., Claudia Moggia

Avenida Lircay s/n Talca Fono 71-200366- Fax 71-200367 e-mail [pomaceas@utalca.cl](mailto:pomaceas@utalca.cl)

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