

ASOCIACION DE LA NUTRICION NITROGENADA CON PROBLEMAS DE COLORACION EN MANZANAS GRANNY SMITH¹

Nitrogen nutrition associated to color disorders in Granny Smith apples

Rafael Ruiz S.², Jorge Valenzuela B.² y Carlos Muñoz S.²

SUMMARY

In an experiment of nitrogen fertilization levels with "Granny Smith" apples, a close relation was found between increasing N rates and a decrease in the incidence of two color disorders: premature development of the yellow ground color and development of red overcolor. The incidence of both disorders was reduced, when 125 and 250 kg of N per hectare were used. Mechanisms by which N exerts its action on color development, are discussed.

INTRODUCCION

En años recientes se ha incrementado la incidencia de problemas de coloración en manzanas Granny Smith, que constituyen motivo de rechazo en fruta de exportación. Uno de los problemas se caracteriza por la aparición, en la piel de la fruta, de una pigmentación rojiza, de intensidad variable, que generalmente toma la forma de un veteado de bordes difusos y que puede llegar a cubrir hasta un 35% de la superficie de ella. De estas características proviene el nombre de rubor, con que se ha denominado a este problema. Sus causas no han sido determinadas y en el país su incidencia ha sido atribuida a varios factores, algunos de los cuales son de dudosa validez. Un segundo problema lo constituye la aparición prematura del color amarillo. Las causas que provocan esta amarillez, también, se desconocen.

Desarrollo del Color

El color final de las manzanas maduras está constituido por el color de fondo de la piel y por el mayor o menor grado de desarrollo que pueda lograr la pigmentación roja, que se sobrepone a la coloración de fondo. Tanto el desarrollo del color de fondo como el del sobrecolor, están controlados genéticamente, de modo que existen variedades con tonalidades que van

del verde al amarillo, para el color de fondo, y del rojo pálido al rojo intenso, para el sobrecolor. También está bajo control genético el porcentaje de la superficie del fruto cubierto por el color rojo y la forma que toma la coloración. Es así como existen variedades en que el 100% de la superficie de la fruta está cubierta del color rojo, mientras que otras no desarrollan este color o lo hacen sólo en una parte de su superficie. Además, la coloración roja puede ser continua o en forma de estrías, de tamaño y configuración variable (Brown, 1975).

Las variaciones en el color de fondo están determinadas por la capacidad de las células de la epidermis de degradar la clorofila y para desarrollar pigmentos amarillos, durante el proceso de maduración (Brown, 1975).

Las antocianinas son las responsables del desarrollo del sobrecolor rojo. Estos pigmentos se encuentran disueltos en las vacuolas de las células de la epidermis, pero principalmente en las células subepidérmicas (Dayton, 1959). Se forman a medida que la fruta madura, a partir de carbohidratos sintetizados en el ciclo de las pentosas (Faust, 1965a), los cuales deben acumularse en la fruta durante su crecimiento. La transformación de los azúcares precursores está directamente afectada por la luz (Magness, 1928; Segelman y Hendricks, 1968). Esta formación está aparentemente regulada por el etileno y por la enzima fenilalanina amonio-liase (Faragher y Brohier, 1984), de modo que se requiere de la síntesis de proteínas para que ocurra el cambio de color (Faust, 1965b).

¹ Recepción de originales: 23 de julio de 1985.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Varias prácticas de manejo, como la intensidad de poda, el riego y la carga frutal, están asociadas al desarrollo de las antocianinas (Walter, 1967). Sin embargo, existen otros factores que escapan al control del productor, como son los factores ambientales. Ya se mencionó el efecto directo que la luz tiene sobre el desarrollo de estos pigmentos. A este factor hay que agregar la temperatura, especialmente las temperaturas bajas (Faragher y Brohier, 1984).

La nutrición mineral es otro factor que incide en el desarrollo del color (Walter, 1967). Ya se mencionó lo indispensable que es la acumulación de carbohidratos durante el crecimiento del fruto. Sólo una nutrición mineral adecuada y condiciones climáticas favorables aseguran la acumulación de carbohidratos en cantidad y calidad como para permitir un adecuado desarrollo del color. El Nitrógeno (N) es el elemento que en forma más clara afecta el desarrollo del color, por su efecto directo sobre la acumulación de carbohidratos, el vigor y la densidad del follaje (Williams y Billingsley, 1974; Saitoh, Soma y Takenami, 1983).

Granny Smith es una variedad que, bajo una variada gama de condiciones climáticas, pierde la clorofila tarde durante la maduración de la fruta, de modo que su color de fondo es verde en la madurez comercial. Además, bajo condiciones normales, esta variedad no desarrolla sobrecolor.

Asociación del color con la fertilización nitrogenada

En un ensayo en un huerto comercial de 13 años de edad, plantado a 7,5 m en cuadrado, en un suelo Inceptisol, se midió el efecto de 3 dosis de N (0-125-250 kg/ha/año), aplicadas en forma de urea. El manejo de los árboles, en cuanto a poda, raleo, riego y controles sanitarios, fue idéntico para todos los tratamientos. Se evaluó, en forma visual, el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo del color de fondo y del sobrecolor. La fruta se cosechó en su madurez comercial, determinada mediante la prueba del yodo, que determina el contenido de almidón de la fruta (Ballard, 1981).

En el Cuadro 1 se presenta los resultados obtenidos en las cosechas de los años 1984 y 1985. Los datos muestran un claro efecto del N sobre el porcentaje de fruta que desarrolló amarillez y rubor. A medida que se aumentó la dosis de N aplicada, aumentó el porcentaje de N foliar y disminuyó el porcentaje de frutos que mostraron amarillez, en ambas temporadas. Igualmente, se observó una disminución en el porcentaje de frutos que mostraron rubor con dosis crecientes de N.

Esto es una indicación de que dosis crecientes de N retardan el desarrollo del color amarillo o la degrada-

CUADRO 1. Efecto del nitrógeno sobre la coloración de manzanas Granny Smith¹

TABLE 1. Effects of nitrogen on color development of Granny Smith apples

Dosis de N kg/ha/año	Concentración de N en hojas o/o	o/o frutos con amarillez		o/o frutos con rubor
		1984	1985	1985
0	1,4	11,0 a	29,0 a	29,8 a
125	1,7	8,3 b	14,3 b	12,3 b
250	1,9	0,0 c	9,0 c	1,5 c

¹ Promedios con distinta letra dentro de cada columna difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

ción de la clorofila. Efectos similares han sido encontrados en manzanos Golden Delicious, por Olsen, Bartram y Williams (1983) y Williams y Billingsley (1944), aun cuando, en esta variedad, el desarrollo del color amarillo es deseable.

Altos contenidos de N en la planta están generalmente asociados con una disminución de los carbohidratos de almacenaje, ya que éstos son usados inmediatamente para el crecimiento vegetativo. Esta respuesta se observó en las plantas tratadas con N, las que presentaron un follaje más denso que las plantas que no recibieron N y, por lo tanto, hubo una disminución en la cantidad de luz dentro de la copa del árbol. Como ya se señaló, todos estos factores retardan el desarrollo de pigmentos antocianínicos y, por consiguiente, disminuyen la incidencia del rubor.

Por otra parte, dosis crecientes de N incrementaron la producción y el porcentaje de fruta con calibres exportables (datos no presentados; Ruiz, 1985). Los niveles foliares de N encontrados cuando no se aplicó urea, estuvieron en el rango francamente deficiente, según los estándares dados por la literatura, alcanzándose niveles adecuados sólo cuando se aplicó una dosis de 250 kg de N/ha.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto un claro efecto positivo de aplicaciones de N en la disminución de problemas de coloración de la fruta. El hecho de que el fenómeno se presentara con intensidad variable en las diferentes temporadas, indica que los factores climáticos tienen una clara influencia en la coloración; desgraciadamente, no fue posible determinar qué factores del clima son los que más incidieron sobre los problemas de coloración, ya que no se efectuaron mediciones climáticas a nivel del huerto.

LITERATURA CITADA

- BALLARD, J.K. 1981. Granny Smith. An important apple for the Pacific Northwest. Coop. Ext. Bull. 814. Washington State University. Pullman, WA. (EUA).
- BROWN, A.G. 1975. Apples. En: Advances in fruit breeding. J. Janick and J.N. Moore (eds). Purdue University Press, West Lafayette, IN. (EUA). p: 3–37.
- DAYTON, D.F. 1959. Red color distribution in apple skin. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74: 72–81.
- FARAGHER, J.D. and BROHIER, R.L. 1984. Anthocyanin accumulation in apple skin during ripening: Regulation by ethylene and phenylalanine ammonia-lyase. Scientia Horticulturae 22: 89–96.
- FAUST, M. 1965 a. Physiology of anthocyanin development in Mc Intosh apple. I. Participation of pentose phosphate pathway in anthocyanin development. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 1–9.
- FAUST, M. 1965 b. Physiology of anthocyanin development in Mc Intosh apple. II. Relationship between protein synthesis and anthocyanin development. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 10–20.
- MAGNESS, J.R. 1928. Observations on color development in apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 25: 289–292.
- OLSEN, K.L.; BARTRAM, R.D.; and WILLIAMS, M.W. 1983. Golden Delicious apples: Productivity and quality with adequate but modest leaf nitrogen levels. Coop. Ext. Bull. 1094. Washington State University, Pullman, WA. (EUA).
- RUIZ S., R. Fertilización nitrogenada en manzanos. I. Efecto en producción y calidad de fruto. Agricultura Técnica (Chile) 46 (3):
- SAITOH, H.; SOMA, S.; and TAKENAMI, J. 1983. The effect of nitrogen supply on the fruit color, and contents of nitrogen and carbohydrate in apple fruit. Bull. of the Faculty of Agriculture, Hirosaki University 39: 33–47.
- SEGELMAN, H.W. and HENDRICKS, S.B. 1958. Photocontrol of anthocyanin synthesis in apple skin. Plant Physiol. 33: 185–190.
- WALTER, T.E. 1967. Factors affecting fruit colour in apples: a review of world literature. Rep. E. Malling Res. Stn. 1966: 70–82.
- WILLIAMS, M.W. and BILLINGSLEY, H.D. 1974. Effect of nitrogen fertilizer on yield, size, and color of "Golden Delicious" apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 144–145.