

## MEDIDAS DE MANEJO PARA AUMENTAR EL SOBRECOLOR DE MANZANAS EN MONTES INSTALADOS.

Severino, V.<sup>1</sup>, Ferenczi, A.<sup>1</sup>, Galiger, S.<sup>1</sup>, González, J., Mara, V.<sup>1</sup>, Urraburu, M.<sup>2</sup>, Arias, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal. vseverin@fagro.edu.uy

<sup>2</sup>INIA, Las Brujas.

Cerca de la mitad de la producción mundial de manzanas corresponde a cultivares coloreados ('Red Delicious') o semicoloreados ('Gala'/'Royal Gala', 'Fuji', 'Cripps Pink'). En ellos el color rojo de la piel influye directamente en la aceptación del consumidor y en su valor comercial (Carew, 2000; Carew *et al.*, 2012; Carew and Smith, 2004; Iglesias *et al.*, 2012; Iglesias *et al.*, 2008) y su falta, es uno de los problemas originados en las condiciones climáticas marginales para el cultivo (Shahak *et al.* 2004). La síntesis de antocianinas (pigmentos que causan la coloración roja) se encuentra controlada por una familia de genes estructurales (Ju *et al.* 1999b) y puede ser influenciada por varios factores (Saure, 1990) entre los cuales se encuentran los factores ambientales luz y temperatura (Awad *et al.* 2001). A su vez, las antocianinas, han mostrado poseer fuerte capacidad antioxidante y se han vinculado a la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer, asma y diabetes (Boyer and Liu, 2004; Knekt *et al.*, 2002; Lapidot *et al.*, 2002)

En la manzana existen dos momentos de máxima acumulación de antocianinas. El primero ocurre pocas semanas luego de la floración, durante la fase de intensa multiplicación celular, el cual presenta poca importancia económica. El segundo coincide con la madurez en los cultivares de piel roja. Éste comportamiento se repite en variadas condiciones medioambientales, lo que sugiere un fuerte control endógeno (Saure, 1990). No existe relación entre la formación de antocianinas en los frutos jóvenes y la que ocurre hacia el fin de la temporada. Aun cultivares poco propensos a formar éstos pigmentos a la madurez, como 'Golden Delicious', son capaces de manifestar intenso color rojo en la primera etapa (Ju *et al.*, 1995b; Saure, 1990). Anatómicamente, las antocianinas se acumulan en la epidermis e hipodermis de la piel del fruto. Cuanto más desarrollado se encuentre el color, mayor cantidad de capas celulares se encuentran con estos pigmentos, decreciendo su concentración desde las más superficiales a las más profundas (Bae *et al.*, 2006).

Existen diferencias en los patrones de acumulación de antocianinas entre los clones de un mismo cultivar. Iglesias *et al.* (2008) encontraron en diferentes clones de 'Gala' que la coloración y la concentración de antocianinas aumentaban principalmente durante las dos semanas previas a cosecha y hasta una semana después. A su vez, los clones que fueron más coloreados a cosecha también lo eran en estados más tempranos. Sin embargo, Iglesias *et al.* (2012) trabajando con siete clones de 'Fuji' reportaron que si bien la mayor acumulación de antocianinas e incremento del color ocurrió durante la última semana antes de cosecha en la mayoría de los clones, 'Fuji Suprema' presentó la coloración más roja 33 días previo a la cosecha.

La manifestación del color y la concentración de antocianinas se ajustan a una relación exponencial decreciente la cual parecería independiente del cultivar y presenta muy poca variación a partir de los 80  $\mu\text{g cm}^{-2}$  (Fig.1).

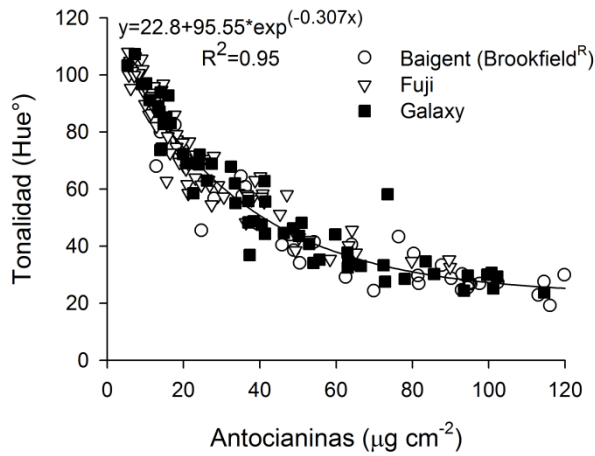


Figura 1. Relación entre la tonalidad de la piel (menor Hue° más rojo) y la concentración de antocianinas en dos clones de Gala (Galaxy y Baigent) y uno de Fuji (Raku Raku) en dos temporadas (Gonzalez-Talice J. y Yuri JA., datos no publicados).

Dependiendo de la variedad de que se trate, y fundamentalmente de su época de cosecha, las condiciones climáticas de Uruguay presentan distintas limitantes principales para la toma de sobrecolor debido a que existe una importante variación de los factores de clima involucrados, temperatura máxima, amplitud térmica y heliofanía.

La relación entre temperatura e iluminación ha sido investigada desde hace muchos años, en este sentido, Saure (1990) cita a Uota (1952) quien concluyó que a mayor temperatura es necesaria una mayor cantidad de energía para sintetizar el pigmento, es decir, que la menor eficiencia de la luz a mayor temperatura debe ser sustituido por más iluminación para tener resultados comparables; y a Creasy (1968) quien sugirió que la baja temperatura incrementa la eficiencia de la síntesis de antocianinas en la piel expuesta a un nivel bajo de luz, aunque no elimina la necesidad de luz.

Si bien los óptimos de temperatura son variables en función de la variedad, podría decirse que la síntesis de antocianinas tiene su condición más favorable en temperaturas diurnas cercanas a los 25°C y nocturnas menores de 10°C.

En las siguientes figuras se presentan las medias de temperatura máxima y mínima, de amplitud térmica y de heliofanía correspondientes al período de cosecha del total de las variedades mencionadas.

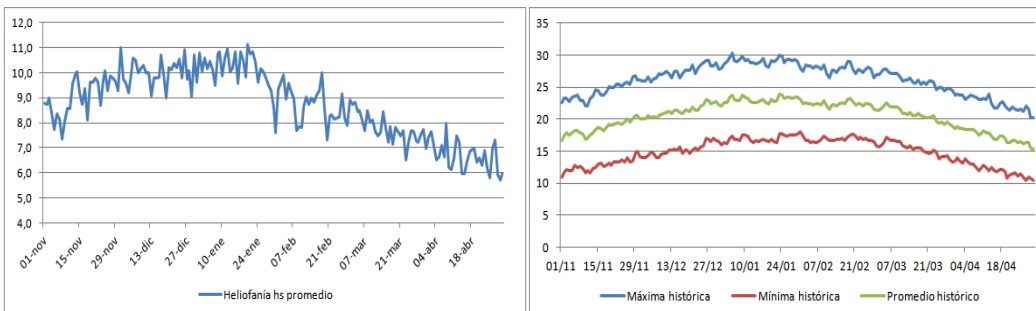


Figura 2. Heliofanía, temperaturas máximas, mínimas y promedio históricas (1973-2014) en “Las Brujas”, Canelones, Uruguay. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

En función de los datos presentados podemos inferir que: en variedades de cosecha temprana, donde la heliofanía es alta, el factor principal en la limitación de la toma de sobrecolor es la temperatura, amplitud térmica y fundamentalmente temperatura nocturna. Por otra parte en variedades tardías el factor que pasa a ser limitante es la luz, ya que la temperatura y su amplitud son favorables para la toma de sobre color.

Las decisiones que determinan el comportamiento de nuestros montes con respecto a este factor se ubican desde la planificación de plantación del mismo.

En cuadros a implantar, la combinación porta injerto-variedad, la densidad de plantación y el sistema de conducción, son determinantes. En el momento de elegir la combinación porta injerto variedad se debe tener presente el vigor de cada uno de los componentes, de modo de controlar los excesos de vigor. Junto a la definición de variedad y portainjerto se determina la densidad de plantación y el sistema de conducción, componentes que se encuentran en mayor o menor medida interrelacionados.

Una vez implantados los montes, pueden tomarse medidas para mejorar las condiciones de toma de sobrecolor, y estas dependerán de la definición de los problemas principales.

Entre las medidas que se han estudiado en diferentes países productivos se encuentran: podas y deshojes, riegos por aspersión, mallas reflectantes, mallas de cobertura, embolsado individual de frutos, aplicación de reguladores de crecimiento.

### Resultados de ensayos nacionales.

A partir del año 2006, el Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía ha estado desarrollando diferentes ensayos para incrementar el desarrollo de sobrecolor en manzanas del grupo ‘Gala’ y ‘Cripps Pink’. Desde el 2013 estos trabajos se han retomado conjunto con INIA Las Brujas, en el marco de un proyecto Redes cofinanciado entre el sector productivo y ANII.

En ellos se han instalado tratamientos que modifican tanto la temperatura como la iluminación. Presentaremos a continuación, resultados de 3 años de ensayos sobre la variedad ‘Cripps Pink’ (2005-2006-2007) y resultados en cv. ‘Galaxy’ (tipo ‘Gala’) en los años 2013 y 2014, que han sido notoriamente diferentes desde el punto de vista de las condiciones de clima para el desarrollo del sobrecolor.

### Cripps Pink

En la variedad ‘Cripps Pink’, se realizaron tratamientos que modifican la luz como podas, deshoje químico, mallas reflectantes, mallas colocadas como cobertura (rojas y grises), agua por aspersión y aplicaciones de fertilizantes.

Los tratamientos que han mostrado resultados consistentes y positivos durante los tres años de ensayo se presentan en la figura 3.

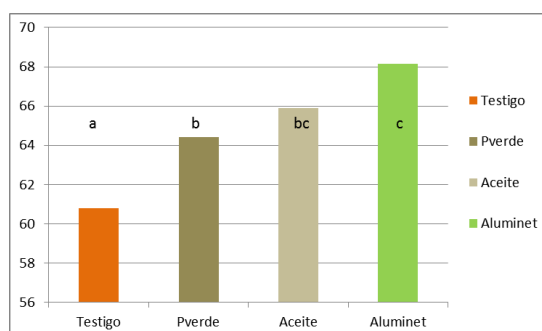


Figura 3. Porcentaje de fruta con sobrecolor superior al 50% de la superficie del fruto, temporadas 2006-2007-2008. Variedad Cripps Pink.

Los tratamientos ensayados fueron instalados un mes antes de la fecha probable de cosecha, en ensayos posteriores se realizaron combinaciones de poda en verde o deshojes con mallas reflectantes teniendo resultados muy promisorios.

### Gala 2012-2013

Los ensayos realizados en el cv. Galaxy fueron conducidos en montes adultos. Los tratamientos incluyeron: riego por aspersión en el amanecer, riego por aspersión al mediodía, riego en los dos momentos, malla de cobertura rojas (30% de sombreamiento) y mallas reflectantes bajo las copas.

Las condiciones climáticas de los dos años en los cuales han sido desarrollados los ensayos han sido muy variables tanto en lo referente a temperatura como heliofanía.

El período de toma de sobrecolor de esta variedad durante la temporada 2012-2013 se caracterizó por un alto porcentaje de días con heliofanía mayor al promedio histórico (figura 4).

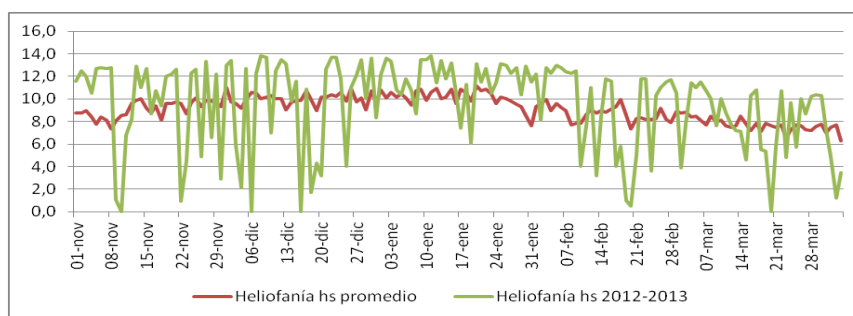


Figura 4. Heliofanía correspondiente al ciclo de crecimiento 2012-2013 y promedio histórico. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

En dicho año, los tratamientos ensayados mostraron altos porcentajes de sobrecolor promedio de los frutos para todos los tratamientos y las diferencias entre tratamientos no superan el 6% de la superficie del fruto (Figura 5.a). Sin embargo, cuando se analiza el momento en el cual la fruta alcanzó el sobrecolor puede observarse que en el tratamiento testigo, únicamente un 20% pudo ser cosechado en el primer repase, mientras que los porcentajes de fruta cosechada en el primer repase para los restantes tratamientos es siempre superior al 35% (figura 5.b).

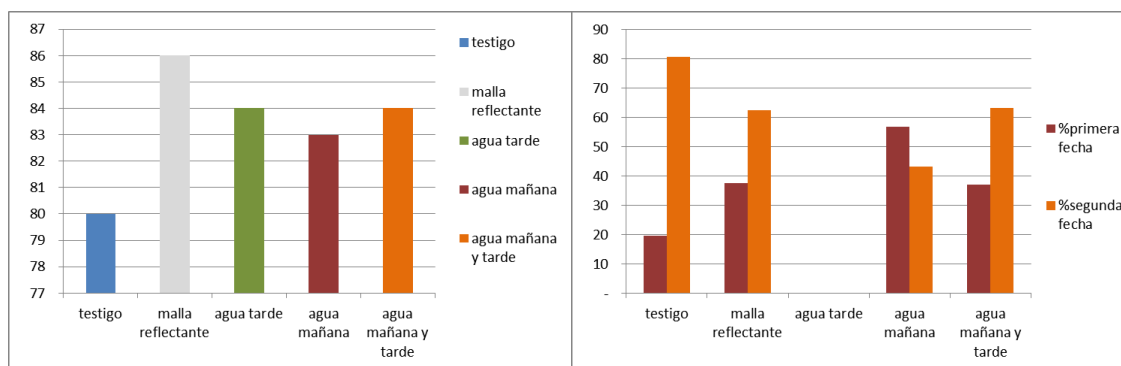


Figura 5.a. Porcentaje promedio de sobrecolor alcanzando por los frutos de manzana Gala, en la temporada 2013 según tratamiento. 5.b. Distribución de cosecha, % de fruta en cada repase según tratamiento.

Durante este ciclo productivo, fue evaluada la temperatura de pulpa y del aire en los tratamientos de riego por aspersión (Figura 6) observándose una reducción de la temperatura fundamentalmente en la temperatura de fruto y en los riegos realizados al mediodía, especialmente en los momentos en que se realiza la aspersión (Figura 7).

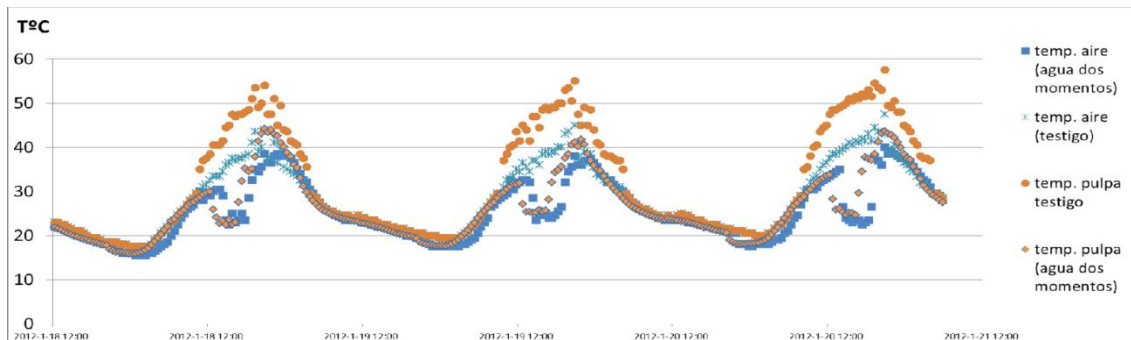


Figura 6. Evolución de la temperatura de aire y fruto según tratamiento.

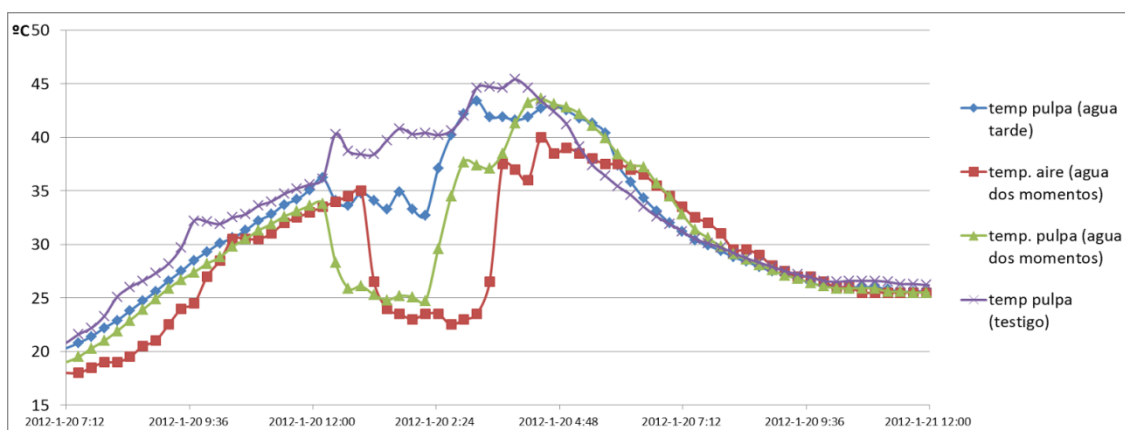


Figura 7. Evolución diaria de la temperatura de aire y pulpa según tratamiento.

### Gala 2013-2014

El ensayo conducido en el cv. Galaxy durante el verano del año 2014, a diferencia de lo ocurrido en el verano del año 2013, presentó durante el período de incremento del color rojo en frutos un total de precipitaciones mucho mayor al promedio histórico y con muy baja heliofanía (figura 8).

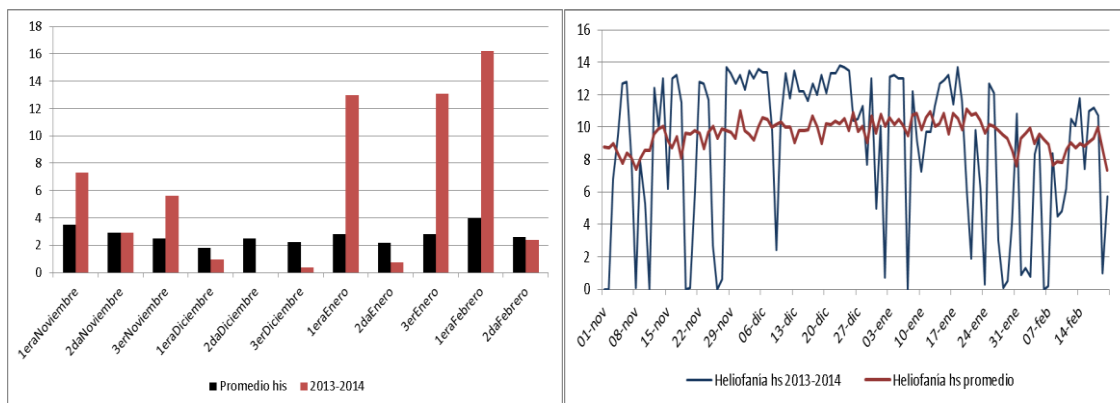


Figura 8 heliofanía (b) y precipitaciones (a) ocurridas durante el ciclo 2013-2014 y promedios históricos. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

Durante este ciclo, se instalaron los mismos ensayos que en el anterior adicionando los tratamientos de malla de cobertura roja y mulch nylon blanco-negro con resultados disímiles. Como puede observarse en la Figura 9, el porcentaje de frutos con sobrecolor superior al 50% fue muy bajo para todos los tratamientos, y los tratamientos de riego no mejoraron este valor. Este comportamiento está claramente relacionado a las condiciones climáticas ocurridas durante el ciclo.

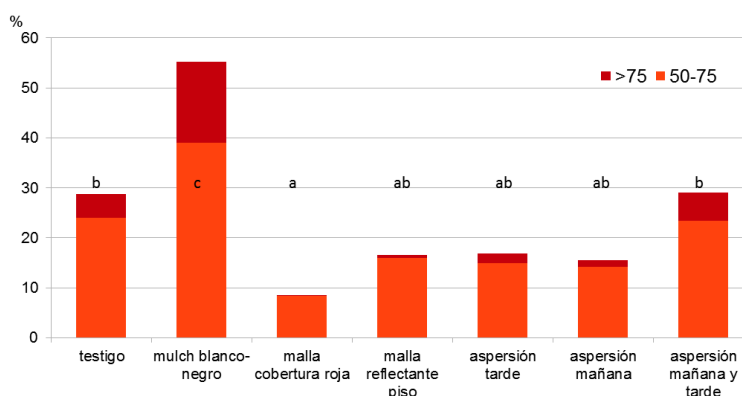


Figura 9. Porcentaje de fruta en las categorías 50 a 75 y 75 a 100% de sobrecolor rojo de acuerdo a tratamientos de campo, temporada 2014

### Bibliografía.

Awad, M.A., Wagenmakers, P.S., Jager, A.d. 2001. Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. *Scientia Horticulturae*, 88(4), 289-298.

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.

Boyer, J., Liu, R., 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr. J.* 3, 1-45.

Carew, R., 2000. A hedonic analysis of apple prices and product quality characteristics in British Columbia. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 48, 241-257.

Carew, R., Florkowski, W.J., Smith, E.G., 2012. Hedonic Analysis of Apple Attributes in Metropolitan Markets of Western Canada. *Agribusiness* 28, 293-309.

Carew, R., Smith, E.G., 2004. The value of apple characteristics to wholesalers in western Canada: a hedonic approach. *Canadian Journal of Plant Science* 84, 829-835.

Iglesias, I., Echeverría, G., Lopez, M.L., 2012. Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several 'Fuji' apple strains. *Scientia Horticulturae* 137, 138-147.

Iglesias, I., Echeverría, G., Soria, Y., 2008. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight 'Gala' apple strains. *Scientia Horticulturae* 119, 32-40.

Ju, Z.G., Yuan, Y.B., Liou, C.L., Xin, S.H., 1995b. RELATIONSHIPS AMONG PHENYLALANINE AMMONIASE ACTIVITY, SIMPLE PHENOL CONCENTRATIONS AND ANTHOCYANIN ACCUMULATION IN APPLE. *Scientia Horticulturae* 61, 215-226.

Knekt, P., Kumpulainen, J., Jarvinen, R., Rissanen, H., Heliovaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T., Aromaa, A., 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* 76, 560-568.

Lapidot, T., Walker, M.D., Kanner, J., 2002. Can apple antioxidants inhibit tumor cell proliferation? Generation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> during interaction of phenolic compounds with cell culture media. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 3156-3160.

Saure, M.C., 1990. External control of anthocyanin formation in apple. *Scientia Horticulturae* 42, 181-218.

Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Cohen, Y., Lurie, S., Stern, R., Kfir, S., Naor, A., Atzmon, I., Doron, I., Greenblat-Avron, Y. 2004. ColorNets: a new approach for light manipulation in fruit trees. *Acta Horticulturae*, 636, 609-616.