

NOTA CORTA [SHORT NOTE]

ENCALADO DEL FRUTO EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE
MANZANA: IMPACTO SOBRE EL PAÑO DEL FRUTO

[WHITEWASHED OF THE FRUIT IN THE ORGANIC PRODUCTION OF
APPLE: IMPACT ON THE RUSSETING OF THE FRUIT]

A. Zermeño-González^{1*}, J. A. Gil-Marín¹, H. Ramírez-Rodríguez³,
A. Hernández-Herrera², R. Rodríguez-García¹, A. Benavides-Mendoza³,
D. Jasso-Cantú⁴ and J. Munguía López⁵

¹Departamento de Riego y Drenaje, E-mail: azermeno@uaaan.mx

²Departamento de Suelos,

³Departamento de Horticultura,

⁴Departamento de Fitomejoramiento,

UAAAN, Saltillo, Coahuila, México

⁵Departamento de Agroplásticos, CIQA, Saltillo, Coahuila, México

*Corresponding author

RESUMEN

Uno de los aspectos que afectan la calidad del fruto del manzano es el paño del fruto, por lo que el objetivo de esta investigación fue analizar el efecto del encalado de frutos de manzano (*Malus domestica* Borkh), desde una pulgada de diámetro hasta maduración, y su relación con la temperatura del fruto, extensión de la mancha de paño, su rendimiento y calidad. La investigación se desarrollo durante la primavera y verano del 2007, en dos localidades del Municipio de Arteaga, Coahuila, México. Los resultados del estudio indicaron que el encalado del fruto reduce la temperatura interna y externa del mismo, y que estas reducciones son mayores a las horas de mayor incidencia de radiación solar. La disminución de las altas fluctuaciones de la temperatura del fruto, redujo de manera significativa la extensión de la mancha del paño e incrementó el contenido de sólidos solubles sin afectar el peso, diámetro y firmeza del fruto.

Palabras claves: *Malus domestica* Borkh, desorden fisiológico, hidróxido de calcio, temperatura.

INTRODUCCIÓN

En México, el manzano es uno de los frutales de clima templado de mayor importancia. En los últimos años la producción de esta fruta ha aumentado notablemente, debido a la demanda que tiene por su valor alimenticio y terapéutico, y por la diversidad de productos que se obtienen en la agroindustria.

En 2006, el total de superficie sembrada del cultivo del manzano a escala nacional fue de 61 058 ha, con una producción de 600 492.2 toneladas y con un

SUMMARY

One of the aspects that affect the quality of apples is the fruit russeting, therefore the objective of this research was to evaluate the effect of fruit whitewashing (*Malus domestica* Borkh), from an inch in diameter to maturation, and its relationship with its temperature, extension of russeting, yield and quality of fruits. The study was conducted during the spring and summer of 2007, in two orchards of the Municipality of Arteaga, Coahuila, Mexico. The results of the study indicated that the whitewashed of the fruit decreases the internal and surface fruit temperature and the reduction of temperatures were higher at the time of maximum solar radiation. The decrease of the high temperature fluctuations of the fruits, reduced the extension of russeting, increased the content of soluble solids without affecting the weight, diameter and firmness of the fruit.

Key words: *Malus domestica* Borkh, physiological disorder, calcium hydroxide, temperature.

rendimiento promedio de 6.77 t ha⁻¹. Los estados que cuentan con condiciones favorables para la producción intensiva de manzana son: Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla y Nuevo León; también se le puede encontrar en menor producción en Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, Zacatecas, Veracruz y el estado de México (INEGI, 2007).

En Coahuila, la región manzanera esta ubicada en la porción sureste del estado, conocida como Sierra de Arteaga y la componen los cañones de La Carbonera,

Los Lirios, El Tunal, Jamé, San Antonio de las Alazanas y Huachichil.

Actualmente, el cultivo de manzana en la Sierra de Arteaga es generador de grandes beneficios, ayudando notablemente al desarrollo del medio rural, siendo la actividad en que se basa la mayor parte de la agricultura de esta región. En 2006, se cosecho una superficie de 7 308 hectáreas, con una producción de 57 694 toneladas y un rendimiento promedio de 9 028 t ha⁻¹ (INEGI, 2007).

Las cultivares más sembradas son Golden Delicious con un 80 % y Red Delicious con 15 %. Por otro lado, de acuerdo a las preferencias del consumidor, por orden de importancia son: Golden Delicious, en un 60 % y Red Delicious 35 % (Mata y León, 1997).

El manzano Golden Delicious de origen americano, produce fruta con cualidades pomológicas muy apreciadas en el mercado, dado sus buenas propiedades de conservación, sin embargo presenta el problema de ser susceptible al daño conocido como paño del fruto; el cual consiste en una mancha de color café y aspereza de la cutícula que se origina en el pecíolo y se extiende hacia el ecuador del fruto, lo que reduce su calidad, y que de acuerdo con Álvarez (1988) es provocado por una deficiente circulación de savia bajo la cutícula de los frutos jóvenes. Por otro lado, Hirst (2002) define al paño como un desorden fisiológico caracterizado por la formación de corcho sobre la epidermis del fruto, resultado de un estrés ambiental como una helada.

Estudios anteriores (Faust y Shear, 1972) encontraron que el resquebramiento de la cutícula es el primer síntoma en la etiología del paño. Las prácticas culturales, así como las condiciones ambientales pueden originar e incrementar el paño del fruto. Al respecto, Álvarez (1988) menciona que las causas que originan el paño pueden ser: el frío después de la floración, las sequías prolongadas en primavera, terrenos encharcados, suelos mal aireados, enfermedades del sistema radical, lesiones mecánicas por efecto de las prácticas de cultivo o por el medio ambiente húmedo, seguido de temperaturas altas por el día y bajas por la madrugada. De igual forma, Creasy y Swartz (1981) mencionan que las aplicaciones continuas de pesticidas pueden conducir a la formación del paño, mientras que Creasy (1980) señala que la alta humedad y lluvias frecuentes están asociadas a un paño severo.

Otros estudios (Ramírez –Rodríguez y Ángeles-García, 1990 y Ramírez-Legarreta y Jacobo-Cuellar, 1999), indican que el paño se debe a una diferencia en la tasa de crecimiento entre la cutícula y la epidermis del fruto. Para controlar el problema del paño del

fruto, los estudios realizados se han dirigido a la aplicación de giberelinas, sin embargo su acción es eficiente solo cuando se aplica en grandes concentraciones y altas frecuencia (Scholtens y Bootsma, 1981; Rooijen, 1983; Abbot, 1993 y Miller y Ferre, 1996), esto limita su uso desde una perspectiva económica.

Estudios previos (Álvarez, 1988) indican que una de las posibles causas que originan el paño es la expansión y contracción del fruto debido a los cambios de temperatura durante el día y la noche. De tal forma que si el encalado del fruto aumenta la reflectividad a la radiación solar, puede reducir el calentamiento del fruto y disminuir los cambios de temperatura, esto a su vez puede atenuar la presencia o extensión del paño. Además de que el hidróxido de calcio es calificado como producto orgánico, y su aplicación es más económica que la giberelina. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del encalado del fruto desde su formación hasta maduración en la reflectividad de la radiación solar, temperatura del fruto y su relación con la incidencia del paño, sólidos solubles totales, firmeza y rendimiento de frutos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en dos huertas de manzano del Municipio de Arteaga, Coahuila; una en la localidad de Jamé y la otra en Santa Rita. Las coordenadas geográficas de las huertas son 25° 22' 01" N y 100° 30' 14" O, con una altitud de 2280 m a 2440 m. La precipitación promedio anual es de 350 – 400 mm. Los registros de temperatura de 1950 a 2003, de la Estación Saltillo de la Comisión Nacional del Agua (CNA); presentan una temperatura media en invierno (diciembre a marzo) de 13.8° C y máximas promedio y máximas extremas de 21.4 y 28.8 °C respectivamente.

La huerta de Jamé tiene árboles del cultivar Golden Delicious injertados sobre patrones semienanizantes MM 111, de 12 años de edad y de 2.0 a 2.5 m de altura. La huerta de Santa Rita también tiene árboles del mismo cultivar sobre patrones semienanizantes MM 111 de 10 años de edad y 2.5 a 3.5 m de altura.

El marco de plantación en la huerta de Jamé es 3.0 m de espaciamiento entre árboles y 4.0 m entre hileras, la orientación de las hileras es este – oeste. La huerta de Santa Rita tiene distancias de plantación de 4.0 m entre árboles y 4.0 m entre hileras; la orientación de las hileras es también este – oeste.

Tratamientos y diseño experimental

Para evaluar el efecto del encalado del fruto en el paño, rendimiento y calidad de frutos, se uso un diseño completamente al azar con 2 tratamientos y 6

repeticiones. Los tratamientos fueron: encalado total del fruto (T1) y sin encalado (T2, Testigo), cada árbol representó una unidad experimental. Los árboles tuvieron aproximadamente las mismas características de altura, diámetro de tronco y copa. El encalado de los frutos en cada huerta se realizó con hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$ con un 95% de pureza (Quimex 95, Caleras de la Laguna). La suspensión para encalar se preparó disolviendo 1.0 Kg de hidróxido de calcio en 10 litros de agua, para cubrir los frutos de cada tratamiento. El hidróxido de calcio se aplicó únicamente en el lado sur de cada uno de los seis árboles que representaban la unidad experimental. La aspersión se inició el 4 de mayo de 2007 en ambas huertas, cuando el diámetro de los frutos era de 20 mm utilizando una aspersora portátil. Las aplicaciones posteriores se dieron a una frecuencia de 15 días hasta una semana antes del tiempo de cosecha (8 de Agosto para la huerta de Jamé y 8 de septiembre para la huerta de Santa Rita).

La temperatura de los frutos, radiación solar incidente y reflejada, se midió cuando estos alcanzaron madurez fisiológica por un periodo de 15 días. Para esto se seleccionaron cuatro frutos, dos encalados y dos sin encalar. La temperatura interna se obtuvo insertando un termopar de cobre-constantan de 0.6 mm de diámetro en forma tangencial bajo la epidermis de un fruto con encalado y otro sin encalar.

La temperatura superficial (de la epidermis) se midió utilizando termómetros infrarrojos, ubicados en forma horizontal a aproximadamente 5 cm de distancia del fruto (con y sin encalado), a la altura del diámetro ecuatorial. La radiación solar incidente se midió con un piranómetro de silicón orientado hacia el cenit, libre de sombreado por cuerpos adyacentes, mientras que para la reflejada por los frutos con y sin encalado, los piranómetros se orientaron hacia abajo a una altura de 10 cm sobre el ecuador de los frutos.

El índice de reflectividad a la radiación solar o albedo (α) de los frutos con y sin encalado, se determinó con la siguiente ecuación (Arya, 1988):

$$\alpha = \frac{R_{sw\uparrow}}{R_{sw\downarrow}} \quad (1)$$

Donde: $R_{sw\downarrow}$ es la radiación solar incidente y $R_{sw\uparrow}$ es la radiación solar reflejada por el fruto con y sin encalado. El registro de datos se realizó con un datalogger modelo CR7 (Campbell Sci, Inc, Logan, Utah), programado para tomar lecturas con una frecuencia de 1 s, y obtener promedios de 30 min.

La extensión de la mancha del paño se determinó calculando el índice de mancha (I_m), el cual se obtuvo dividiendo la extensión del área del paño (A_m) por la superficie del fruto (S_f), considerando una forma esférica del mismo (Ecuación. 2)

$$I_m = \frac{A_m}{S_f} \quad (2)$$

El procedimiento anterior se realizó en 60 frutos encalados y 60 sin encalar.

El efecto de los tratamientos en el rendimiento y calidad de frutos se evaluó cosechando 20 frutos de cada unidad experimental. Los parámetros de rendimiento fueron peso promedio del fruto, mientras que los de calidad fueron: grados brix (refractómetro manual Atago ATC-1E con compensación automática de temperatura), firmeza (penetrómetro manual Effegi FT-327 con puntilla de 11.3 mm de diámetro), y diámetro del fruto. Los grados brix y la firmeza se evaluaron en 10 frutos por unidad experimental.

Una vez que se obtuvieron los resultados de campo y de laboratorio se procedió al análisis estadístico mediante el programa de cómputo SAS Statistical Analysis System versión 6.12 para windows. La comparación de medias de tratamientos se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.01$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Albedo del fruto

El albedo o índice de reflectividad de los frutos con encalado fue mayor que el de los frutos testigos (sin encalado) a través del día, demostrándose el efecto de mayor reflectancia del hidróxido de calcio (Figura 1). Los frutos encalados reflejaron en promedio 15 % más de la radiación solar incidente y consecuentemente tuvieron una temperatura menor que los frutos sin encalar. Glenn *et al.* (2002) también reportaron una mayor reflectividad y menor temperatura de los frutos del manzano, cuando se cubrieron con una película reflejante de caolín.

La mayor reflectividad de los frutos con encalado puede reducir el efecto del paño, ya que estudios realizados por Crisosto (1994) y Peterson (1999) demostraron que los frutos expuestos a una mayor radiación solar producen células con paredes gruesas rectangulares, las cuales son incapaces de expandirse en respuesta a un incremento en la presión de turgencia y pueden fácilmente reventarse, o también cambiar la polimerización en el interior de la cutícula cerosa, convirtiéndola en una matriz amorfa que es susceptible a agrietarse y formar el paño.

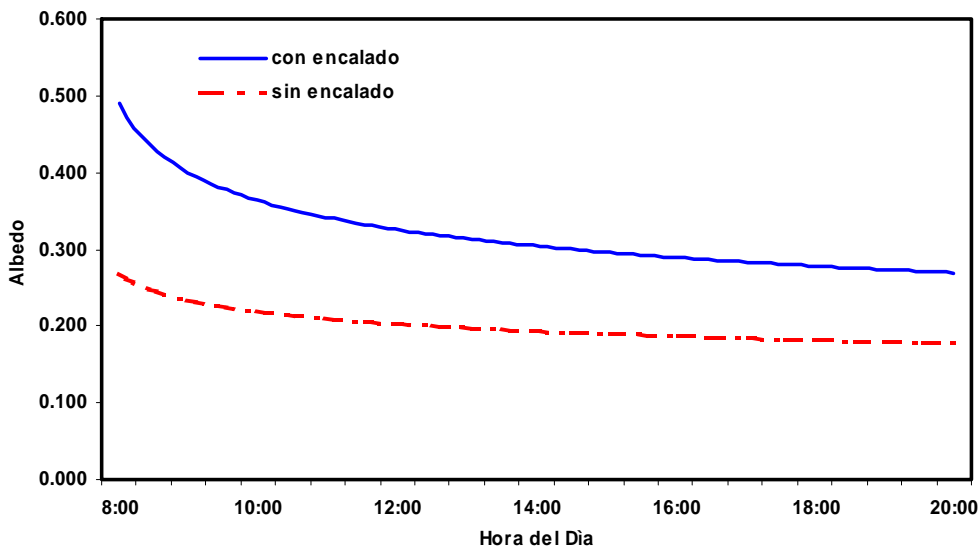


Figura 1. Albedo de los frutos con y sin encalado en un día despejado, Arteaga, Coahuila, Septiembre de 2007.

Temperatura interna y de la epidermis del fruto

A las horas de máxima incidencia de radiación solar (12 a 17 h), la temperatura interna y de la epidermis del fruto encalado fue menor que la de los frutos sin encalar; además ambas fueron mayores que la temperatura del aire (Figuras 2 y 3), encontrándose diferencias de hasta 3 °C entre la temperatura interna (endodermis) de los frutos con y sin encalado. Glenn *et al.* (2001) trabajando con películas reflejantes a base de caolín encontraron diferencias de hasta 4.4° C entre los frutos con y sin caolín. Dado que el encalado del fruto refleja más radiación solar, la cual es causante del calentamiento del mismo, se puede reducir el efecto del golpe de sol y desordenes fisiológicos causados por las altas temperaturas.

Durante la noche, la diferencia de temperatura entre los frutos con y sin encalado (Figuras 2 y 3) fue mínima; siendo ambas menores que la temperatura del aire. Patrones similares se observaron en otras fechas en el transcurso del tiempo de estudio, en donde a las horas de mayor incidencia de radiación, siempre la temperatura interna y de la epidermis de los frutos encalados fue menor que la de los frutos sin encalar.

Paño del Fruto

El encalado del fruto redujo significativamente ($P \leq 0.01$) la extensión del paño en el fruto en las dos localidades del estudio (Tablas 1 y 2). En Jamé, la extensión del paño en los frutos con encalado fue 22.18 % menor que la de los frutos sin encalado,

mientras que en Santa Rita fue 34.49 % menor. Estos resultados sugieren que debido a un menor calentamiento de los frutos (Figuras 2 y 3), el encalado del fruto puede tener un efecto favorable en la disminución del crecimiento del paño, mientras que los métodos de control del paño basados en la aplicación de giberelinas (Warner, 1997) pueden ofrecer resultados inciertos y en ocasiones incrementar la extensión del paño del fruto (Baxter, 1995).

Por otro lado, la aportación de calcio por el hidróxido de calcio también puede contribuir a reducir el efecto del paño, ya que estudios realizados por White y Broadley (2003) y Burns y Pressey (1987) indican que el calcio desempeña una función importante en la estructura de la pared celular y permeabilidad de la membrana. Esto puede dar mayor resistencia a la epidermis del fruto para soportar la expansión y contracción del fruto por los cambios de temperatura.

Además, Poovaiah (1986) señala que después de que el calcio se acumula entre la pared celular y la lamina media, interacciona con el ácido péctico para formar pectato de calcio, lo que confiere estabilidad y mantiene la integridad de ambas estructuras. Estudios en manzano realizados por Bramlage *et al.* (1974) encontraron que mayores cantidades de calcio incrementan la firmeza del fruto y reducen la sensibilidad a diversos desordenes fisiológicos. Estos estudios sugieren que una mayor presencia de calcio puede contribuir a reducir la incidencia del paño del fruto.

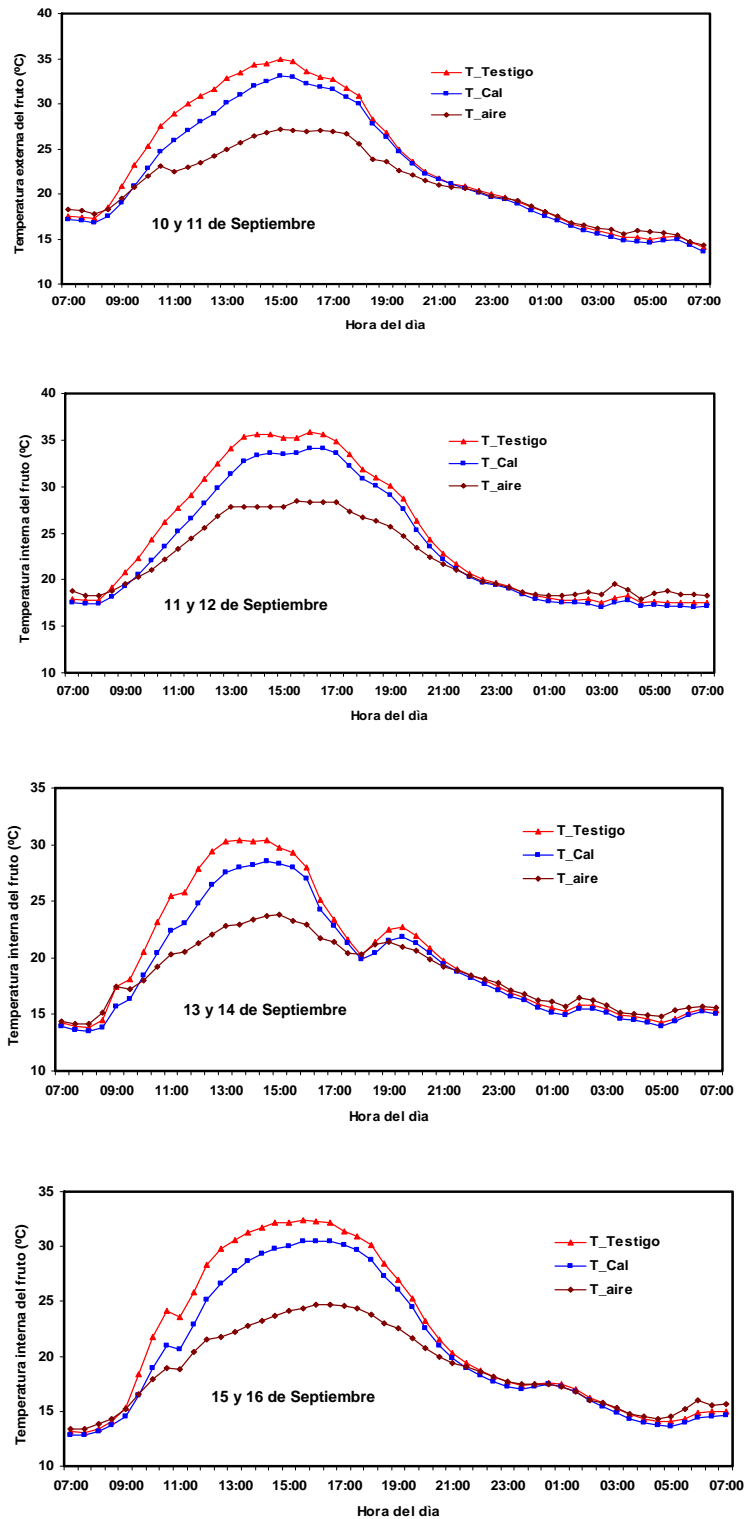


Figura 2. Temperatura interna (endodermis) del fruto con y sin encalado, y del aire observada en cuatro días, Arteaga, Coahuila, Septiembre de 2007.

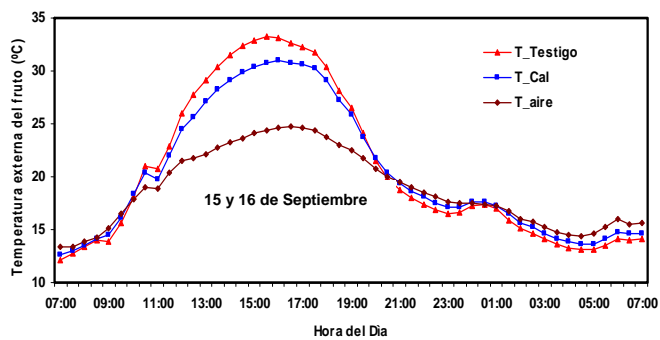
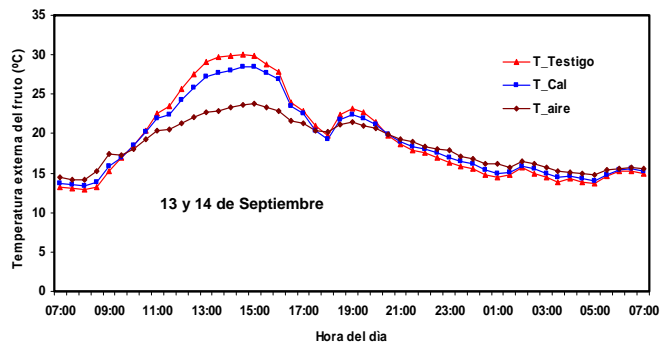
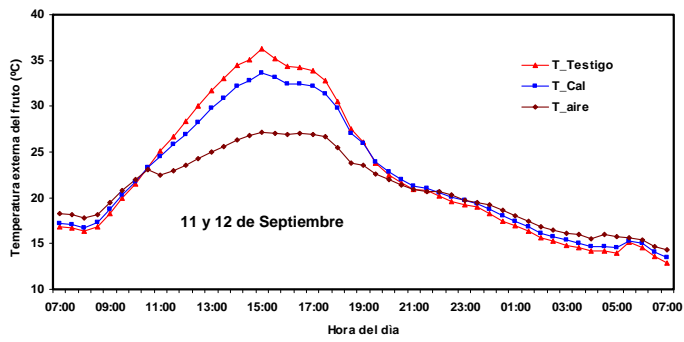
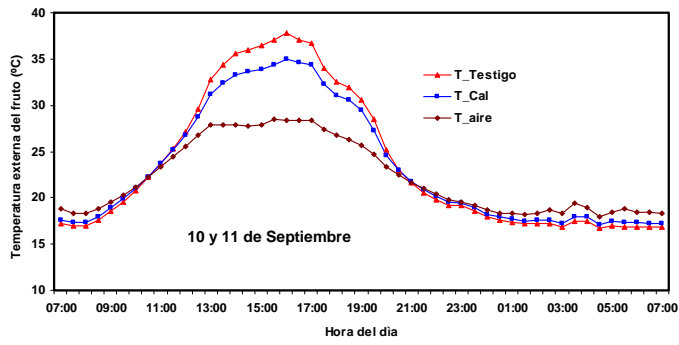


Figura 3. Temperatura de la epidermis del fruto con y sin encalado, y del aire observada en cuatro días, Arteaga, Coahuila, Septiembre de 2007.

Tabla 1. Valores promedio del diámetro del fruto e índice de mancha en frutos de manzana cv Golden Delicious, localidad Jamé, Arteaga, Coahuila, Septiembre de 2007.

Tratamiento	Diámetro fruto (mm)	Índice de mancha
Con encalado	65.61 ± 0.51 a	0.128 ± 0.0074 a
Sin encalado	65.89 ± 0.47 a	0.163 ± 0.0088 b

Medias con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.01)

Tabla 2. Valores promedio del diámetro del fruto e índice de mancha en frutos de manzana cv Golden Delicious, localidad Santa, Rita, Arteaga, Coahuila, Septiembre de 2007.

Tratamiento	Diámetro fruto (mm)	Índice de mancha
Con encalado	64.125 ± 0.37 a	0.1037 ± 0.0068 a
Sin encalado	63.84 ± 0.36 a	0.1603 ± 0.009 b

Medias con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.01)

Peso del fruto, firmeza y contenido de sólidos solubles totales

El encalado no afectó el peso del fruto ni la firmeza en ninguna de las dos localidades (Tablas 3 y 4). Aunque el peso de los frutos en los dos tratamientos fue estadísticamente igual, el peso de los frutos con encalado fue 9.43 % mayor que el de los frutos sin encalado en la localidad de Santa Rita y 5.7 % en la localidad de Jamé. Los valores promedio de firmeza del fruto que se encontraron en las dos localidades (6.92 a 7.57 kg) fueron mayores que el valor mínimo de 4.5 kg, para que una manzana verde pueda comercializarse en fresco, de acuerdo con la norma mexicana (NMX-FF-061-SCFI-2003).

El encalado del fruto aumentó significativamente los sólidos solubles totales (SST) del fruto en las dos localidades (Tablas 3 y 4). El valor de los SST en el tratamiento sin encalado en la localidad de Jamé fue 11.76 %, ligeramente inferior al valor de 12 % recomendado para cosecha fresca del cv Golden Delicious, de acuerdo con la norma mexicana (NMX-FF-061-SCFI-2003), para los frutos encalados de la misma localidad y los dos tratamientos de la localidad de Santa Rita, los valores de SST fueron mayores de 12 %. Dado que los frutos de los dos tratamientos (con y sin encalado) se cosecharon en la misma fecha, estos resultados indican que el encalado del fruto podría acelerar su maduración, contribuyendo a una cosecha

más temprana. Esto podría ser una ventaja económica para los productores de manzana de cualquier zona, ya que les permitiría poner su fruta en los mercados, antes que el resto de los productores de la misma región. Resultados similares fueron reportados por Glenn *et al.* (2005), en trabajos realizados con los cultivares Fuji y Gala y con películas reflejantes a base de caolín (Surround WP), donde el peso y la firmeza del fruto no fueron afectados por la película reflejante, pero los SST de los frutos con caolín fueron mayores que los de los frutos sin aplicaciones. Sin embargo, Schupp *et al.* (2002) no encontró diferencias en peso, firmeza y SST entre los frutos con y sin aplicaciones de caolín en los cv Fuji y Honeycrip. De igual forma, Layne *et al.* (2002) tampoco encontraron diferencias en las mismas variables en frutos del cv Gala por efecto de la aplicación de películas metalizadas de alta densidad.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el peso promedio, sólidos solubles totales (SST) y firmeza de frutos cv Golden Delicious, observados en Jamé, municipio de Arteaga, Coahuila, Septiembre 2007.

Tratamiento	Peso promedio fruto (g)	SST (°Brix)	Firmeza (kg)
Con encalado	167.9 ± 6.79 a	13.04 ± 0.165 a	6.97 ± 0.008 a
Sin encalado	158.3 ± 4.91 a	11.76 ± 0.05 b	6.92 ± 0.007 a

Medias con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.01)

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en el peso promedio, sólidos solubles totales (SST) y firmeza de frutos cv Golden Delicious, observados en Santa Rita, municipio de Arteaga, Coahuila, Septiembre 2007.

Tratamiento	Peso promedio fruto (g)	SST (°Brix)	Firmeza (kg)
Con encalado	80.73 ± 2.58 a	13.88 ± 0.23 a	7.57 ± 0.018 a
Sin encalado	73.12 ± 5.31 a	12.82 ± 0.17 b	7.55 ± 0.008 a

Medias con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.01)

CONCLUSIONES

El encalado del fruto aumentó la reflectividad de la radiación solar, reduciendo la temperatura tanto de la endodermis como de la epidermis del fruto. Las diferencias de temperatura de los frutos con y sin

encalado fueron mayores a las horas de mayor incidencia de radiación. El encalado redujo significativamente la extensión de la mancha del paño del fruto, y aumento significativamente los sólidos solubles totales. El peso y la firmeza del fruto no fueron afectados por el encalado.

REFERENCIAS

- Abbott, 1993. Problem: fruit russet on Delicious apple. Can be the answer! Abbott Laboratories Quality Health Care Wordwife. Agricultural Products, North Chicago.
- Alvarez. R., S. 1988. El manzano. 5 ed. Aedos. Barcelona. 346 p.
- Arya, S.P. 1988. Introduction to micrometeorology. Academic press. Inc. San Diego, CA, USA . pp 21-35.
- Baxter, L.B. 1995. The use of gibberellins for russet control in red fuji apples. <http://www.elders.com.au/elders/march/hortic/hrtc/ap248.htm>. Consultado Octubre 10, 2007.
- Bramlage, W.J., Drake, M., and Baker, J.H. 1974. Relationship of calcium content to respiration and post harvest condition of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 99:376-378.
- Burns, J.K and Pressey, R. 1987. Ca²⁺ in cell wall of ripening tomato and peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112: 783-787.
- Creasy, L.L. 1980. The correlation of weather parameters with russet of Golden Delicious apples under orchard conditions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105: 735-738.
- Creasy, L.L. and Swartz, H.J. 1981. Agents influencing russet on Golden Delicious apple fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106: 203-206.
- Crisosto, C.H 1994. Apple russetting. *Kearney Agricultural Center* 3 (2): 1-4. Davis California USA.
- Faust, M. and Shear, C.B. 1972. Russetting of apples, an interpretive review. *HortScience*, 7: 233-235.
- Glenn, D.M., Drake, S., Abbot, J.A., Puterka, G.J. and Gundrum, P. 2005. Season and cultivar influence the fruit quality responses of apple cultivars to particle films treatments. *HortTechnology*, 15: 249-253.
- Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., Mcferson J., and Puterka, G.J. 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127:188-193.
- Glenn, D.M., Puterka, G.J., Drake, S., Unruh, T.R., Knigh, A.L., Baherle, P., Prado, E., Baugher, T. 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126:175-181.
- Hirst, P.M. 2002. The apple fruitlet thinning response to carbaryl is unaffected by russet. *HortTechnology*, 12:75-77.
- INEGI, 2007. Anuario Estadístico: Coahuila de Zaragoza. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Pp 331-349
- Layne, D. R., Jiang, Z. and Rushing, J.W. 2002. The influence of reflective film and ReTain on red skin coloration and maturity of 'Gala' apples. *HortTechnology*, 12: 640-645.
- Mata B. I. y León, G. 1997. *Horticultura Mexicana*. VII Congreso Nacional de Horticultura. Culiacán, Sinaloa, México. 200 p.
- Miller, D. and Ferre, D. 1996. Pro-Vide sprays. Integrated crop management. Ohio ICM Newsletter. Number 7 Columbus, OH.
- NMX-FF-061-SCFI 2003. Fruta fresca-manzana (*Malus pumila* Mill) –especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2003.
- Peterson B. 1999. What growers can do to reduce risk of fruit russet. *Good Fruit Growers*, 50(4): 30-31.
- Pooaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, 40: 86-89.
- Ramírez-Rodríguez, H. y Ángeles-García, H.O.1990. Evaluación de Provide en el paño de la manzana cv Golden delicious. *Agraria*, 6: 93-102.

- Ramírez-Legarreta M.R. y Jacobo-Cuellar, J.L. 1999. Estructura de un modelo para el roseteado de la manzana Golden delicious considerando algunos factores que influyen en su desarrollo. *Fitopatología*, 17: 1-7.
- Rooijen, W.J.Van. 1983. Reducing fruit russeting of apples by application of Gibberellins (Berelex GA4+7). *Fruitteelt*, 73: 398-399.
- Scholtens, A., and Bootsma, H.J. 1981. Gibberellins against fruit russeting. *Fruitteelt*, 71: 507-509.
- Schupp, J.R., Fallahi, E. and Chun, I.J. 2002. Effect of particle film on fruit sunburn, maturity and quality of “Fuji” and “ Honeycrisp” apples. *HortTechnology*, 12:87-90.
- Warner, G. 1997 Apple russeting has many possible causes. [http// www.goodfruit.com/archive/1995/26special.html](http://www.goodfruit.com/archive/1995/26special.html). Consultado Octubre 15, 2007.
- White, P. J. and Broadley, M.R.. 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92: 487-511.

Submitted November 28, 2007 – Accepted February 22, 2008
Revised received February 28, 2008