

EFFECTO DEL ENCALADO TOTAL DEL MANZANO EN LA TEMPERATURA INTERNA, RENDIMIENTO DE FRUTOS Y SU RELACIÓN CON LA APLICACIÓN DE THIDIAZURON

A. Zermeño-González¹; J. A. Gil-Marín²;
H. Ramírez-Rodríguez³; A. Hernández-Herrera⁴;
R. Rodríguez-García¹; A. Benavides-Mendoza³;
D. Jasso-Cantú⁵

¹Departamento de Riego y Drenaje, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Saltillo, Coahuila, MÉXICO.

Correo-e: azermeno@uaaan.mx (¹Autor responsable)

²Departamento de Riego y Drenaje, Universidad de Oriente, Maturín-Monagas.
República Bolivariana de Venezuela

³Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Saltillo, Coahuila. MÉXICO

⁴Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Saltillo, Coahuila. MÉXICO

⁵Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Saltillo, Coahuila. MÉXICO

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar el efecto del encalado total con hidróxido de calcio en árboles de manzano (*Malus domestica* Borkh) al inicio del invierno, en la temperatura interna de las ramas y troncos, la acumulación de unidades frío (UF), su efecto en el rendimiento y calidad del fruto y su relación con la aplicación de thidiazuron (TDZ) como estimulador de brotación. La investigación se desarrolló durante el invierno 2004-2005. Los resultados de la investigación indicaron que en las horas de mayor incidencia de radiación, el encalado total redujo hasta 4 °C la temperatura interna de las ramas y hasta 9 °C la de los troncos. Las UF acumuladas en función de la temperatura interna de las ramas encaladas fueron 27.9 % mayores que las registradas con las ramas sin encalar, mientras que las UF pérdidas a las horas de mayor radiación fueron hasta 37.2 % menores. El encalado total incrementó hasta un 20 % el rendimiento por árbol con respecto a la aplicación de TDZ. No hubo diferencia estadística en los parámetros de calidad de frutos entre el encalado total y la aplicación del estimulador de brotación.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Malus domestica* Borkh, unidades frío, encalado, hidróxido de calcio, brotación

EFFECT OF TOTAL WHITE WASHING OF APPLE TREE ON ITS INTERNAL TEMPERATURE, FRUIT YIELD AND ITS RELATION TO USE OF THIDIAZURON

ABSTRACT

This study was conducted during the 2004-2005 winter to analyze the effect of whitewashing (with calcium hydroxide) entire apple trees (*Malus domestica* Borkh) at the beginning of the winter season, on the branches and trunks internal temperature (under the bark), the accumulation of chill units (CU), its effect on fruit yield and quality and its relation to the use of thidiazuron (TDZ) to induce budbreak. The results of this study indicated that at the hours of highest incidence of solar radiation, total tree whitewashing decreased the internal temperature of the branches up to 4 °C and of the trunks up to 9 °C. The accumulated CU during the time of the study, calculated with the internal temperature of the whitewashed branches, were 27.9 % higher than those recorded on the branches with no whitewashing, while the CU lost at the hours of highest solar radiation were up to 37.2 % lower.

Total whitewashing increased the yield per tree up to 20 % more than application of TDZ. No statistical difference in fruit quality parameters was observed between total whitewashing and the application of TDZ to induce budbreak.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Malus domestica* Borkh, chill units, whitewashing, calcium hydroxide, budbreak.

INTRODUCCIÓN

Por el área cultivada y su importancia económica y social, el manzano es uno de los frutales templados más importantes del Noreste de México. Los principales estados productores son Chihuahua, Coahuila y Durango. En Coahuila, se cultiva en el municipio de Arteaga, ubicado en el Sureste del estado, donde se tiene una superficie de aproximadamente 8,000 ha (Anónimo, 2001). El manzano es un árbol caducifolio que requiere un periodo de exposición (de noviembre a febrero) de bajas temperaturas para acumular suficientes unidades frío (UF) y lograr una adecuada y uniforme brotación de yemas vegetativas y florales, para obtener cosechas uniformes y de buenos rendimientos (Ramírez-Rodríguez y Cepeda-Siller, 1993; Ghariani y Stebbins, 1994). Una UF corresponde a una hora con una temperatura del aire entre 0 y 7.2 °C (Calderón, 1993; Shaltout y Unrath, 1983), el cultivar Golden Delicious requiere de aproximadamente 850 UF para lograr una buena y uniforme brotación de yemas (Ramírez y Saavedra, 1990; Ghariani y Stebbins, 1994). Aunque los requerimientos de UF no sólo dependen del cultivar sino también de las interacciones entre el cultivar y los factores ambientales (Hauage y Cummins, 1991; Carvajal *et al.*, 2000).

Una deficiente acumulación de UF trae como consecuencia un período de descanso prolongado, floración irregular y deficiente, inhibición de yemas vegetativas, inhibición de yemas florales, desprendimiento de yemas florales y vegetativas y aborto de embriones (Calderón, 1993; Ramírez-Rodríguez y Cepeda-Siller, 1993). Esto resulta en una producción extemporánea, con frutos de mala calidad, falta de maduración y tamaño reducido.

Si las temperaturas fluctúan considerablemente durante el día y la noche en el período de letargo, se contrarrestan las UF acumuladas, mientras que una continuidad de las temperaturas bajas favorece la acumulación de frío (Del-Real-Laborde *et al.*, 1990; Young, 1992). Estas condiciones climáticas ocurren en las huertas establecidas en el municipio de Arteaga y la mayoría de las regiones manzaneras del Norte de México, donde se presentan noches frías y días cálidos y soleados que ocasionan calentamiento de los árboles y consecuentemente un efecto negativo en la acumulación de UF. El calentamiento mayor de los árboles ocurre de las 12:00 a las 17:00 h del día, debido a la mayor incidencia de radiación solar.

Para atenuar este problema, los productores generalmente aplican estimuladores de brotación como cianamidas y thidiazuron (TDZ). Sin embargo, los resultados de estas aplicaciones no siempre son favorables, ya que

dependen de la cantidad de UF acumuladas durante el invierno, fecha de la aplicación y concentración suministrada (Siller-Cepeda *et al.*, 1992; Dozier *et al.*, 1990; Steffens y Stutte, 1989).

Otra alternativa es el recubrimiento total de los árboles con sustancias blancas para incrementar la reflectividad de los árboles a la radiación solar y reducir su calentamiento interno. El recubrimiento de los troncos de los árboles con cal (hidróxido de calcio) o pintura blanca, es una práctica común que se ha realizado por décadas en diferentes partes del mundo, para atenuar el agrietamiento de los troncos (Brichet, 1950; Coutanceau, 1971).

Durner y Gianfagna (1990) observaron que la brotación de yemas florales de árboles de durazno se retrazó dos días, debido al cubrimiento total de los árboles en enero con pintura vinílica blanca. García-Pérez *et al.* (1989) encontraron que la temperatura de los troncos de nogal encalados o pintados con pintura vinílica blanca fue menor que la de los troncos sin encalar; también observaron que con el encalado y la pintura blanca se incrementa el número de yemas brotadas.

Otras sustancias blancas de alta reflectividad como el caolín, se han aplicado para reducir la temperatura foliar, transpiración y mejorar la fotosíntesis del manzano (Glenn *et al.*, 2001) y del toronjo (Jifon y Syvertsen, 2003) que ha resultado en un mayor rendimiento de frutos.

Con base en los antecedentes mencionados, los objetivos de este estudio fueron: evaluar el efecto del encalado total del árbol en la temperatura interna de las ramas y troncos y su relación con la acumulación de UF y determinar el efecto del encalado total en el rendimiento y calidad de frutos y su relación con el rendimiento obtenido con la aplicación de thidiazuron, como estimulador de brotación

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad del sitio de estudio

La investigación se realizó en una huerta de manzano del cultivar Golden Delicious de ocho años de edad, injertados sobre patrones MM 111 y de 3.5 m de altura. El marco de plantación de la huerta es de 3.0 m entre árboles y 4.0 m entre hileras, orientadas en la dirección este - oeste. El suministro de agua a los árboles se realizó con un sistema de riego por goteo. La huerta se ubica en la localidad de Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, a una altitud de 2,280 m, a 25° 22' N y 100° 37' O. El clima es semidesértico con

lluvias en verano, la precipitación media anual es de 400 a 500 mm. La temperatura máxima y mínima promedio durante los meses de invierno (diciembre a marzo) es de 10 y 21.4 °C respectivamente. Los suelos son de textura franco arcilloso, calcáreos, de color claro, con pH alcalino y más de un metro de profundidad (Anónimo, 2004).

Tratamientos evaluados

Para evaluar el efecto del encalado total (ramas y tronco) y la aplicación de TDZ como estimulador de brotación, en el rendimiento y calidad de frutos, se estableció un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: (T1) testigo, sin encalado ni estimulador de brotación; (T2), encalado total al inicio del invierno, aplicado el 3 de diciembre del 2004; (T3), aplicación de TDZ como estimulador de brotación al final del invierno, que corresponde a la práctica común seguida por los productores de la región, aplicado el 2 de marzo de 2005; (T4), encalado total al inicio del invierno y aplicación de TDZ al final del mismo, aplicados en las fechas descritas en los tratamientos anteriores y (T5) encalado total y aplicación de TDZ como pulsador al inicio del invierno, aplicado en la fecha descrita en el tratamiento dos. Cada árbol representó una unidad experimental

El encalado al inicio del invierno se aplicó con una aspersora portátil cuando los árboles estaban defoliados, utilizando hidróxido de calcio con un 95 % de pureza (Quimex 95, Caleras de la Laguna). La suspensión para encalar se preparó disolviendo 1 kg de hidróxido de calcio con 15 ml de adherente (Bionex) en 10 litros de agua, para cubrir los seis árboles de cada tratamiento, correspondiendo a una dosis de 167 gramos de hidróxido de calcio por árbol.

La solución del estimulador de brotación y pulsador, se preparó disolviendo 3 g de TDZ (thidiazuron) y 15 ml de Bionex en 10 litros de agua para cubrir los seis árboles del tratamiento respectivo, que correspondió a una dosis de 0.5 g de TDZ por árbol.

Registro de temperaturas y determinación de las unidades frío acumuladas

Para evaluar el efecto del encalado total en la temperatura interna de los árboles y la acumulación de UF, se insertaron termopares de cobre-constantan (0.6 mm de diámetro) en la parte superior de cuatro ramas (por debajo de la corteza), dos con orientación sur y dos con orientación norte, de un árbol del tratamiento dos (encalado total al inicio del invierno) y en otro del tratamiento testigo (sin encalado), ya que la temperatura de las ramas del resto de los tratamientos fue similar a las del testigo o las del tratamiento dos. También se insertaron dos termopares en la cara norte y sur de los troncos de los mismos árboles. La temperatura del aire se midió con un sensor de temperatura y humedad relativa (Vaisala, Inc). Las mediciones se realizaron durante las 24 horas del día a una

frecuencia de 1 s, para generar promedios continuos de 30 min a través de los meses de invierno (diciembre 2004 a marzo 2005), esto significa que cada valor de temperatura (promedio de 30 min) de las ramas, troncos y del aire fue el promedio de 7,200, 3,600 y 1,800 mediciones respectivamente. Los datos se almacenaron en un datalogger modelo 23X (Campbell Sci, inc, Logan, Utah).

A partir de los modelos de Erez y Lavee (1971) y el de Shaltout y Unrath (1983), se definieron cinco intervalos de temperatura y sus correspondientes factores de ponderación, para calcular las unidades frío acumuladas (UFA), utilizando los valores promedio de cada hora de temperatura del aire y temperatura interna de las ramas de los árboles con y sin encalado medidos como se describió en el párrafo anterior (Cuadro 1).

Evaluación del rendimiento y calidad de frutos

El efecto de los tratamientos en el rendimiento y calidad de frutos se evaluó cosechando todos los frutos de cada uno de los seis árboles de cada tratamiento. Los parámetros de rendimiento fueron peso y número total de frutos, mientras que los de calidad de frutos 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), índice de frutos de primera y de segunda. Los grados brix y la firmeza se evaluaron en cuatro frutos de primera por unidad experimental, de tal forma que la media de cada tratamiento resultó de 24 mediciones. El índice de frutos de primera se obtuvo dividiendo el número de frutos de diámetro ecuatorial mayor de 70 mm entre el total de frutos, el índice de frutos de segunda fue la relación entre el número de frutos de diámetro ecuatorial mayor de 66 mm y menor de 70 entre el total de frutos. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa de cómputo Statistical Analysis System (SAS) 7.0, y la comparación de medias de tratamientos se efectuó con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura interna de ramas y troncos

En las horas de máxima incidencia de radiación solar (12 a 17 h), la temperatura interna de las ramas encaladas

CUADRO 1. Intervalos de temperatura y factores de ponderación para calcular las unidades frío acumuladas.

Temperatura (°C):	Unidades frío
<1	0
1-10	1
10-15	0.5
15-20	0
>20	-1

fue hasta 4 °C menor que la temperatura interna de las ramas sin encalar (Figura 1). Durante la noche, la temperatura de las ramas con y sin encalado fueron iguales y hasta 2 °C menores que la temperatura del aire (Figura 1). Patrones similares se observaron en otras fechas en el transcurso de los meses de invierno 2004-2005, en donde a las horas de mayor incidencia de radiación, siempre la temperatura de las ramas encaladas fue menor que la de las ramas sin encalado (Figura 2). Al respecto, Hernández-Herrera *et al.*

(2006) encontraron diferencias de hasta 5 °C de temperatura entre las ramas encaladas y sin encalar. Las altas temperaturas a que están expuestos los árboles durante los días cálidos del invierno tienen un efecto negativo en la acumulación de unidades frío (Young, 1992).

El efecto del encalado en la reducción de la temperatura interna fue mayor en la orientación sur de los troncos, ya que ésta permanece soleada la mayor parte del día. La Figura 3 indica que para el día 8 de enero, 2005, a las horas de máxima incidencia de radiación solar (12 a 17 h) la temperatura de la cara sur del tronco encalado es hasta 9 °C menor que la del tronco sin encalado en la misma orientación. Patrones similares de temperatura se observaron en otras fechas de los meses de invierno, donde a las horas de mayor incidencia de radiación, la temperatura del tronco con encalado orientación sur fue menor que la del tronco sin encalado en la misma orientación (Figura 4). Esta reducción de la temperatura disminuye el efecto de agrietamiento de los troncos causados por los grandes cambios de temperatura entre el día y la noche (Coutanceau, 1971; Grokhol-Skill y Solov-Eva, 1992). Resultados similares fueron reportados por Hellmuth *et al.* (1988), donde se indica que durante el día la temperatura de los troncos de manzano cubiertos con pintura polivinílica blanca se reduce apreciablemente con respecto a los troncos de los árboles sin tratamiento.

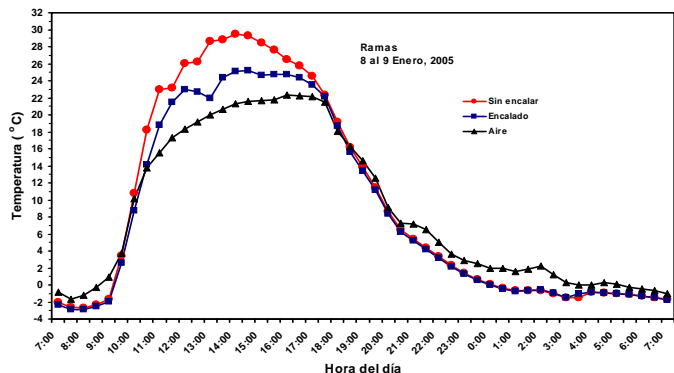


FIGURA 1. Temperatura del aire y de las ramas de árboles de manzano cv. Golden Delicious, con y sin encalado observada del 8 al 9 de enero, 2005 en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

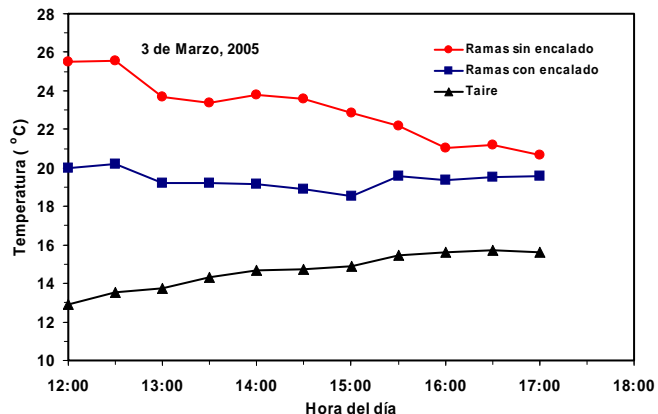
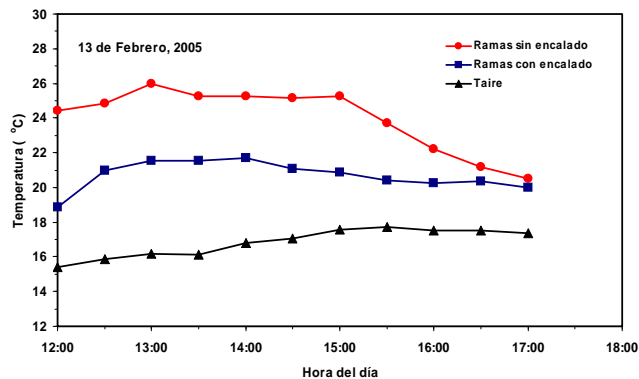
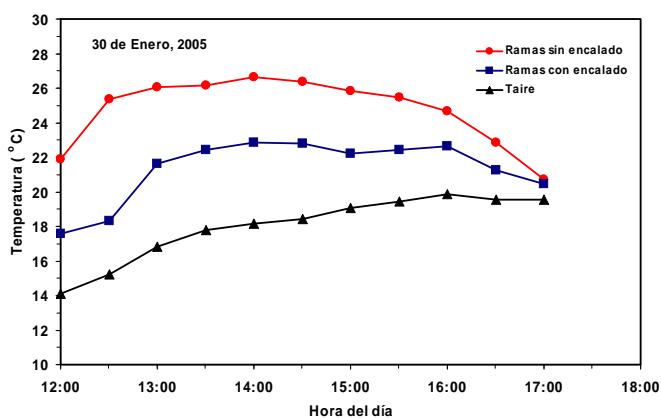
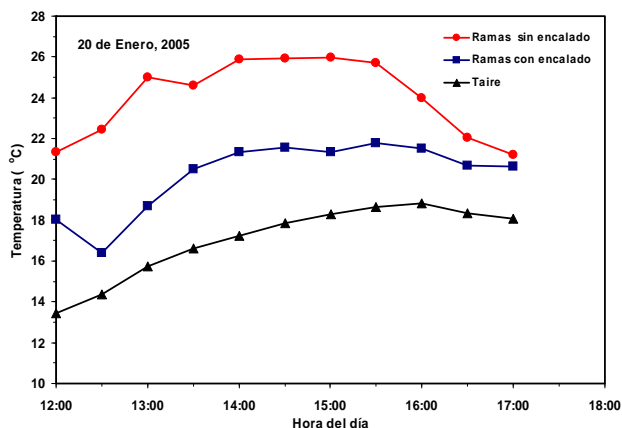


FIGURA 2. Temperatura de las ramas de árboles de manzano cv. Golden Delicious con y sin encalado, y temperatura de aire (12 a 17 h) observadas en diferentes fechas de invierno de 2005, Jame, Arteaga, Coahuila, México.

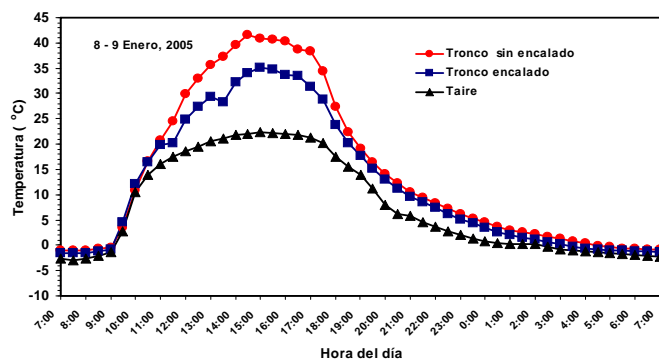


FIGURA 3. Temperatura del aire y del tronco de árboles de manzano cv. Golden Delicious, con y sin encalado, de la cara sur observada del 8 al 9 de enero, 2005 en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

las unidades frío realmente acumuladas por los árboles. Del 7 de enero al 31 de marzo del 2005, las UFA con base en la temperatura del aire, y de las ramas con y sin encalado fueron 1,067.5, 725.25 y 567.00 respectivamente (Cuadro 2). Esto significa que el encalado de las ramas permitió una acumulación adicional de 158.5 unidades frío con relación a las ramas sin encalado, que corresponde a un incremento del 27.9%. Esta mayor acumulación de unidades frío puede mejorar la brotación y consecuentemente el rendimiento de frutos (Ghariani y Stebbins, 1994).

En las horas de máxima incidencia de radiación solar (12 a las 17 h) se registró la mayor pérdida de unidades frío, debido al mayor calentamiento de las ramas de los árboles (Figuras 1 y 2), por lo cual el beneficio del encalado total fue mayor durante estas horas del día. En el invierno 2005

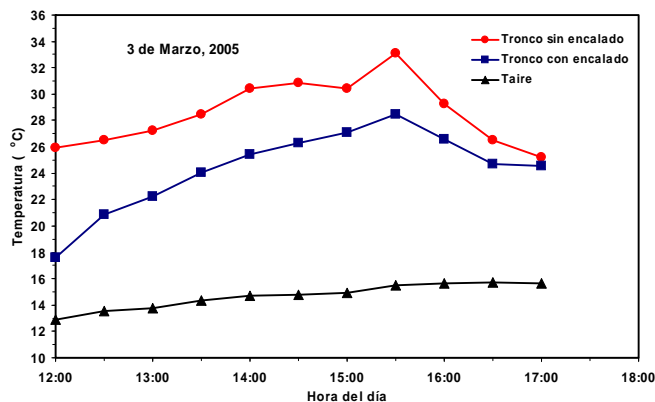
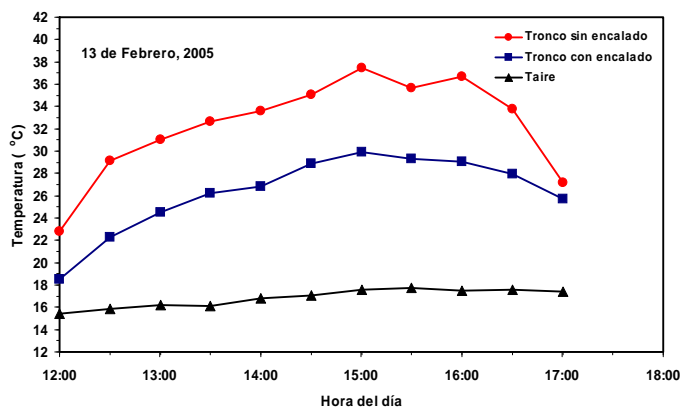
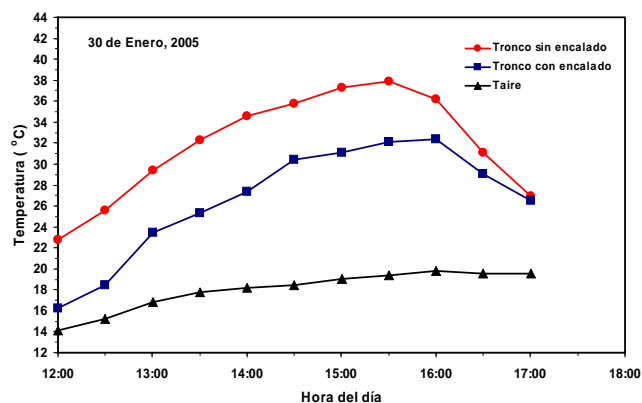
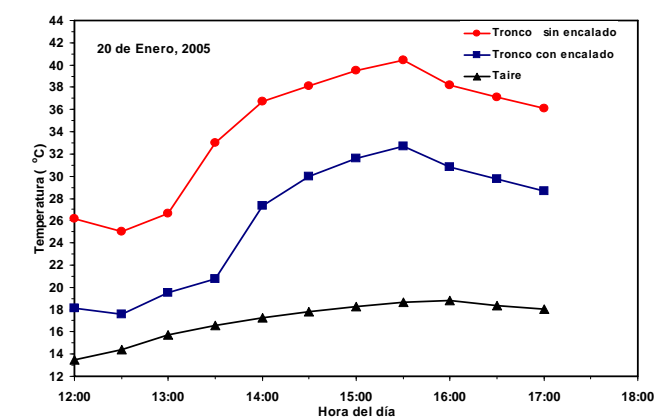


FIGURA 4. Temperatura del aire y de los troncos de árboles de manzano cv. Golden Delicious, con y sin encalado de la cara sur (12:00 a 17:00h) observadas en diferentes fechas del invierno 2005, en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Unidades frío acumuladas

Las temperaturas (mediciones cada segundo y promedios de 30 min) del aire a las horas de mayor incidencia de radiación solar fueron menores que las temperaturas (mediciones cada segundo y promedios de 30 min) de las ramas con y sin encalado, a las mismas horas (Figura 1 y 2), consecuentemente las UFA calculadas con las temperaturas promedio del aire pueden ser mayores que las calculadas con las temperaturas promedio bajo la corteza de las ramas con y sin encalado, las que corresponderían a

(Cuadro 2), se observó que con base en las temperaturas promedio del aire, para el intervalo de tiempo considerado del 7 de enero a 31 de marzo y a las horas de mayor radiación, se ganaron 6 UFA. Sin embargo, considerando las temperaturas promedio bajo la corteza de las ramas sin encalado se perdieron 259.25 UF, mientras que para las ramas encaladas se perdieron únicamente 162.75 UF. Esto representa una reducción del 37.2% de las pérdidas de UF por efecto del encalado total. El encalado total de las ramas redujo las pérdidas de UFA para todos los intervalos de días analizados e inclusive en ocasiones permitió acumular

CUADRO 2. Unidades frío acumuladas (UFA) en función de la temperatura promedio del aire y de las ramas de árboles de manzano cv Golden Delicious, con y sin encalado del 7 de enero al 31 de marzo, 2005, Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Mes	Días	UFA con encalado	UFA sin encalado	UFA temperatura del aire
Enero	7 - 10	22.50	15.50	39.50
	11 - 20	70.75	45.00	110.50
	21 - 31	93.25	71.50	160.25
Febrero	1 - 10	147.75	133.75	158.00
	11 - 20	61.50	43.75	106.00
	21 - 28	114.5	98.00	143.5
Marzo	1 - 10	135.5	104.00	165.50
	11 - 20	55.50	41.00	121.00
	21 - 31	24.25	14.50	63.25
Total		725.25	567.00	1,067.50

unidades frío, mientras que las ramas sin encalado siempre presentaron pérdidas de unidades frío (Cuadro 3).

Rendimiento y calidad de frutos

La cosecha se realizó el 5 de agosto de 2005. El mayor rendimiento promedio de frutos por árbol (Cuadro 4) se obtuvo en el tratamiento con encalado total al inicio del invierno y fue estadísticamente superior ($P \leq 0.05$) que el obtenido en el tratamiento con aplicación de estimulador de brotación al final del invierno. Esto significa que con el encalado total se pueden obtener hasta 10 kg de fruto más por árbol (23.3 %) que con la técnica convencional de aplicación de estimuladores de brotación. Esto también sugiere que la mayor acumulación de unidades frío por el encalado total favorece una mejor brotación con flores de mayor calidad que permite mejor amarre y desarrollo del fruto (Ramírez-Rodríguez y Cepeda-Siller, 1993; Ghariani y Stebbins, 1994). Otros estudios han mostrado que la aplicación de otras películas reflejantes de radiación como el caolín incrementan el rendimiento de frutos y mejoran su color (Glenn *et al.*, 2001; Glenn *et al.*, 2003).

El menor rendimiento de frutos por árbol con la aplicación de TDZ, probablemente se debió a que los árboles no habían acumulado las suficientes unidades frío para responder al estímulo del producto, o que el estado de las yemas o las condiciones climáticas del invierno no fueron adecuadas para el efecto deseable del mismo. Por ejemplo, Talamini-do-Amarante *et al.* (2002) reportaron que la aplicación de TDZ no tuvo efecto en el rendimiento de fruto de los cultivares Gala y Fuji. Mientras que Talamini-do-Amarante *et al.* (2003) encontraron que la aplicación de TDZ afecta la calidad del fruto reduciendo la superficie roja del fruto en los cultivares Gala y Fuji, y los sólidos solubles totales en el cv. Gala.

CUADRO 3. Unidades frío acumuladas (UFA) o restadas (números negativos) en función de la temperatura del aire y de las ramas de árboles de manzano cv. Golden Delicious, con y sin encalado de las 12:00 a las 17:00 h para varios días de los meses de invierno de 2005. Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Mes	Días	UFA con encalado	UFA sin encalado	UFA temperatura del aire
Enero	7 - 10	-15.75	-19.50	-8.25
	11 - 20	-7.50	-25.00	11.50
	21 - 31	-27.50	-42.00	4.75
Febrero	1 - 10	4.75	-4.50	15.50
	11 - 20	-33.00	-41.00	-12.50
	21 - 28	-3.50	-12.00	17.25
Marzo	1 - 10	6.00	-19.50	23.50
	11 - 20	-27.75	-35.25	0.75
	21 - 31	-58.50	-60.50	-46.25
Total		-162.75	-259.25	6.00

CUADRO 4. Rendimiento promedio de frutos (kg-árbol⁻¹) en los tratamientos evaluados en el invierno 2004-2005, Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Tratamientos	Rendimiento kg-árbol ⁻¹
Sin encalado ni estimuladores de brotación (T1, testigo)	45.12 ab ^a
Encalado total al inicio del invierno (T2)	52.85 a
Aplicación de TDZ al final del invierno (T3)	42.84 b
Encalado total al inicio del invierno y aplicación de estimulador de brotación al final del mismo (T4)	47.48 ab
Encalado total y aplicación de TDZ al inicio del invierno (T5)	49.76 ab

^aMedias con la misma letra son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$).

No hubo diferencia estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en las variables de calidad de fruto evaluadas: grados brix, firmeza, índice de frutos de primera y de segunda (Cuadro 5). Esto sugiere que el principal efecto del encalado total fue en el rendimiento de fruto, sin afectar los parámetros de calidad, lo que también indica que la aplicación de estimulador de brotación no mejoró el rendimiento ni la calidad de frutos.

CONCLUSIONES

El encalado total del manzano redujo la temperatura interna de las ramas y troncos de los árboles. La reducción de la temperatura fue mayor a las horas de mayor incidencia de radiación solar (12 a 17 h)

Las unidades frío acumuladas con base en las temperaturas promedio bajo la corteza fueron mayores en las ramas encaladas que en las ramas sin encalado, y las pérdidas de unidades frío en las horas de mayor incidencia

CUADRO 5. Parámetros de calidad en frutos de manzano cv. Golden Delicious, evaluados en el invierno 2004-2005, Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Tratamiento	Sólidos Solubles totales (°Bx)	Firmeza (kg·cm ⁻²)	Índice de frutos de Primera	Índice de frutos de Segunda
T1	14.57 a [§]	7.75 a	0.482 a	0.189 a
T2	14.20 a	7.40 a	0.513 a	0.181 a
T3	14.55 a	7.50 a	0.449 a	0.253 a
T4	14.72 a	7.40 a	0.569 a	0.196 a
T5	14.23 a	7.32 a	0.501 a	0.206 a

T1, testigo; T2 enalado total al inicio del invierno; T3 aplicación de estimulador de brotación al final del invierno; T4 enalado total al inicio del invierno y aplicación de estimulador de brotación al final del mismo; T5 aplicación de pulsador y enalado total al inicio del invierno.

[§]Medias con la misma letra en las columnas son iguales de acuerdo con la Prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$).

de radiación solar fueron hasta un 37 % menores.

El enalado total incrementó hasta un 20 % el rendimiento de frutos con respecto a la aplicación del estimulador de brotación. No hubo diferencia estadística en los parámetros de calidad de frutos entre el enalado total al inicio del invierno y la aplicación del estimulador de brotación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los apoyos financieros recibidos por la empresa Caleras de la Laguna para la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO, 2001. Anuario estadístico: Coahuila de Zaragoza. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. pp. 331-349.
- ANÓNIMO, 2004. Comisión Nacional del Agua. Subgerencia de Información Geográfica del Agua. Hptt://siga.cna.org.mx. Fecha de consulta 20 de febrero del 2006.
- BRICHET, J. 1950. La protección des árboles contre les violences solaires. *Fruit et prim* 20: 204-206.
- CALDERÓN, A. E. 1993. *Fruticultura General. El esfuerzo del hombre.* Editorial Limusa. Tercera Edición. México, D. F. 763 p.
- CARVAJAL, M. E.; GOYCOOLEA, F.; GUERRERO, V.; LLAMAS, J.; RASCON, A.; OROZCO, J. A.; RIVERA, C.; GARDEA, A. A. 2000. Caracterización calorimétrica de la brotación de yemas florales de manzano. *Agrociencia* 34: 543-551.
- COUTANCEAU, M. 1971. *Fruticultura técnica y económica de los cultivos de rosáceas leñosas productoras de fruta.* Edit. Oikos-taw, Barcelona España, pp. 139-140.
- DEL-REAL-LABORDE, J. I.; ANDERSON, J. L.; SEELEY, S. D. 1990. An apple tree dormancy model for subtropical conditions. *Acta Horticulturae*. 276: 183-191.
- DOZIER, W. A.; POWELL, A. A. Jr.; CAYLOR, A. W.; DANIEL, N. R.; CARDEN, E. L.; McGUIRE, J. A. 1990. Hydrogen cyanamide induces budbreak of peaches and nectarines following inadequate chilling. 1990. *HortScience*. 25: 12, 1573-1575.
- DURNER, E. F.; GIANFAGNA, T. J. 1990. Peach pistil growth inhibition and subsequent bloom delay by midwinter bud whitewashing. *HortScience* 25: 1222-1224.
- EREZ, A.; LAVEE, S. 1971. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96(6): 711-714.
- GARCÍA-PÉREZ, E.; NIETO, A. R.; BORYS, M. W. 1989. Efecto de la radiación solar en la temperatura de árboles de nogal pecanero y su relación con la brotación. *Revista Chapingo* 62-63: 137-143.
- GHARIANI-K.; STEBBINS-R., L. 1994. Chilling requirements of apple and pear cultivars. *Journal-article. Fruit-varieties-journal* 48: 4, 215-222; 21 ref. By Department of Horticulture, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-7304, USA.
- GLENN, D. M.; PUTERKA, G. J.; DRAKE, S.; UNRUH, T. R.; KNIGHT, A. L.; BAHERLE, P.; PRADO, E.; BAUGHER, T. 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126: 175-181.
- GLENN, D. M.; EREZ, A.; PUTERKA, G. J.; GUNDRUM, P. 2003. Particle film affect carbon assimilation and yield in "Empire" apple. *J. Amer. Soc. Hort.Sci.* 128:356-362.
- GROKHOL-SKILL, V. V.; SOLOV-EVA, M. A. 1992. Protection of trunks of fruit trees from damage by sunscald and frost. *Sadovodstvo-I-Vinogradarstvo*, Núm. 11-12, pp 5-7.
- HAUAGGE, R.; CUMMINS, J. N. 1991. Phenotypic variation of length of bud dormancy in apple cultivars and related *Malus* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 1, 100-106.
- HELLMUTH, M.; FERREE, D. C.; SCHUPP, J. R. 1988. Effects of white paint on trunks of greenhouse-grown apple trees. *Research Circular, Ohio Agricultural Research and Development Center.* Núm. 295, pp. 17-19.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, A.; ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, R.; JASSO-CANTÚ, D. 2006. Beneficios del enalado total del Manzano (*Malus domestica Borkh*) en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. *Agrociencia*. 40(5): 577-584.
- JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. 2003. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of "Ruby Red" Grapefruit leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:107-112.
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, H.; CEPEDA-SILLER, M. 1993. *El Manzano.* Edit. Trillas, UAAAN, México, 208 p.
- RAMÍREZ, H.; SAAVEDRA, L. L. 1990. A low chilling requirement Golden Delicious apple mutant from northeast Mexico. *Acta Horticulturae*. 279: 67-73.
- SHALTOUT, A. D.; UNRATH, C. R. 1983. Rest completion prediction model for Starkrimson Delicious Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(6): 957-961.
- SILLER-CEPEDA, J. H.; FUCHIGAMI, L. H.; CHEN, T. H. H. 1992. Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in

- 'Redhaven' peach buds. HortScience. 27: 8, 874-876.
- STEFFENS, G. L.; STUTTE, G. W. 1989. Thidiazuron substitution for chilling requirements in three apple cultivars. Journal of Plant Growth Regulation. 8: 4, 301-307.
- TALAMINI-DO-AMARANTE, C. V.; ERNANI, P. R., BASSAY-BLUM, L. E., MEGGUER, C. A. 2002. Thidiazuron effects on shoot growth and return bloom, fruit set and nutrition of apples. Pesq. Agropec. Bras. 37(10): 1365-1372.
- TALAMINI-DO-AMARANTE, MEGGUER, C. A., BASSAY-BLUM, L. E. 2003. Effect of preharvest spraying with thidiazuron on fruit quality and maturity of apples. Rev. Bras. Frutic. 25(1): 59-62.
- YOUNG, E. 1992. Timing of high temperature influences chilling negation in dormant apple trees. J. Am. Soc. Hort. Sci. 11: 2, 271-272.