

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERIA



EFFECTO DEL ENCALADO COMPLETO DEL MANZANO (cv Golden Delicious) Y LA APLICACIÓN DE THIDIAZURÒN EN LA BROTAÇÃO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS.

Por:

CLAUDIA IVETTE CRUZ SANTES

TESIS.

Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:

ING. AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

Efecto del Encalado Completo del Manzano (cv Golden Delicious) y la Aplicación de Thidiazuròn en la Brotación, Rendimiento y Calidad de Frutos.

Presentada por:

CLAUDIA IVETTE CRUZ SANTES

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

ING. AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

A P R O B A D A

EL PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. Alejandro Zermeño González

Dr. Alejandro Hernández Herrera

Asesor

Ing. Carlos Rojas Peña

Asesor

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERIA

Dr. Raúl Rodríguez García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 2008

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme y darme la oportunidad de conocer este mundo, por su luz y gran fuerza que me brinda en los momentos más difíciles de superar, por la paz que me procura, por ayudarme a lograr mi sueño mas esperado y por todo lo que soy, Gracias Dios.

A mis padres, hermanos, mi esposo y mi hijo; por darme una gran motivación para concluir este ciclo de mi carrera profesional.

A mis asesores:

Dr. Alejandro Zermeño González, por darme la oportunidad de colaborar en su equipo de trabajo de investigación, su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo, pero más que nada por la gran amistad que se fue generando en el transcurso del proyecto, y a lo largo de mi estancia en la universidad.

Dr. Alejandro Hernández Herrera, por la disponibilidad, el apoyo y tiempo brindado en la elaboración de este trabajo, y las aportaciones realizadas al mismo.

M. C. Carlos Rojas Peña, por haber aceptado ser parte de este trabajo y por su interés, colaboración y sugerencias realizadas para lograr la culminación de esta labor.

Agradezco también a *los catedráticos y personal del departamento de Riego y Drenaje*, por contribuir en la formación profesional de mi persona.

DEDICATORIAS

Con todo mi cariño, admiración y respeto

A mis Padres:

Raúl Ernesto Cruz Leal

Y

Margarita Santes Hernández

A ustedes por apoyarme incondicionalmente, tanto económico como moralmente, motivarme día a día para lograr mis metas, por el amor que me dan, los consejos, la confianza que me han brindado, por la comunicación que existe entre nosotros que son como lazos, ya que aunque estén lejos, siempre están conmigo, por todo eso y mas les dedico este trabajo. Los Quiero con Toda Mi Alma.

Con amor

A mis hermanas y hermanito:

Karina, Nancy Vanesa, Yesenia, Leslie Guadalupe Y Raúl Oswaldo.

Para ustedes con mucho cariño y admiración, ya que con su compañía me han llenado de alegría la vida. Por sus consejos y apoyo que me brindaron a lo largo del camino hasta llegar a donde me propuse; recuerden siempre que las quiero.

Con cariño y amor

A mi bebe

Brahayam Hernández Cruz

A ti por ser una luz en mi camino, mi razón de vivir y mi motivo mas grande, con tu sonrisa has llegado a llenarme de cosas hermosas, y nunca me cansare de decirte cuanto te quiero y lo importante que eres para mi, mi chiquito precioso, te dedico este trabajo con todo mi corazón.

Con amor

A mi esposo

Porfirio Hernández Ruiz

Para ti con mucho cariño porque te quiero y te amo, por demostrarme que puedo confiar en ti y porque formas parte de mi vida, por todo lo que hemos compartido juntos y por darme tu apoyo incondicional. Te quiero gordo.

Con mucho cariño

A mi sobrinito

Ángel Said Del Valle Cruz

Porque con tu alegría y tu carita de ángel haz llenado de paz y tranquilidad a toda mi familia.

A mis amigos

Elvia, Sandra, Nery, Rodri, Toñito

Por compartir grandes momentos inolvidables a lo largo de la carrera, por todas las cosas buenas que nos pasaron y por la amistad que me brindaron.

A mis compañeros de la generación CIV de la especialidad de Irrigación por darme la oportunidad de conocerlos y por su compañía y el esfuerzo de todos por salir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<u>Páginas</u>
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1. Características del Manzano.....	4
Origen.....	4
Características Generales.....	5
Taxonomía del manzano.....	6
Clasificación Botánica.....	6
Requerimientos Edafoclimaticos.....	12
Variedades.....	14
Particularidades del cultivo.....	17
Enfermedades del Manzano.....	19
2. Concepto de Horas Frío.....	20
3. Concepto de Unidades Frío.....	21
4. Requerimientos de Unidades Frío del Manzano.....	21
5. Efecto del Déficit de Acumulación de Unidades Frío en la Brotación.....	23

6. Uso de Estimuladores de Brotación (Compensadores de Horas Frío), para reducir el Efecto del Déficit de Acumulación de Unidades Frío.	25
Métodos Culturales o de cultivo	26
Métodos Químicos	28
MATERIALES Y MÉTODOS	31
Localización del Experimento	31
Material Vegetal y Manejo de la Huerta	31
Diseño Experimental y Tratamientos	32
Brotación Vegetativa y Floral	33
Evaluación de Rendimiento y Calidad de Frutos	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
Brotación Vegetativa	36
Brotación de Yemas Florales	39
Dinámica de la Brotación de Yemas Florales	41
Rendimiento y Calidad de Frutos	43
CONCLUSIONES	47
RESUMEN	48
LITERATURA CITADA	49

ÌNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Rendimiento promedio de frutos de manzano Golden Delicious (kg. árbol ⁻¹) en los tratamientos evaluados en el invierno 2005-2006, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México.	44
Cuadro 2. Efecto de tratamientos sobre parámetros de calidad en frutos de manzano cv Golden Delicious, evaluados en el invierno 2005 - 2006, Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.	46

INTRODUCCIÓN

Los frutales de zonas templadas, con inviernos bien definidos, evolucionaron un mecanismo de defensa natural denominado letargo o dormancia para resistir los daños causados por las bajas temperaturas, y así prepararse para una brotación uniforme de sus yemas vegetativas y florales en el siguiente ciclo (Paz *et al.*, 2003). Las necesidades de frío de los frutales templados varía entre especies y cultivares (Ryugo, 1993) y generalmente se miden y/o expresan en Unidades Frío (UF), donde una UF, es el lapso de una hora de tiempo transcurrido a una temperatura entre 0 y 7.2 ° C (Melgarejo-Moreno, 1996). La acumulación de unidades frío es el factor determinante para que los árboles rompan el endoletargo (Díaz, 2002).

El cultivar Golden Delicious requiere aproximadamente 850 UF para lograr una brotación uniforme de yemas (Ghariani y Stebbins, 1994), aunque los requerimientos de UF no solo dependen del cultivar sino también de las interacciones entre el cultivar y los factores ambientales (Hauagge y Cummins, 1991; Carvajal *et al.*, 2000).

La variación de la temperatura del aire en las huertas de manzano de la Sierra de Arteaga, y la mayoría de las regiones manzaneras del Norte de México, indica la presencia de noches frías y días cálidos y soleados, que ocasionan calentamiento de los árboles y un efecto negativo en el proceso de

letargo. De tal manera que los modelos para estimar UF indican que si las temperaturas fluctúan considerablemente en el día y la noche durante el periodo de letargo, se contrarrestan las UF acumuladas, mientras que la continuidad de las temperaturas bajas favorece la acumulación del frío (Del-Real-Laborde *et al.*, 1990; Young, 1992).

Para atacar este problema, los productores aplican promotores de brotación como citrolina, cianamidas y TDZ (Thidiazurón). Sin embargo, los resultados de estas aplicaciones no siempre son favorables, ya que dependen de varios factores como la cantidad de UF acumuladas al tiempo de las aplicaciones, el tiempo y la concentración de aplicación y los efectos tóxicos que los promotores de brotación pueden inducir (Siller-Cepeda *et al.*, 1992; Dozier *et al.*, 1990; Steffens y Stutte, 1989).

Otra alternativa para reducir el calentamiento de las ramas y troncos durante las horas de máxima incidencia de radiación solar es el cubrimiento total de los árboles con películas, como pintura vinílica blanca, caolín o hidróxido de calcio (cal). Estas películas son capaces de proporcionar beneficios fisiológicos a las plantas cultivadas, ya que pueden reducir el calentamiento de los árboles.

Glenn *et al.* (2001) demostraron que la aspersion de caolín a las hojas de manzano, pueden reducir la temperatura foliar, el estrés térmico de las hojas, aumenta la asimilación de bióxido de carbono, y en consecuencia se incrementa el rendimiento de frutos. Similarmente, Jifon y Syvertsen (2003) reportaron que la temperatura de las hojas de toronjo se reduce hasta 3 °C al medio día, cuando éstas son asperjadas con caolín, demostrando que la

reducción de la temperatura foliar mejora la asimilación de bióxido de carbono, bajo condiciones de alta radiación y estrés térmico.

Lipton y Matoba (1971) lograron reducir la temperatura de frutos de melón hasta en 8 °C, cuando éstos son cubiertos con hidróxido de calcio, reduciendo los daños por efecto de quemado de sol. De igual forma, Lipton (1972) demostró que cubriendo los frutos grandes de melón se reduce la ganancia diaria de calor, mejorando la calidad del fruto.

Hernández-Herrera *et al.* (2006) demostraron que el encalado total del manzano reduce la temperatura interna de las ramas y troncos de los árboles de manzano, también observaron que la reducción de la temperatura interna de los árboles por efecto del encalado completo incrementa la acumulación de unidades frío, calculadas con la temperatura interna de las ramas.

OBJETIVO

Evaluar el efecto del encalado completo en la brotación vegetativa y floral, rendimiento y calidad de frutos de manzano y su relación con la aplicación de Thidiazurón como promotor de brotación.

HIPÓTESIS

El encalado completo de los árboles desde el inicio del invierno, puede tener el mismo efecto en la brotación de yemas vegetativas y florales que la aplicación de Thidiazurón como promotor de la brotación.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Características del manzano

Origen

El manzano (*Malus Sylvestris Mill.*), es originario de las partes templadas de Europa y de las regiones del Cáucaso. Su cultivo es antiquísimo, los frutos originales eran bastante pequeños, ácidos y acuosos, actualmente ha evolucionado por la selección que ha hecho el hombre hasta alcanzar la consistencia, sabor, aroma y color de las variedades actuales (Reyes -López e.t.al., 1977).

Westwood (1982) señala que el género comprende alrededor de 15 especies principales, que incluyen dos procedentes de Europa, cuatro de América del Norte y las restantes de Asia. La gran adaptación del manzano a climas diversos ha hecho del manzano el frutal mas extendido de la zona templada. Algunos tienen grandes necesidades de frío y otros requieren periodo frío corto. La gran diversidad genética, no permite generalizar acerca de las necesidades climáticas del manzano.

Ramírez - Rodríguez (1993) sugiere que el manzano como fruta moderna se originó en el sudoeste de Asia, donde una mezcla de especies nativas *Malus* pudieron dar un fruto de tamaño y calidad atractivos. En informaciones recientes se especula que ni los romanos ni los griegos fueron pueblos que hayan desarrollado dicho fruto. Se piensa que ambos grupos lo adquirieron por herencia hasta ahora. Los primeros pasos en la proliferación de este frutal pudieron iniciarse en medio este o sureste de Europa con tecnología utilizada por griegos y romanos.

Características Generales

Melgarejo - Moreno (1996) menciona que el manzano es un árbol caducifolio que durante el periodo de reposo necesita la acción o efecto fisiológico de las bajas temperaturas durante un periodo mas o menos prolongado, este periodo depende de la intensidad de las bajas temperaturas, de la variedad, etc., para que sus yemas puedan brotar y florecer de manera normal a finales del invierno o principios de primavera, una vez que se den las condiciones favorables para el crecimiento.

Sin embargo las distintas especies presentan diferencias en sus necesidades de frío invernal incluso en muchas ocasiones existen mayores diferencias entre las variedades de una misma especie que entre algunas variedades pertenecientes a distintas especies, por ejemplo el cultivar Golden Delicious requiere entre 800-1000 horas frío, a diferencias de Anna que solo requiere de 300-350.

La producción mundial de manzana es cerca de 60 millones de toneladas, con China y Estados Unidos como principales productores (20 y 5 millones de toneladas, respectivamente). En México, la manzana se cultiva en 61,000 hectáreas produciendo alrededor de 450,000 toneladas anuales, lo que representa el 0.75% de la producción mundial (SAGARPA 2003).

En México se cuenta con plantaciones de manzana en 22 estados, sin embargo, cuatro estados son responsables del 89% de la producción nacional. Chihuahua, con el 33% de la superficie sembrada, produce el 69% de la producción total en México, mientras que Coahuila, Durango y Puebla, con el 46% de la superficie producen solo el 20% (SAGARPA 2003).

El manzano (*Malus Domestica Borkh*) es el frutal mas importante de la sierra de Arteaga, Coahuila, México, donde están establecidas 8282 ha (INEGI, 2001).

Taxonomía del Manzano

Clasificación botánica del manzano señalada por Sinnot y Wilson,(1975)

Reino ----- Vegetal
División ----- Traqueófitas
Subdivisión ----- Pterospidas
Clase ----- Angiosperma
Subclase ----- Dicotiledóneas
Orden ----- Rosales
Familia ----- Rosaceae
Genero ----- Pyrus
Especie ----- Malus L.

Clasificación Botánica

El manzano (*Malus ssp. L.*) es un árbol de tercera dimensión, pues su altura es de 6 a 10 m, raíces con magnitudes de 3 a 8 m, tronco generalmente tortuoso, ramas gruesas, copa ancha y poco regular; la raíz es típica, rastrera, ramificada. Tallo leñoso, alcanza a medir de 2.5 a 6.0 m, las hojas caducas, alternas acuminadas terminan en una punta cortada, color verde oscuro por el haz y blanquecino por el envés. La inflorescencia es un corimbo formado de 6 a 8 flores, pentámeras hermafroditas de color rosa pálido. El fruto es un pomo carnoso (Calderón, 1977)

Sistema radicular

Presenta raíz superficial, menos ramificada que en peral. Sus hojas son ovales, cortamente acuminadas, aserradas, con dientes obtusos, blandas, con el haz

verde claro y tomentosas, de doble longitud que el pecíolo, con 4-8 nervios alternados y bien desarrollados (Lalatta, 1990).

Inducción Floral

Rojas - Garcidueñas (1987) menciona que la formación de la yema floral es un signo de madurez de la planta y esta etapa se alcanza cuando han transcurrido diversos procesos del desarrollo de duración variable.

Sin considerar la sensibilidad al fotoperiodo y al termoperiodo, se considera que una planta esta bajo inducción floral cuando sus yemas, hasta ese momento merismáticas, reciben un “mensaje” o “factor” floral presumiblemente originado en las hojas.

Iniciación Floral

Cuando la condición de inducción floral inicia una serie de cambios bioquímicos que van a determinar un cambio morfológico, y la parte apical de la yema se volverá cónica o plana; esta condición se denomina iniciación floral, Rojas - Garcidueñas (1987).

Diferenciación Floral

Si al término del proceso iniciación Floral se observa el meristemo al microscopio se verán, en cada extremo de la sección, dos pequeñas protuberancias que corresponden a los futuros sépalos; este es el inicio de la diferenciación floral. Las etapas del proceso ocurren en un tiempo variable según la especie y las condiciones del medio, Rojas - Garcidueñas (1987).

Inflorescencia

La inflorescencia del manzano es corimbo formado de 3 a 8 flores, cada botón floral pertenece al tipo de las pomáceas. Las flores son grandes, casi sentadas

o cortamente pedunculadas, que se abren unos días antes que las hojas. Son hermafroditas, de color rosa pálido, a veces blanco.

La floración del manzano tiene lugar en primavera, generalmente por abril o mayo, las manzanas más precoces maduran en junio, aunque existen razas que mantienen el fruto durante la mayor parte del invierno e incluso se llegan a recoger en marzo o abril, (Countanceau, 1971).

Un árbol carga alrededor de 100,000 flores pero solo bastara con que del 2 al 4% de estas lleguen a un buen término para que la fructificación sea suficiente y se logre una buena producción. Algunos autores consideran que del 4 al 5% se transformaría en una buena producción (Kramer, 1982, citado por Hernández - Castillo, 1982).

Fruto

Ramírez – Rodríguez, (1993) mencionan que el fruto del manzano pertenece al tipo pomo y cuenta con cinco alvéolos; el endocarpio es cartilaginoso y en cada alveolo están las semillas; el péndulo del fruto es de longitud variable, el cáliz es persistente y forma el ojo colocado en una depresión mas o menos regular y profunda; la forma del fruto depende de la variedad, aunque es generalmente esférica. Este órgano tiene un pericarpio (pared dura del ovario), diferenciado del exocarpio, que son carnosos.

El tamaño del fruto va de medio pequeño a medio, 2.5x2.25 pulgadas de forma cónica redonda a oblonga; ligeramente costillada, amarilla verdosa tiende a amarillo dorado con un rubor ocasional anaranjado pálido y centicelos conspicuos, (González – Morales, 1991).

Fenómeno de Latencia

Los árboles de manzano son frutales caducifolios propios y originarios de regiones frías, en las cuales se presenta cada año inviernos muy bien definidos

y generalmente crudos. El reposo aparece, entonces como un medio de defensa a estos factores climáticos severos.

Si este tipo de árboles presentaran follaje, ramas tiernas y suculentas en época de invierno, las bajas temperaturas causarían enormes destrozos de los tejidos poco resistentes, lo que podría provocar la muerte de los individuos, (Calderón, 1990).

Durante el invierno los árboles frutales de clima templado ingresan en un estado denominado reposo invernal. La forma natural de superar esta etapa es mediante permanencia en condiciones de bajas temperaturas, hasta satisfacer sus necesidades de frío. Este concepto tiene un aspecto cuantitativo, ya que depende del tiempo en el cual las plantas están expuestas a las bajas temperaturas y uno cualitativo, ya que depende del rango de temperaturas experimentadas. Ello significa que con un tiempo a ciertas temperaturas las plantas pueden superar el reposo invernal, pero con otras puede extenderse (Richardson et al., 1974).

Se define el estado de latencia endógena o letargo, como la incapacidad de una yema para crecer y abrirse dando un brote o una flor, la que desaparece por una exposición a temperaturas bajas por un tiempo determinado; permitiendo de esta forma caracterizar a las especies y, más aún, a las variedades (GIL - Salaya, 1997).

El letargo de acuerdo con el origen que lo causa puede ser:

- ❖ Quiescencia (Quietud) se presenta cuando la detención del crecimiento de las yemas es a causa de condiciones externas desfavorables al crecimiento (Por ejemplo temperatura, agua disponible, fotoperiodo) su regulación esta bajo control exógeno.
- ❖ Inhibición correlativa. Cuando las yemas no crecen por la acción inhibidora de otra parte de la planta.

- ❖ Reposo. Cuando las yemas no están latentes a causa de condiciones fisiológicas internas que impiden el crecimiento incluso si las condiciones externas son favorables al mismo.

El termino letargo indica un estado inactivo de la parte aérea de la planta, sea cualquiera la causa; aplicado generalmente a la aparente inactividad de la yema y semilla (Rojas - Garcidueñas, 1987).

Fases del descanso:

Samish (1954), Hizo una descripción del descanso, estableciendo sus periodos principales y tomando en cuenta la quiescencia es producida por factores externos y el reposo por factores internos, separa el descanso en las siguientes fases:

Descanso inicial: Etapa en la cual el crecimiento de la planta se ve suspendido por restricciones externas desfavorables impuestas por la temperatura y la humedad el cual esta controlado por los factores externos y puede ser superado mediante la aplicación de estímulos positivos a la planta como es el tener una temperatura mas calida.

Descanso profundo: Llamado también descanso principal; esta determinado por la fisiología interna de la planta, es decir regulado por las condiciones de equilibrio de las sustancias promotoras e inhibidoras del crecimiento; y tiene lugar aunque las condiciones ambientales sean favorables.

Al llegar al punto en que las sustancias promotoras se encuentren acumuladas en el interior de los tejidos se considera terminada esta etapa.

Descanso final: En esta etapa la planta nuevamente se encuentra sujeta a las condiciones del clima que la rodean, esperando que haya temperaturas más calientes y fotoperiodos más largos.

La salida de esta etapa puede ser estimulada de manera artificial, proporcionándosele a la planta las condiciones de luz y temperatura que faciliten su desarrollo, (Del Real Laborde et. al., 1982).

Factores que influyen en el descanso:

Calderón (1989), Indica que los factores externos del medio ambiente influyen notablemente sobre la fisiología de los árboles, incidiendo sobre la síntesis de sustancias promotoras o inhibidoras de la brotación: cuando las cantidades de promotoras son altas, los árboles son inducidos a crecer, mientras que si predominan las inhibidoras se induce el reposo.

Este tipo de factores depende de la localización geográfica del cultivo, siendo las principales la temperatura, el fotoperiodo, radiación solar, humedad y nubosidad.

Temperatura

La presencia de bajas temperaturas es necesaria para los frutales caducifolios durante su época de reposo, para que por medio de ellas puedan romper el periodo de detención de actividades.

El rompimiento del estado de reposo es función de la presencia del frío invernal, que parece ser que actúa destruyendo a las sustancias inhibidoras y favoreciendo el incremento de los promotores, (Calderón, 1990)

La temperatura es el factor más importante que determina la entrada de los árboles al reposo, las bajas temperaturas que se presentan en el otoño reducen la actividad metabólica del crecimiento. (Wareing, 1969)

Fotoperiodo

Las mayores áreas de producción de frutales caducifolios se encuentran entre las latitudes 30 y 50 grados de ambos hemisferios, mientras que la duración del día cambia con la latitud, entre mas alta sea la latitud los días de verano son mas largos y los días de invierno mas cortos, (Westwood, 1978).

El fotoperiodo es un factor muy importante que induce al descanso a las plantas leñosas. El fotoperiodo es percibido por las hojas pero las principales partes de la planta que inician las respuestas son las yemas y el ápice, (Bidwell, 1979).

Factores internos

Es definitivo que la situación de descanso se encuentra regulada por las sustancias promotoras e inhibidoras del crecimiento, cuyas complejas relaciones son objeto de amplio estudio, sin tenerse aun una definición de las causas de esta situación fisiológica de las plantas, (Salisbury y Ross, 1969).

Lavee (1973), Hace la proposición de un modelo general en el cual se encuentran involucrados diferentes acciones que determinan el descanso; ligando en el mismo de manera tentativa, a las temperaturas, fotoperiodo, inhibidores de crecimientos, promotores del mismo, niveles de respiración, acido abcisico, gibirelinas, citoquininas y auxinas durante el proceso de descanso.

Requerimientos Edafoclimaticos

Clima

Mendoza (1965), Menciona que las condiciones ideales para el huerto de manzano es un clima templado con inviernos severos y largos; veranos frescos, lluvias abundantes y regulares en primavera, con agua a discreción.

Juscafresa (1986) dice que por proceder el manzano de climas fríos es mas propio para ser cultivado en estos que en los muy templados, aunque en las zonas susceptibles de verse afectadas por las heladas primaverales, si no se cultivan variedades de floración tardía o escalonada puede perderse parte o la totalidad de las cosechas.

El manzano puede resistir temperaturas inferiores a los -10° C, sin que por ello se afecte su corteza, aunque al descender por debajo de los -15° C puedan perderse algunas yemas florales.

Lang (1989), Dice que los requerimientos climáticos del manzano son: inviernos frescos o fríos, con un rápido aumento en la temperatura de primavera, con pocas posibilidades de heladas que puedan afectar la floración.

Suelo

Arguello (1973), menciona que el manzano se adapta distintos tipos de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos francos, con buen drenaje y manto freático no menor de 1.2 m. Es necesario conocer las características del suelo y principalmente del subsuelo cuando menos a 1.5 m de profundidad. El manzano se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos y se ha observado que el pH óptimo es 6.5 a 6.8 para que el frutal alcance su máxima producción.

Álvarez (1974), señala que el manzano posee una gran flexibilidad de adaptación a diferentes tipos de suelos y se encuentran huertas de manzanos en los terrenos mas dispares. El manzano crece bien en suelos de fácil drenaje y de buena aireación. El pH más favorable oscila entre 5.5 y 6.5 pero puede desarrollarse en terrenos con un pH comprendido entre 4.0 y 8.5.

El manzano se adapta a distintos tipos de terrenos; sin embargo los de textura media son los que ofrecen mejores condiciones al cultivo debido a que las raíces del manzano tienen necesidad de una respiración regular para desarrollar su función de absorción. El manzano posee una amplia

adaptabilidad a las distintas condiciones de pH. Se encuentran manzanos en terrenos subácidos (con pH bajos) o en terrenos tendencialmente calcáreos-alcalinos (con pH elevado), Lalatta (1990).

Ramírez – Rodríguez, e.t.al., (1993) Señalan que el manzano se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos el pH de estos suelos es de 6.5 a 6.8, pH que es el óptimo para que un frutal alcance su máxima producción.

Variedades

Las razas y variedades de manzano son innumerables (pasan del millar), ya que ha acompañado al hombre desde tiempos remotos.

Álvarez (1974), Señala que hay dos las variedades que se han impuesto en los últimos años: Golden delicious con sus mutaciones y el grupo de las red delicious con starking, Starkrimson, Richared, Royal red delicious. Últimamente se vienen realizando importantes plantaciones con la variedad Granny Smith.

- Golden Delicious (Deliciosa Dorada): Variedad de origen Americano, con un área de adaptación muy amplio, es la manzana preferida en muchos países y la de mayor cultivo en los últimos años. El fruto es grande y de color amarillo dorado, más largo que ancho, con la carne blanca amarillenta, fija, jugosa, perfumada y muy sabrosa. Es una excelente polinizadora para la mayoría de las variedades comerciales. Es sensible al mal blanco, moteado y pulgón lanígero. Resistente a chancro. Se trata de una variedad muy productiva. Fruto de buena conservación natural y en frío. Recolección en septiembre-octubre.
- Red Delicious (Deliciosa roja): Es oriunda de Estados Unidos, fruto de buen tamaño, de color rojo más o menos intenso, con un punteado amarillo, carne azucarada, jugosa, ligeramente acidulada y muy aromática. Variedad de crecimiento vertical y con tendencia a dar

ángulos agudos en la inserción de las ramas. Es autoestéril y de floración semi-tardía. Es un árbol muy exigente desde todos los puntos de vista, particularmente en terreno. Es sensible al moteado, araña roja y pulgón lanígero. Sufre mucho con las heladas en primavera y con las temperaturas insuficientes. Fruto de excelente conservación. Recolección en septiembre-octubre. Las mutaciones más famosas de la Red delicious son: Starking N fruto grande, cónico, con cinco lóbulos alrededor del ojo muy marcado. Carne amarilla crujiente, de sabor muy agradable. Epidermis de color rojo vinoso y con estrías más oscuras. Árbol de buen vigor y fertilidad. Buena conservación en frigorífico. Recolección en octubre; Richared: Es un fruto grande y más coloreado que los anteriores. Carne crocante, fundente, jugosa y perfumada. Es una variedad productiva. Resistente a manipulaciones y transporte. Excelente conservación y recolección en septiembre-octubre; Starkrimson es una mutación de la Starking. Fruto grande, de forma tronco-cónica, con las cinco protuberancias características muy pronunciadas. De color rojo brillante. Carne crocante, semiazucarada y perfumada. Buena conservación en frigorífico. Variedad con floración rápida y abundante sobre órganos cortos. Recolección en septiembre-octubre.

- Reineta blanca del Canadá: De origen francés, es un árbol vigoroso y productivo. Fruto de tamaño grande, troncocónico, globoso ventrudo y aplastado en la base, de contorno irregular con tendencia a la forma pentagonal. Color amarillo limón o verdoso mate; a veces, chapa rojo cobrizo en la insolación. Carne blanco-amarillenta, jugosa, dulce y al mismo tiempo acidulada. Variedad triploide, mala polinizadora; sin embargo, no parecen presentarse casos de marcada esterilidad. Maduración en otoño-invierno.

- Verde doncella: Conocida en España, la manzana mas cotizada de Madrid y Barcelona es un árbol de vigor más o menos escaso, muy productivo. Fruto de tamaño mediano, más ancho que alto, de contorno irregular, elíptico, casi siempre rebajado de un lado. Piel acharolada, blanco amarillento, cerosa con chapa sonrosada más o menos viva en la insolación. Carne blanco-verdosa, jugosa, dulce y perfumada. De muy buena conservación. Considerada autofértil. Maduración en invierno.
- Galiaxis: Es un árbol vigoroso con fruto grande, globoso y aplastado en la base. Sensible al oidio. Recolección de noviembre a enero.
- Belleza de Roma (Roma Beauty): Es un fruto grande, estriado, color rojo y amarillo, calidad buena, muy atractiva. Muy sensible al oidio. Recolección de noviembre a enero.
- Esperiega de Ademuz: es un fruto grande, color amarillo y rojo en la parte que le da el sol; carne firme, jugosa, ligeramente acidulada y de muy buena calidad. Esta variedad casi ha desaparecido. Recolección en noviembre-diciembre.
- Gala: Es una variedad de origen neozelandés resultante del cruce de Kidd 's Orange con Golden Delicious, siendo su cultivo recomendable en zonas de regadío españolas. Los árboles son de producción notable y regular, precisando aclareo químico. Los frutos tienen unos calibres medios de 60-80. La manzana es de coloración amarilla y conviene cosecharla a tiempo para evitar la aparición de grietas en la zona del pedúnculo.
- Granny Smith: Es una variedad de origen australiano introducida en España. En Europa goza de un excelente mercado compitiendo con Golden Delicious. Los árboles son vigorosos, precoces en la fructificación y muy productivos; tienen tendencia a dar frutos en la extremidad de las ramas, por tanto es importante saber podarlas; prefiere la formación en

palmeta; son algo sensibles al moteado y al oidio. Se poliniza con Golden y suelen hacerse plantaciones con estas dos variedades exclusivamente.

- Jonathan: Es de origen americano es un árbol de vigor medio, precoces y de abundante y regular producción. Los frutos son pequeños, maduran en octubre y noviembre. No admite una conservación prolongada en frigorífico a causa de que aparecen manchas negras sobre la piel.

Particularidades del Cultivo

Riego

Los manzanos responden al riego. Niveles de riego adecuados promueven mejor crecimiento vegetativo, particularmente en árboles jóvenes y contribuye a mejor crecimiento frutal. El crecimiento vegetativo del árbol y el tamaño de la fruta son respondientes a las aplicaciones del agua y al tipo de aplicación. El color, el porcentaje de sólidos solubles (Brix, cantidad de azúcar), la firmeza y los problemas fisiológicos de las frutas pueden ser influidos por un sistema de riego aéreo. También las yemas florales se desarrollan durante la época de producción y bastante agua puede provocar el desarrollo de números adecuados de yemas florales fuertes para la próxima floración, (Mendoza, 1965).

Ramírez – Rodríguez, e.t.al., (1993), indican que para seleccionar el método de riego mas apropiado es conveniente tener en cuenta las características físicas del suelo, posibilidad de nivelación, condiciones de drenaje y salinidad, disponibilidad y calidad del agua, necesidades del cultivo, prácticas agrícolas de los usuarios y por últimos los factores económicos. El método de riego que se seleccione debe ser capaz de abastecer las necesidades hídricas del cultivo.

En la región semiárida de norte de México el riego es indispensable para obtener altos rendimientos y calidad de fruto, los requerimientos hídricos en

estas áreas son altos debido a la demanda evaporativa durante la estación de crecimiento y a lo escaso y errático de la lluvia. En general, se requieren entre 12 mil y 21 mil m³ ha⁻¹ para satisfacer las necesidades hídricas de un huerto adulto de manzano (Ortiz y Parra, 2006). Si se aplica un riego parcial a la raíz no se reduce el crecimiento del árbol de manzano (*malus pumila mill*), ni el rendimiento, ni la eficiencia productiva; pero la eficiencia hídrica se incrementa en 70 % y se ahorra 44 % de agua, en comparación con el riego completo. La firmeza y la concentración de sólidos solubles totales de los frutos son similares, (Zebge-Domínguez, e.t.al., 2006)

Fertilización

Aguilar (1992), Dice que las condiciones de nutrición de los árboles de manzano influyen en la calidad de la flor; y se ha demostrado, por ejemplo que los niveles de nitrógeno, boro y calcio afectan directamente el desarrollo de los órganos reproductores y por consiguiente la formación de fruto.

Ramírez – Rodríguez, e.t. al., (1993), Señalan que la fertilización durante el primer año cuando los árboles ya han enraizado antes de regarlo deben de fertilizarse con 30 Kg. de nitrógeno/ha hasta el cuarto año, dependiendo del crecimiento que se tenga. Después del cuarto año la aportación de N y otros elementos nutritivos dependen de las producciones específicas en cada huerto.

Poda

Juscafresa (1978), menciona que la poda ya sea de formación o de producción debe estar fundamentada en la fisiología y morfología de las especies o variedades del manzano, la poda se puede efectuar desde poco después de la caída de las hojas, hasta un poco antes de que el árbol se modifique

vegetativamente. De acuerdo a este principio, la época de poda del manzano debe realizarse durante la etapa de reposo (varían fechas específicas).

Rojas – Garcidueñas, (1987), indican que la poda puede ser temprana en regiones con inviernos consistentes y establecidos, y tardía donde hay riesgos de heladas tardías, la poda de verano se practica dos o tres semanas antes de la terminación del crecimiento vegetativo.

Enfermedades del Manzano

El frutal puede ser afectado por enfermedades que se manifiestan atacando a todas las partes vegetativas del árbol como son: raíces, tallos, ramificaciones, hojas y frutos. Los daños que causan dependen del momento en que se producen, de la parte del fruto afectado y de la cantidad de árboles afectados, todo esta íntimamente relacionado con una serie de factores como son: condiciones climáticas, susceptibilidad de la variedad a la enfermedad, vigor del frutal y otros (Hernández – Castillo, 1982)

Agrios (1969), informa que la roña del manzano es la enfermedad más importante que sufren estos árboles, y se encuentra en todos los países donde se cultiva.

Juscafresa (1986) una de las enfermedades mas peligrosas que puede afectar al manzano es la conocida por “moteado” provocada por la invasión del hongo ectoparásito *Venturia inaequalis*, la cual se caracteriza por unas manchas de matiz negruzco que invaden hojas y frutos.

2. Concepto de Horas Frío

Weinberger (1956) fue el primer investigador que propuso el uso de acumulación de horas frío por el árbol. Él observó que se requieren temperaturas cercanas a los 7 °C para que el árbol descanse, sin embargo, este efecto puede ser modificado por temperaturas por arriba de este valor, la alta intensidad de radiación ocasiona una brotación vegetativa temprana, provocando disturbios.

Las horas frío se definen como el número de horas que pasa la planta, durante el periodo de reposo invernal, a temperaturas iguales o inferiores a un umbral, siendo frecuente que esta temperatura se fije en 7°C. Este umbral ha sido considerado, en otras ocasiones, dependiendo de la zona y de la especie, entre 4 y 10° C (Gil-Albert, 1989)

Calderón (1990) menciona que una hora frío es el lapso de esa duración de tiempo transcurrido a una temperatura de 7.2 °C o menos. Es decir, todo el tiempo en que durante el reposo invernal esté expuesto el árbol a temperaturas de 7.2 °C o menos puede sumarse o expresarse el total obtenido en horas.

Melgarejo - Moreno (1996) define el concepto horas frío como el número de horas que pasa la planta, durante el periodo de reposo invernal, a temperaturas inferiores a un umbral, comprendido entre 4 y 12 °C para distintos autores y según la especie y ecología de la zona de estudio, siendo frecuente que esta temperatura umbral se fije en 7°C. Díaz (2002) dice que una hora frío equivale a una hora de exposición debajo de 7.2°C.

3. Concepto de Unidades Frío

Richardson et al. (1974) determinó que una Unidad frío equivaldría a una hora de exposición a 6°C. Una hora con temperaturas comprendidas entre 2.5 y 9.1 °C equivale a una unidad frío (máxima eficiencia), mientras que las temperaturas comprendidas de 2.5-1.4 °C y entre 9.2-15.9°C tienen un efecto inferior y las superiores a 16 °C contrarrestan unidades de frío acumuladas.

Calderón (1990) se refiere al concepto Unidad frío como la acumulación de frío que tiene lugar durante una hora en la que la temperatura es de 6 °C.

De acuerdo con estos conceptos que se acaban de expresar (horas frío) de que las temperaturas mas elevadas de 7.2°C, pero cercanas a ellas, deben tener algún valor como efecto del frío invernal sobre los frutales y de que ese valor debe ser diferencial, muy recientemente surgió un nuevo criterio para medir, expresar y calcular los requerimientos de frío: La unidades frío.

Esta nueva idea considera que a determinados rangos de temperatura el efecto de cada hora sufrida tiene un valor de 1 unidad frío, incluyendo dentro de estos rangos a las temperaturas comprendidas entre 2.5 °C y 9.1 °C.

Una unidad frío es considerada coma la acumulación de frío que tiene lugar durante una hora en la que la temperatura es de 6°C. Sin embargo, se da igual valor a las temperaturas comprendidas entre los límites citados, (Melgarejo - Moreno, 1996).

4. Requerimientos de Unidades Frío del Manzano

Calderón (1990) considera que los rangos de requerimientos de frío son muy extensos entre las diversas variedades. No resultando correcto, por lo tanto, hablar de necesidades de frío del manzano, sino que debe de referirse a

necesidades de frío según sea su variedad. Por lo tanto, presenta una lista de variedades de Manzano, con indicación aproximada de sus requerimientos de frío, debiendo entenderse que estos son los mínimos necesitados, y que los datos relativos, han sido en muchos casos calculados de acuerdo a observaciones realizadas por diversos investigadores de distintas regiones del mundo.

Variedad	Requerimiento de frío	Clasificación
Acida de Sfax	500-600	muy bajo
Beverly Hills	600-800	medio
Early Mc Intosh	750-850	medio
Golden Delicious	800-1000	alto
Jonathan	600-700	bajo
King David	600-800	medio
Mc Intosh	800-1000	alto
Pacheco	200-300	muy bajo
Red Delicious	700-800	medio
Reina de Reinetas	800-900	alto
Rome Beauty	1000-1300	muy alto
Winter Banana	500-600	muy bajo
Reineta de Canadá	800-900	alto
Rayada	600-700	bajo
Anna	300-350	muy bajo
Tropical Beauty	300-400	muy bajo

Havagge y Cumimins (1991) mencionan que las necesidades de unidades frío para el manzano varían de 218 ± 113 para la variedad Anna, de 800 a 1200 para la mayoría de las variedades.

Las necesidades de frío para diferentes variedades de manzano, varían desde 300 horas frío para la variedad Ana y Dorsett Goleen, subiendo a 450 y 550

para Malla Y Agua nueva respectivamente ; Hay algunas otras conocidas y cultivadas en el sur de Coahuila Como Golden Delicious y Red Delicious requieren de 800 a 850 horas frío respectivamente. También se tienen algunas otras como Starking y Rome Beauty con 850 y1000 horas de requerimiento de frío (Unión Regional de Productores de Manzana del Estado de Coahuila, 1992). Ryugo (1993) por su parte señala que la mayoría de las yemas frutales de hueso y pepita así como semilla, la temperatura de 6° C a 7° C, parece ser la óptima para satisfacer las necesidades de frío.

El manzano es un árbol caducifolio y requiere frío invernal que le permita acumular suficientes unidades frío (UF), para lograr una brotación de yemas florales que se traduzca en buenos rendimientos y cosecha uniforme (Ramírez-Rodríguez, e.t. al., 1993). Es esta la razón que nos lleva a encontrar acciones que nos permitan mantener las horas frío acumuladas y no perderlas por efectos de la insolación.

5. Efecto del Déficit de Acumulación de Unidades Frío en la Brotación

Cuando el invierno es cálido el árbol lo refleja en su brotación tardía y no uniforme, mayor efecto de la dominancia apical, caída de hojas y flores y menor cuajado de fruto. Estos efectos llevan a la producción de frutos de diversos tamaños y al problema de alternancia (producción en años alternativos) (Rojas - Garcidueñas, 1987).

La deficiencia de frío conduce a variados efectos dependiendo de la intensidad de ésta, provocando principalmente: pobre brotación, pobre desarrollo foliar, escasa floración y frecuentemente floraciones anormales. Además, también puede conducir a una brotación desuniforme, baja fructificación, reducir el área

foliar, debido a la falta de puntos de crecimiento y un desarrollo desigual de frutos (EREZ, 1987).

Calderón (1990) dice que los requerimientos de frío de las diversas variedades de árboles frutales caducifolios, representan los mínimos que las mismas deben sufrir en su reposo invernal para que respondan con una brotación pareja y regular en el momento oportuno, en primavera, al presentarse temperaturas favorables, propicias al crecimiento.

Si los requerimientos individuales de cada árbol no son satisfechos, se presentan en la siguiente época de crecimiento desordenes fisiológicos que determinen un pobre y lánguido desarrollo, la improductividad del árbol y su desaparición total después de algunas temporadas invernales en situaciones de déficit de bajas temperaturas. Los principales síntomas y consecuencias de deficiencia de frío son los siguientes:

- 1.- Alargamiento del periodo de descanso, que puede prolongarse por varios meses más en forma anormal.
- 2.- Floración irregular, que se presenta lentamente diferida, y en muchas ocasiones durante la época de pleno crecimiento vegetativo.
- 3.- Floración raquílica, a veces con demasiada anticipación a la aparición de follaje.
- 4.- Floración exclusiva de yemas terminales, permaneciendo sin brotar gran cantidad de yemas laterales.
- 5.- Inhibición de yemas vegetativas, que permanecen dormidas.
- 6.- Inhibición de yemas florales.
- 7.- Crecimiento raquílico anual de los brotes.
- 8.- Irregularidades en las flores, a veces con ovarios dobles.
- 9.- Aborto de embriones.
- 10.- Flores más chicas que lo normal y apertura insuficiente de ellas.
- 11.- Producción extemporánea de frutos, de mala calidad, con falta de maduración y de reducido tamaño.

12.- Cosecha muy reducida en cantidad.

13.- Muerte prematura del árbol.

Díaz – Montenegro, (2002) afirma que la apertura irregular, tardía y escasa de las yemas vegetativas constituye uno de los síntomas típicos de una deficiencia de frío para terminar la endodormancia; la yema que permanece dormida no muere y puede permanecer inactiva por varios años si no hay las condiciones favorables externas e internas para hacerlo. Esta situación afecta la formación estructural posterior de los árboles jóvenes y reduce el crecimiento vegetativo total de la planta, reduciéndose también la cantidad de yemas vegetativas que pueden ser potenciales reproductivas así como la cantidad de área foliar.

La falta de frío también disminuye la apertura de las yemas florales con lo que se baja el potencial fructífero del árbol, encontrándose que también desuniformiza la brotación de tal modo que se tienen distintas etapas reproductivas en un mismo momento (flores, frutos jóvenes y adultos) que dificultan el manejo de las plantas.

La mala acumulación del frío causa diferentes síntomas dependiendo de la especie de árbol frutal, por lo regular se observa muerte en yemas iniciales y caída de flores después de que ellas abren, esto es en general para frutales caducifolios, Yllan – Mariscal, (1989).

6. Uso de Estimuladores de Brotación (Compensadores de Horas Frío), para reducir el efecto del déficit de acumulación de unidades Frío.

Rojas – Garcidueñas, (1987), mencionan que la falta de frío ha sido resuelta por el uso de compensadores de frío (estimuladores de brotación) y que dichos

productos estimulan las reacciones químicas internas que no se realizan normalmente en el árbol.

Para evitar problemas por insuficiencia de frío en determinadas regiones donde se cultivan frutales caducifolios, es seleccionar y establecer cultivares que tengan un requerimiento de frío similar al que existe en la zona. En algunas ocasiones es necesario introducir cultivares con altas necesidades de frío, para ello se requiere de ciertas prácticas que permitan obtener una brotación y producción rentable, (Erez, 1995).

Se pueden utilizar dos métodos: culturales o de cultivo y químicos.

Métodos culturales o de cultivo

La poda ha sido considerada como efectos estimulantes para favorecer la brotación y puede funcionar como un complemento de horas frío, (Díaz - Montenegro, 1987).

La poda de despunte, rompe el fenómeno de dominancia apical lo cual favorece la brotación de yemas laterales que se encontraban parcialmente inhibidas por las terminales, en ramas de posición vertical.

Erez y Lave (1985), menciona que el reducir o suspender los riegos después de la cosecha y someter los árboles a un castigo por agua, permite que estos entren más rápido al letargo y que las yemas presenten una mayor facilidad para brotar después de una acumulación parcial de frío y un riego pesado.

El riego ligero en invierno ayuda notablemente a un buen rompimiento del reposo, en los árboles que son sometidos durante el invierno a un estado de sequía que agudizan los problemas del reposo prolongado, (Calderón, 1985).

El arqueado de ramas tiene un efecto estimulador de las yemas laterales y de rompimiento de la dominancia apical, también se puede lograr la brotación de

gran cantidad de yemas laterales que normalmente quedarían inhibidas, síntoma clásico de la deficiencia de frío, (Calderón ,1985)

Erez (1995) menciona que cuando el crecimiento es muy vertical la dormancia de las yemas se acentúa mas, por lo que es necesario contrarrestar este efecto por medio del doblado de las ramas.

Treviño – López, (1999), indica que la reflexión de la radiación solar es de 10 a 15% mayor en árboles encalados en comparación con los árboles control, también observo que la temperatura interna de las ramas de los árboles encalados, al tiempo de máxima radiación solar fue de 3 grados centígrados menos que la temperatura interna de los árboles control.

Ibáñez – Martínez, (1995), en la región de Arteaga, Coahuila, evaluó el efecto del hidróxido de calcio sobre la temperatura de las yemas de los árboles y la brotación de los mismos. Los resultados obtenidos fueron una disminución de la temperatura en las yemas encaladas y una menor oscilación que en los no encalados. El fenómeno anterior se manifestó principalmente, a medida que la temperatura aumentaba en el día. Sus resultados mostraron una brotación significativa en los tratamientos encalados.

El encalado total del manzano reduce a temperatura interna de las ramas y troncos de los árboles. La reducción de la temperatura es mayor en la cara sur de los troncos. Aunque la cara norte de los troncos permanece sombreada durante el día, la temperatura interna de los troncos encalados también es menor que la de los no encalados.

La reducción de la temperatura interna de los árboles por efecto del encalado incrementa la acumulación de unidades frío, (Hernández Herrera e.t al., 2006).

Métodos Químicos

Las investigaciones sobre los cambios bioquímicos en las yemas durante el letargo no han podido definir el fenómeno; se sabe que durante la quietud inicial se presenta un incremento del ABA y de la enzima ribonucleasa, en tanto que con el GA la actividad enzimática y la respiración se reducen. Al entrar en la fase de reposo, y al acumularse más horas frío, se reduce el nivel de ABA y de RNA soluble, manteniéndose estables tanto la actividad enzimática como los almidones en sus niveles bajos y altos, respectivamente. Al final de esta fase, aparecen citocininas y GA que prolongan su actividad hasta la tercera fase de quietud final; paralelamente aumenta el RNA soluble, la respiración y la actividad enzimática, y los almidones se reducen al convertirse en azúcares que son oxidados, lo que posibilita la apertura de las yemas florales y vegetativas, (Rojas – Garcidueñas, 1987).

En regiones con fríos intermitentes como los de la Sierra de Arteaga, en las que rara vez se cumplen los requerimientos de los cultivares de manzana, se presentan diversos problemas como son una brotación deficiente y un período de floración largo, además de una baja producción. Debido a esta problemática se han buscado técnicas que reduzcan los efectos causados por la falta de frío invernal, encontrando resultados satisfactorios con la aplicación de productos estimuladores de la brotación. Un claro ejemplo, es la Cianamida Hidrogenada (Dormex); la cual es un buen promotor de la brotación de árboles de manzana, y en general de los frutales caducifolios. Al respecto (González - Morales, 1991 Y Reyes - López, 1993), coinciden en afirmar que el Dormex promueve la salida del endoletargo en manzanos producidos bajo condiciones de deficiencia de frío, al aplicar dosis que varían de entre el 0.5 % y el 2 %.

Rojas – Garcidueñas, (1987) dicen que la compensación de la falta de frío ha sido resuelta parcialmente por el uso de productos conocidos como

compensadores de frío. El más usado desde hace años es el dinitro-orto-cresol (DNOC) y su similar es el dinitro-orto-butilfenol (DNBP o dinoseb). Las épocas de aplicación no han sido precisadas fisiológicamente pero el estadio de puntas plateadas en manzana y peral parece ser el más apropiado para obtener una brotación uniforme.

Otro estimulador de más reciente utilización es el Thidiazuron (TDZ), regulador vegetal de actividad citocínica (Mok, 1980), el cual ha demostrado ser hasta 20 veces más efectivo en el rompimiento del letargo que las citocininas verdaderas. La dosis de aplicación de este producto varía, pero es claro que es un buen promotor del rompimiento del endoletargo en árboles de manzana (Garza - Dávila, 1993 y Faust et al., 1995)

Se conoce que el Thidiazurón (N-phenyl-N'-1, 2,3-thidiazol-5-y urea) (TDZ) es un producto químico con actividad citocinínica, capaz de romper el paraletargo en manzano (Wang et al., 1994) y de reducir el número de unidades frío requeridas para lograr la brotación de yemas (Faust et al., 1991).

Gil-Salaya (1997) recomienda la aplicación de TDZ al inicio de la fase de yema hinchada, Steffens y Stutte (1989) reportan que el thidiazurón, aplicado antes de las bajas temperaturas invernales redujo el requerimiento de frío de tres cultivares de manzana. Wang et al. (1991) afirman que la brotación de yemas de manzano inducida por TDZ está estrechamente relacionada con un incremento en la actividad de la enzima superóxido dismutasa, en respuesta a la acumulación de radicales libres.

En campo, tanto el thidiazurón como la cianamida, en tres concentraciones utilizadas, indujeron la brotación de yemas laterales y apicales, desde los 15 días después de su aplicación. Con 20 ml L⁻¹ de cianamida, aplicados 45 días antes de la brotación normal, se alcanzó 96% de brotación en yemas apicales y

67% en yemas laterales; mientras que con tidiazuron a 0.7 ml L^{-1} se registró 69% de brotación en yemas apicales y 47% en yemas laterales. (Llamas – Llamas et al., 2002).

Para suplir los requerimientos de frío del manzano en zonas tropicales y mejorar su brotación se aplican diferentes compuestos químicos como por ejemplo el Dormex (CNH al 49%) y el Nitrato de Potasio (KNO_3) (Díaz – Montenegro, 1992), entre otros.

Según Erez (1987), el KNO_3 , además de aportar dos macroelementos, contribuye a romper la dormancia. La acumulación de potasio en las yemas ha sido reportada como el primer evento que ocurre en respuesta al despunte de ramas (Kramer et al, 1980). Aunque los nutrientes no parecen estar causalmente involucrados en el rompimiento de la dormancia (Saure, 1985), no se descarta la idea de que un nivel nutritivo favorable coadyuve al estímulo de la brotación causado por la defoliación y por la aplicación de la CNH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio de estudio

El estudio se realizó durante el ciclo productivo 2005 - 2006 en una huerta ubicada en la localidad de Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México; a una altitud de 2280 m entre los 25° 22' LN y 100° 37' LO. La localidad presenta un clima semidesértico, con lluvias en verano, la precipitación media anual es de 400 a 500 mm y las temperaturas máximas y mínimas promedio son de 31 y 10 °C, respectivamente (CNA, 2004).

Material vegetal y manejo de la huerta

La huerta donde se realizó el estudio tiene árboles del cultivar Golden Delicious de nueve años de edad, injertados sobre patrones MM 111, 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, orientados en dirección este – oeste. El huerto se regó con un sistema de riego por goteo, y se aplicó en promedio 48 lts./árbol cada dos días para mantener el suelo en un apropiado contenido de humedad. El control de plagas y enfermedades en la huerta las realizó el productor cooperante de acuerdo con las recomendaciones para la región, que consistieron en: cuatro aplicaciones de Gusation (2.5 L ha^{-1}), cuatro aplicaciones de Endosulfan (1.0 kg ha^{-1}) y dos

aplicaciones de Rally 40 WP (200 g ha⁻¹), no se presentaron problemas mayores de plagas o enfermedades.

Diseño experimental y tratamientos

El experimento se condujo bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y un testigo; en cada caso se establecieron 6 repeticiones y la unidad experimental consistió en un árbol. Todos los árboles seleccionados para el estudio fueron muy homogéneos en altura, diámetro de tronco, y copa. El diámetro de los troncos de los árboles de todos los tratamientos fue igual estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$), de tal forma que el rendimiento de frutos se expreso en kg por árbol. Los tratamientos fueron: sin encalado ni promotor de brotación (T1) testigo, encalado completo al inicio del invierno (T2), aplicación de TDZ como promotor de brotación al final del invierno, que corresponde a la práctica común seguida por los productores de la región (T3), encalado completo al inicio del invierno y aplicación de TDZ al final del mismo (T4), aplicación al inicio del invierno de TDZ como pulsador y encalado completo (T5). La prueba de medias se realizó con Tukey ($P \leq 0.05$) y los cálculos se realizaron con el paquete estadístico SAS .

El encalado al inicio del invierno se aplicó el 7 de diciembre del 2005, con una aspersora portátil cuando los árboles estaban defoliados, utilizando hidróxido de calcio con un 95 % de pureza. La suspensión para encalar se preparó disolviendo 1.5 kg de hidróxido de calcio con 15 ml de adherente (Bionex) en 10

litros de agua, para cubrir los seis árboles de cada tratamiento. Una segunda dosis de cal se aplicó en la primera semana de enero de 2006.

La solución del promotor de brotación y pulsador, se preparó disolviendo 3 g de TDZ (Thidiazurón) y 15 ml de Bionex (como adherente) en 10 litros de agua para cubrir los seis árboles del tratamiento correspondiente. La aplicación de TDZ como pulsador se realizó en la misma fecha en la que se aplicó el encalado total, y como promotor de brotación el 7 de marzo de 2006.

Brotación vegetativa y floral.

La brotación vegetativa se evaluó en 4 ramas seleccionadas al azar, de aproximadamente 75 cm de longitud y de dos años de crecimiento, ya que los brotes de esta edad tienen una mayor y más rápida respuesta a los estímulos físico y químicos (Erez, 1987). En cada rama se contabilizó el total de yemas vegetativas presentes antes de la brotación (2 Marzo, 2006). Posteriormente, se obtuvo el número de yemas brotadas el 20 de abril del 2006. El índice de yemas vegetativas brotadas se obtuvo dividiendo el número de yemas vegetativas brotadas el 20 de abril, por el total de yemas contadas el 2 de marzo.

La brotación floral se determinó en las mismas ramas seleccionadas previamente para la brotación vegetativas. Para esto, se determinó el total de yemas florales antes de la brotación, posteriormente se realizó otro conteo de flores abiertas, cuando el árbol se encontraba en el estadio de floración completa (20 de abril). El índice de yemas florales abiertas se evaluó dividiendo

el número de flores abiertas el 20 de abril, por el total de yemas florales cuantificadas el 2 de marzo.

La dinámica de la brotación floral también se evaluó en las mismas ramas donde se obtuvo la brotación de yemas vegetativas y florales; realizando evaluaciones cada 7 días a partir de yemas en punta plateada, en cada fecha se determinó el número de yemas florales que habían alcanzado alguno de los nueve estadios de la brotación floral de este frutal. Las mediciones se realizaron hasta que el crecimiento de los brotes se detuvo, lo cual ocurrió el 30 de abril de 2007.

En cada fecha de muestreo, a cada yema de las cuatro ramas seleccionadas de cada tratamiento se les asignó un número (1 al 9) correspondiente al estadio floral que había alcanzado. La rapidez con la que las yemas florales avanzaban a los estadios superiores en los diferentes tratamientos, se determinó obteniendo el valor medio de los números asignados a cada yema en las diferentes fechas. En cada fecha de muestreo se realizó un análisis de varianza con los valores asignados a las yemas, para detectar diferencias estadísticas de la rapidez con la que las yemas florales avanzaban a los estadios superiores en cada tratamiento.

Evaluación del rendimiento y calidad de frutos

El rendimiento se obtuvo pesando el total de frutos cosechados por árbol, mientras que la calidad de los frutos se determinó mediante los sólidos solubles totales (refractómetro manual Atago ATC-1E con compensación automática de

temperatura), la firmeza (penetrómetro manual Effegi FT-327 con puntilla de 11.3 mm de diámetro, en kg cm^{-2}), índice de frutos de primera, y de segunda. Los sólidos solubles totales y la firmeza se evaluaron en 4 frutos por unidad experimental. 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Brotación de yemas vegetativas

El encalado completo de los árboles al inicio del invierno, favoreció la brotación vegetativa en brotes de dos años de edad. La comparación de medias ($P \leq 0.05$), indicó que el tratamiento de encalado completo (60.75 % de brotación) resultó superior a los demás tratamientos (Figura 1), ya que fue 25 % mayor que el tratamiento testigo y 21 % mayor que con la aplicación de TDZ al final de invierno (T3), que corresponde al criterio adoptada por los productores de la región. La brotación obtenida con el encalado completo al inicio del invierno fue semejante a los alcanzados por otros investigadores utilizando promotores de brotación. Reyes *et al.* (1995) reportaron porcentajes de brotación vegetativa de hasta un 64.5 %, en el cv Golden Delicious utilizando cianamida hidrogenada al 1 %. Por otra parte, Steffens y Stutle (1989) señalan que el TDZ promovió el rompimiento del letargo de yemas, solamente en maderas de dos años.

La brotación de los tratamientos 1, 3, 4 y 5 fue relativamente baja (< 40 %) si se considera que el mínimo comercial es de 60 %, esto se debió a que las unidades frío acumuladas (UFA) calculadas con el modelo Utah (Richardson *et al.*, 1974), del 1 de noviembre de 2005 al 28 de febrero de 2006 fueron solo de 505.75, que correspondió a un déficit de 344.25 en relación a las 850

requeridas para una buena brotación. Esto probablemente se debe a las altas temperaturas ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) que se pueden presentar en esta localidad durante el día (Hernández-Herrera *et al.*, 2006), lo que causa que se reste parte de las UFA durante los periodos de tiempo con temperaturas menores de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Richardson *et al.* (1974) establecen que temperaturas arriba de $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ reducen las horas de frío acumuladas y pueden afectar la brotación.

La mayor brotación de los árboles con encalado completo al inicio del invierno (T2) se debe a que el encalado reflejó mas radiación solar, y la temperatura de las ramas y yemas fue menor que la de los árboles de los tratamientos sin encalado, esto pudo resultar en una menor perdida de las UFA durante los meses de invierno. Las yemas vegetativas requieren mayor acumulación de horas frío para brotar en comparación con los florales (Calderón, 1985), por lo que el efecto del encalado completo de los árboles pudo ser más significativo en estas yemas.

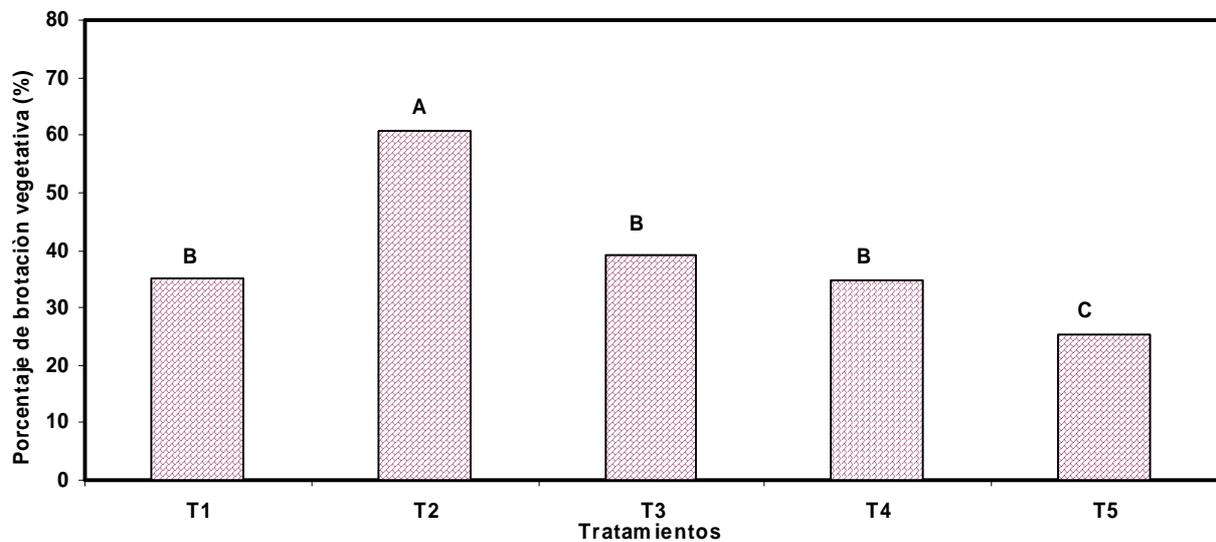


Figura 1. Efectos de los diferentes tratamientos en la brotación vegetativa en madera de 2 años, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México. Columnas con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$); T1; testigo, T2: encalado completo al inicio del invierno, T3: aplicación de TDZ al final del invierno, T4: encalado completo al inicio del invierno más TDZ al final del mismo, T5: encalado completo al inicio del invierno más TDZ al inicio del mismo.

Brotación de yemas florales

La brotación de yemas florales fue uniforme, no encontrando diferencias significativas entre tratamientos, con porcentajes de brotación mayores a un 75 % (Figura 2). Del-Real-Laborde y González (1991) aplicando cianamida hidrogenada al manzano “Red Delicious” reportaron un 74.3 % de brotación floral.

A pesar de que las UFA del 1 noviembre de 2005 al 28 de febrero de 2006 fueron apenas de 505.75, inferior a las requeridas por este cultivar (850) la brotación en todos los tratamientos fue muy uniforme. Esto probablemente se debió al menor requerimiento de unidades frío de las yemas florales, lo que coincide con lo señalado por Díaz (2002) y Calderón (1985). Sin embargo, es necesario considerar que una alta brotación floral, no significa que el árbol haya acumulado las unidades de frío requeridas para obtener una alta producción, ya que existen otros factores involucrados en el rendimiento final de frutos (Erez, 1987).

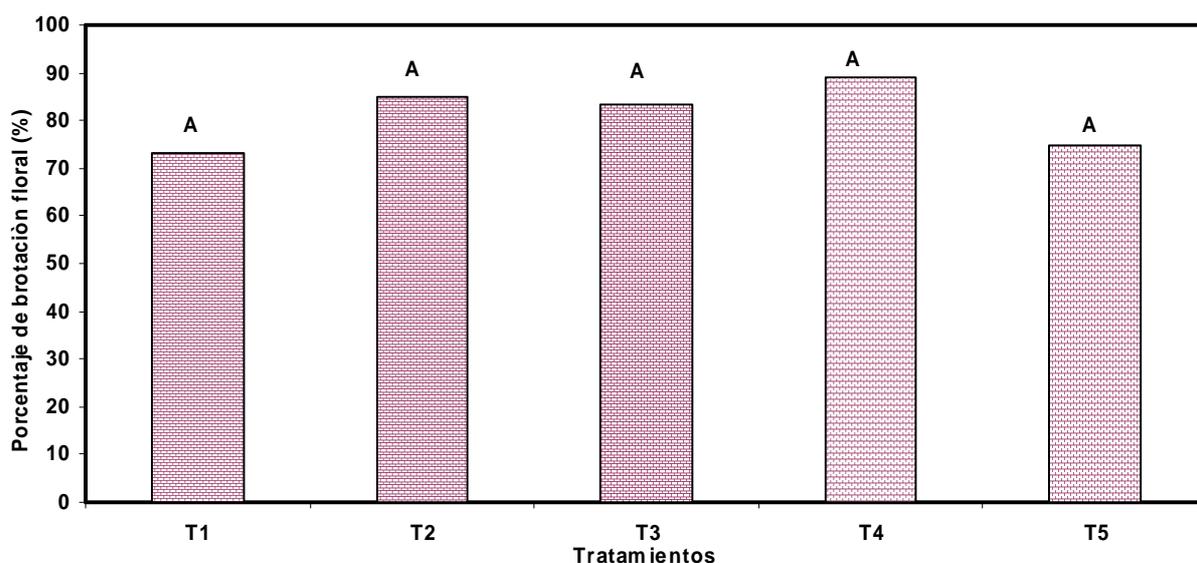


Figura 2. Efectos de los tratamientos sobre la brotación floral, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México. Columnas con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$); T1; testigo, T2: encalado completo al inicio del invierno, T3: aplicación de TDZ al final del invierno, T4: encalado completo al inicio del invierno más TDZ al final del mismo, T5: encalado completo al inicio del invierno más TDZ al inicio del mismo.

Dinámica de la brotación de yemas florales

El 4 de marzo, las yemas florales de todos los tratamientos se encontraban en el estadio uno (punta plateada), pero para el 11 de marzo (Figura 3) las yemas de todos los tratamientos se encontraban en promedio entre el estadio uno y dos (punta verde). La mayoría de las yemas en T1 habían pasado al estadio dos, mientras que la del resto de los tratamientos aun se encontraban en el estadio anterior ($P \leq 0.05$).

El 18 de marzo, las yemas en T3 y T4 estaban más retrasados que las del T1, ya que en promedio permanecían en el estadio tres (media pulgada verde) mientras que las de T1 ya habían alcanzado el estadio cuatro “racimo estrecho” ($P \leq 0.05$)

El 25 de marzo, las yemas en T4 eran los más retrasados con respecto a las del T1, encontrándose en promedio en el estadio cuatro, mientras que las del T1 estaban en promedio en el estadio seis (rosa completa). El 1 de abril, se observó el mismo patrón, ya que las yemas en T4 seguían siendo las más retrasadas con relación a las del T1, que en promedio estaban en el estadio seis mientras que las del T1 ya estaban en promedio en el estadio ocho (plena floración). Para el 8 de abril la brotación floral en los árboles de los cinco tratamientos se observó más uniforme (Figura 3). Las yemas en T1, T2 y T3 en

promedio habían llegado al estadio nueve (caída de pétalos) mientras que las del T5 en promedio estaban en el estadio ocho (Figura 3)

Los resultados anteriores parecen indicar que el encalado completo al inicio del invierno tiene el mismo efecto en el avance de los estadios de las yemas florales que la aplicación de TDZ al final del invierno. Esto probablemente se debe a que con el encalado las yemas pueden acumular más unidades frío durante el invierno para una mejor dinámica de la brotación en la primavera.

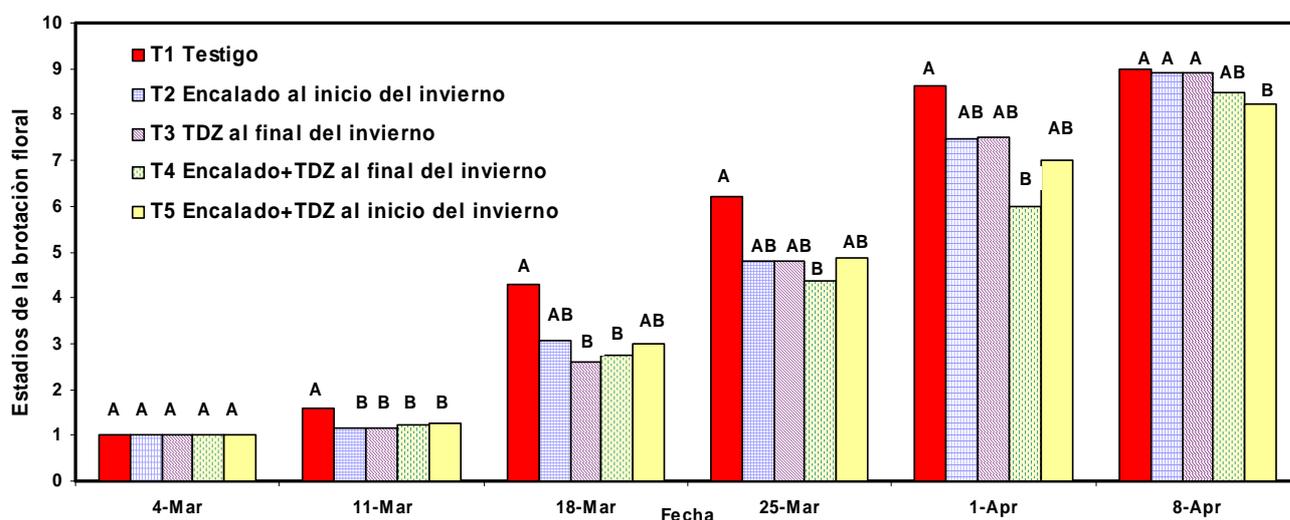


Figura 3. Dinámica de la brotación floral del Manzano en los diferentes tratamientos de marzo a abril de 2006, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México. Columnas con la misma letra en cada fecha son iguales estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$); estadio 1: punta plateada, 2: punta verde, 3: media pulgada verde, 4: racimo estrecho, 5: primera rosa, 6: rosa completa, 7: primera floración, 8: plena floración, 9: caída de pétalos.

Rendimiento y calidad de frutos.

La cosecha se realizó la primera semana de agosto de 2006. El rendimiento de frutos (Cuadro 1), indica que el tratamiento 2 (encalado total al inicio del invierno) resultó estadísticamente superior ($P \leq 0.05$), no solamente al rendimiento del testigo sino también al del tratamiento 3 (aplicación de TDZ al final del invierno). Esto indica que con el encalado total se puede obtener hasta 12 kg de frutos más por árbol (27.9 %) que con la aplicación de TDZ, lo cual se pudo deber a que hubo mayor acumulación de unidades frío por el encalado completo, que favoreció una mejor brotación de yemas, con flores de mayor calidad que permitieron mejor desarrollo del fruto, concordando con Ramírez y Cepeda (1993) y Ghariani y Stebbins (1994). Hernández-Herrera *et al.* (2006), también encontraron diferencias en el rendimiento de frutos en un estudio realizado en la Sierra de Arteaga, reportando que los árboles con encalado completo tuvieron rendimientos mayores que el de los árboles sin encalar y aquellos a los que se les aplicó promotores de brotación. De igual forma, Glenn *et al.*(2001) y Glenn *et al.*(2003) reportaron incrementos en el rendimiento del manzano con la aspersión de caolín (película fina de arcilla de color blanco), para reducir la temperatura de los árboles.

Cuadro 1. Rendimiento promedio de frutos de manzano Golden Delicious (kg. árbol⁻¹) en los tratamientos evaluados en el invierno 2005-2006, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento Kg. árbol ⁻¹
1	sin encalado ni promotor de brotación (testigo)	43.84 b ⁺
2	encalado completo al inicio del invierno	55.05 a
3	aplicación de promotor de brotación al final del invierno	43.43 b
4	encalado completo al inicio del invierno y aplicación de promotor de brotación al final del mismo	51.16 ab
5	Aplicación de pulsador y encalado completo al inicio del invierno	45.31 ab

⁺ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$)

Los sólidos solubles totales en el tratamiento tres (aspersión de TDZ al final del invierno) fueron mayores que los del tratamiento testigo ($P \leq 0.05$). El resto de las variables de los parámetros de calidad (firmeza, índice de frutos de primera y segunda) no fueron afectados por los tratamientos (Cuadro 2). Estos resultados sugieren que el efecto principal del encalado completo como una película reflejante de radiación solar, es en el rendimiento de frutos, sin afectar los parámetros de calidad, concordando con los resultados reportados por Glenn *et al.* (2003).

Cuadro 2. Efecto de tratamientos sobre parámetros de calidad en frutos de manzano cv Golden Delicious, evaluados en el invierno 2005 - 2006, Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Parámetros de calidad				
Tratamiento	Sólidos solubles totales (°Bx)	Firmeza (kg/cm ²)	Índice de frutos de primera	Índice de frutos de segunda
T1	14.40 b ⁺	7.21 a	0.2279 a	0.2588 a
T2	14.54 ab	7.31 a	0.4026 a	0.2773 a
T3	15.08 a	7.13 a	0.3308 a	0.2736 a
T4	14.90 ab	7.14 a	0.3259 a	0.3443 a
T5	14.79 ab	7.10 a	0.3243 a	0.2514 a

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

⁺ Medias con la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$)

CONCLUSIONES

El encalado completo del árbol incrementó la brotación de yemas vegetativas y el rendimiento de frutos con respecto a la aplicación del promotor de brotación. El encalado completo del árbol al inicio del invierno y la aplicación de TDZ no afectaron la calidad del fruto. La combinación de encalado completo y aplicación de TDZ, retrasaron los estadios de la brotación floral con respecto a los árboles sin aplicación. El encalado completo y la aplicación de TDZ no incrementaron el porcentaje de brotación de yemas florales.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto del encalado completo de árboles de manzano (*Malus domestica* Borkh) al inicio del invierno en la brotación vegetativa y floral, rendimiento y calidad del fruto, y su relación con la aplicación de Thidiazurón (TDZ) como promotor de brotación. El estudio se desarrolló durante el invierno 2005-2006, en una huerta de Manzano (cultivar Golden Delicious) de nueve años de edad en Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila. Los resultados indicaron que la brotación vegetativa en el encalado completo del árbol superó en un 25 % al tratamiento testigo (sin aplicaciones) y en un 21 % a la aplicación de TDZ. La combinación de encalado completo al inicio del invierno y la aplicación de TDZ al final del mismo retrasó la brotación floral, en relación con los árboles sin encalado y sin la aplicación de TDZ. El encalado completo y la aplicación de TDZ no mejoraron la brotación de yemas florales. El encalado completo incrementó hasta un 27 % 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 promotor de brotación.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. L. 1992. Uso de compensadores de frío en manzano y peral. Memoria del primer simposium técnico del manejo de frutales caducifolios para la producción fuera de temporada. Asociación de productores de durazno y otros frutales caducifolios del estado de Michoacán. A. C. 28 p.
- Agrios, G. N. 1969. Fitopatología. Editorial Limusa. México. 756 p.
- Álvarez, R. S. 1974. El manzano. Tercera edición publicaciones de extensión agrícola, Madrid. 463 P.
- Arguello, M. C. 1973. Algunos aspectos sobre la fruticultura de clima templado en México. Chapingo. México. 82 p.
- Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología vegetal. A. G. T. Editor, S. A. México. 784 p
- Calderón, A. E. 1977. Fruticultura general, ECA. México. 577 p.
- Calderón, A. E. 1985. Fruticultura general. Editorial Limusa, México. 763 p.
- Calderón, A. E. 1989. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. Editorial Limusa, México. 763 p.
- Calderón, A. E. 1990. Manual del fruticultor moderno vol.2. Ediciones Ciencia y Técnica. SA. 765 p.

Carvajal – Millán, E., Goycolea – Valencia, F., Guerrero – Prieto, V., Llamas – Llamas, J., Rascon – Chu, A., Orozco – Avitia, A., Rivera – Figueroa, C., Gardea – A, A. (2000). Caracterización calorimétrica de la brotación de yemas florales de manzano. *Agrociencia* 34: 543 – 551.

CNA (Comisión Nacional del Agua) (2004) Subgerencia de información Geográfica del Agua.
[hptt://siga.cna.org.mx](http://siga.cna.org.mx). (Consultado 20 de febrero de 2007)

Countanceau, M. 1971. Fruticultura técnica y económica de los cultivos de rosáceas leñosas productoras de fruta. Editorial Oikos-taw, Barcelona, España. 342 p.

Del Real-Laborde, J.I. 1982, Métodos de evaluación del periodo de descanso en manzana bajo las condiciones de Arteaga Coahuila. Tesis profesional UAAAN Buenavista Saltillo Coahuila. 90 p.

Del-Real-Laborde J I, J L Anderson, S D Seeley .1990. An apple tree dormancy model for subtropical conditions. *Acta Horticulturae* 276: 183-191.

Del-Real-Laborde J I y P González.1991. Comparación de productos químicos compensadores de frío en manzano en Canatlàn. Durango. IV Congreso de Horticultura. Saltillo, Coah., México. P 172.

Díaz - Montenegro, Daniel. H. 1987. Requerimiento de frío en frutales caducifolios. Tema didáctico N°. 2. INIFAP. Publicación de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. 54 p.

Díaz-Montenegro, D. H 1992. Regulation of rest in peaches under tropical and subtropical conditions. *Acta Horticulturae* 310:83-91.

- Díaz – Montenegro, D. 2002. Fisiología de árboles frutales AGT Editor S.A. México DF. 390 p.
- Dozier WA, A A Powell, A W Caylor, N R Daniel, E L Carden, J A Mcguire 1990. Hydrogen cyanamide induces budbreak of peaches and nectarines following inadequate chilling. HortScience. 25: 1573-1575.
- Erez, A. 1987. Chemical control of budbreak. HortScience 22: 1240-1243.
- Erez, A. 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. Dormancy and the related problems of deciduous fruit trees. Acta horticulturae 395:81-95. Institute of horticultura, the volcani center, bet dagan, Israel.
- Erez, A. and Lavi, B. 1985. Breaking bud rest of several deciduous fruit tree species in the Kenyan highlands, acta hort. 158: 239-248
- Faust, M., D. Liu, M. M. Millard, and G. W. Stutte. 1991. Bound versus free water in dormant apple buds-A theory for endodormancy. HortScience 26: 887-890.
- Faust, N., D. Liu, S. Y. Wang, G. W. Stutte, L. E. Powell, S. Iwahori and G.A. Couvillon. 1995. Involvement of apical dominance in winter dormancy of apple buds. Acta Hort. 395:47-56.
- Garza – Dávila, L. E. 1993. Efecto de la Cianamida Hidrogenada, TDZ y CPPU como estimuladores de la brotación en manzano (*Mallus sylvestris* Mill) cv Criterión. Tesis de Licenciatura, UAAAN. 51 p.

- Ghariani K, R L Stebbins.1994. Chilling requirements of apple and pear cultivars. Journal-article. Fruit-varieties-journal 48:215-222.
- Gil – Albert, F. 1989. Tratado de arboricultura frutal. Vol. II: La ecología del árbol frutal. Segunda edición. Mundi-prensa. Madrid. 236 p.
- Gil - Salaya., 1997. Fruticultura. El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 324 p.
- Glenn D M, G J puterka, S Drake,T R unruh, A L knigth, P Baherle, E Prado, T Baugher.2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:175-181.
- Glenn D M, A Erez, G L Puterka, P Gundrum. 2003. Particle film affect carbon assimilation and yield in “Empire“ apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128:356-362.
- Gonzalez – Morales, H. 1991. Dosis y tiempo de aplicación de cianamida nitrogenada en manzano (*Malus Sylvestris* Mill.) en dos cultivares Golden y Red Delicious. Tesis profesional UAAAN Buenavista Saltillo Coah. 45 p.
- Havagge, R., and J. N. Cummins. 1991. Phenotypic variation of length of bud dormancy in apple cultivars and related *Malus species*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 116: 100-106.

- Hernández – Castillo, F. 1982. Evaluación de cuatro productos fungicidas y observación de practicas culturales para el control de la roña del manzano *Venturia inaequalis*, en huerto de manzano *Pyrus mallus*. En el cañón de los Lirios, municipio de Arteaga, Coahuila, Tesis Profesional UAAAN.109 p.
- Hernandez-Herrera, A. Zermeño-Gonzalez, A. Rodriguez-Garcia, R. Jasso-Cantú, D. 2006. Beneficios del encalado total del manzano (*mallus domestica borkh*) en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. Agrocienca, 40(5): 577-584.
- Ibañes – Martinez, A., 1995. Aplicaciones de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 al manzano, y su efecto en la temperatura de las yemas. Tesis de licenciatura, UAAAN Saltillo, Coah. México. 62 p.
- INEGI, 2001. Anuario Estadístico: Coahuila de Zaragoza. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. pp 331-349.
- Jifon J L, J P Syvertsen. 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.
- Juscafresa B. 1978. Árboles frutales, cultivo y explotación comercial. Séptima edición. Editorial Aedos. Barcelona, España. 381 p.
- Juscafresa, B. 1986. Árboles frutales. Cultivo y explotación comercial. Octava edición. AEDOS. Barcelona. 377 p.

- Kramer, D., MO- Desbiez, JP. Garree, M. Tellier, A. Fourcy and JP- Bossy.1980. The Possible Role of Potassium in the Activation of Axillary Buds of *Bidens pilosus* L. After Decapitation J Expert. Bot. 31:771-776.
- Kramer, S. 1982. Fruticultura. Ed. Continental. México. 276 p.
- Lalatta, Filippo. 1990. El cultivo moderno del Manzano. Editorial De Vecchi. S. A. Barcelona. 127 p.
- Lang G.A; 1989. Dormancy-Models and manipulations of environmental physiological regulation, p. 78-98 in: C.J. Wright (Ed.) Manipulation of fruiting. Butterworths, London.
- Lavee, S., 1973. Dormancy and break in warm climates. Considerations of grow regulators involvement. Acta Hort. 34:225-231.
- Lipton, W. J. 1972. Temperature and net heat gain in normal and whitewashed cantaloupe. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:242-244.
- Lipton, W. J, J. Matoba. 1971. Whitewashing to prevent sunburn of Crenshaw melons. J. Amer. Soc. Hort. Sci .6:343-345.
- Llamas-Llamas, J. Carvajal-Millán, E. Orozco-Avitia, A. Rascon-Chu, A. Romo-Chacon, A. Guerrero-Prieto, V. M. González-Hernández, V. A. Gardea-Bejar, A. A. 2002. Respuesta metabólica y brotación de yemas de manzano por la aplicación de promotores de brotación. Revista Fitotecnia. México. 25 (4): 411-417 p.
- Melgarejo – Moreno,. P. 1996. El frío invernal, factor limitante para el cultivo frutal. Madrid. Ediciones Vicente. 166 p.

- Mendoza, V. M. 1965. El cultivo de la manzana. Centro nacional de productividad. México. 27 p.
- Mok, D. W. S., M. C. Mok, and D. J. Armstrang. 1980. Cytokinin activity of N-phonyl-NI,2,3-thidiazol-5-yl urea and its effect on cytokinin autonomy in callus cultures of phaseolus. *Plant Physiol.* 65:6 - 24.
- Ortiz, F. P., Parra, Q. 2006. Producción de manzano bajo déficit de riego controlado (DRC) en dos sistemas de riego, en el noroeste de Chihuahua. INIFAP-CIRNOC- Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Folleto Científico No. 11. 13 p.
- Paz – González, E. R., Reyes – López, A., Benavides – Mendoza, A. 2003. El cargado de yemas como alternativa para inducir el brote de manzanos bajo condiciones extremas de deficiencia de frío. *Agraria* 19: 1-14.
- Ramírez – Rodríguez, H. y Cepeda – Siller, M. 1993. El manzano. Segunda Edición. Editorial Trillas. UAAAN; México. 208 p.
- Reyes – López, A., González – Castillo, E. y Bacopulos – Téllez, E. 1977. Uso de un sistema de enfriamiento por evaporaron de agua en el cultivo de manzano (*Mallus Sylvestris Mill*) en la sierra de Arteaga, Coahuila. Monografía técnico científica. Vol. 3 no. 10. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 16 p.
- Reyes-López, A., Macías – Hernández, H. I. 1993. Aplicación de Cianamida Hidrogenada en Manzano (*Mallus sylvestris Mill*) en la sierra de Chihuahua. V Congreso de Horticultura. Veracruz, Ver., México. p. 144.

- Reyes – López, A., Macias – Hernández, H. I., Bañuelos - Herrera, L. 1995. Efecto de la cianamida hidrogenada y el despunte en la brotación del manzano var. Rome Beauty Lawspur. Agraria 11: 1-9.
- Richardson, E. A., S.D. Seeley and D. R. Walker.1974. A model for estimating the completion of rest for “Red haven”and “Elberta” peach trees. HortiSci. 9 (4):331-332.
- Rojas-Garcidueñas, M. y Ramírez- Rodríguez, H. 1987. El control hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial Limusa. 201 p.
- Ryugo K. 1993. Fruticultura ciencia y arte. Primera edicion en español. AGT Editor. México. 420 p.
- <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2003/mayo/manzana.pdf>
(consultado 06/05/08)
- Salisbury, F.B. y C. W. Ross, 1969, Plant physiology wadsworth publishing company, Inc. Belmont, Ca. 747 pp.
- Samish R. M. 1954. Dormancy of Wood plants. Ann rev. Plant physiologic, 5: 183-204.
- Saure, M,C. 1985. Dormancy Release in Deciduous Fruit Trees. Horticultural Reviews, 7: 239-300.

- Siller-Cepeda, J. H., L H Fuchigami, T H H Chen. 1992. Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in 'Redhaven' peach buds. HortScience 27: 874-876.
- Sinnott, E. y K. Wilson. 1975. Botánica; principios y problemas. Ed. Continental. México. 548 p.
- Steffens L. G. G W Stutte. 1989. Thidiazuron substitution for chilling requirement in three apple cultivars. J. Plant Growth Regul. 8: 301-307.
- Treviño-López, E. A. 1999. Efecto del encalado total en la acumulación de unidades frío del manzano. Tesis de maestría, UAAAN Buenavista Saltillo Coahuila, México. 38 p.
- Unión Regional de Productores de Manzana del Estado de Coahuila. 1992. Memorias del V ciclo internacional de conferencias sobre el cultivo del manzano.
- Villegas-Estrada, B., González- Osorio, H., Aristizábal-Loaiza, M. 1996. Efectos del nitrato de potasio (KNO_3) y cianamida hidrogenada (cnh) sobre la brotación de yemas en manzano (*malus domestica* borkh.) cv. Anna. Memorias del II simposium internacional sobre el manzano. Artes graficas tizan. Manizales, Colombia. P. 140
- Wang, S. Y., M. Faust, and M. J. Line. 1994. Apical dominance in apple (*Malus domestica* Borkh): The possible role of Indole-3-Acetic Acid (IAA). J. Am. Soc. Hort. Sci. 119: 1215-1221.

- Wang, S. Y., H. J Jino, M Faust .1991. Changes in superoxide dismutase activity during thidiazuron-induced lateral budbreak of apple. HortScience 26(9): 1202-1204.
- Wareing, D. F. 1969. The control of bud dormancy in seed plant symp. Soc. Exp. Biol. 23: 241-262.
- Weinberger, J. H. 1956. Prolongued dormancy trouble in peaches in the southeast in relation to winter temperatures. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 67:107-112.
- Westwood, N. M. y H.O. Bjornstad. 1978. Winter rainfall reduces rest period of apple and pear, J.A.S.H.S., 103(1): 142-144.
- Westwood, N.M. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Editorial Mudi-Prensa. 461 p.
- Yllan – Mariscal, O. F. 1989. Uso de algunos productos químicos para incrementar y/o uniformizar la brotación en el ciruelo c.v. methley en la región de Tetela del volcán Morelos. Tesis de licenciatura. UAAAN. 24 p.
- Young E (1992) Timing of high temperature influences chilling negation in dormant apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 11: 271-272.
- Zebge-Domínguez, J., Serna-Pérez, A., Bravo-Lozano, A. 2006. Riego parcial de la raíz en manzano "Golden Delicious" en un ambiente semi-árido. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 29 (Núm. Especial 2): 69 – 73.

