

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE INGENIERIA**



**“EFECTO DEL ENCALADO TOTAL Y LA APLICACIÓN DE
THIDIAZURON EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS DEL
MANZANO.”**

POR:

Armando Domínguez Baltazar

TESIS.

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Junio del 2007

UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERIA

**Efecto Del Encalado Total y La Aplicación de Thidiaz uron en el
Rendimiento y Calidad de Frutos del Manzano.**

Presentada Por:

ARMANDO DOMINGUEZ BALTAZAR

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.

APROBADA

El presidente del jurado.

Dr. Alejandro Zermeño González.

Asesor principal

Dr. Alejandro Hernández H.

Asesor

MC. José Alexander Gil M.

Asesor

Coordinador de la división de ingeniería

Dr. Raúl Rodríguez García.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la vida, por darme la oportunidad que necesitaba para hacer algo importante en mi vida, y por poner en mí camino, las experiencias que hoy me han llevado a alcanzar esta importante meta, por ser esa esperanza y ese motor que impulsa mis ilusiones.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** y en especial al **Departamento de Riego y Drenaje** por brindarme la oportunidad de formar parte de su familia, forjando en mí a uno más de sus egresados.

Deseo agradecer a los integrantes de este proyecto, el honor por haberme permitido formar parte de él, al **Dr. Alejandro Zermeño G., Al Dr. Alejandro Hernández H., Al Mc. Alexander Gil Marín**; quienes pacientemente han dirigido esta investigación, brindando sus importantes consejos y correcciones a la presente tesis. Gracias por plasmar en esta investigación sus conocimientos y sobre todo por brindarme su amistad.

A la familia Martínez Cruz, por cobijarme en su seno como uno más de sus hijos, apoyándome siempre y en todo momento, pero muy en especial para la **Sra. Victoria Cruz S. y Lic. Héctor Martínez T.**, Gracias por preocuparse por dejar en mí una persona de bien. Este regalo será mío,

para toda la vida y será testigo del agradecimiento que tiene mi corazón hacia ustedes. Este logro también les pertenece, y deben sentirse muy orgullosos de él, pues juntos hemos trabajado para alcanzarlo.

A la familia Cambranis Vaught, en especial para el **Ing. Rodolfo V. Cambranis L. y Profa. Candelaria Vaught M.** por siempre tener buenos y acertados consejos para mí y por guiarme como a un hijo, por apoyar esta larga travesía que hoy esta concluida, y por enseñarme que las cosas que valen en la vida cuestan mucho, gracias por todas sus palabras de aliento y por hacerme sentir su apoyo, gracias por darme una oportunidad y por confiar en mi, gracias por ser parte del financiamiento de mis estudios.

A mi novia **Josefina Martínez C.** por cuidar de mi con tanto amor, por caminar a mi lado agarrada de mi mano en todos los momentos difíciles de mi vida, por estar siempre impulsándome. Te agradezco todo lo que haz echo por mí y por todo el tiempo que me has regalado, t e amo mucho y estoy muy orgulloso de ti.

Quiero también agradecer a todas las personas que hacen posible a esta universidad y que trabajan día a día por mantener su grandeza, este es un reconocimiento para los trabajadores que están comprometidos con su universidad y consigo mismo. Al ingeniero **José Luís Guzmán**, y muy en especial para las señoras que trabajan en lavandería, **Maria D. Limón G., Aurelia García C.** y el grupo de mujeres que trabaja allí. No es su trabajo menos importante.

A todas las personas que han creído en mi y que me han impulsado dándome un voto de confianza, al **Ing. Reyes Zarate D., Ing. Juan Ojeda C.; Enrique Razo S., Dr. Jorge Cimmé R., Lic. Fernando Cimmé D., Profa. Zoila Rosado M., a Kenia y Corazón Medina Domínguez** ¡Gracias!

A la familia Luna García, por abrirme las puertas de su casa, a Raquel, Marisela, Karina, Blanca y Paco, y muy en especial para la **Sra. Rosaura García y Sr. José A. Luna**, gracias por apreciarme tanto, saben que también llevo en mi un especial recuerdo de ustedes.

A la familia Ruiz Gordillo, por abrirme las puertas de su casa cuando atravesaba por uno de los momentos más difíciles en mi vida, a mi amigo **Jesús Manuel**, con quien he compartido muy buenos momentos y de quien siempre estaré muy orgulloso por tener ese corazón tan noble, y muy en especial a la **Sra. Manuela Gordillo H. y Sr. Manuel Ruiz C.**, por tratarme de tan excepcional forma durante mi estancia en su casa, muchas gracias por creer en mi y por impulsar mis ilusiones.

Lo que más quisiera este humilde servidor es dar crédito a todas las personas que de una u otra forma son parte de esta meta, mencionando nombre, por nombre su participación, una disculpa por si he omitido a alguien de manera inconciente.

DEDICATORIAS

Quiero dedicar este trabajo a la memoria de mis padres, **Armando Domínguez Guillen y Margarita Baltazar Cruz (q.e.p.d.)**. En recuerdo al deseo que tenían por que sus hijos alcanzaran la grandeza que nunca tuvieron, en recuerdo de todos los momentos buenos y malos que pasamos juntos y como gratitud por heredarme este corazón.

Deseo dedicar este trabajo a mi novia **Josefina** con todo mi cariño, admiración y respeto, como reconocimiento a la labor que ha hecho durante el transcurso de mi carrera, por darle sentido a mi vida con su llegada. Por aconsejarme, cuidarme, y por guiarme con su luz todos los días. Te amo mucho y te dedico con todo mi amor este trabajo.

A mis hermanos:

Lilia del Pilar, por que a pesar de ser tan pequeña has escuchado mis palabras y me has hecho sentir tu amor, te amo mucho y esta es una nueva etapa que estoy seguro disfrutaras mucho por que velare por ti hasta que alcances tus metas. A **Rogelio** de quien guardo momentos muy gratos, y de quien espero ver mucho mas de lo que hasta hoy he visto, se que puedes dar mucho mas hermano, te quiero mucho y me haría mucho bien, saber que estas resolviendo tus problemas.

A **Rigoberto** con quien he compartido gran parte de mi vida, y de quien estoy muy orgulloso por retomar su vida, te quiero mucho mi hermano y tenemos mucha responsabilidad esperando por nosotros. A su familia con profundo agradecimiento por recibirme y tratarme de tan excelente forma en su casa. A la Sra. Roberta Yah, Anita, Lupita, Adriana, muchas gracias.

A mis amigos:

Miguel A. Reyes (q.e.p.d.), Sebastián Mendoza, Leticia Galindo, Iván Valdez, Eder Olivar, Guillermo Rodríguez, Weyler Ordóñez, Conrado Cornejo, Rosalío Vázquez, Elvia Hernández, Claudia Ivette Cruz, Virginio Narváez, Juan de Dios Castillo, Azucena Mata, con quienes he compartido gran parte de mi vida y gran parte de mi estancia en esta universidad. Y para mis hermanos del alma, **Martín Molina Ballinas, Laura Raquel Luna García y Guadalupe Sánchez Reyes** con quienes estaré agradecido toda la vida por apoyarme de manera incondicional desde la llegada de su amistad a mi vida. A todo esto solo les puedo dar las gracias de la manera mas sincera.

A mis sobrinas:

Laura Sirenia, Xiomara Victoria, por cobijar mi estancia en su familia, de manera inocente y con su cariño, muchas gracias chicas, espero poder ayudarles un poco con el inicio de esta nueva etapa.

NO DESISTAS

CUANDO VALLAN
MAL LAS COSAS
COMO A VECES SUELEN IR;
CUANDO OFRESCA TU CAMINO
SÓLO CUESTAS QUE SUBIR;
CUANDO TENGAS POCO HABER
PERO MUCHO QUE PAGAR;
Y PRECISES SONREIR
AÚN TENIENDO QUE LLORAR;
CUANDO YA EL DOLOR TE AGOBIE
Y NO PUEDAS YA SUFRIR;
DESCANSAR ACASO DEBES;
;PERO NUNCA DESISTIR!

RUDYARD KIPLING

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
INDICE CUADROS	XI
INTRODUCCION	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
REVISION DE LITERATURA	3
Origen Del Manzano	3
Características Botánicas	3
Clasificación Botánica	3
Taxonómia del manzano	4
Características Agronómicas	5
Clima	5
Suelo	5
Labores culturales	7
Podas	7
Requerimientos de unidades frío del manzano	8
Efecto del encalado total en la temperatura interna y el rendimiento de frutos del manzano.	10
Efecto fisiológico del thidiazuron y su relación con la brotación de yemas y el rendimiento de fruto.	11
Características geográficas y climáticas de la sierra de Arteaga.	13
Superficie y rendimientos del manzano en la sierra de Arteaga	14

MATERIALES Y MÉTODOS	16
Localidad del sitio de estudio.....	16
Tratamientos evaluados.....	16
Evaluación del rendimiento y calidad de frutos	17
RESULTADOS Y DISCUSION	19
Rendimiento y calidad de frutos	19
CONCLUSIONES	22
RESUMEN	23
LITERATURA CITADA	25

INDICE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Rendimiento promedio de frutos (kg./árbol) en los tratamientos evaluados.....	21
2	Parámetros de calidad en frutos de manzano cv Golden Delicious.....	22

INTRODUCCION

En México, las regiones templadas de mayor importancia en la producción de manzano son Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla, y Zacatecas. El desarrollo pomológico de esta especie estará influenciado por las condiciones ambientales del área donde se localice y el manejo técnico que reciba (Cepeda y Ramírez, 1993). Tal es el caso de los estados de Chihuahua, Durango, y Coahuila en donde las condiciones para especies caducifolias como el manzano requieren de temperaturas bajas continuas para favorecer su letargo (Samish y Lavee, 1962); sin embargo en el sur del estado de Coahuila así como en las regiones productoras de manzana en Chihuahua y Durango, ocurren noches frías y días calientes en los que se alcanzan temperaturas altas que restan unidades frías al manzano, este es el caso del microclima en el que se encuentran establecidas las huertas de manzano en la sierra de Arteaga, provocando alargamiento del descanso; floración irregular durante varios periodos; floración raquílica, y en ocasiones con demasiada anticipación a la aparición del follaje; floración de yemas terminales; inhibición de yemas vegetativas y florales, que permanecen dormidas; desprendimiento tanto de yemas florales como vegetativas (Calderón, 1983).

Para reducir este problema, se han desarrollado algunos procedimientos entre los cuales se puede mencionar: La aspersion de agua a los árboles en días calurosos durante el periodo de descanso

(invierno), para evitar que la planta sufra un calentamiento a causa de la radiación y la aplicación de estimuladores de brotación de o compensadores de frío.

En relación con la aplicación de compensadores de horas frío, se han desarrollado algunas investigaciones en la sierra de Arteaga encontrando efectos positivos en el rendimiento de los árboles evaluados a una dosis de 28 ppm de thidiazuron + .4% de citolina; alcanzando hasta un 80% de brotación (Lugo, 1992)

Otras técnicas actuales consisten en el recubrimiento de los árboles con películas film de color blanco, se han realizado algunos estudios en la Sierra de Arteaga (Coahuila), con hidróxido de calcio Ca(OH)_2 , (cal hidratada), en árboles de manzano, encontrándose que la temperatura interna del árbol así como también las yemas florales presentaron una temperatura menor en los árboles encalados que en aquellos sin encalar.

Desde los finales de los años 90 hasta el presente se vienen utilizando en muchas partes del mundo, tanto en frutales caducifolios y otros perennes, la utilización de partículas film a base de caolin, con la idea de prevenir y repeler el ataque de plagas y enfermedades.

Sin embargo, los estudios sobre el efecto del encalado sobre la reducción de la temperatura en ramas, troncos y sus efectos sobre la acumulación de unidades frío, producción de frutos y parámetros de calidad son recientes (Hernández-Herrera et al., 2006).

Objetivo

Evaluar el efecto del encalado total y la aplicación de thidiazuron en el rendimiento y calidad de frutos del manzano en la sierra de Arteaga.

Hipótesis

El encalado al inicio del invierno puede tener el mismo efecto que la aplicación de thidiazuron en el rendimiento y calidad de frutos del manzano.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen Del Manzano

Ramírez (1993), sugiere que el manzano como fruta moderna se origino en el sudoeste de Asia, donde una mezcla de especies nativas *malus*, pudieron dar fruto de tamaño y calidad atractivos. Los primeros pasos en la proliferación de este frutal pudieron iniciarse en el medio este o el sureste de Europa con tecnología utilizada por griegos y romanos.

Cepeda (1978), cita que este frutal fue traído a América a principios de 1600 por pobladores europeos. Su expansión por otros lugares de este continente se realizo por desplazamientos de los europeos o por sus descendientes. La propagación de esta especie durante esas épocas fue por semilla, dada su facilidad de transporte. A principios de este siglo en norte América los principales cultivares fueron Baldwin y la Ben David, actualmente los mas populares son la Red Delicious y Macintosh.

Características Botánicas

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 Calderón (1977). Tallo leñoso, alcanza a medir de 2.5 a 6.00 m, las hojas son 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 carnosos.

Taxonómia del manzano

Clasificación botánica del manzano señalada por Sinnott y Wilson, (1975) citado por Cepeda y Hernández (1983).

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

Características Agronómicas

Clima

El manzano prospera en climas templados y fríos siempre que no haya cambios bruscos en la temperatura o rápidos excesos de calor en el verano y heladas tardías. Cepeda y Hernández (1983), indican que el manzano fisiológicamente requiere de un periodo invernal el cual pasa un estado de letargo una vez que se ha defoliado. Este estado le permite endurecer su madera y órganos aéreos, obteniendo protección contra las temperaturas de congelación que se presentan durante el periodo invernal. Cada variedad de manzano requiere de cierto numero de unidades frío, y esta necesidad hace brotar en la primavera las yemas florales vegetativas.

Lang (1989), menciona que los requerimientos climáticos para el manzano son: inviernos frescos a fríos, con un rápido aumento en la temperatura de primavera, con pocas posibilidades de heladas que puedan afectar la floración. También es necesaria una alta radiación durante el crecimiento con la finalidad de lograr altas tazas de fotosíntesis.

Suelo

Álvarez (1974), señala que el manzano posee una gran flexibilidad de adaptación de 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.

Arguello (1973), menciona que el manzano se adapta a 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. Por otra parte Rodríguez (1990), indica que también puede prosperar en suelos alcalinos con pH mayor de 8.0 como los suelos de la sierra de Arteaga, Coahuila y Navidad Nuevo León.

Aguilar (1992), señala que las condiciones de nutrición de los árboles de manzano influye sobre la calidad de la flor, se ha demostrado, por ejemplo que los niveles de nitrógeno, boro y calcio afectan directamente al desarrollo de los órganos reproductores y por lo tanto a la formación de frutos.

Cepeda (1978), señala que una vez que los árboles han enraizado en el primer año antes de regarlos deben fertilizarse con 30 kilogramos de nitrógeno por hectárea hasta el cuarto año y puede variar de 40 a 50 kilogramos dependiendo del crecimiento que se tenga. Después del cuarto año las aportaciones de nitrógeno y demás elementos nutritivos dependen de las producciones específicas en cada huerto. Se ha considerado que todos los elementos nutritivos son requeridos por la planta y se pueden

colocar al voleo por surcos o inyectados en una solución en la zona radicular.

Labores culturales

Hernández (1982), señala que es aconsejable que la práctica del barbecho se realice a más tardar durante la primera semana de diciembre, una vez que el frutal terminó de tirar las hojas. Esto para favorecer la aireación del suelo, también se eliminan plagas, enfermedades y malas hierbas a la vez que se incorporan residuos y se eleva el contenido de materia orgánica en el suelo.

Podas

Juscafresca (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 que el árbol se modifique vegetativamente. De acuerdo a este principio, la época de poda del manzano deberá realizarse durante la etapa de reposo (varían fechas específicas). Rojas y Ramírez (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.

Requerimientos de unidades frío del manzano

Mousdale (1984), menciona que la característica del manzano de ser un árbol caducifolio origina que requiera de frío invernal en cantidad suficiente para lograr un buen descanso y posteriormente tener adecuada y oportuna brotación de yemas florales y por consiguiente buena calidad y rendimiento de frutos. Por otro lado Bidwell (1983), menciona que el manzano necesita de 1200 a 1500 horas frío a temperaturas por debajo de 7° C.

Las necesidades de frío de los frutales templados varía entre especies, y cultivares (Ryugo, 1993), y generalmente son medidos o expresados en términos de horas frío (HF), siendo una HF, el lapso de esa duración de tiempo transcurrido a una temperatura entre 0 y 7.2° C (Calderón, 1989). El frío es el factor determinante para que los árboles rompan el endoletargo (Bidwell, 1993).

Hach (1992) menciona que las necesidades de frío para diferentes variedades de manzano, varían desde 300 horas frío para las variedades Ana y Dorsett Golden, subiendo a 450 y 550 para Maayan y Agua nueva respectivamente; algunas otras conocidas y cultivadas en el sur de Coahuila son Red Delicious con requerimientos de 800 y 850 horas de frío respectivamente. También se tiene algunas otras como Starking y Rome Beauty con 850 y 1000 horas frío, respectivamente.

Temperaturas demasiado variables durante el día y la noche en el periodo de descanso, contrarrestan horas frío acumuladas. Una

continuidad en temperaturas bajas favorece un buen letargo. (Samish, 1962; Calderón, 1998; Gil, 1999).

Westwood (1982), señala que cuando en el árbol de manzano se alternan periodos fríos con periodos templados, se invierte el efecto del frío; esto ocurre en zonas con noches frías y días invernales soleados. Por ello las nieblas de invierno son de gran valor para los agricultores, ya que impide el calentamiento de las yemas por radiación. Este es el clima en las huertas de manzano de la Sierra 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 un efecto negativo en el proceso de letargo.

Calderón (1998), menciona que la floración del manzano, independientemente de estar ligada a caracteres genéticos y de depender del frío invernal, esta fuertemente influenciada por las temperaturas que se presentan con posterioridad al reposo. Se requiere por lo tanto que los requerimientos de fríos hayan sido satisfechos y que posteriormente a ello existan temperaturas favorables para el crecimiento vegetativo. De esta manera, se entiende que se requiere de cierta cantidad de horas calor en la primavera para que se consiga la plena floración. La necesidad de horas calor para el manzano después de haber terminado su reposo y para llegar a plena floración es de 600 a 800.

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 (Cepeda y Ramírez 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.

Efecto del encalado total en la temperatura del manzano y el rendimiento del manzano.

Nieto (1984), menciona que la pintura blanca refleja la radiación solar e impide el aumento de la temperatura en el tronco, ramas y brotes, evitándose así que exista una disminución de temperatura tan acentuada en la noche; así también contribuye a disminuir la pérdida de agua por las lenticelas.

Treviño (1999), Indica que la reflexión de la radiación solar es de 10 a 15 por ciento 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.

Coutanceau (1971), indica que la insolación excesiva origina que la corteza principalmente del tronco, se despreque y forme bolsas y ampollas debido probablemente a la dilatación excesiva de los tejidos conductores de agua, por lo cual recomienda el blanqueo de los troncos con una lechada de cal espesa, ya que considera que el color blanco refleja los rayos luminosos y evita los daños causados por exposición prolongada al sol.

Mendoza (1990), realizó un experimento con manzano en la región de Arteaga Coahuila, seleccionando ocho individuos con características arbóreas similares; cuatro árboles los cubrió totalmente con hidróxido de calcio y otros cuatro los dejó sin aplicación de este producto. En su estudio reportó una respuesta bien definida de abatimiento de temperatura en la madera de tres años, y un visible aumento en brotación hasta de un 68 por ciento.

Similarmente Ibáñez (1995) en la misma 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 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 y en el invierno terminaba. Sus resultados mostraron una brotación significativa en los tratamientos encalados.

Voz (1982), cita que los daños por insolación excesiva pueden evitarse con la técnica del blanqueamiento de troncos y ramas, que incrementa la radiación solar reflejada y consecuentemente disminuye la temperatura interna de los árboles.

Efecto fisiológico del thidiazuron y su relación con la brotación de yemas y el rendimiento de fruto.

El biorregulador Thidiazuron (nombre común), Dropp (nombre comercial) o N- phenyl-N' -1,2,3 Thidiazol-5 ylurea (nombre químico); es utilizado para defoliar algodón. Las sustancias que se utilizan para

estimular la brotación denominados en el pasado como compensadores de frío, se les conoce en la actualidad como Estimuladores de brotación. Becerril y Rodríguez (1991), Rojas y Ramírez (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.

El frío es el factor determinante para que los árboles rompan el endoletargo (Bidwell, 1993). Por lo tanto, 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 Estrada (1990); Del Real y González (1991), entre otros, 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 %.

Steffens y Stute (1989), reportan una reducción en los requerimientos de frío de diferentes cultivares de manzana, al ser asperjados con

Thidiazurón, tanto antes como después del enfriamiento de las yemas; siendo mas efectivo cuando la aplicación se hizo antes del inicio de la acumulación de frío.

La dosis de aplicación de este producto varía, pero es claro que es un buen promotor del rompimiento del endoletargo en árboles de manzana . La combinación de Cianamida Hidrogenada (Dormex), Thidiazuron y citrolina, estimulan brotaciones de yemas florales hasta en un 100%, no así para el porcentaje de brotación de yemas vegetativas en donde se obtienen porcentajes de brotación bajos Saucedo (1992).

Lugo (1992), menciona que la aplicación de thidiazuron estimula una buena brotación de yemas florales en regiones con deficiente acumulación de horas frío, esto es aplicando una dosis de 28 ppm de thidiazuron + .4% de citrolina; alcanzando hasta un 80% de brotación. Además de que iguala los efectos de brotación de la cianamida hidrogenada.

Características geográficas y climáticas de la sierra de Arteaga.

Coahuila de Zaragoza, estado mexicano que se encuentra ubicado al norte de la altiplanicie Mexicana, tiene como límites al : por el norte con Texas, Estados Unidos de América; por el este con Nuevo León; por el sur con Zacatecas, Durango y San Luís de Potos í, y por el oeste con Chihuahua (Mundolandia 2006).

Debido a su extensión, en Coahuila se distinguen diferentes tipos de climas, dependiendo de la región de que se trate. En la región sureste,

Saltillo y sus alrededores, varía de seco, árido y semicálido a semiseco, semiárido y templado, donde el régimen de lluvias es intermedio. (2)

Al sureste del estado de Coahuila y abarcando la mayor parte del municipio de Arteaga, Coahuila, se encuentra una porción de la Sierra Madre Occidental, en cuyas estribaciones se ubican los cañones de la Carbonera y San Antonio de las Alazanas. En ellos se localizan gran parte de las huertas de manzanos; la altura de esta zona varía entre los 2000 y 2300 m; tiene un clima templado subhúmedo, con lluvias escasas todo el año y alrededor de un 18 por ciento de lluvia invernal. Sus suelos varían de colores claros en los valles a colores oscuros en las partes cercanas a las laderas; su profundidad varía de los 40 a 100 cm en las laderas a más de un metro en los valles (Rodríguez, 1990).

Superficie y rendimientos del manzano en la sierra de Arteaga

A nivel mundial se producen aproximadamente 60 millones de toneladas de manzana al año en una superficie de 5.6 millones de hectáreas, siendo China el principal productor con más de 20 millones de toneladas, seguido por Estados Unidos de América con 5.0 millones. Estos países aportan el 45% de la producción mundial, mientras que México aporta 0.46 millones de toneladas al año (SAGARPA 2005).

En México los estados con mayor superficie y producción de manzana son en orden de importancia Chihuahua, Durango y Coahuila.

Las tendencias nacionales son estables en superficie pero inestables en cuanto a la producción dado a factores climáticos como lo pueden ser las heladas tardías y el granizo entre otros. Debido a que el consumo per cápita de manzana en México aumentó de 3.7 a 7.9 Kg de 1980 al 2000, la importación de manzana a adquirido cada vez mayor auge, ya que la producción nacional no abastece las necesidades de los consumidores en el país, lo que obliga a nuestros productores y empresarios a ser más competitivos, ya que debe satisfacerse primero la demanda del mercado nacional y después buscar posicionarse de mejor manera internacionalmente (SAGARPA, 2005).

La superficie cosechada de manzano para el año 2002 fue de 60,831 ha con una producción de 479,193 ton siendo Chihuahua, Durango, Coahuila y Sonora los principales estados productores (Sagarpa, 2002). En Coahuila, el manzano se cultiva principalmente en el sureste de estado en la región conocida como la sierra de Arteaga en la cual se tiene establecida una superficie de aproximadamente 9000 ha.

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, 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, con coordenadas geográficas de 100° 37' O, 25° 22' N a una elevación de 2280 m. Registros de la comisión nacional del agua (CNA) con sede en Saltillo Coahuila, indican que el clima de la región es semidesértico con lluvias en verano, la precipitación media anual es de 400 a 500 mm, y las temperaturas máximas y mínimas promedio de 31 y 10 °C respectivamente.

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 fueron: sin encalado ni estimulador de brotación (T1) testigo, encalado completo al inicio del

invierno (T2), aplicación de TDZ como estimulador 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), cada árbol represento una unidad experimental.

El encalado al inicio del invierno se aplicó el 3 de diciembre de 2004 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.

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 correspondiente. La aplicación de TDZ como pulsador se realizó en la misma fecha en la que se aplicó el encalado total, y como estimulador de brotación el 2 de marzo de 2005.

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 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 DISCUSION

Rendimiento promedio de frutos

El mayor rendimiento promedio de frutos por árbol (Cuadro 1) se obtuvo con el tratamiento 2 (encalado total al inicio del invierno) y fue estadísticamente superior (Tukey, 0.05) que el obtenido con el tratamiento 3 (aplicación de estimulador de brotación al final del invierno). Esto significa que con el encalado total se puede obtener hasta 10 kg mas por árbol (23.3%) que con la técnica convencional de aplicación de estimuladores de brotación. Pero no solo se observa que la aplicación de estimuladores de brotación al final del invierno (T3) no trae consigo mejores rendimientos si no que se ve reducido en 2.28 kg./árbol (4.31%) con relación al testigo.

Al realizar la comparación múltiple entre medias (Tukey 0.05), también se encontró que los tratamientos 1, 2, 4, son estadísticamente iguales con un rendimiento de 45.12 kg, 47.87 kg, 49.76 kg por árbol respectivamente, pero inferiores al tratamiento 2 con un rendimiento promedio de 52.85 kg/árbol (Cuadro 1)

Cuadro 1. Rendimiento promedio de frutos (kg./árbol) en los tratamientos evaluados en el invierno 2004 -2005, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento Kg./árbol
1	Sin encalado ni estimuladores de brotación (testigo)	45.12 ab ^{&}
2	encalado total al inicio del invierno	52.85 a
3	Aplicación de estimulador de brotación al final del invierno	42.84 b
4	encalado total al inicio del invierno y aplicación de estimulador de brotación al final del mismo	47.48 ab
5	aplicación de pulsador y encalado total al inicio del invierno	49.76 ab

[&] Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

El cuadro 2 presenta los valores obtenidos de los parámetros de calidad de frutos (sólidos solubles totales, firmeza, índice de frutos de primera y segunda); de cada tratamiento, en donde se observan los datos arrojados por el análisis de varianza. Al realizar el análisis de varianza para la variable de calidad de frutos, grados brix, no se encontró diferencia significativa (Tukey, 0.05) para los tratamientos evaluados como se muestra en el Cuadro 2. Los resultados presentan un comportamiento igual entre los tratamientos, por lo que se puede considerar que el contenido de azúcar en todos los frutos de los tratamientos es igual. Al obtener el análisis de varianza para la variable firmeza (Cuadro 2), tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa (tukey 0.05) para ninguno de los tratamientos. Los resultados presentan un comportamiento similar en los distintos tratamientos, por lo que se puede considerar que la firmeza es igual para todos los tratamientos. De igual forma, para la variable índice de frutos

de primera y segunda se encontró que no hubo diferencia estadísticas (Tukey, 0.05) entre los tratamientos evaluados (Cuadro 2).

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.

Cuadro 2. Parámetros de calidad en frutos de manzano cv Golden Delicious, evaluados en el invierno 2004-2005, Jame, Municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Tratamiento	Parámetros de calidad			
	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	0.501 a	0.206 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, 0.05)

CONCLUSIONES

Con base a las condiciones en las que se desarrollo esta investigación, se derivan las siguientes conclusiones.

El encalado total incrementó hasta un 23.3 % el rendimiento de frutos con respecto a la aplicación de TDZ como estimulador de brotación. No hubo diferencia estadística entre tratamientos en las variables de calidad de frutos evaluados (grados brix, firmeza, índice de fruto de primera y segunda). Esto sugiere que el principal del encalado fue en el rendimiento de fruto, sin afectar los parámetros de calidad, lo que también indica que la aplicación del estimulador de brotación no mejoro el rendimiento ni la calidad de frutos.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del encalado completo y la aplicación de Thidiazuron en el rendimiento y calidad de frutos del manzano. El trabajo experimental se desarrollo durante el invierno 2004 - 2005 en una huerta de manzano ubicada en las coordenadas geográficas 100° 37' O, 25° 22' N, en la localidad de Jame Municipio de Arteaga, Coahuila.

Para esto se utilizaron árboles de manzano del cultivar Golden Delicious de ocho años de edad, injertados sobre patrones MM 111 y como estimulador de la brotación se utilizo el producto Thidiazuron, aplicando 3 gm de Thidiazuron y 15 ml de bionex en 10 litros de agua para cubrir los 6 árboles correspondientes. La suspensión para encalar se preparo disolviendo 1 kg de hidróxido de calcio con 15 ml de bionex (adherente) en 10 litros de agua, para cubrir los seis árboles de cada tratamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y seis repeticiones.

Los resultados obtenido en la presente investigación indican que el mayor rendimiento promedio de frutos por árbol se obtuvo con el tratamiento 2 (encalado completo al inicio del invierno) y fue e stadísticamente superior (Tukey, 0.05) que el obtenido con el tratamiento 3 (aplicación de estimulador

de brotación al final del invierno). Esto significa que con el encalado total se puede obtener hasta 10 kg más por árbol (23.3%) que con la técnica convencional de aplicación de estimuladores de brotación.

Al realizar el análisis de varianza para la variable calidad de frutos (grados brix, firmeza, índice de frutos de primera y segunda), se encontró que no hubo diferencias estadísticas (tukey, 0.05) entre los tratamientos, esto significa que el encalado total al inicio del invierno tiene el mismo efecto que la aplicación de TDZ en la calidad del fruto.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. L. 1992 uso de compensadores de frío en manzano y pera I. 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.
- Álvarez, R. 1974 El manzano tercera edición publicaciones de extensión agrícola Madrid. p. 37-38
- Arguello, M. C., 1973 Algunos aspectos sobre la fruticultura de clima templado en México, Escuela Nacional de Agricultura. P. 20 -40
- Becerril, R. A. E., y Rodríguez, A. J., 1991 Uniformización de terminología para los diferentes tipos de letargo en especies frutales. Memorias de IV Congreso Nacional de Horticultura. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. P 226
- Bidwel, R.G.S., 1983. Fisiología vegetal. Editorial A. G. T. México.
- Calderón, A. E. 1989. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. Libro. Editorial Limusa, México.
- Calderón, A. E., 1983. La poda de los árboles frutales. Tercera Edición, Limusa, México.

Calderón, Z. G. 1997 REVENT (Thidiazuron o TDZ) un nuevo estimulador de la floración en el cultivo del durazno. Producción agropecuaria. Folleto informativo. Morelia, Michoacán. AÑO 1. NUM. 8. pp: 6 -7.

Calderón, Z. G. 1996 Desfasamiento de la época de cosecha de durazno. Resumen de la primera reunión estatal sobre el cultivo y manejo del durazno. Los reyes Michoacán. México

Cepeda, S. M. 1978 Identificación de hábitos de alimentación, población y control de seis especies de ratas de campo encontradas en huertas de manzano en el caño de la carbonera. Tesis licenciatura UAAAN saltillo Coahuila.

Cepeda S. M., y Hernández C. F., 1983. Revisión bibliográfica de enfermedades asociadas al cultivo del manzano *Pyrus malus* L.

Cepeda y Ramírez 1993 El manzano segunda Edición. Editorial Trillas. México.

Coahuila. Revisado (4/08/06) en <http://www.banderas.com.mx/coahuila.htm>

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

Del Real, L. J. I. y M., González P. 1991. Comparación de productos Químicos Compensadores de Frío en Manzano en Canatlán, Dgo. 1V Congreso de Horticultura. Saltillo, Coah., México. p. 172.

Estrada P., J. E. 1990. Exploración inicial sobre un producto factor (x) compensador de frío en manzano. Tesis de Licenciatura. UAAAN.

Geografía y clima de Coahuila. Revisado (4/08/06) en:
<http://www.mundoaldia.com/mexico/geoclima.asp?IdEstado=Coahuila>

Gil, S. F. 1999. Fruticultura; El potencial Productivo. Libro; 2 da Edición, Universidad Católica de Chile.

Hatch, A. 1992. Cosecha, selección, empaque y almacenamiento de manzana. Memorias del V ciclo internacional de conferencias sobre el cultivo del manzano. Saltillo Coahuila.

Hernández, C, 1982 Evaluación de cuatro productos fungicidas o observación 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.

Hernández-Herrera, A., A. Zermeño-González, R, Rodríguez-García, y D. Jasso-Cantu. Beneficios del encalado total del Manzano (*Malus domestica Borkh*) en la sierra de Arteaga, Coahuila, México, *Agrociencia* 40(5):577-584

- Ibáñez, M. A., 1995. Aplicaciones de hidróxido de calcio Ca(OH)_2 al manzano y su efecto en la temperatura de las yemas. Tesis de Licenciatura, UAAAN Saltillo, Coah. México
- Juscafresca B. 1978 Árboles frutales, cultivo y explotación comercial. Séptima edición. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp. 246, 251 - 255.
- Kay R. 1993. Fruticultura; ciencia y arte. Libro; A. G. T. Editor, S.A. México.
- Lang, G. A. 1989. Dormancy-models and manipulations of environmental physiological regulation, pp 79-98. In: C. J. Wright (ed.) manipulation of fruiting. Butterworths, London.
- Lugo, M. A. 1992 Evaluación del thidiazuron como estimulador de la brotación en manzano. CV. Golden Delicious. Tesis licenciatura UAAAN Saltillo Coahuila, México.
- Mendoza, G. F., 1990, Efecto del encalado con Ca (OH)_2 en la temperatura de la madera del manzano durante el invierno. Tesis Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México
- Mousdale. D. M., 1984 Seasonal variation and metabolism of abscisic acid in shoot bark and lateral buds of apple (*Malus domestica*) Hort. Abs. 54 (2-3): 538.

Nieto, A R. 1984. Influencia de la pintura blanca en la brotación Floral y vegetativa en manzano. X Congreso nacional, de fitogenética. I T A No 20; Aguascalientes Aguas. México.

Ramírez; R.1993 El manzano segunda Edición. Editorial trillas. México.

Ramirez R. H., y Cepeda S. M. 1993. El manzano. Edit. Trillas; UAAAN; México. 208 p.

Rodríguez, S. J. 1990 levantamiento fisiográfico con énfasis edafológico en Arteaga Coahuila. Tesis de maestría. UAAAN Saltillo, Coahuila.

Rojas, G. M. y Ramírez 1987 El control hormonal del desarrollo de las plantas, Editorial Limusa.

SAGARPA, 2005. Chihuahua, primer productor de manzana . Revisado (4/08/06) en:
http://www.ciad.mx/boletin/sepoct05/Chih_Prod_Manzana.pdf

SAGARPA, 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola Delegación Coahuila pp. 2, 6 y 20

Samishs, R. M., and S. Lavee. 1962. The chilling requirement of fruit trees XVI Th. Intern. Hort. Congr. Edit. Doculot, S.A. Gembloux, Belgique.

Saucedo, G. M. 1992 Efecto de citrolina, Cianamida Hidrogenada y Thidiazuron en la brotación en manzano. (Mallus sylvestris Mill) CV. Golden Delicious. Tesis licenciatura UAAAN saltillo Coahuila.

Steffens G. L. Stute G. W., 1989. Thidiazuron substitución for chilling requeriment in tree apple cultivar. Journal of plant Growth Regulación, Beltsville Agricultural Research center, Beltsville. USA (4) 301-307. pp.

Treviño, L. A. E. 1999. Efecto del encalado total en la acumulación de unidades frío del manzano. Tesis licenciatura UAAAN saltillo Coahuila.

Voz M. J., 1982. Horticultura y fisiología, ecología de árbol frutal y tecnología aplicada. Servicios publicados agrarios. Serie técnica. Misterio de agricultura pesca y alimentación.

Westwood, M. N. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ediciones Mundi - Presa.