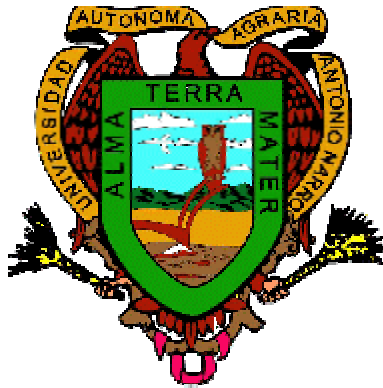


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EVALUACION DE “FROST BLOCK” EN MANZANO COMO PROTECTOR
CONTRA HELADAS TARDIAS**

Por : ABIGAIL SOLIS HERNANDEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo; Coahuila, México

Diciembre 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**EVALUACION DE “FROST BLOCK” EN MANZANO COMO PROTECTOR
CONTRA HELADAS TARDIAS**

POR : ABIGAIL SOLIS HERNANDEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el Titulo de:
Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Dr. Homero Ramírez Rodríguez
Asesor Principal

M.S. Humberto I. Macias Hdz.
Sinodal

Ing. Alfredo Fernández Gaytan
Sinodal

Dr. Reynaldo Alonso Velasco
Sinodal

Mc. Arnoldo Oyervides García
Coordinador De La División De Agronomía

Buenavista, Saltillo; Coahuila, Diciembre 2004

*Para labrar la piedra es necesario
la constancia, la regularidad, la razón
y la igualdad; para derivar
de ellos
la sabiduría, fuerza y unión,
lo cual nos dará una culminación
satisfactoria de una figura,
que será el símbolo de la lucha
constante*

DE UN TRIUNFO MAS

DEDICATORIA

A MI PADRE:

JUVENAL SOLIS HERNÁNDEZ

A MIS HERMANOS:

ULISES

JAVIER

GABRIELA ELIZABETH

ROSENDO

ISAI

A MIS SOBRINOS:

REINA ELIZABETH

BRAYAN

ELIAS

RAUL

A MIS ABUELOS PTERNOS: JUANITA Y ROSENDO

A MIS TIAS (OS): SOFIA, ROSARIO, MAXIMINA, DAVID,
HERMILO, JORGE, JUAN Y MI PRIMA PATI.

AGRADECIMIENTO

A DIOS: Por permitirme realizar esta meta, a ti doy gracias sin olvidar ninguno de tus beneficios, por que eres quien corona de favores y misericordia.

A MI “ALMA MATER” Por abrirme sus alas y en ellas refugiarme hasta la culminación satisfactoria de mi carrera.

A MI PADRE: Por ser el hombre más importante en mi vida, por ser padre y madre y el mayor de mis ejemplos, para usted mi más sincera admiración y respeto. Gracias por el apoyo para lograr una meta más en mi vida.

A MIS HERMANOS: Por ser parte de mi vida y por estar siempre al pendiente de mi; Dios los bendiga y nos mantenga unidos siempre.

A LA FAMILIA SOLIS HERNÁNDEZ: Por el cuidado y apoyo desde mi niñez hasta la culminación de esta meta, ¡gracias ! este triunfo también es de ustedes.

A LA FAMILIA OLIVER MALDONADO: Gracias por su cariño, confianza, consejos y apoyo que me han brindado siempre.

AL DR. HOMERO RAMÍREZ RODRÍGUEZ: Por el apoyo incondicional y los sabios consejos para la elaboración de esta investigación.

A MIS MAESTROS: Por ser el perfil de mi formación académica, si ellos esto no seria posible.

A mis amigos (as): Gracias por su amistad y por compartir tantos momentos lindos conmigo. Rosi, Yeni, Ade, Juanita, Rosa, Marisela, Lucia, Elizabeth, Julio, Rodolfo, Jeset, Nico, Eduardo, Manuel, Adrián, Hermes, Juan Pablo, Jorge, Francisco, Arturo, Juan Carlos, Armando, Felipe, Octavio y a Silvino.

Y a todos los compañeros de la generación 98 los llevare en mi recuerdo.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS.....	3

REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen del cultivo.....	4
Clasificación taxonómica.....	4
Características botánicas.....	5
Requerimientos climáticos y edáficos.....	6
Generalidades de las heladas.....	9
Tipos de heladas.....	10
Advección.....	10
Radiación.....	10
Evaporación.....	11
Mixtas.....	12
Blancas y.....	12
Negras.....	12
Daños producidos por heladas.....	13
Factores que influyen en una helada.....	16
Métodos de defensa contra heladas.....	16

MATERIALES Y METODOS	21
Localización geográfica.....	21
Descripción del material experimental.....	22
Diseño experimental.....	22
Aplicación de Frost Block.....	23
Recolección de ramilletes.....	23
Manejo de las muestras en el laboratorio.....	24
Variables.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION	25
Porcentaje de flores vivas a -1.1 °C.....	25
Porcentaje de flores vivas a -2.2 °C.....	27
Porcentaje de flores vivas a -3.3 °C.....	28
CONCLUSIONES	31
LITERATURA CITADA	32
APÉNDICE	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de Frost Block en flores de manzano Cv. Golden Delicious sometidas a -1.1°C	26
Figura 2. Efecto de Frost Block en flores de manzano Cv. Golden Delicious sometidas a -2.2°C	27
Figura 3. Efecto de Frost Block en flores de manzano Cv. Golden Delicious sometidas a -3.3°C	29
Figura 4. Típico daño observado en flores de manzano cuando estas fueron sometidas a un rango de temperatura de -1.1 a -3.3°C	36

RESUMEN

Este trabajo se realizó durante el periodo abril – mayo, 2003 en la huerta Guadalupe en Huachichil en el Mpio. de Arteaga y en los laboratorios pertenecientes a la fundación PRODUCE ubicados en el mismo municipio. Esta investigación se hizo con el propósito de evaluar la respuesta de las flores de manzano Cv. Golden Delicious tratadas con “Frost Block” como protector de heladas tardías.

El diseño utilizado para la realización de esta investigación fue completamente al azar con 3 tratamientos y tres repeticiones.

La aplicación de “Frost Block” se realizó durante la mañana del día 27 de abril de 2003 a razón de 10 L / 1000 L de agua con la ayuda de una aspersora de tiro esto para los lotes tratados y el testigo solo fue asperjado con agua, dicha aplicación se hizo cuando los árboles presentaban el 80 % de floración; seis horas después del tratamiento se recolectaron los ramilletes florales y se trasladaron al laboratorio donde se sometieron a temperaturas de -1.1°C , -2.2°C y -3.3°C , para posteriormente evaluar su efecto a los 1, 4 y 7 días después de la aplicación del producto, en la viabilidad de las flores.

Los resultados obtenidos reflejan que la aplicación de “Frost Block” protege a las flores cuando son sometidas a -1.1°C y -2.2°C . El efecto del producto en la protección disminuyó cuando las flores permanecieron a una temperatura de -3.3°C en los diferentes periodos de tiempo establecidos.

INTRODUCCIÓN

En México, el manzano es la segunda especie frutal caducifolia en explotación más importante después de la vid, en 1983 se reportan que la superficie cultivada es de 50 000 ha (Larios 1995) destacando como principales productores el Edo. De Chihuahua, Durango y Coahuila, aunque estados como Puebla, Sonora, Nuevo León, Zacatecas, Hidalgo y el Edo. De México también participan pero en menor escala. (Ramírez 2001).

El manzano es un frutal que se desarrolla en climas templados y fríos; donde las condiciones para el desarrollo a veces son perjudiciales para las especies cultivadas ya que se ven afectados por el aire seco, altas y bajas temperaturas por debajo de su margen de tolerancia y su producción estará determinada por las condiciones tanto climáticas como edáficas de la región siendo las condiciones climáticas (presencia de heladas) una de las principales razones en la disminución de la calidad y la producción.

Los intentos por proteger a los cultivos de los daños causados por heladas a sido constante desde la antigüedad en lugares templados y fríos donde se corren riesgos de heladas en invierno como en la primavera, debido a esto la diversidad de cultivos a establecer se limita. Las heladas pueden causar daños muy severos en los frutales de tal manera que pueden llegar a ocasionar pérdidas de hasta el 100 % de la producción en una región.

La mayor parte de las pérdidas se reflejan en la cosecha y estas se deben a los fenómenos meteorológicos relacionados con la disponibilidad del agua y la variación de la temperatura; el efecto de las heladas depende de la etapa fonológica, del nivel de temperatura mínima que alcanzan los tejidos durante el fenómeno, del grado de crecimiento y el periodo de tiempo que las plantas estén sometidas a las bajas temperaturas (Carrillo et al. 1993).

En un trabajo realizado se buscaron mecanismos de resistencia al frío y a los cambios fisiológicos ocurridos en el plasmolema de las células de las plantas al acercarse el invierno y esto consistió en el paso de una solución a estados de gel por la síntesis de proteínas solubles en el agua, cuyo efecto protege y proporciona tolerancia a la deshidratación de los tejidos (Tumanov 1967), así como la presencia de proteínas de choque (Sabehat *et al.*, 1998) y anticongelantes contribuyen también a reducir los daños causados por las bajas temperaturas (Xiao – Ming y Griffith, 1999).

Debido a los daños causados por la disminución de la temperatura en la primavera y en busca de una solución para los productores que son afectados por estas condiciones se decide probar “**Frost Block**” para proteger las yemas florales en las huertas de manzano.

OBJETIVO

Estudiar la respuesta de las flores de manzano tratadas con “Frost Block” mediante la manipulación de diferentes temperaturas en diferentes periodos de tiempo.

HIPÓTESIS

La aplicación de “**Frost Block**” protege a las flores de manzano cuando se presenta una helada tardía.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen

En la actualidad se cree que el manzano es originario del suroeste de Asia; se dice en algunas literaturas que los Griegos y los Romanos solamente desarrollaron y mejoraron este cultivo gracias a su tecnología. En otras publicaciones revelan que el origen de manzano *Malus pumila* L. Es Transcaucasia Central; mientras que el Asia central se originaron el *Malus sylvestris* L. Y el *Malus iedzwerzhiana* L. Este frutal se introdujo en América , a principios de 1600 por pobladores Europeos (Ramírez 2001).

Clasificación taxonómica (Sinnot y Wilson, 1975).

Reino:	Vegetal
División:	Traqueófitas
Subdivisión:	Pteropsidas
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotiledóneas
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Genero:	<i>Pyrus</i>
Especie:	<i>malus</i>

Características botánicas

El manzano es un árbol que posee una altura 6 hasta 10 m, tronco es tortuoso y tienen ramas gruesas sin espinas, copa ancha y poco regular (Ramírez 2001).

Raíz:

Es típica, rastrera, ramificada, con una longitud que va de 3 –8 m con derivaciones secundarias extendidas y una masa de raicillas formando la cabellera donde se encuentra la cofia y pelos absorbentes y alcanzan una longitud vertical de 1.5 a 2.0 m y una longitud horizontal de 3 a 6 m.

Tallo:

Es herbáceo y efectúa cierta función fotosintética, función que posteriormente pierde al hacerse leñoso y constituirse en el tronco definitivo, presenta corteza cubierta de lenticelas, lisa, unida, de color verde cenicienta sobre las ramas y escamoso y gris pardo sobre las partes viejas. La altura es varia de 2.5 a 6 metros.

Hojas:

Son Caducas, alternas y acuminadas. De color verde oscuro por el haz y leñoso y blanquecino por el envés y lo doble de largo que el pecíolo, de 4 –8 nervios alternados y bien desarrollados. Estos órganos están formados por el pecíolo y el limbo, y presentan en su base un pequeño órgano llamado estipula, de color verde; el haz no presenta estomas, ya que estos solo están en el envés.

Inflorescencia:

Es un corimbo formado de 3 – 8 flores, , cada botón floral tiene en su base dos yemas de madera; los botones florales pueden ocupar una posición lateral sobre la madera de 2 años o una posición terminal en la ramilla de 2 años. Las flores son pentámeras, presentan heterostilia, el ovario cinco alvéolos formados por la testa y el tegumento (Ramírez 2001).

Fruto:

Pomo, por lo general sin células pastosas, posee un cáliz persistente (Larios 1995).

Requerimientos Climáticos y Edáficos

El manzano prospera en una gran diversidad de lugares desde zonas templadas hasta zonas tropicales. Este cultivo se adapta a diferentes tipos de suelo, pero el mejor para su desarrollo es el migajón arenoso o franco, bien estructurado, profundo, con buen drenaje y bien aireado, ligeramente ácido, pH óptimo para el desarrollo es de 6.5- 6.8 .

El manzano requiere de la acumulación de horas frío para su desarrollo durante el invierno para alcanzar una floración sin problemas en primavera. Se ha considerado que para acumular hrs. frío la temperatura debe estar entre 0-7.2 °C. La cantidad dependerá del Cv. La presencia de heladas durante la primavera cuando el manzano está en la etapa de floración este es un factor limitante en el establecimiento de la huerta y el futuro de la misma.(UAAAN)

El límite de temperatura varía de acuerdo al estado fisiológica; la flor muere cuando la temperatura permanece por más de una hora a -3°C , cuando la flor se encuentra en punta plateada, a -2°C cuando esta en botón rosado, a -1.5°C en división de botones y a -1°C desde caída de pétalos hasta cuajado.

Cv Golden Delicious

Origen

Esta variedad procede de semillas y se encontró en Estados Unidos por casualidad en los huertos de A. H. Mullins en Windfield, West Virginia.

Descripción del árbol

1. Porte erguido o semi erguido
2. Vigor mediano
3. Fructificación abundante o muy abundante
4. Formas recomendables: libre, semilibre y empalizada
5. Formas adaptadas: palmeta oblicua, vaso empalizado y formas adaptadas.

Descripción de las ramas

1. Es largo, delgado, color verde con marrón.
2. Lenticelas pequeñas alargadas, muy numerosas y bien visibles, color claro.
3. Yemas pequeñas a medianas, aplastadas, triangulares y poco tomentosas.
4. Entrenudos medianos, de 30 – 35 mm o más.
5. Hojas: limbo mediano o grande, alargado, relativamente ancho con dientes bastante regulares. Pecíolo mediano, grueso, verde, coloreado de rojo en su cara inferior y en su base, estípulas medianas.
6. Flores medianas color rosa.
7. Época de floración de fines de marzo al 25 de abril, según clima y altitud.

Descripción del fruto

1. Es de mediano a grande, alargado, de forma cilíndrica.
2. Piel fina, lisa algunas veces rugosa a causa del arrosado, verde y coloreada de amarillo o de rojo en la parte soleada, con números puntos bien visibles.
3. Cáliz mediano, inserto en una cavidad ancha, dilatada y regular.
4. Pedúnculo grande, delgado, inserto en una cavidad pequeña, profunda, dilatada y regular.
5. Carne blanca o verdosa, fina, tierna, azucarada, poco agria y muy jugosa, calidad muy buena.

6. Maduración y recolección de principios de septiembre a 15 de octubre.
7. Polinizadores: Jonared, Stark Jongrimes, Notario, Starkimson, Freyberg, Orange red, Jonathan, Reina de reinetas, Winesap.

Esta es la mejor variedad. Se adapta a todos los climas y es muy fértil. Son imprescindibles los aclareos, ya que de otra manera puede resultar alternante. Es sensible al moteado de las hojas y a la cenicilla de los frutos jóvenes.

Generalidades de las heladas

Se denomina helada en fruticultura al evento climático en el cual la temperatura ambiental que rodea al vegetal o a un órgano vegetal aéreo. Esta bajo los rangos que permiten la actividad normal de la planta. Comúnmente una helada esta asociada al concepto de temperatura ambiental inferior a 0 °C. Ya que es a esta temperatura a la cual el metabolismo de un vegetal comienza a hacerse más lento y por otra parte es la temperatura a la cual comienza al agua en estado liquido a cambiar a su estado sólido; por otra parte el concepto de helada esta íntimamente relacionado al de congelación, ya que a temperaturas inferiores a los 0° C cualquier tejido empieza a congelarse (Toledo 2002).

Tipos de heladas

Las heladas se pueden clasificar tanto por la época en la que se presentan, como por su origen. En el primer caso, las heladas se pueden subdividir en a) heladas de otoño o tempranas. b) heladas de invierno. c) heladas de primavera o tardías (siendo las más peligrosas).

De acuerdo a su origen tenemos:

Heladas por advección:

Se presentan en una región cuando esta es “invadida” por una masa de aire frío cuya temperatura es inferior a 0° C. Este tipo de heladas se caracteriza por la presencia de vientos con velocidades iguales a superiores a los 15 Km. / hr. La invasión de la masa de aire frío estará usualmente asociada al tiempo de nublado y con viento seguido de ausencia de nubes, disminución de vientos y aire seco. Las noches siguientes son claras frías y sin nubes por lo que la pérdida por radiación se incrementa (Almaguer 1997).

Heladas por radiación

Este tipo de heladas se origina por la pérdida de calor que los vegetales y el suelo presentan cuando emiten energía hacia la atmósfera durante la noche.

Esto se puede explicar considerando que todos los cuerpos tienen la propiedad de emitir y recibir radiaciones térmicas y si la temperatura de un cuerpo es mayor que la del ambiente que lo rodea, sufrirá un enfriamiento (Mendoza 1979).

Las heladas primaverales suelen producirse en las noches con calma, con el cielo despejado y poco viento. Se llama heladas de radiación porque el calor es desprendido por el suelo y las plantas hacia la atmósfera despejada, lo que hace que bajen las temperaturas en la superficie del suelo. Como las temperaturas bajan, el aire frío se acumula en los valles y como hay ausencia de viento no se dispersa. Cuando más larga y dura sea la helada, más espesa será la capa de frío. Las heladas de radiación son las más importantes y peligrosas en la mayoría de las regiones de producción frutícola en las zonas de clima templado. (Jackson y Looney 2003).

Heladas por evaporación

Se producen cuando se presentan corrientes de aire que propician la evaporación del agua que está sobre el follaje. Se produce la helada debido a que el agua para evaporarse necesita 800 calorías por centímetro cúbico, las cuales son aportadas por la planta y por esta razón es que se produce el daño (Almaguer 1997).

Heladas mixtas

Se denomina de este modo a aquellas heladas que se producen simultáneamente por el vuelco de aire frío y la pérdida de calor del suelo por irradiación.

Dependiendo de la presencia de humedad podemos tener dos tipos de heladas.

Heladas blancas

Se produce cuando la temperatura desciende por debajo de los 0°C y se forma hielo sobre la superficie de las plantas. Este tipo de heladas se produce con masa de aire húmedo. Además la presencia de viento es poca y cielos despejados favorecen su formación.

Heladas negras

Se produce cuando la temperatura tiene un descenso por debajo de 0°C y no va acompañado de la formación de hielo. Su designación responde a la visualización de la coloración que adquieren algunos órganos vegetales debido a la destrucción causada por el frío. Este tipo de helada se produce cuando la masa de aire es seca.

Daños producidos por las heladas

Los daños causados a los cultivos serán dependiendo de la época en la que se presente la helada. En general, en el invierno la planta esta en período de reposo vegetativo y los efectos son poco perjudiciales, aunque las temperaturas mínimas alcanzadas sean mucho menores. Más sin embargo las heladas primaverales o tardías , aunque por lo general menos intensas que las de invierno, si pueden causar daños importantes.

Más sin embargo, cuando en primavera empiezan a crecer las hojas y los botones florales, las temperaturas por debajo de 0°C puede provocar daños. Las consecuencias económicas de los daños por helada pueden ser muy graves. Una helada muy fuerte puede destrozar todos los frutos e incluso una helada suave puede reducir considerablemente la cosecha. (Jackson y Looney 2003).

A nivel celular

El congelamiento de las células puede ocurrir de dos formas principalmente.

Intracelular

1. ocurre muy rara vez en la naturaleza
2. resulta del congelamiento rápido.
3. es siempre fatal, con daño físico como rotura de membranas.

Extracelular

1. ocurre en todas las plantas en climas templados durante las heladas.
2. resulta del congelamiento lento.
3. puede o no haber daño, dependiendo de las temperaturas.

A nivel de órgano

Una de las etapas fenológicas más susceptibles a las heladas es la floración, estos órganos cuando se encuentran abiertos son mas resistentes a las bajas temperaturas que los frutos recién formados. En el momento de la diferenciación floral, cuando empieza a apreciar el color de los pétalos estos pueden ser dañados. Sin embargo en plena floración, el ovario de la flor puede abortar si las temperaturas están por debajo de -2 o -3°C y si están formándose los frutos las temperaturas por debajo de -1 o -2°C pueden causar daños o echar a perder el fruto. Los óvulos también son afectados por el frío, pudiéndose observar los daños como una coloración café. Los frutos pequeños pueden mostrar también agrietamientos corchosos verticales en sus costados y a veces abultamientos, que pueden perdurar hasta que el fruto madure (Almaguer 1997).

Las yemas de las flores son las más afectadas por las heladas primaverales, las yemas vegetativas y los brotes jóvenes suelen resistir más, salvo en especies sensibles en las que puede llegar a morir el brote, rebrotando unos días más tarde por las yemas laterales. En el estado fonológico de la floración de manzano la etapa de yema cerrada y plateada es más resistente que en el estado de botón verde (flor envuelta en los sépalos), y éste más resistente que el estado de flor abierta (estado en el que se puede afectar más fácilmente el gineceo, al estar menos protegido por las cubiertas florales). La sensibilidad máxima se da con el fruto recién cuajado. Una vez formado el fruto la resistencia aumenta al crecer el fruto (Almorox 2001).

Si la helada se produce en el estado de botón verde o rosa, la yema se puede abrir con apariencia normal; pero en realidad la flor es estéril y no cuaja el fruto. Si la helada es fuerte se puede dañar en pedúnculo de forma que la yema no abre y se desprende. Si la flor queda estéril se marchita y no se forma el fruto, salvo en el caso de especies partenocárpicas. En los casos en los que la helada se produce cuando ya ha sido formado el fruto los daños depende de la intensidad del frío y del tamaño el fruto. Cuando el frío es poco intenso, o el fruto esta bien desarrollado, puede causar solo daños epidérmicos, en otros casos en daño puede penetrar en el mesocarpio de forma que se obtiene un fruto deforme afectado a la calidad comercial final (Almorox 2001).

En ramas y troncos se presentan hendiduras que se producen, sobre todo cuando el tejido está en actividad y se presenta la helada, lo que comúnmente ocurre con algunas especies perennifolias.

Los daños en las plantas dependen también de factores tales como: especie, cultivar, órgano expuesto, etapa fenológica, contenido hídrico de la planta, intensidad y duración de la helada y temperatura de la planta, así como el tiempo de exposición a las heladas, los periodos cortos pueden no causar daños pero si el tiempo de exposición es de 30 minutos o más, lo más seguro es que cause daño. (Almaguer 1997).

Factores que influyen en una helada

1. Nubosidad
2. Velocidad del viento
3. Humedad relativa
4. Laboreo del suelo
5. Pendiente
6. Especie y Variedad

Métodos de defensa contra heladas

Las inversiones de todo un año pueden verse destruidas si una noche se produce una helada tardía durante la floración de los frutales. Al ser cada día mayores las plantaciones en régimen intensivo, las medidas protectoras contra las heladas tienen que ser igualmente más eficaces.

Se distinguen dos tipos de métodos para controlar las heladas en la agricultura: los métodos pasivos y los activos.

Métodos pasivos

Son aquellos manejos culturales que están directamente enfocados a bajar a atenuar los daños por bajas temperaturas.

- a) Evitar el cultivo de especies o variedades sensibles a las bajas temperaturas, en zonas en donde existen posibilidades muy altas de que ocurran heladas.
- b) Elegir variedades resistentes y de mayor altura, para evitar el contacto de las flores con el aire frío cercano al suelo.
- c) Las especies sensibles, no deben de plantarse en depresiones. Preferir en estos casos los faldeos más cálidos.
- d) Cuando exista una barrera, por ejemplo una cortina rompevientos demasiado densa, el peligro de helada es mayor hacia el lado de arriba de la pendiente.
- e) Evitar la siembra de las praderas, cereales, arbustos o viveros en las cercanías de un huerto frutal. Estos actúan como aislantes del flujo de calor del suelo, aumentando así los riesgos de daño por heladas en cultivos bajos.
- f) Evitar el laboreo excesivo del suelo. De ser así se forma una capa de suelo suelta, que actúan como aislante de calor que fluye desde las capas más profundas del suelo hacia la superficie.
- g) Mantener e lo posible el suelo libre de malezas, sin moverlo y no dejar mucha paja u otro material sobre el suelo.

- h) Un buen manejo de la nutrición vegetal, de este modo la concentración en el interior de la célula, permiten un descenso en el punto de congelación, es decir se necesitan temperaturas más bajas para congelar el agua. Esto se logra incorporando a la célula solutos por medio de fertilizaciones.
- i) Aplicación al follaje de bactericidas o antibióticos. Estos productos evitan la nucleación de bacterias. Estos microorganismos en conjunto forman colonias sobre el follaje de los vegetales, estos núcleos son puntos de acumulación y absorción de agua, produciendo una evaporación de este líquido en el momento de la helada, con lo que se produce una pérdida energética debido al cambio de estado del agua (Toledo 2002).

Controles activos

Son aquellos métodos aplicados al comienzo y durante la ocurrencia del fenómeno climático. Al principio de estos métodos es muy simple: la helada se debe a un descenso de las temperaturas, por lo tanto debemos evitar el enfriamiento. Para evitar una helada es suficiente, en teoría, aportar a la superficie del suelo una energía igual a aquella perdida por dicha superficie.

Formas de provocar calor el calentamiento del aire

- a) **Humedad del suelo:** aumenta la capacidad calórica del suelo y su conductividad térmica.

- b) **Mezcla mecánica de aire:** consiste en mezclar, con ayuda de grandes hélices, el aire frío cercano al suelo con el aire cálido de las capas atmosféricas más altas.
- c) **Protección por interrupción de la radiación:** consiste en evitar las pérdidas por radiación usando algún tipo de cubierta sobre la vegetación.
- d) **Calentamiento del aire que rodea la planta:** consiste en calentar el aire frío que rodea a la planta, ya que este es el que provoca el enfriamiento de los vegetales. Uno de los métodos más utilizados es encender quemadores de petróleo, 100 a 300 /ha. Otra alternativa es el uso de agitadores de aire caliente o los quemadores de gas.
- e) **Aspersión de agua:** el uso de aspersión con agua para luchar contra las heladas, aprovecha la liberación de calor que se produce al congelarse el agua (80 cal / g). Al colocar una pequeña película de agua sobre una hoja u órgano que se esta enfriando, la energía liberada al congelarse es aprovechada por el vegetal. Si la aspersión se mantiene constante, durante el periodo de temperaturas bajas, hasta que el hielo se haya fundido por la acción del sol, la temperatura de la hoja u órgano no descenderá de 0°C. Es importante tener en cuenta que si trata de un cultivo con ramas finas, el peso de hielo puede romperlas. La aspersión debe comenzar en el momento que la temperatura baje de 1°C y debe mantenerse sin interrupción hasta después de la salida del sol, de modo que el calentamiento de la atmósfera compense la absorción de calor producida por la fusión del hielo (Toledo 2002).

Protección química

Debido a los altos costos de protección convencional, tales como maquinas de viento, irrigación y calentadores de la huerta han aumentado, seria benéfico el uso de algunos productos químicos comercialmente aceptable o el método biológico para el control.

Se ha propuesto el uso de diversos productos químicos con diferentes efectos para reducir el daño de las heladas (cobre, zinc, anticongelantes, bactericidas, amino ácidos, etc.). Con ellos se a buscado mejorar el “ endurecimiento o resistencia al frío, evitar el crecimiento de cristales de hielo, bajar el punto de congelación del agua, eliminar las bacterias que son núcleos de condensación del agua y formación de cristales de hielo o retrasar el desarrollo de las plantas (Novoa 2003) .

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica

El presente trabajo se realizó durante el periodo abril-mayo del 2003 en laboratorio y campo. El material vegetal se recolectó en la huerta Guadalupe en Huachichil Mpio. de Arteaga, ubicado en el sureste del estado de Coahuila en el Km. 51 de la carretera 57 (Saltillo-México), a 25°27' 0" latitud norte y 100° 51' 0" longitud oeste, con una altitud que varía de 1 600 a 2 600 msnm.

El laboratorio donde se desarrolló el experimento está ubicado en el mismo Municipio y este pertenece a la Fundación PRODUCE.

Clima

El clima es BW (h, w (e)) donde BW = seco extremoso, w = lluvias en verano, (e) = clima muy extremoso, h = gran número de heladas; y la precipitación pluvial es de 550 mm. La temperatura media anual es de 14 °C, con una máxima de 36°C y una mínima de – 8° C. Presenta un gran número de heladas al año 74 en promedio.

Suelo

El tipo de suelo predominante es el luvioso (LK₃) de textura fina siguiéndole el castañocem cálcico (KK₂) de textura media.

Descripción del material experimental

1. Material vegetal (flores del Cv. Golden Delicious).
2. Frost Block (Material Yugoslavo de origen natural hecho a base de extractos de varias especies).
3. Tween 20 (surfactante)
4. Cuarto frío (T° estrictamente controlada).
5. Aspersora
6. Papel húmedo absorbente
7. Nieve seca
8. Hielo
9. Vidrio de alta capacidad
10. Base plástica

Descripción de los tratamientos

Diseño experimental

Las muestras de cada lote por tratamiento fueron ordenadas para esta evaluación en el laboratorio en un diseño completamente al azar, tres tratamientos y tres repeticiones.

Las evaluaciones del efecto de la T° sobre los tejidos florales fue evaluada a 1, 4 y 7 días después de la aplicación de Frost Block; las temperaturas de exposición fueron -1.1 , -2.2 y -3.3 ° C.

Aplicación y manejo del experimento

Aplicación de Frost Block

Para llevar a cabo este experimento la huerta de aproximadamente 2.5 ha de Cv. Golden de Delicious se dividió en 7 lotes asperjando solo a 6 de estos con el producto y el lote restante solo se le aplicó agua.

La aplicación de “Frost Block” se realizó el día 27 de abril por la mañana temprano, este producto se aplicó a razón de 10 L / 1000 L de agua / ha, agregando 1 litro de Tween 20 a la solución.

Dicha aplicación se realizó con una aspersora de tiro de tractor con una cobertura equivalente a 1000 litros /ha. Esto se hizo cuando los árboles presentaban el 80 % de floración.

Recolección de ramilletes

Seis horas después de asperjar se procedió con el muestreo de las flores, las cuales fueron cortadas en ramilletes al azar de los lotes tratados y el lote testigo. Estas muestras se protegieron con papel húmedo absorbente y colocadas en nieve seca con hielo a una temperatura promedio de 12 °C esto para evitar la deshidratación.

Manejo de las muestras en el laboratorio

El material vegetal obtenido fue inmediatamente trasladado al laboratorio de la fundación PRODUCE y las muestras fueron colocadas en cuartos fríos a las diferentes temperaturas (-1.1, -2.2 y -3.3 ° C). Los ramilletes florales de cada lote tratado y el testigo se ordenaron en el refrigerador en un diseño completamente al azar para ser evaluadas a 1, 4 y 7 días a la temperatura señalada. Para cada evaluación se tomaron 40 flores de cada lote.

Variables

La variable evaluada es:

- Porcentaje de flores vivas a -1.1° C
- Porcentaje de flores vivas a -2. 2° C
- Porcentaje de flores vivas a -3. 3° C

Esta variable fue evaluada el 28 de abril, 1 y 5 de mayo, según los días después de la aplicación del tratamiento 1, 4 y 7 días respectivamente, esto se realizó con la ayuda de un vidrio de alta capacidad (tipo lupa) y una base plástica para ayudar a la visualización de las partes de la flor, dañadas por el frío. Las partes florales observadas fueron pétalos, pistilo, estambres y saco embrionario. Al observar que los estambres y el saco embrionario presentaban tejidos necróticos se consideró a la flor como muerta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de flores vivas a -1.1°C

Los análisis de varianza realizados para determinar el % de flores vivas (Figura 1), mostraron que si existe diferencia significativa; la comprobación de estos análisis se hizo mediante la prueba de medias de Tukey al .05%.

Observando que los lotes tratados presentaron mayor cantidad de flores vivas en comparación con el testigo, cabe mencionar que el testigo en las observaciones correspondientes a 1,4 y 7 días después del tratamiento respondieron en forma similar a la temperatura que fueron sometidas, con 60 % flores vivas en las 3 observaciones. Las flores de los lotes tratados muestran que el efecto es homogéneo entre ellos respondiendo en forma positiva a la acción de este producto el cual protege el saco embrionario en 96, 99 y 93 % a 1,4 y 7 días después del tratamiento respectivamente.

Esta investigación coincide por la realizada por Anónimo (2000) donde muestra que cuando se aplica un producto con características similares a las del presente trabajo aplicado para la protección de heladas muestra una protección significativa sobre el testigo que es solamente rociado con agua cuando la intensidad y la duración de la helada es muy pequeña y más aún si la temperatura registrada esta por encima de los rangos que la planta tolera, entonces los órganos presentarán solo daños leves que no causaran la muerte de la flor.

Guerrero et al (1999) nos dice que al aplicar pf A-506 en las yemas florales de manzano y sometidas a bajas temperaturas presentan un porcentaje de daños menor (24 %) que el testigo (80%) cuando la flor se encuentra completamente abierta (rosa completo).

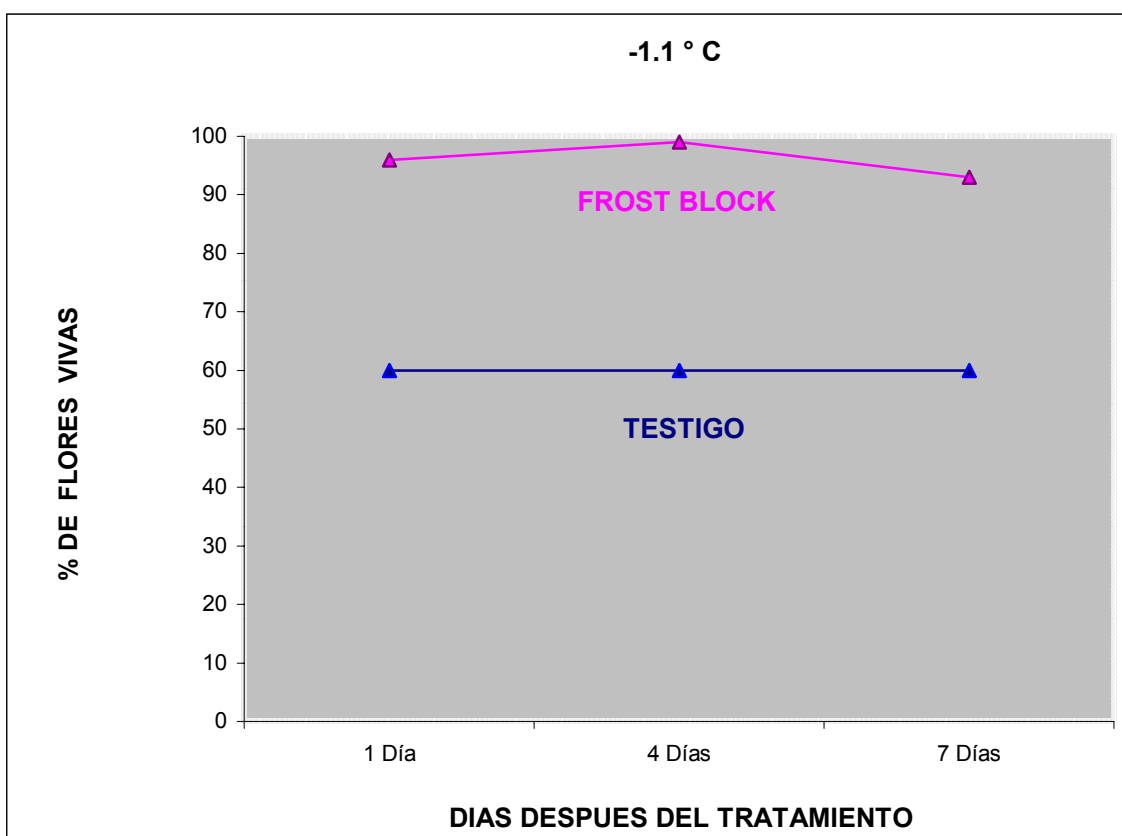


Figura 1. Efecto de Frost Block en flores de manzano Cv. Golden Delicious sometidas a -1.1 °C. (Tukey al 0.5).

Porcentaje de flores vivas a -2.2°C

Al efectuar los análisis de varianza correspondientes se encontró una diferencia significativa.

Analizando los resultados gráficamente (Figura 2), se observa que a 1 día después del tratamiento el 92 % de las flores permanecen vivas, mientras que el testigo solo el 10 %. Más sin embargo, podemos observar que a los 4 y 7 días los lotes tratados presentaron 94 y 85 % de flores vivas respectivamente, el testigo por otro lado mostró un porcentaje bajo de flores vivas. 4 días después del tratamiento presentó un 30 % y para los 7 días mostró un 18 % de flores vivas.

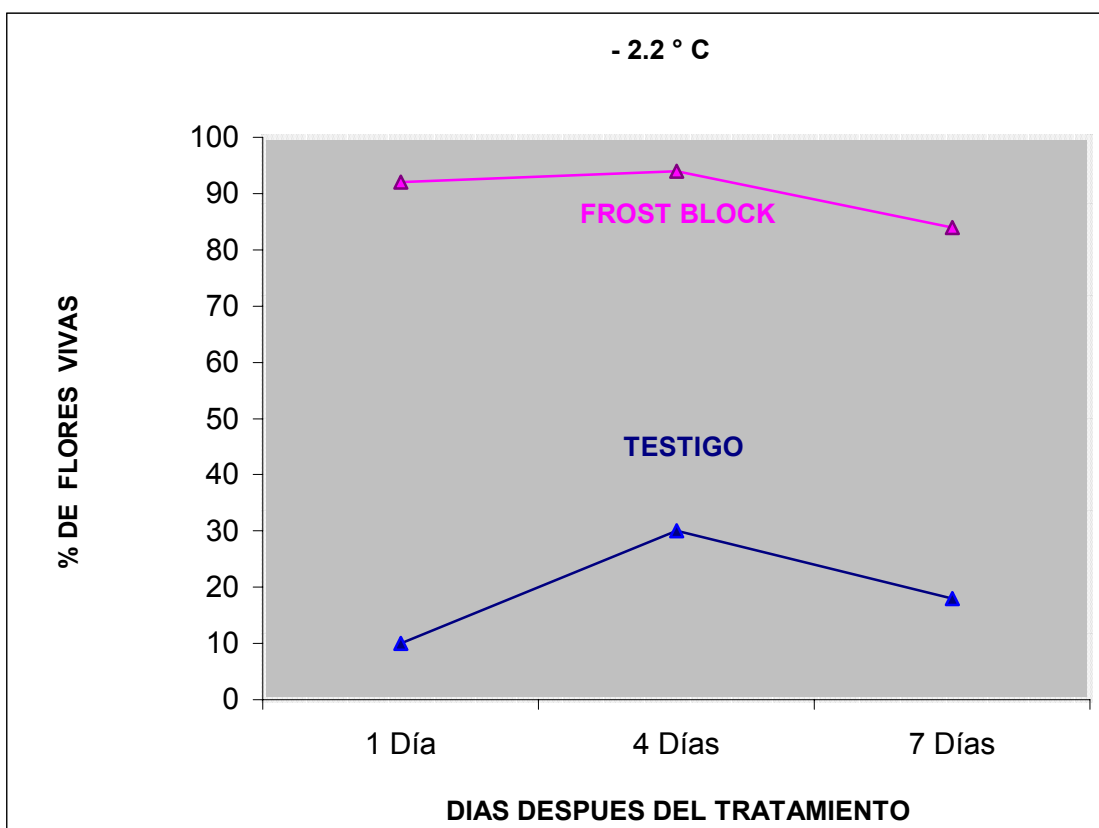


Figura 2. Efecto de Frost Block en flores de manzano Cv. Golden Delicious sometidas a -2.2°C . (Tukey al 0.5).

Estos resultados concuerdan con lo que reporta Anónimo (2000) donde menciona que el daño estará determinado por el tiempo de exposición a la que se someten las flores o esta expuesta la planta a las bajas temperaturas; cualquier órgano sometido por un periodo largo de tiempo mostrará daños severos si este no recibe protección anticipada y viceversa.

Andrews *et al* (1983) al estudiar el análisis térmico diferencial y los daños por congelamiento en durazno la temperatura, encontraron que conforme disminuye la temperatura se incrementa el porcentaje de flores dañadas.

Porcentaje de flores vivas a -3.3°C

Los análisis de varianza para esta variable reportaron una diferencia significativa; por lo tanto podemos decir que la disminución de la temperatura por debajo del punto crítico que la flor soporta provoca en su mayoría la muerte o daños severos mermando la producción.

Podemos observar en la Figura 3 que 1 día después del tratamiento a esta temperatura ninguna flor sobrevivió en testigo; más sin embargo el lote tratado con Frost Block presento un 72 % de flores con vida. A 4 días después el testigo presentó solo el 18 % de flores vivas y el lote tratado un 82 %. 7 días después como se esperaba el testigo y los lotes tratados mostraron un porcentaje muy bajo de flores vivas siendo de 35 % para los lotes tratados y el 8 % para el testigo.

Podemos agregar a estos resultados que esta temperatura está por debajo de lo que soportan las flores de manzano, cabe mencionar que en algunos casos el testigo presento 0 flores vivas y en otros casos algún porcentaje; esto es debido a que el ramillete que se evaluaba presentaba un estadio de yema floral más resistente temperaturas frías que estadio de flor completamente abierta.(Ramírez comunicación personal).

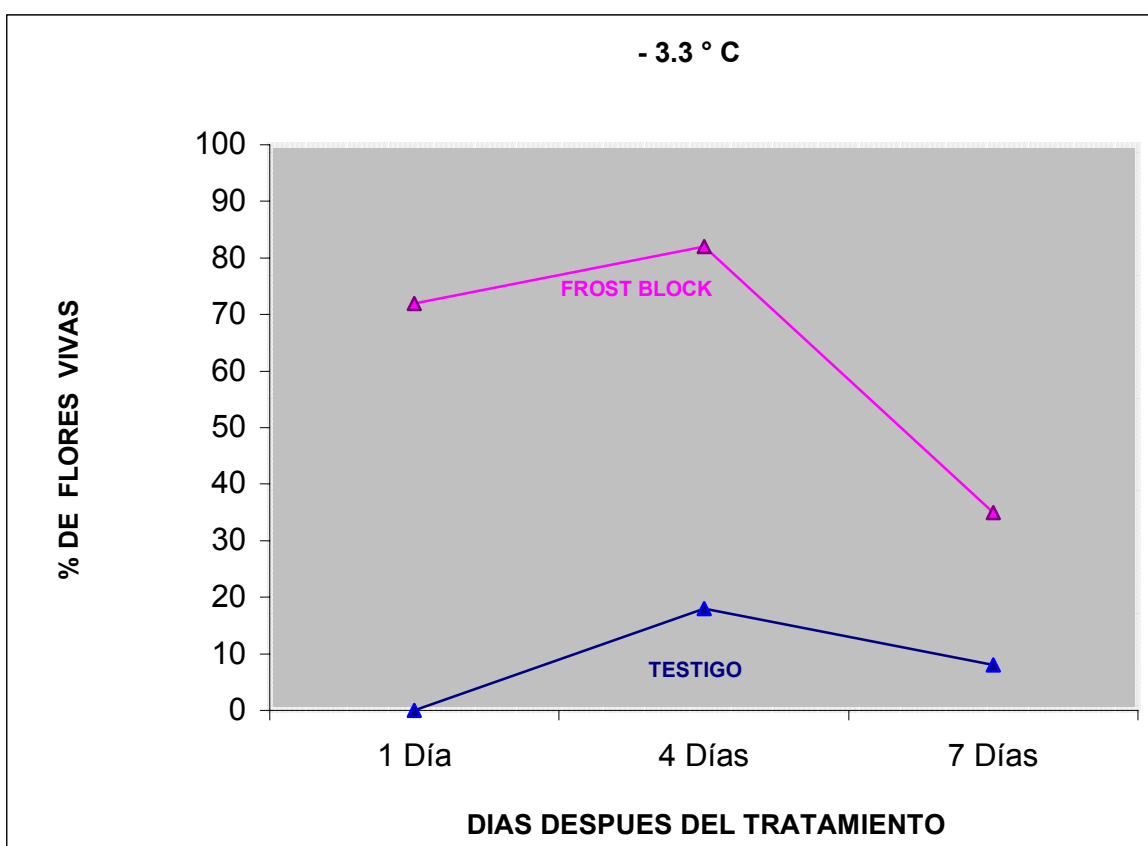


Figura 3. Efecto de Frost Block en flores de manzano Cv. Golden Delicious sometidas a -3.3 °C. (Tukey al 0.5).

Los resultados de este trabajo coinciden con lo obtenido por Galván (1990) quien observó que los estadios iniciales de la floración presentan daños ligeros en sus estructuras a diferencia de los estadios finales donde se presenta daños más severos.

Weiser *et al* (1979) quienes señalan que las flores de durazno completamente abiertas pueden resistir temperaturas de hasta -4°C cuando estas son tratadas previamente con químicos protectores de heladas. Cuando las flores de frutales son sometidas a temperaturas menores a las estudiadas en este trabajo durante un periodo de tiempo mayor, la protección química de los productos químicos aplicados disminuye a extremos considerables (Anónimo 2000).

CONCLUSIONES

En base a los resultados y bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

La aplicación de Frost Block en manzano Cv Golden Delicious a una dosis 10 L / 1000 L de agua protege las flores contra heladas de -1.1, -2.2 y -3.3 °C por 7 días.

CONSIDERACIONES

La aplicación de Frost Block ejerce un efecto positivo sobre la protección de las flores de manzano contra bajas temperaturas, lo anterior es una alternativa de protección contra heladas tardías en flores de manzano, sin olvidar que la resistencia a una helada depende también de la salud, edad, etapa fonológica del árbol, del cultivar así como de la intensidad de la propia helada.

LITERATURA CITADA

- Almaguer, V. G. 1997. Fruticultura General. Serie textos agronómicos. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 171- 203.
- Almorox, A. J. 2000. Heladas y desarrollo vegetal..departamento de edafología. Universidad politécnica de Madrid.
[www.EDA.etsia.upm.es/climatología.temperatura/heladas y desarrollo. htm](http://www.EDA.etsia.upm.es/climatología.temperatura/heladas_y_desarrollo.htm).
- Andrews, P. K., E. L Proebsting y D.C. Gross. 1983. differential thermal analysis and freezing injury of deacclimating peach and sweet cherry reproductive organs. J Amer. Soc. Hort. Sci. 108:755-759.
- Anónimo, Marco de referencia sobre el cultivo de manzano. Dirección de investigación. UAAAN.
- Anónimo, 2000.
[http:// ceventura.ucdavis.edu/ben/pubs/frost/frost_protectants.htm](http://ceventura.ucdavis.edu/ben/pubs/frost/frost_protectants.htm)
- Carrillo, S. J., Livera M. M., Ortiz M. O., L. E. 1993. Relaciones térmicas en las hojas de 4 cultivos durante heladas invernales en montecillos, México. Revistas fitotecnia mexicana. 16 (3): 113 –133.
- Galván, L. J. 1990. Evaluación de resistencia al frío en materiales de durazno y nectarina. Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados. Centro de fruticultura. Montecillo, México.
- Guerrero, P. V., Sastre F. B., Orozco A. A., Gardea B. A., Rascón C. A., Aguirre E. F., 1999. Uso de Pseudomonas Fluorescens A-506 en el combate de tizón del fuego y reducción de daños por heladas tardías. Centro de investigación en alimentación y desarrollo Unidad Cuautémoc. Vol.2. Núm. 3

- Jackson, D. I. y Loney N. E. 2003. Producción de frutas de climas templados y subtropicales. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- Kramer, Schuricht y Friedrich. 1983. Fruticultura. Editorial C.E.C.S.A. pp. 128-131.
- Larios, G. A. 1995. Frutales de clima templado. Impresos González. Morelia Michoacán. pp.189.
- Leyva, J., Carmona J. S. y Bárrales - Domínguez. 2001. Cobertura vegetal y daños causados por heladas en Papa. Revista Chapingo serie Horticultura 7(2): 151-154.
- Novoa, R. 2001. Heladas en la agricultura.
[http:// alerce.inia.cl/docs/posters/poster012RNS.pdf](http://alerce.inia.cl/docs/posters/poster012RNS.pdf).
- Paúl, E. T. Física conceptos y aplicaciones. 5ta. Edición.
- Ramírez, R. H., Cepeda .S.M. 2001. El Manzano. Editorial trillas. México.
- Ramírez, M. A. 2000. Cultivo del Manzano en la Sierra de Arteaga. Monografía. UAAAN. pp. 9-14
- Sabebeha, A.S., Lurie S., Weiss D.1998. Expression of small heat-shock proteins at low temperatures. A possible role in protecting against chilling injuries. Plant physiol. 117(2): 651-694
- Sinnot, E. y Wilson K. 1975. Botánica; principios y problemas. Continental. México.
- Toledo, V.S.A. 2002. Las heladas en fruticultura. Revista avocado sources. Universidad católica de Valparaíso Chile.
<http://www.ecoplant.cl/LAS20%HELADAS%20EN%20FRUTICULTURA.pdf>.
- Tumanow, I. 1967. Physiological mechanism of frost resistance of plants. Biology abstract 1968 49: 5222 (585777).

Weiser, C. J., Quamme H. A., Proebsting E. L., Burke M. J. y Yelenoski G. 1979. Plant freezing injury and resistance. pp. 55 -84

Xiao - Ming, y Griffith. M. 1999. Antifreeze protein in winter rye leaves form oligomeric complexes. Plant physiol. 111:1361-1369.

APENDICE



Figura 4. Típico daño observado en las flores de manzano cuando estas fueron sometidas a un rango de temperatura de -1.1 a -3.3 °C