

38

2^{ej.}



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

MANEJO OPERATIVO PARA INDUCIR
BROTACION EN MANZANO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A
JOSE ROGELIO RIVAS REYES

ASESOR DE TESIS: ING. ADOLFO J M OCHOA IBARRA

264644

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de:

Tesis

" Manejo operativo para inducir brotación en manzano "

que presenta el pasante: José Rogelio Rivas Reyes
con número de cuenta: 8907129-0 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Abril de 199 8.

PRESIDENTE

M. en C. Maria Magdalena Ofelia Grajales Muñoz *plm S.H.*

VOCAL

Ing. Abel Rodríguez Bueno

SECRETARIO

Ing. Adolfo J. M. Ochoa Ibarra

PRIMER SUPLENTE

Ing. Gustavo Mercado Mancera

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Javier Vega Martínez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Estudios Superiores -Cuautitlán, y en especial a la carrera de Ingeniería Agrícola, por la formación profesional que en mí sembraron.

Al Ing Adolfo J M Ochoa Ibarra, por sus enseñanzas y tiempo dedicado para la realización del presente trabajo: y especialmente por brindarme su confianza y amistad.

A los integrantes del jurado, por las observaciones realizadas para la mejora del presente trabajo.

Al Sr. Perfecto y Felipe Osnaya, por brindarme su apoyo desinteresadamente.

A todos aquellos que de una u otra manera me han apoyado, y que contribuyeron a la realización del presente trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Octavio Rivas Becerril: Gracias por tu cariño, por el apoyo incondicional que siempre me has brindado y por dejarme como herencia ser un hombre culto y libre. De tu forma de ser he aprendido la ambición de ser alguien en la vida, con honestidad y trabajo. Jamás podré reeditarte todo lo que me has dado. Gracias papa.

Elia Reyes Rivas: Gracias por tu apoyo desinteresado, por tu sentido de responsabilidad para el bienestar de nuestra familia, mamá tu me has motivado para salir adelante y aspirar aún mejor nivel de vida.

A mis hermanos:

Leticia, Gerardo, Martín, Gustavo, Araceli, que siempre me han apoyado. Espero que sigamos unidos como hasta ahora.

A mis sobrinos:

Javier, Andrés, Gustavo, Ana Bertha, Juan, los cuales me han proporcionado momentos muy agradables. Espero que mi trabajo le sirva de motivo para superarse.

A mis cuñados:

Javier, Dulce y Ana Bertha, por la buena voluntad que han tenido con nuestra familia.

A mis demás familiares:

Que siempre han estado con nosotros no importando las circunstancias.

A mis compañeros de la 17ª Generación de Ingeniería Agrícola:
por la amistad que un día sembramos.

INDICE

	PAG
INDICE DE CUADROS.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	II
INDICE DE ANEXOS.....	III
RESUMEN.....	IV
1. INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	3
HIPOTESIS.....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. El ambiente en la produccion de cultivos.....	4
2.2. Inducción y diferenciación floral.....	6
2.3. El reposo invernal en árboles frutales caducifolios.....	10
2.4. Influencia de los elementos del ambiente en el reposo.....	15
2.4.1. Temperatura.....	17
2.4.2. Duración del día.....	22
2.4.3. Regimén pluviométrico.....	25
2.5. Inducción de la brotación através del manejo.....	26
2.5.1. Riego.....	27
2.5.2. Fertilización.....	30
2.5.3. Poda.....	33
2.5.4. Tratamientos invernales.....	36
2.5.5. Uso de agroquímicos.....	38

2.6. Generalidades del manzano.....	41
2.6.1. Origen y Taxonomía.....	41
2.6.2. Importancia.....	43
2.6.3. Requerimientos edafoclimáticos.....	43
2.6.4. Labores de cultivo.....	46
2.6.5. Fenología.....	49
3. MATERIALES Y METODO.....	51
3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	51
3.2. MATERIALES.....	52
3.2.1. Material vegetal.....	52
3.2.2. Insumos.....	53
3.3. METODO.....	53
3.3.1. Diseño experimental.....	53
3.3.2. Tratamientos.....	54
3.3.3. Variables.....	56
3.3.4. Toma de datos.....	57
3.3.4. Análisis estadístico.....	57
3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	58
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	64
5. CONCLUSIONES.....	71
ANEXOS.....	73
BIBLIOGRAFIA.....	78

INDICE DE CUADROS.

Cuadro	Pag
1	Requerimiento de frío de algunos frutales.20
2	Efecto de la aspersión de agua intermitente durante el invierno sobre el árbol, en la brotación de nectarina "sunred".29
3	Respuesta en la floración de manzano Cv "anna", después de defoliarse químicamente.37
4	Requerimiento de frío de algunos cultivares de manzano.46
5	Manejo del experimento en la Fes-Cuautitlan, considerando el desarrollo fenológico de la plantación.59
6	Manejo del experimento en San José El Vidrio, considerando el desarrollo fenológico de la población.63
7	Análisis de correlación para la brotación en el huerto frutícola de la FES- Cuautitlan.70

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pag
1 Diagrama de flujo que describe la acción de la luz sobre el establecimiento de dormancia y la brotación.	24
2 Desarrollo fenológico del manzano.	49
3 Forma en que se distribuyeron los tratamientos en cada experimento.	56
4 Comportamiento de la temperatura en la FES- Cuautitlan (Período: Nov 1996 - Junio 1997).	60
5 Acumulación de frío y calor en la FES- Cuautitlan (Período: Nov 1996 - Junio 1997).	61
6 Comportamiento de la humedad en la FES- Cuautitlan (Período: Nov 1996 - Junio 1997).	62

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pag
1	Condiciones climáticas prevalecientes durante el experimento en la FES- Cuautitlan.74
2	Análisis Estadístico.75
2.1	Análisis de varianza para el número de yemas.75
2.2	Análisis de varianza para la brotación entre ambos manejos.75
2.3	Análisis de varianza para el número de yemas brotadas.76
2.4	Análisis de varianza para el porcentaje de yemas brotadas.76
2.5	Análisis de varianza para el crecimiento vegetativo.77
2.6	Comparación de medias entre plantaciones Tukey 0.05%.77
2.7	Comparación de medias entre tratamientos. Tukey 0.05%.77

RESUMEN

En la presente investigación, se busco la respuesta de la brotación a dos manejos, en dos plantaciones de manzano, que poseen una problemática de alteración de su período anual de vegetación, lo cual se hace evidente en la prolongación del período de actividad vegetativa y con ello el retraso del reposo invernal, provocando así que la brotación ocurra tardíamente Como resultado se obtuvo, que la brotación es determinada por la interacción entre el clima y el manejo, de donde se observa que no existe diferencia en la respuesta de ambos manejos, y aún cuando se forzó el descanso, en ambas plantaciones la brotación tuvo un comportamiento tardío, ya que el proceso de brotación ocurrió cuando existió aportación de agua de lluvia. Por lo tanto, se concluye que dentro del manejo para inducir la brotación, ante las condiciones prevalecientes, no es necesario incluir agroquímicos reguladores del crecimiento, ya que la limitante del proceso es humedad y no la acumulación de frío.

1. INTRODUCCION

El conocimiento de la factibilidad climática del periodo de producción, así como de los eventos fenológicos y de la productividad de los árboles caducifolios, presenta gran interés, su conocimiento, permite instrumentar las labores de cultivo requeridas por cada especie, variedad y cultivar en función de sus requerimientos, de las condiciones ambientales y de la respuesta de la planta a las condiciones que prevalecen en el área de estudio. En este contexto todos los aspectos condicionan el ritmo de desarrollo del árbol, el cual se divide en dos periodos:

1. Período de crecimiento favorable, caracterizado por un crecimiento y desarrollo acorde a la especie y la presencia de una temperatura y humedad adecuada para la producción (estación y periodo de crecimiento), en el cual se presenta la evolución de las diferentes etapas fenológicas.
2. Periodo de inactividad aparente (Dormancia, reposo o letargo), que se caracteriza por la caída de la hoja, la formación de estructuras protectoras y un metabolismo lento.

De este último se plantea el estudio de las relaciones entre el clima - fenómeno de dormancia - manejo, puesto que son factores que condicionan la producción y tiende a demostrar la importancia de considerar a la temperatura y humedad y, los parámetros que de ellas

se desprenden en la explicación del fenómeno y en la calendarización de actividades.

Con base en lo anterior el presente trabajo tiene por objeto: inducir la brotación del manzano através de prácticas agronómicas basadas en las condiciones ambientales y la respuesta de la planta a las mismas, bajo el concepto de manejo operativo, el cual radica en que su realización se da en función de la planta y del ambiente, con lo que se tiende a mejorar el funcionamiento de los recursos disponibles incrementando así la eficiencia de la relación: hombre-producto-ambiente.

Dicho trabajo obedece a que en la región de Cuautitlán, el cultivo del manzano presenta deficiencias de adaptación al medio, las cuales se expresan la alteración de su crecimiento y desarrollo y, específicamente, en el desfaseamiento de su fenología, así como en un raquítrico crecimiento vegetativo. Tal problemática teóricamente se atribuye a la falta de acumulación de frío, pero en la práctica tal aseveración no es del todo válida, pues en un ensayo previo que tuvo como objeto el definir un manejo que estabilizara el crecimiento y desarrollo del cultivo (Rivas, 1997), se encontró que la ejecución de prácticas de cultivo y beneficio son suficientes para inducir la brotación de yemas, con la generación de un crecimiento vegetativo superior a 25 centímetros anuales; por lo que tentativamente se descarta la utilización de agroquímicos compensadores de frío para solucionar el problema.

OBJETIVOS

Inducir la brotación en manzano a través de la operación de prácticas agronómicas basadas en las condiciones ambientales y en la respuesta de la planta a las mismas.

Evaluar la respuesta de la brotación a dos manejos, implementados en dos plantaciones de manzano

HIPOTESIS.

HO: No se requieren agroquímicos, para promover e inducir la brotación en manzano, por lo que la operación de prácticas de cultivo son suficientes.

HA: Se requiere la aplicación de agroquímicos (estimulantes del crecimiento y desarrollo vegetal), para promover e inducir la brotación en manzano.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. EL AMBIENTE EN LA PRODUCCION DE CULTIVOS

Según Rojas,1993, las fases del crecimiento y desarrollo del vegetal, no dependen únicamente del programa genético del individuo, sino también de los estímulos del medio, los cuales pueden acelerar, retardar o bien inhibir cualquier proceso fisiológico, en consecuencia, el cultivo de una especie está ligado a las características ambientales, ya que su crecimiento y desarrollo está condicionado a los cambios estacionales del entorno, los cuales le permiten sobrevivir durante una estación y prepararse para la siguiente. Sin embargo, Westwood,1982, señala que en la realidad los cultivos se desarrollan en un medio diferente a su origen por lo cual están sujetos a diversos tipos de tensión, lo que genera en sí un comportamiento anormal en su crecimiento que repercute en su productividad potencial. Así muchos estímulos ambientales o externos afectan el desarrollo de la planta, ya que posee mecanismos que captan los estímulos del ambiente, los cuales se traducen en mensajes para el organismo, y su efecto está en función de la duración e intensidad del factor; la percepción de cualquier estímulo por parte de la planta, se da através de un proceso de tres etapas, Bidwell,1979 y Leszek,1989:

- 1) el estímulo debe ser percibido o medido por la planta
- 2) debe existir un mecanismo para que la planta reaccione al estímulo
- 3) el estímulo debe durar cierto tiempo para que tenga lugar la reacción al mismo.

En este contexto, el *medio ambiente* se define como el conjunto de condiciones bióticas, climáticas y edáficas, que constituyen el entorno de crecimiento y desarrollo de un individuo, es decir, que el crecimiento y desarrollo de un cultivo cualquiera está condicionado por la trilogía: clima, suelo y agua y que la acción e interacción conjunta de dichos elementos determinan el grado de adaptación y su potencial productivo. (Coutanceau, 1970 y Salisbury, 1994).

No obstante, en la concepción de un sistema de producción agrícola, no solo el ambiente tiene una marcada influencia sobre el crecimiento y desarrollo del vegetal, ya que el manejo, el cual es definido por los requerimientos de la especie y el comportamiento del medio, puede modificar tanto el medio como el desarrollo del cultivo, y según Rojas, 1993 constituye una variable de estímulo mediante el cual se puede acelerar, retardar o bien inhibir un proceso determinado.

En consecuencia un cultivo cualquiera se desarrolla en un "*ambiente operacional u operativo*" el cual se define como: las condiciones y circunstancias que prevalecen durante el tiempo en que la planta está expuesta a los factores ambientales y a las condiciones de manejo (manipulación del cultivo a través de las labores de cultivo), los cuales van a actuar de manera individual o combinada sobre el comportamiento y la productividad del mismo. " El ambiente así definido, tiene su máxima expresión en los cultivos perennes y bianuales en donde las condiciones del medio natural y el manejo tienen una influencia mayor sobre el crecimiento y desarrollo de la

planta y sobre todo en su productividad. Además, dentro del concepto de ambiente operativo surge el concepto de manejo operativo, el cual se define como el conjunto de actividades que se le proporcionan al cultivo en tiempos definidos por las condiciones ambientales y la condición de la planta, lo que conduce a la toma de decisiones de manera constante, ya que a través del manejo se pueden mitigar los efectos adversos del clima y del tiempo. (Ochoa Ibarra A.J.M,1997, Comunicación personal)

Un ejemplo del ambiente operativo, se puede explicar con lo mencionado por De Ravel,1970, al hablar de la variedades americanas de manzana, el cual menciona que estas poseen características propias(vigor de árbol, fecha de floración, biología floral, importancia y regularidad de fructificación, aptitud para su conservación, sensibilidad al frío y a los parásitos, y numerosas particularidades morfológicas fisiológicas), cuya manifestación fenotípica puede quedar modificada por la acción del medio y de las labores de cultivo, ya que ambos factores condicionan el crecimiento y desarrollo de la planta

2.2. INDUCCION Y DIFERENCIACION FLORAL.

Los procesos fisiológicos más importantes en la producción de frutales, son la formación de flores y la apertura de yemas, pues ellos determinan en gran parte la cantidad, calidad y época de la cosecha.(Díaz,1989).

Azcon y Talon,1993, señalan que el desarrollo de la parte aérea de una planta, es consecuencia de los procesos de crecimiento y diferenciación que se llevan a cabo en el meristemo apical, pues a partir de dichos procesos se originan los órganos vegetativos y reproductivos, es decir hojas, ramas y flores.

Según Díaz, 1989 y Gil-Albert, 1980, el inicio del desarrollo floral está relacionado con el período en que se reduce o detiene el crecimiento vegetativo, que en zonas templadas ocurre al final del período de crecimiento de primavera, es decir, de Junio a Septiembre. Pero los factores que determinan cuantos meristemos pasaran a ser reproductivos son diversos. Al respecto, se cree que la presencia de hojas maduras en la planta es indispensable para la inducción floral, pues se han considerado como una fuente de compuestos hormonales necesarios para la inducción y diferenciación, por lo tanto la pérdida prematura de hojas maduras y el predominar hojas jóvenes, puede causar una inhibición o reducción de flores formadas. Por su parte, Bidwell 1979, menciona que el mecanismo de inducción floral, es un evento que incluye un cambio total en las características y el patrón de desarrollo del meristemo, los cuales están programados en la totipotencialidad de las células meristemáticas, por lo que el inicio del desarrollo floral, lo único que necesita es un disparador o una desrepresión que lo desarrolle.

Azcon y Talon,1993, indican que la formación de la flor dentro de la yema se da através de cambios en los meristemos, los cuales pasan

de una condición vegetativa a otra particularmente fructífera, es decir, el desarrollo morfológico de las flores comienza en los meristemas, en donde el cambio inicial se conoce como inducción, el cual sucede en los meristemas destinados a producir flores; posteriormente ocurre un segundo cambio conocido como diferenciación que implica cambios histológicos y morfológicos, resultando así el desarrollo del primordio floral. Por otra parte, exponen tres teorías fisiológicas de la inducción floral. La primera de ellas, sostiene que la inducción floral se debe a dos hormonas hipotéticas de estructura desconocida llamadas florigeno y antiflorigeno, en donde el florigeno se sintetiza en la hojas expuestas a fotoperíodos inductivos; mientras tanto el antiflorigeno, se considera como un inhibidor que se sintetiza en las hojas bajo condiciones ambientales no inductivas; la segunda, supone que la inducción floral se da por efecto de los propios nutrientes de la planta, en donde se considera que las condiciones ambientales inductivas propician un aumento en el transporte de fotoasimilados desde las hojas al meristemo apical y que estos fotoasimilados actúan como un estímulo floral; por último, la tercera, es una teoría multifactorial, la cual sostiene que la inducción floral, es el resultado de la interacción de factores hormonales y nutricionales en el meristemo apical, y la inducción floral es consecuencia de la interacción de las hormonas o factores reguladores del crecimiento.

A su vez, Gil-Albert, 1980, expone que la inducción floral está condicionada por el valor de la relación C/N en el árbol, ya que si la relación es alta se promueve la inducción floral, mientras que si es

baja, se favorece el crecimiento vegetativo. Pero actualmente, la hipótesis más aceptada es la que vincula a la inducción floral con niveles hormonales. Mientras que Díaz, 1989, menciona que la formación de yemas fructíferas está regulada en parte por la presencia y acción de hormonas, ya que las giberelinas tienen un efecto inhibitorio a comparación de las citocininas y el etileno, los cuales han resultado ser estimulantes. En consecuencia, en la práctica, para favorecer el número de yemas florales, es común realizar tratamientos hormonales retardantes del crecimiento, ya que el crecimiento vegetativo es antagónico a la diferenciación. Por otra parte, este mismo autor, señala que el ambiente tiene una participación relevante en la inducción y diferenciación floral. La intensidad de luz que recibe un árbol puede alterar la formación de flores, por lo que a baja iluminación disminuye la cantidad de flores, aunque el fotoperíodo parece no afectar directamente la diferenciación floral, pero si puede alterar el crecimiento. Con respecto a la temperatura, en vid expuesta a 30 - 35° C, se presenta la mayor cantidad de primordios florales, en tanto que a 18°C hay un efecto negativo; mientras que en durazno se ha observado mejor diferenciación a 25°C.

Así mismo se ha observado que las deficiencias de agua, son un factor inductivo de la diferenciación floral, lo cual se considera como un efecto secundario de reducir el crecimiento vegetativo, pero el manipular los niveles de agua para la inducción floral, es riesgoso, ya que se puede llegar a afectar el crecimiento del fruto y además las condiciones de severa sequía también afecta la formación de flores.

Por todo lo anterior, a partir de que ha ocurrido la diferenciación floral, los primordios de hojas y flores se mantienen dentro de las yemas protegidas de la intemperie, las cuales entran en períodos cíclicos de crecimiento y reposo.

2.3. EL REPOSO INVERNAL EN LOS ARBOLES FRUTALES.

Los frutales caducifolios presentan un período cíclico de crecimiento anual. En la primavera las yemas se activan para generar hojas, flores y frutos, pero la actividad vegetativa se prolonga hasta que se forma la yema terminal al final del verano, permaneciendo así hasta el otoño, donde sucede la caída de la hoja quedando el árbol desnudo y da inicio el período de descanso, el cual termina en la primavera para dar paso a la renovación de la actividad vegetativa.(Gil-Albert,1980; Calderón,1985 y Díaz,1987). De esta manera, se entiende que las especies frutales de zona templada, para mantener una fisiología normal a lo largo de su vida, precisan de un período anual de reposo, el cual normalmente coincide con el final del otoño y durante toda la época invernal, prolongándose en ocasiones hasta la primavera, por lo que su denominación más común es la de reposo invernal.(Gil-Albert, 1980).

Bidwell,1979, define a dicho período, como un estado de crecimiento y metabolismo suspendidos, que se da como defensa ante condiciones ambientales desfavorables; mientras que para

Rageau,1972, dicho concepto y más precisamente el de dormancia, indica un estado fisiológico, en el cual un órgano o el individuo completo no presenta crecimiento evidente. Al respecto, Gil-Albert,1980, señala que durante este período los árboles frutales no presentan actividad vegetativa aparente y no hay crecimiento, ni floración.

Westwood,1982 y Díaz,1987, indican que el reposo invernal se desarrolla en tres etapas:

a) Latencia o preletargo: se inicia cuando la yema apical detiene su crecimiento a finales del verano, por lo que la yema se encuentra latente y puede ser inducida a crecer si el árbol recibe estímulos como, alta temperatura, riego o fertilización.

b) Reposo verdadero: la yema no responde a ningún estímulo externo; es decir, existe una condición interna que solo puede ser interrumpida si y sólo si la yema es expuesta a bajas temperaturas.

c) Reposo impuesto: las yemas están inactivas por efecto de condiciones ambientales desfavorables, pero están susceptibles a brotar.

En cuanto al origen del reposo o dormancia, Rageau,1972, sostiene que está dado por un determinismo endógeno que tal vez es enmascarado por causas exógenas, lo cual implica que factores

biológicos y climáticos son inherentes al fenómeno, en donde los factores biológicos(conjunto de interrelaciones que ejercen entre si los diversos órganos de un mismo individuo,) representan un papel primordial en la instalación del reposo, mientras que la ruptura de éste es influenciada por el clima., el cual influye directamente sobre órganos específicos, o bien, indirectamente através de otros órganos por vía hormonal.

Sin embargo, para Villiers,1979 y Díaz,1987 las causas que originan el reposo no son bien conocidas, pero a razón de considerar que los procesos fisiológicos de una planta están modulados por el balance de hormonas promotoras e inhibidoras del crecimiento, se considera como un hecho aceptado que el reposo es determinado por una mayor concentración hormonas inhibidoras dentro de dicho balance. A su vez, Calderón,1985, señala que en la proximidad del inicio del reposo y durante él se han observado elevados contenidos de hormonas inhibidoras, los cuales tienden a reducirse al final del período, en tanto que las hormonas promotoras presentan un comportamiento a la inversa, sin embargo, en la actualidad no se puede hablar de una hormona de dormancia, pero se plantea que diversas sustancias solas o asociadas en complejos inhibidores pueden ser responsables según los órganos y las especies.

Pero, aún cuando no se conoce con exactitud el fenómeno. Rageau,1972, señala que el reposo puede considerarse como un bloqueo más o menos pronunciado de la actividad metabólica, ya que

determinados procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la transpiración estomatica se inactivan, en tanto que otros procesos como la respiración continúa efectuándose a una tasa mínima, por lo que se ha llegado a considerar que la restricción en el aporte de oxígeno sea una causa de la entrada del reposo

Villiers, 1979, señala que para entrar al reposo, el árbol necesita una preparación para soportar condiciones ambientales adversas, la cual consiste en una serie de cambios morfológicos y fisiológicos. Los cambios morfológicos, principalmente ocurren en las yemas, las cuales son cubiertas por escamas, que sirven de protección a los primordios florales y foliares, que ya han sido formados. Mientras tanto los cambios en la fisiología son varios, la división celular se detiene, por lo que no hay crecimiento de los primordios durante el invierno; así mismo, en las células parenquimáticas se almacenan glúcidos y lípidos, y las paredes celulares se robustecen por la producción de lignina extra, además la síntesis enzimática se modifica y adicionalmente la planta desarrolla gradualmente resistencia a las bajas temperaturas, al aumentar la cantidad de solutos. También indica que los cambios que durante el reposo aparecen, según las teorías modernas del control del crecimiento, sugieren que se basan en la capacidad del material genético de producir ciertas enzimas u hormonas, que regulan la transcripción de ADN, por lo que el reposo puede estar regido por la síntesis de proteínas, ya que el fenómeno está íntimamente ligado a los fenómenos de morfogénesis, los cuales requieren de información genética.

Respecto a la brotación de yemas y crecimiento, señala que tales procesos, ocurren como consecuencia de cambios en la morfología interna y estado bioquímico, así como cambios en las reservas alimenticias y en la producción de hormonas como citocininas y giberelinas, los cuales determinan el fin del período de reposo, provocando que los procesos del desarrollo se aceleren, por lo que las yemas se engrosan visiblemente apartando a un lado las escamas gemarias, dando lugar a la emergencia del brote.

En este contexto, se consideran por hormonas promotoras a las auxinas, giberelinas y citocininas, mientras que el ácido abscísico(ABA), y el etileno son considerados como los principales inhibidores.(Waín,1988, citado por García y Valdovinos,1994). De estas, según Villiers,1979, el ácido abscísico es el que interviene de una forma más directa en los cambios morfogenicos y bioquímicos que conducen al reposo, en tanto que las giberelinas son las responsables de la brotación, pues se ha observado que después de tratamientos con giberelinas, se aumentan las concentraciones de ARN y con ello la transcripción del ADN, por lo que se induce la formación de las enzimas responsables del crecimiento.

En este sentido el aspecto más notable del reposo, según Rageau,1972, radica en que ejerce una influencia evidente en el reinicio de la actividad vegetativa en primavera, es decir sobre el fenómeno de brotación, el cual ocurre en función del grado de

dormancia alcanzado, de la fecha del comienzo de su disminución y de la velocidad de la misma.

Por lo tanto, los cambios mencionados conducen a que el periodo de reposo invernal llegue a su fin, con el cual los procesos del desarrollo y se aceleran, para concluir con la emergencia de los primordios florales y foliares. Pero, Gil-Albert, 1992, señala que la duración del período de reposo en cada especie o variedad, depende de su constitución genética, estado fisiológico y nutricional, así como de las condiciones climáticas; en donde se considera que da inicio con la caída de las hojas, por lo que a partir de ahí se empieza a acumular frío; mientras que el final de la dormancia se fija prácticamente cuando ocurre el desborre,

2.4. INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DEL AMBIENTE EN EL REPOSO

Dado que el ambiente sufre cambios cíclicos, las estaciones favorables para el crecimiento están separadas generalmente por períodos en los que el desarrollo debe ser pequeñísimo o, quizá, deba ser detenido totalmente; en consecuencia, el éxito de una especie en un cierto hábitat depende no solamente de su capacidad de resistencia a las condiciones ambientales desfavorables del clima, sino también a la capacidad de sincronizar sus ciclos de crecimiento y reproducción con el paso de las estaciones.

En este sentido, Villiers,1979, señala que la activación de los diversos cambios que conducen al estado de reposo y durante todo este período, ocurren como respuesta a las señales ambientales. Sin embargo, el árbol no entra en reposo verdadero como respuesta inmediata al cambio de clima, sino que se prepara con anticipación para adquirir el estado de reposo, posibilitando la formación de nuevas vías de acumulación de reservas, aparición de estructuras reproductoras y desviación de los procesos de desarrollo hacia estructuras protectoras, a causa de que estos procesos requieren para si mismos que las condiciones favorables perduren un cierto tiempo, dado que la señal que indica la preparación al reposo debe ser percibida antes de que las condiciones adversas se presente. Así mismo, el estímulo para la salida del reposo debe ser percibido durante el período de condiciones desfavorables; por lo tanto, el factor responsable de la emergencia del estado de reposo puede ser muy diferente del que estimula la entrada del mismo.

En relación a lo anterior, Calderón,1985 y Wain(1988) citado por García y Valdovinos,1994, exponen que los estímulos ambientales se expresan en la planta através de las hormonas, es decir, que los elementos del ambiente, y en especial los climáticos inducen en el árbol la síntesis de las hormonas que inhiben o promueven el crecimiento. Pero,Rageau,1972, señala que la influencia de los factores del clima no está claramente establecida, fuera de algunos casos particulares, como las yemas de Haya, cuya dormancia no está

influenciada por la temperatura sino por la luz. No obstante, de los factores climáticos la radiación solar (manifestada por la luz -duración del día-, y el calor -temperatura-) y, la humedad atmosférica son los que mayor influencia tienen en el reposo mientras que los factores edáficos que intervienen en el mismo, son la humedad y el contenido nutrimental del suelo.

En base a Brom Rojas ,1970, De fina y Ravelo,1975, y Fuentes Yagües, 1978, citados por Ochoa,1986, los elementos del ambiente que determinan notablemente el reposo invernal y el retorno a la actividad vegetativa son:

- 1) la temperatura.
- 2) la duración del día.
- 3) el régimen pluviométrico.

2.4.1 Temperatura.

La temperatura, es el principal factor que condiciona el crecimiento y desarrollo de la planta, pues en general el metabolismo de los organismos vivos sigue la regla química de que la tasa de reacción aumenta con el incremento de la temperatura. Así mismo, según Ortiz,1987, la temperatura controla la proporción de reacciones químicas en la mayoría de los procesos fisiológicos del vegetal, ya que por mencionar algunos, ejerce influencia sobre la absorción de agua y nutrientes. Además, Villiers,1979, señala que el crecimiento y

metabolismo activos, son posibles en un intervalo de temperaturas, cuyo límite superior está dado probablemente por la estabilidad de las proteínas y ácidos nucleicos, y el límite inferior por la velocidad de las reacciones químicas cuando se alcanza el punto de congelación.

Pero en base a los efectos fisiológicos de la temperatura sobre las plantas, Gil-Albert,1980 y Calderón,1985, indican que en las especies frutales de clima templado, la temperatura determina que su ciclo anual de vegetación se divida en un período de actividad vegetativa y período de reposo invernal. En donde el primer período, es favorecido por altas temperaturas y disponibilidad de adecuados niveles de humedad; mientras que, el reposo, el cual se inicia a finales de otoño, según Gil-Albert,1992, es inducido y mantenido por temperaturas relativamente bajas, hasta un momento donde desaparece la inhibición de la actividad fisiológica, y está se reactiva si las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas para el crecimiento de hojas flores y frutos.

Al respecto, Rageau,1972 y Villiers,1979, señalan que el frío bajo condiciones naturales, elimina la dormancia de la yema, por lo que en base a Calderón,1985 y Ortiz,1987, las yemas hibernantes antes de iniciar el crecimiento, necesitan satisfacer un determinado requerimiento de frío, como el durazno, el cual durante el invierno requiere de cierto número de horas con temperaturas debajo de los 7°C, para completar su ciclo anual y producir frutos en la siguiente estación.

Ortiz,1987, señala que la valorización cuantitativa de la exigencias de frío se generalizo a partir de los trabajos de Nightingale y Blake,1934, los cuales determinaron que 7°C era la temperatura mínima de crecimiento para ramitas de durazneros y manzanos. También señala, que este valor no es uniforme, ni aplicable por igual a todas las especies y variedades, pero es mundialmente aceptado como el límite medio adecuado para el computo de horas frío; y que su utilización ha permitido explicar las variaciones fenológicas y productivas, que muestran las especies criófilas, como los frutales caducifolios, cuando cumplen su descanso bajo diferentes grados de enfriamiento a consecuencia de variaciones anuales de la temperatura.

Por su parte, Ochoa,1986, indica que el término requerimiento de frío se utiliza para definir la longitud del período de descanso, durante el cual los órganos de la planta deben estar expuestos a bajas temperaturas para eliminar los inhibidores internos del crecimiento. En tanto que, Gil-Albert,1992, menciona que el requerimiento de frío se expresa en horas frío, en donde se entiende por hora frío al lapso de 60 minutos de tiempo transcurrido a una temperatura menor o igual a 7.2°C , siendo considerada esta como temperatura umbral. Sin embargo, este límite puede variar de 6 a 11° C, e igualmente el requerimiento de frío varia para cada especie.(Cuadro 1). No obstante, Calderón,1985, indica que la acción de las bajas temperaturas tienen un efecto predominantemente local para cada yema del árbol, y que además no todas las yemas tienen el mismo requerimiento de frío, los

cuales pueden variar con la edad y la ubicación, por lo que las yemas jóvenes, las yemas terminales y las cercanas a ellas, son las que tienen menos necesidad de vernalización y tienen mayor posibilidad de brotar con normalidad. Este fenómeno de requerimientos diferenciales, parece obedecer a la dominancia apical y distribución de auxinas, ya que su movimiento polar ocasionan las diferentes posibilidades de brotar.

CUADRO 1. REQUERIMIENTO DE FRIO DE ALGUNOS FRUTALES

ESPECIE	REQUERIMIENTO DE FRIO (horas frío)
Almendro	100 a 700
Cerezo	600 a 700
Ciruelo	600 a 1300
Manzano	300 a 1500
Nogal encarcelado	600 a 1500

FUENTE:Ochoa Ibarra, 1986

Lo anterior indica que el árbol frutal, durante su reposo, esencialmente experimenta un proceso de acumulación de bajas temperaturas (vernalización), por lo que, el período de reposo se logra eliminar por la exposición a altas temperaturas, toda vez que se hayan cubierto las necesidades de frío, ya que de lo contrario, según Chandler y colaboradores citado por De Ravel, 1970, mencionan que el desborre y la floración adquieren un comportamiento irregular, lo cual según Gil-Albert, 1992, se debe a que las yemas de flor y las de madera tienen diferentes exigencias de reposo, por lo que las yemas

de flor abren antes que las vegetativas, las terminales antes que las laterales y las situadas en ramos débiles en el centro o en las partes bajas del árbol antes que las situadas en los ramos vigorosos y en las zonas altas, lo cual ocasiona diferencias entre la floración y foliación, llegando a coincidir en un solo árbol varios estados fenológicos,

Por lo tanto, el reinicio de la actividad vegetativa precisa de un período de temperaturas ascendentes, las cuales aceleran el crecimiento de los primordios florales y foliares, provocándose así el inchamiento de la yema, y posteriormente la separación de las escamas gemarias, dando lugar a la emergencia de la hoja o flor. (Villiers, 1979 y De fina y Ravelo, 1979)

A su vez, De fina y Ravelo, 1979, señalan que el calor tiene un efecto acumulativo sobre las plantas, lo cual se da desde los 4.5°C, ya que a partir de tal temperatura se considera que ocurre crecimiento apreciable, aunque por lo general se considera que 6°C, es la temperatura a la cual empiezan a crecer la mayoría de las especies de interés agrícola, por lo que a tal temperatura se le conoce como "cero vital", además indican que la acumulación de calor para un determinado proceso, consiste en la sumatoria de la temperatura media por el tiempo de duración del evento, pero su acumulación esta en función de la variación anual y diaria que presenta la temperatura en un lugar cualquiera, lo cual conduce que la planta este sometida aún termoperíodo.

Por su parte, Gil-Albert,1992, señala que el proceso de floración desde que termina el reposo invernal hasta que se produce la plena floración esta condicionado por la temperatura, de tal manera cada una de las especies y variedades se comporta como si tuviera un intervalo de valores de temperatura, en el que el proceso se desarrolla en forma óptima; este intervalo en general, va de 6°C a 25°C, con óptimos específicos que suelen oscilar entre los 10°C y 20°C. Los valores más bajos parecen frenar la actividad de floración, mientras que los valores más altos parecen inhibirla. Además señala que temperaturas entre 15°C y 25°C, con ambiente moderadamente húmedo (60-70% de humedad relativa), soleado y con aire en calma, son probablemente las circunstancias idóneas para el periodo de floración, en tanto que su duración, tiende a acortarse cuando el invierno ha sido frío y las temperaturas de primavera son altas, y por el contrario, inviernos suaves y primaveras frías alargan la floración y la hacen más irregular y dispersa.

2.4.2. Duración del día.

La mayoría de los vegetales han desarrollado un mecanismo de respuesta a la duración del día, llamado fotoperíodo, el cual condiciona la floración a una estación determinada.

Griffiths,1985, considera que la duración del día es quizá el factor que sincroniza los ritmos anuales de crecimiento, dado que esta varía

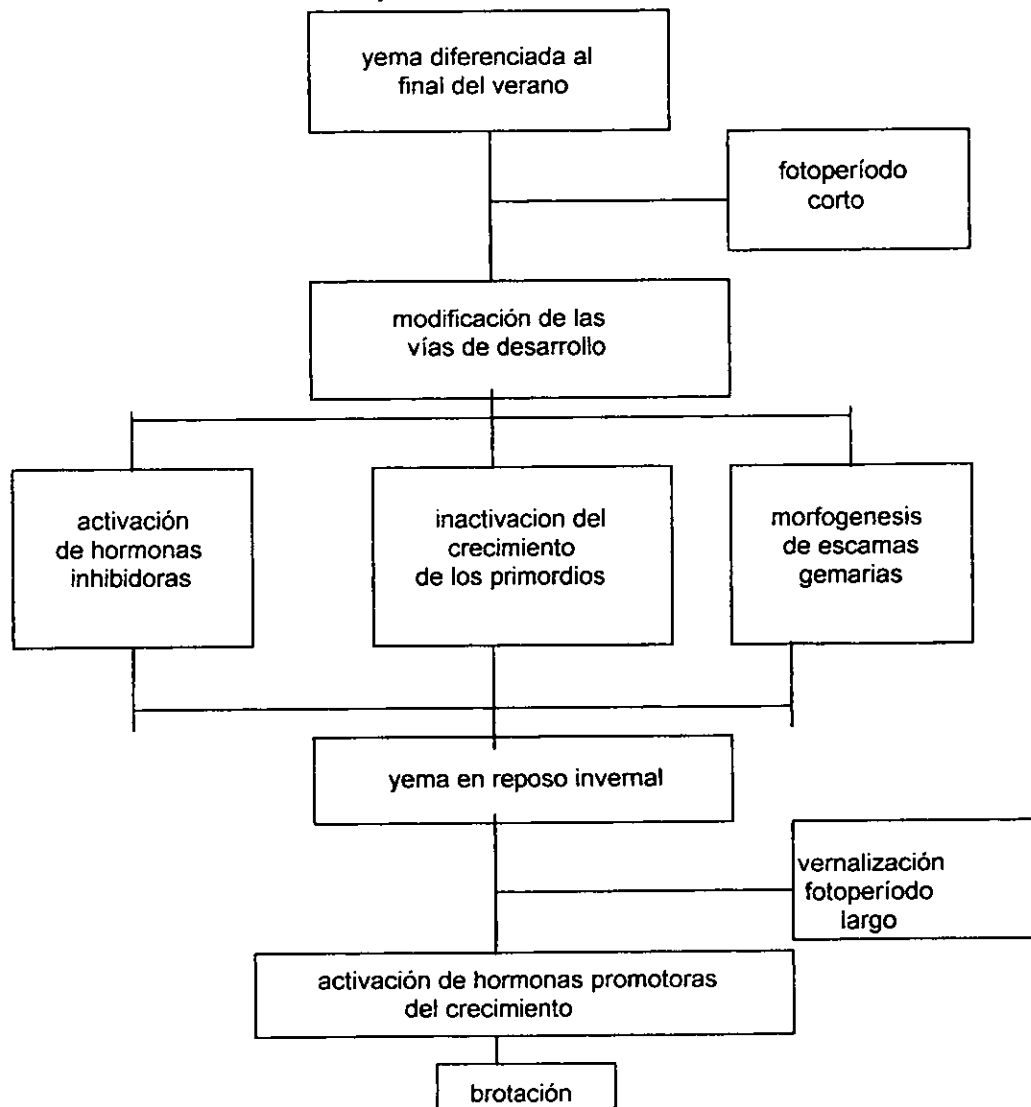
de una forma regular y predecible en cualquier punto de la tierra. Al respecto, Bidwell,1979, Villiers,1979, y Díaz,1987, sustentan que la disminución de la duración del día conforme se acerca el invierno (fotoperíodo corto), es un factor de inducción al reposo, dado que posiblemente activa un mecanismo en las hojas para la elaboración de sustancias inhibitoras, las cuales son trasladadas a las yemas, mismas que inician la respuesta principal al fotoperíodo. Pero tal razonamiento, parece ser no del todo válido, pues en el caso de árboles insensibles a la luz como el manzano, ciruelo y peral, el letargo se atribuye a deficiencias en la asimilación de nutrientes o cambios en el balance hormonal, los cuales son impuestos por factores internos o externos.

Por su parte, Villiers,1979, sustenta que los días cortos no suspenden el crecimiento o el metabolismo, si no que modifican las vías del desarrollo, aumentando eventualmente la división celular y la morfogénesis de nuevos órganos, pues señala que después de la exposición de los meristemos a ciclos críticos de iluminación, estos cambian su forma de desarrollo, ya que de formar hojas vegetativas ahora forman una serie de escamas gemarias; mientras que el alargamiento de los tallos se detiene pero no así la división celular y la morfogénesis, pues dentro de las yemas se constituyen un conjunto de hojas vegetativas o flores en miniatura.

Además señala que para reemprender el crecimiento en primavera, el efecto de las bajas temperaturas, puede ser reemplazado por la

iluminación de días de larga duración, pues dicho estímulo induce el incremento de las sustancias que causan el crecimiento. (figura 1)

Figura 1. Diagrama de flujo que describe la acción de la luz sobre el establecimiento de la dormancia y la brotación.



2.4.3. Régimen pluviométrico.

La humedad adquiere una importancia singular para efectos del crecimiento y desarrollo vegetal; pues aunque la temperatura determina el ritmo de desarrollo de la planta, el agua activa los procesos fisiológicos internos de la misma; al respecto, Trocme, 1972, señala que el agua interviene de muy diversas formas en la fisiología de la planta; pues además de ser uno de los principales constituyentes de la misma, es agente de reacciones químicas, disolvente, elemento de transporte, participa en las primeras reacciones de la fotosíntesis, y también desempeña una misión importante en el mantenimiento de la turgencia de los tejidos.

En este sentido, la planta puede captar el agua contenida en el suelo a través del sistema radicular, y la que posee el propio ambiente por medio de los estomas, teniéndose así que la intensidad de captación de agua es regulada por la temperatura; por lo que según Griffiths (1985) existe una estrecha relación entre la cantidad de agua requerida y las temperaturas medias, ya que conforme más elevadas sean éstas, se incrementa notablemente el consumo de agua, pero, básicamente es la humedad ambiental la que determina el consumo de agua por parte del vegetal, ya que regula la evaporación, y con ello la intensidad de la transpiración vegetal y la pérdida de agua en el suelo, aunque también es condicionada por la permeabilidad del suelo y la distribución de las precipitaciones.

En consecuencia, la deficiencia de humedad, tanto edáfica como ambiental, es una limitante para el crecimiento de las plantas, ya que de acuerdo a Piña del Valle (1986), el déficit hídrico causa la inhibición del crecimiento de los órganos vegetales, sobre todo cuando se encuentran en el período de actividad vegetativa. Por lo tanto, las necesidades de agua varían con respecto al tiempo y al espacio, es decir, los requerimientos de agua están definidos para cada región y para cada proceso del desarrollo vegetal.

De esta manera, con relación al reposo y el retorno a la actividad vegetativa se ha encontrado que la humedad es un factor determinante para ambos procesos, pues de acuerdo con Calderón(1985) se ha demostrado que la presencia de humedad favorable para el crecimiento en otoño, inhibe la entrada al reposo y provoca que la brotación ocurra tardíamente, pero tal condición puede servir de protección ante la ocurrencia de heladas tardías. Por el contrario, Becerril y Rodríguez(1989), mencionan que el incremento de la humedad en primavera favorece la floración y el crecimiento de los brotes vegetativos.

2.5. INDUCCION DE LA BROTACION ATRAVES DEL MANEJO

El cese del reposo invernal y el retorno a la actividad vegetativa, ocurren naturalmente como consecuencia de la acumulación de frío durante el invierno, y por la acumulación de calor ante condiciones

favorables de humedad. Pero cuando las condiciones ambientales no permiten una normal brotación, es posible inducirla a través de diversas prácticas que ejercen una influencia positiva sobre los procesos fisiológicos que desencadenan la brotación.

Con base en Calderón,1985, las prácticas de cultivo recomendadas, para inducir la brotación son:

- 1) Riego.
- 2) Fertilización.
- 3) Poda.
- 4) Tratamientos invernales.
- 5) Uso de agroquímicos.

2.5.1. RIEGO.

El riego es un medio eficaz para remediar una precipitación deficiente o mal repartida, que permite aumentar la producción tanto en cantidad como en calidad, mejorando por consiguiente, la rentabilidad de la plantación, considerando que una zona con deficiente precipitación, es aquella donde ocurre menos de 500 mm anuales o se encuentra mal repartida, existiendo ausencia de lluvia durante el período de vegetación activa, por lo que el riego resulta necesario. La misma necesidad se tiene en climas favorecidos, con hasta 800 mm anuales, en donde la evaporación y utilización de agua son intensas por la frecuencia de temperaturas excesivas o por la existencia, sobre el mismo terreno de cultivos asociados

(Coutanceau, 1970 y Rebour, 1971). En consecuencia, las necesidades del riego dependen de las necesidades de agua de las especies cultivadas, de las condiciones climáticas y el tipo de suelo; mientras que las fechas y volúmenes de riego, están en función de la etapa en que se encuentre el árbol, pues durante el período de actividad vegetativa, se requiere el abastecimiento de gran cantidad de agua, a comparación del reposo, donde el abastecimiento de agua debe ser mínimo.

Al respecto, Calderón, 1985, indica que el riego, operado bajo cualquier sistema y según la condición de la planta, se puede utilizar tanto para inducir como romper el reposo, ya que la suspensión temprana del riego independientemente del comportamiento de la precipitación, evita la prolongación del período de actividad vegetativa y con ello se favorece la defoliación del árbol. Por su parte, Duarte y Franciosi, 1974, Erez y Lavi, 1985, citados por Díaz, 1987, señalan que la práctica de reducir los niveles de humedad, estimula una mejor disponibilidad de las yemas para brotar, después de la acumulación de frío y un riego pesado, pero a la fecha, no se ha establecido el rango de humedad adecuado, sin embargo, se considera que un castigo severo puede ser perjudicial al desarrollo de la yema y del árbol, lo cual afectaría negativamente la brotación.

Para promover la brotación, el asperjado de agua al follaje y la aplicación de riegos ligeros durante el invierno, favorece la acumulación de frío y la ruptura del reposo, dado que con el asperjado

del agua se tiende a evitar el efecto contrarrestante de la elevación diurna de la temperatura, al mantener a la yemas bastante frescas debido a la evaporación del agua; mientras que los riegos ligeros benefician al sistema radicular, pues si bien el castigo de agua induce el letargo, la falta de agua en forma aguda provoca efectos negativos en la raíz e interfiere en la correcta brotación.(Calderón,1985 y Díaz,1987). En éste sentido, operando el sistema cuando la temperatura ambiental es de 20 a 21°C durante el día, las yemas secas alcanzan 23°C, mientras que las húmedas se mantienen entre 18 y 20°C. Esta diferencia se refleja en un incremento del porcentaje de brotación (Cuadro 2), por lo que se puede establecer, que en localidades con neblinas durante el invierno puede haber una mejor respuesta a la acumulación de frío. Sin embargo, Gilreath y Buchanan en 1981, citados por Díaz,1987, consignaron que los árboles que reciben este tratamiento reducen su amarre de fruto hasta en un 50%.

Cuadro 2. Efecto de la aspersión intermitente invernal sobre el árbol, en la brotación de nectarina "Sunred".

tipo de yema	brotación (%)	
	no aspersión	aspersión
terminal	25	100
floral	32	82
vegetativa	41	76

Fuente: Díaz,1987.

2.5.2. FERTILIZACION.

La nutrición vegetal se basa en la extracción de sales minerales, mismas que están integradas por diversos elementos químicos, los cuales al disolverse en agua se disocian en iones, siendo estos los que realmente asimila la planta, en donde se distingue entre aquellos elementos que se requieren en cantidades relativamente mayores, llamados macronutrientes, y entre aquellos elementos requeridos en cantidades relativamente menores, conocidos como micronutrientes o elementos traza, en donde los primeros son los siguientes: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio; en tanto que se considera como micronutrientes al hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y el Cloro. (Trocme, 1972.)

Por lo tanto, las prácticas de fertilización, obedecen a que la nutrición de las plantas, implica el empobrecimiento del suelo de sustancias nutritivas, las cuales deben ser restituidas, para asegurar regularidad en la producción, además se contribuye a que las plantas resistan mejor el ataque de plagas y enfermedades, exista mayor eficiencia en la asimilación de agua y una maduración homogénea de la fruta.(Coutanceau,1970; Rebour,1971 y Ludwick,1995).

En este contexto, la fertilización y particularmente la nitrogenada, dentro del manejo de frutales caducifolios, es un factor tanto de

inducción como de rompimiento del descanso invernal, dado que este elemento es uno de los que fomentan el crecimiento y desarrollo vegetativo, por lo que su aplicación varia según la etapa en que se ubique el árbol. En consecuencia, un árbol entrara más prontamente en descanso si se abstiene de realizar tardíamente una fertilización nitrogenada, por lo que resulta más conveniente aplicarla al comienzo de la vegetación y durante el período de crecimiento activo.(Calderón y Dielh, 1985).

De está manera, el nitrógeno es el principal elemento del abonado, dado que es un factor de gran influencia en el desarrollo vegetal, y además cobra particular interés por no ser un constituyente natural del suelo, lo cual implica que su restitución a lo largo del año sea fraccionada para evitar deficiencias o excesos en determinados períodos, (Rebour,1971 y Trocme,1972)

El suministro de nitrógeno puede ser muy variada, ya que se puede colocar tanto al suelo como por medio de pulverizaciones al sistema aéreo. En el suelo, la alimentación nitrogenada, está en función de como se de la mineralización, en donde se tiene que los nitratos son fácilmente movibles y sufren los mismos desplazamientos del agua, lo cual por una parte ayuda a su asimilación, pero también provoca su lixiviación.(Trocme, 1972)

En relación, a las pulverizaciones aéreas, estas pueden ser hacia la madera o sobre el follaje, en donde principalmente se usa urea, dado

que esta es soluble en agua, y su aplicación esta recomendada al final y previo al inicio de la vegetación. Bajo condiciones de temporal, aspersiones de este tipo, se pueden realizar durante los meses de vegetación, pues remedian en cierta medida carencias, ocasionadas por que la aplicación de fertilizantes que no se asimilan a causa de la falta de agua.(Rebour, 1971 y Trocme, 1972)

Al igual que el nitrógeno, el fósforo y el potasio son importantes al inicio de la vegetación, por lo que deben de estar disponibles bajo formas fácilmente asimilables. Al respecto ludwick,1995, considera que su concentración puede ser incrementada hasta altos niveles de disponibilidad, siguiendo un programa de acumulación y mantenimiento, el cual consiste en aplicaciones de corrección anualmente cerca de la raíz; de ser así, se garantizan niveles adecuados de tales elementos, aún durante épocas desfavorables de temperatura y humedad,

Otros elementos mayores, tales como el calcio, magnesio y azufre, se encuentran en el suelo, muchas veces en cantidades suficientes para abastecer las necesidades de la planta, salvo que en algunos casos que no son disponibles a la planta; por ejemplo, el calcio, en suelos de zonas de abundante precipitación, puede llegar a faltar o a estar en notable deficiencia, lo cual se puede corregir con el suministro de cal agrícola, misma que contiene: fierro, potasio, azufre, manganeso y magnesio.

En cuanto a los micronutrientes, aunque se requieren en bajas concentraciones, son básicos para el metabolismo de la planta. Calderón, 1985, señala que ante deficiencias de zinc la brotación tiende a ocurrir con irregularidad, ya que se inhibe la apertura normal de las yemas. Pero la aportación regular de oligoelementos con el abonado normal no es aconsejable, pues existe un margen estrecho entre los umbrales de carencia y exceso, por lo que cualquier enriquecimiento puede pasar rápidamente al exceso; para aplicarlos, es necesario diagnosticar si efectivamente existe carencia alguna, las cuales en ocasiones son difíciles de establecer, por lo cual se recomienda consultar grabados en colores de obras especializadas, además Las carencias de oligoelementos, son fácilmente combatidas con aplicaciones al follaje, o sobre la madera antes de la brotación, siendo así muy rápida su asimilación. (Rebour, 1971)

2.5.3. PODA.

La poda es una operación que aumenta el vigor y se puede utilizar para incrementar el tamaño del fruto y la disponibilidad del nitrógeno por yema y, además estimula el crecimiento cerca del punto de corte, es decir, la poda, ejerce un efecto moderador sobre el desarrollo del árbol a costa de reducir el sistema aéreo, el cual contiene una cantidad considerable de reservas incluidas tanto en la madera como en las hojas suprimidas. (Coutanceau, 1970 y Westwood, 1982).

La poda de los árboles frutales, en general, se divide en dos categorías: poda de formación, cuyo objetivo es el de dirigir el desarrollo y procurar las ramificaciones según el objeto deseado, y la poda de fructificación, cuya razón de ser está en conservar la fructificación a un nivel regular, tan alto como sea posible.(Coutanceau,1970)

Por otra parte, la poda esta definida por caracteres generales, tales como, la severidad de la misma, naturaleza de los órganos suprimidos y tiempo en que se realiza. En relación a la severidad de la poda, dado que está ejerce una acción estimuladora en el desarrollo del árbol su operación varia con la edad y vigor del árbol así como con la especie frutal considerada, por lo que de manera general los árboles viejos y de poco vigor se pueden podar más severamente, no sucediendo lo mismo con árboles jóvenes y vigorosos de la misma especie.(Westwood,1982)

Por lo tanto, los frutales caducifolios presentan reacciones y comportamientos muy distintos frente a las diversas podas, lo cual radica en el tipo de vitalidad que presenten sus yemas; por ejemplo, el durazno posee yemas vivas en la madera del año, mientras que el manzano y el peral presentan yemas latentes, las cuales se logran desarrollar a consecuencia de una poda severa, ya que ante podas demasiado generosas las yemas no brotan y se quedan dormidas, lo cual ocasiona una zona latente que reduce el redimiento del árbol, esta propiedad es común en todas las especies frutales, pero al

parecer es más notoria en el manzano y, particularmente en las variedades americanas. (De Ravel, 1970)

Así, la poda es otra de las prácticas que estimulan la brotación de las yemas, sobre todo de las laterales, pues se ha considerado que las yemas terminales inhiben su brotación, por lo que al ser suprimidas tal inhibición desaparece, y se estimula el crecimiento por debajo del corte. (Coutanceau, 1970 y Calderón, 1985). De esta manera, Samish y Lavee, 1962, y, Hatch y Ruiz, 1984, citados por Díaz, 1987, señalan que en la vid la época de la poda afecta la fecha de brotación, encontrándose que si ésta se realiza después del reposo hay un adelanto en la brotación, mientras que si se poda temprano ésta se retrasa. Por su parte, Samish y Lavee, 1962, citados por Díaz, 1987, también señalan que los cultivares responden de diferente manera, de tal forma que los de bajo requerimiento de frío tienen una época óptima de poda más temprana.

En la Comarca Lagunera, Lagarda, 1987, experimentando con nogal pecanero, encontró que en el cultivar "Wichita", la poda de despunte a 5 y 8 yemas, incrementa en 58 y 33% la cantidad de brotes laterales con respecto a árboles no podados, mientras que en el cultivar "Western", con la poda de despunte no se detecto incrementos en la cantidad de yemas brotadas, pero la poda a 1/2 del tamaño del brote tiende a incrementar la longitud de los brotes tanto laterales como terminales, lo cual también sucedió en el cultivar "Wichita". Además señala que la poda de despunte, poco contribuye a eliminar el efecto

de dominancia apical en los brotes terminales, ya que existe un mayor crecimiento de los brotes terminales comparado con el de los laterales.

En este sentido, la poda acelera la brotación, sobre todo cuando se realiza durante el desborre o en los primeros indicios de la vegetación, o bien, durante el reposo invernal cuando ya se hayan presentado los fríos más intensos. (Coutanceau,1970 y Tamaro,1979)

2.5.4. TRATAMIENTOS INVERNALES.

Debido a que las elevaciones de las temperaturas invernales, durante el reposo invernal activan las yemas hibernantes y además las hace sensibles a las heladas primaverales, es necesario amortiguar sus efectos, lo cual es posible mediante diversas prácticas tales como la defoliación, el encalado y la aspersión de aceites minerales.

Según Calderón y Díaz,1987, la defoliación esta encaminada a interrumpir la actividad vegetativa cuando esta se prolonga y a la vez es un estímulo para inducir la entrada al letargo e indirectamente a la brotación. Al respecto, en manzano, Díaz y Alvarez en 1981, experimentaron el uso de productos químicos como sulfato de cobre (10%) o urea (10%) para inducir eficientemente la caída de las hojas en áreas donde no ocurre durante el otoño. También señalaron el efecto de dicha práctica para uniformizar y adelantar la floración (Cuadro 3), aún cuando en algunos casos hubo daños a la madera y

las yemas con el sulfato de cobre. Janick en 1974, citado por Díaz,1987, observó que en ciertas localidades tropicales altas se práctica la defoliación manual del manzano un mes después de la cosecha, lo que provoca un rebrotación cuatro semanas después y se logran ciclos de 6 a 7 meses con dos cosechas al año. En el caso de la vid bajo condición tropical, Corzo en 1982, mencionó que el uso de ethepon antes de la poda induce la caída de las hojas adheridas y promueve una brotación uniforme..

Cuadro 3. Respuesta en la floración de manzano Cv "anna", después de defoliarse químicamente.

Aplicación Feb,2	Floración (%) Marzo, 11	Fecha de floración completa
Sulfato de cobre (10%)	48	Marzo, 13
Urea (10%)	21	Marzo, 15
Defoliación manual	17	Marzo, 21
No defoliación	5	Marzo, 25

Fuente: Díaz,1987.

El encalado del árbol, obedece a el hecho de evitar el calentamiento de éste y con ello favorecer la acumulación de frío, pues físicamente el color blanco refleja la radiación solar.(Calderón, 1985). En tanto que los aceites minerales, retardan de 10 a 12 días el inicio de la vegetación, lo cual ayuda a detener la reactivación de las yema a causa de elevaciones de temperatura.(De Ravel,1970)

2.5.5. USO DE AGROQUIMICOS.

La utilización de agroquímicos para inducir la brotación, se fundamenta en compensar los requerimientos de frío, para ello se utilizan biorreguladores del crecimiento y, principalmente los compensadores de horas frío, los cuales son sustancias químicas que realizan artificialmente los procesos que de manera natural no se realizaron.

Dentro de los compensadores de frío, el más usado desde hace años ha sido el dinitro-orto-cresol, DNOC, o su similar el dinitro-orto-butilfenol, DNBP o dinoseb, que también se utiliza como herbicida, Premerge. Como fitorregulador se aplica de 0.05% a 0.2% dependiendo de lo benigno del invierno, mezclado con citrolina emulsificada, por lo general del 4 al 6%. Las épocas de aplicación no han sido precisadas fisiológicamente pero el estadio de puntas plateadas en manzano y peral parece ser el más apropiado para obtener una brotación uniforme. (Calderón, 1985)

Otros productos con efectos compensatorios de frío son el KNO_3 , la tiourea y actualmente la cianamida de calcio y de hidrógeno, pero una desventaja de su uso es que el KNO_3 tiene más efecto en las yemas florales y la tiourea en las vegetativas. (Díaz, 1987)

En cuanto a su acción, la mayoría de los compensadores de frío utilizados para estimular la brotación, según Samish,1945, citado por Díaz,1987, tienen efecto sobre la respiración de los tejidos; los aceites minerales, al parecer son activos al crear una condición anaeróbica temporal de la yema, estimulando la fase de la glicolisis; mientras que en base a Moreland,1980, citado por Díaz,1987, los dinitro aumentan la respiración al actuar sobre la fosforilación oxidativa; y en cuanto a la cianamida, esta también incrementa la respiración y el efecto está en función de la dosis, teniéndose que al aumentar el producto hay mayor concentración de bióxido de carbono.

Díaz,1987, señala, que aún cuando los compensadores de frío pueden reducir el problema de falta de frío y el término del reposo en las yemas, su efecto tiene un límite, el cual se estima de manera general, que en el mejor de los casos sólo satisfacen hasta 150 horas, aunque tal límite varía con el cultivar, la intensidad de reposo, condiciones ambientales después de la aplicación, manejo del árbol y el producto aplicado.

Así mismo, dado que las hormonas naturales o endógenas inducen la actividad fisiológica, es factible que cuando se aplican externamente pueden actuar como estimuladores o inhibidores de crecimiento, en donde su acción va a depender de las dosis en que se aplique y la fase de desarrollo en que se encuentre el frutal. Específicamente, para el cultivo del manzano, los bioreguladores más ampliamente empleados han sido el Promalin(giberelina 4 y 7 en

combinación con 6-bencil amino purina), para hacer brotar yemas y formar la estructura de los árboles, usado de 500 a 3000 ppm. El biozyme T.F, ha sido aplicado para estimular la formación de árboles jóvenes en dosis de 750 cc/1 000 l de agua aplicado en la fase de floración. (Ramírez,1988)

Pero en términos generales, los buenos resultados que con uno u otro tratamiento puedan obtenerse, dependen de la época de aplicación, la cual está en función de las condiciones ambientales y el estado en que se encuentren los árboles, aunque a menudo, se ha considerado que los tratamientos deben ser aplicados bastante tarde, una vez que los árboles hayan asimilado la mayor cantidad de frío posible, y que se encuentren próximos a efectuar la brotación. Al respecto, Samish mostró la importancia de la época adecuada y señaló que los tratamientos tempranos tiene el defecto de provocar un estímulo demasiado pronto y forzado para la apertura de las yemas, mientras que los tratamientos tardíos tiene un efecto normalizador e incrementan mayormente el número de yemas brotadas.(Díaz,1987).

Por lo tanto, la época de aplicación debe verificarse en cada región, ya que sobre ella influyen el tipo de planta que se tenga y toda una serie de factores ecológicos, debiéndose tener en cuenta en la fijación de las épocas de aplicación, el promedio de las temperaturas durante los dos meses más fríos ya que comúnmente es aceptado que cuanto más alto sea ese promedio más tardías deben ser la aspersiones, mientras que éstas deberán ser más tempranas si el promedio es bajo.

Lo anterior conlleva a que para muchos lugares el tiempo correcto de aplicación para una mayor eficiencia, está comprendido entre 3 y 6 semanas antes del momento normal del despertar anual del reposo, sin embargo, este dato esta sujeto a comprobación en cada zona.

Existe entonces, una relación entre la actividad o eficiencia del producto y el momento de su aplicación, teniéndose que los productos compensadores de frío, según Calderón,1985 actúan con una mayor eficiencia cuanto mas elevadas son las temperaturas al momento de su uso; y a su vez Díaz,1987, señala que el nivel de humedad afecta la respuesta del árbol a los compensadores de frío, pues bajo condiciones de severa sequía, se puede llegar a dañar el árbol.

2.6. GENERALIDADES DEL MANZANO

2.6.1. ORIGEN Y TAXONOMIA.

Ramírez,1993, señala que los griegos y romanos fueron los primeros en manejarlo como cultivo, pero que aprendieron el manejo, por medio de otros pobladores aún desconocidos hasta ahora. En América, fue introducido por los colonizadores españoles a principios de 1600, propagándolo por medio de semilla, usando los cultivares Baldwin y Ben david.

Se cree que el manzano es originario del suroeste asiático, mediante cruces de especies nativas del género *Malus*, refiriéndose al género *Malus pumilla* L, y a *M. iedzwerzhiana* L. Pero existe controversia en este aspecto, pues al manzano suele llamarsele *Pyrus malus*, y también se le conoce *Malus pumilla*, donde al género *Malus* se le considera como un subgénero del género *Pyrus*. Solares Días, 1985, menciona que el manzano procede de la especie *Pyrus malus*, de la cual se derivan las variedades propias para cultivo, y de *Pyrus baccata* progenitora de variedades silvestres. Ramirez, 1993, cita la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal
División: Traqueofitas
Subdivisión: Pteropsidas
Clase: Angiospermae
Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Género: *Pyrus*
Especie: *malus*
Nombre científico: *Pyrus malus*

Botánicamente, es una planta perenne que llega a alcanzar de 6 a 10 metros de altura, presenta raíces ramificadas, el tallo en sus primeras etapas es de consistencia herbácea el cual se lignifica con el tiempo, siendo esta su consistencia definitiva. La copa tiende a ser ancha, presentando abundantes ramificaciones, las hojas son de color verde oscuro, caducas, la inflorescencia es un corimbo formado por tres a ocho flores. El fruto técnicamente es un pomo, con uno o cinco lóculos, con una o más semillas.

2.6.2. IMPORTANCIA..

La importancia del manzano radica tanto en su valor nutritivo y por los divisas económicas que representa su cultivo. Además se le han atribuido propiedades curativas, o al menos preventivas de enfermedades o malestares. Nutricionalmente cada 100 gr de la parte comestible del fruto del manzano están nutricionalmente compuestos de: 84% de agua, 56 calorías, 0.2 gr de proteínas, 0.6 gr de grasa, 14.1 gr de carbohidratos, vitamina A y B, niacina, 0.1 mg; vitamina C, 7 mg; calcio, mg; fósforo, 10 mg; fierro, 0.3 mg; sodio, 1 mg y potasio 110 mg. (Ramirez, 1993)

A nivel mundial, son varios los países productores, destacando entre ellos Estados Unidos, Francia, Alemania, Chile y Argentina entre otros; donde comúnmente se cultiva en los valles de zonas montañosas. A nivel nacional, el manzano es uno de los principales frutales, tanto por su superficie cultivada como por su rendimiento productivo y económico.

2.6.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS..

Las variedades cultivadas de manzano prosperan en una vasta región de la tierra, situada entre la zona subtropical y la subpolar, por

lo que una gran diversidad de suelos y climas permiten su crecimiento, exceptuando su crecimiento en zonas montañosas o polares, donde el invierno es demasiado largo y frío, así como en las regiones tropicales y ecuatoriales en las que la temperatura es demasiado elevada y uniforme, y además en regiones desérticas, a causa de la excesiva falta de agua.(De Ravel,1970)

Respecto al suelo, De Ravel,1970, señala que existen plantaciones tanto en limos calcáreos, como en suelos arcillosos y en suelos humíferos de antiguos pantanos. Así mismo, señala que prefiere tierras frescas, lo cual obliga a aplicar riegos frecuentes, pero aunque requiera tal condición, es necesario vigilar la capa freática del agua, especialmente durante el invierno y primavera, con objeto de que ésta no esté demasiado cerca de las raíces o que las sumerja, ya que originaría la muerte de los árboles por asfixia. Por último prefiere suelos ácidos, aunque prospera en suelos alcalinos, ya que soporta un rango de pH que fluctúa de 4.5 a 8.5.

En lo referente al clima, el manzano es propio de climas templados a fríos, por lo que la temperatura es un elemento esencial para su desarrollo. Fisiológicamente requiere de un período de bajas temperaturas, el cual lo transcurre en estado de letargo, e igualmente requiere de una determinada cantidad de calor, para hacer brotar sus yemas en primavera; en este sentido, el manzano prospera bien a una temperatura máxima de 32° a 34° C, con una temperatura mínima de

-8°C, y una temperatura media de 18 a 22°C.(Solares Díaz, 1985 y Ramírez,1993)

Tamaro,1979, señala que el manzano es un cultivo que padece poco por el frío y no necesita demasiada cantidad de calor ni de luz para que maduren sus frutos, y además expone que las constantes térmicas del manzano son las siguientes:

Suma de temperatura necesaria desde la caída de la hoja en otoño hasta la iniciación de las primeras flores-----1 423°C
Id. hasta la maduración de los frutos-----4 730°C
Id. hasta la caída de la hojas-----6 999°C

Por su parte, Ramírez,1988, señala que para el manzano se tienen los siguientes "ceros vitales": para apuntar las hojas de las yemas 0°C, para que abran las primeras flores 14.23°C, para que maduren los primeros frutos 27-30°C, para el principio de la caída de las hojas 16-21°C.

Las bajas temperaturas, pueden llegar a causar estragos cuando el árbol se encuentra en actividad vegetativa, pero estas temperaturas son determinantes para efectos de la acumulación de frío durante el periodo de reposo invernal, el cual varía dependiendo del cultivar que se trate. (Cuadro 4).

CUADRO 4. REQUERIMIENTO DE FRIO DE ALGUNOS CULTIVARES DE MANZANO.

VARIEDAD	REQUERIMIENTO DE FRIO (HORAS FRIO)
Anna	300
Golden Delicious	850
Jonathan	700
Winter Banana	575
Red Delicious	800
Starking	850
Rome Beauty	1000

Fuente: Díaz, 1987.

Con relación a la humedad, se considera como ideal en requerimientos de precipitación un clima con verano caliente y seco, con poca precipitación e inviernos moderadamente fríos y húmedos o secos, esto se considera por el hecho de la proliferación de plagas y enfermedades, prefiriéndose surtir los requerimientos de agua mediante riegos programados, controlando así el ambiente dentro de la plantación, y los daños por granizo. (Solares Díaz, 1985)

2.6.4. LABORES DE CULTIVO.

Las labores de cultivo y beneficio dentro de una plantación de manzano, se dividen entre aquellas concernientes a su establecimiento y las relacionadas propiamente con la producción

Para el establecimiento de la plantación, el terreno debe estar nivelado, o bien, si existe pendiente, es necesario trazar la plantación en base a curvas de nivel o en terrazas, para que el sistema de plantación permita un mayor aprovechamiento del terreno para facilitar lo mayormente posible el manejo. Así pues, los sistemas de plantación más recomendados para este cultivo son: marco real, tresbolillo, hexagonal y quinuncio, utilizando distancias acordes a las dimensiones del desarrollo de el árbol.

Previo a la plantación del árbol, es recomendable realizar una labor de subsoleo, para facilitar la fijación de las raíces. Una vez plantado el árbol, el cuidado básico consiste en proporcionar suficiente agua, recomendándose 40 l por cajete, y fertilizar a una dosis de 30 kg/ha de nitrógeno.

Las labores de desarrollo y producción se inician, por lo regular a partir del cuarto año de haberse establecido la plantación, las cuales según Ramírez ,1993, son las siguientes:

Barbecho: De realizarse en Diciembre al terminar la caída de hoja, favorece la absorción de humedad para soportar el invierno, y la vez se eliminan plagas, enfermedades y malas hierbas.

Rastreo: Con esta práctica se mejoran las características físicas del suelo.

Riego: Para realizarlo independientemente del sistema a utilizar se deben considerar las características físicas, salinidad y drenaje de suelo, nivelación del terreno, necesidades del cultivo y los recursos económicos disponibles.

Poda: Persigue dar una estructura a la distribución de las ramas, considerando su desarrollo sanitario y sobre todo tener una relación proporcional entre raíz y parte aérea.

Aclareo de frutos: Esta práctica es conveniente para que el árbol produzca de manera normal y permanente, evitando así el vecerio.

Encalado: Se recomienda realizarlo en árboles mayores de 13 años, o en aquellos que presenten corteza muerta provocada por el llamado "golpe de sol".

Fertilización: El consumo de nutrientes varía de acuerdo al desarrollo del árbol, y además ciertos nutrientes son más demandados que otros, pero aún así el abonado debe ser completo, proporcionando los elementos mayores y micronutrientes.

Defensa contra heladas: Dado que el cultivo del manzano es propio de climas templados, donde incide un período anual de heladas, estas se combaten desde la localización de la plantación,

así como con la utilización de métodos mecánicos, naturales y el uso de calentadores.

Plagas y enfermedades: El manzano es susceptible de múltiples plagas y enfermedades, las cuales representan una disminución de la capacidad productiva, si no son controladas.

2.6.5. FENOLOGIA.

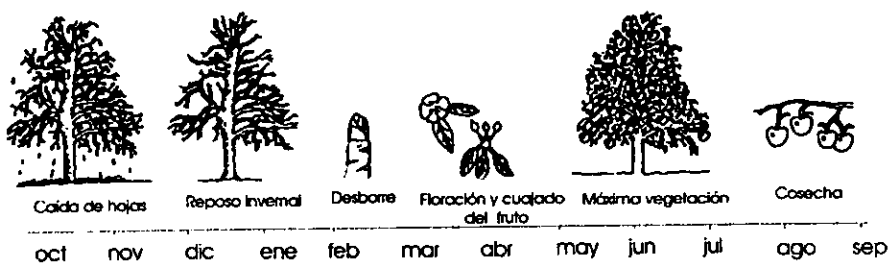


Figura 2. Desarrollo fenológico del manzano (Ramírez 1993)

El ciclo anual del manzano empieza con la caída de las hojas a mediados de octubre hasta el 15 de noviembre, se inicia en este periodo el reposo invernal del árbol que se prolonga hasta febrero; continua después del desbore en marzo, cuando se manifiesta la renovación de la actividad vegetativa; al principio de abril y la floración y aparición de las primeras hojas además del cuajado o amarre del fruto a finales del mismo mes; posteriormente, de mayo a septiembre, empieza el período de máxima vegetación en el que tiene lugar el

desarrollo de las hojas y los frutos, así como la acumulación de reservas nutritivas para el siguiente ciclo; la cosecha se inicia a finales de agosto y se alarga, en algunas regiones, hasta finales de septiembre. Después el árbol se prepara para la caída de las hojas.(Ramírez,1993)

3. MATERIALES Y METODO.

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la presente investigación, se utilizaron dos plantaciones de manzano, en donde una de ellas es la que se encuentra en el huerto frutícola de la Facultad de Estudios Superiores- Cuautitlán (FES-Cuautitlán), la cual se localiza en el Municipio de Cuautitlán Izcalli. La otra plantación se ubica en el Poblado de San José El Vidrio, Municipio de Nicolas Romero, por lo que ambas plantaciones se encuentran en el Estado de México.

Tomando como referencia la ubicación de la Estación Meteorológica "Almaraz", dependiente de la FES- Cuautitlán, y de la cual se utilizaron datos climáticos para la investigación, el huerto frutícola de dicha institución, se encuentra a una altura aproximada de 2250 msnm y geográficamente se localiza entre los 19°41'35" de Latitud Norte y 99°11'42" de Longitud Oeste. Además en el municipio de Cuautitlán Izcalli, según la carta estatal de climas (INEGI,1981) prevalece un clima templado subhúmedo con lluvias en verano. con menos del 5% de lluvia invernal, con una temperatura promedio de 15°C y una precipitación de 600 mm anualmente.

Por su parte, el municipio de Nicolas Romero, según el Anuario Estadístico del Estado de México 1991, se localiza entre los 99°18'51'' de longitud oeste y los 19°37'30'' de latitud norte, situado a una altura aproximada de 2400 msnm, donde prevalece una clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con más del 5% de lluvia invernal. La temperatura promedio anual oscila de 18° a 20°C, y se precipitan anualmente de 500-600 mm.

3.2. MATERIALES.

3.2.1 Material vegetal.

Dentro de la facultad se utilizaron 120 árboles establecidos dentro del huerto frutícola, los cuales se caracterizan por tener una edad promedio de 10 años de haberse establecido, en donde están incluidas las variedades: Winter Banana (575 horas frío), Jhonatan (700 horas frío), Golden Delicious (850 horas frío), pero se desconoce su ubicación, por lo que, en la presente investigación se considera a la especie en general.

Mientras tanto en la plantación externa, se manejo una población con el mismo número de árboles, en donde se desconoce la variedad, pero tienen una edad similar a la de los árboles de la facultad.

3.2.2 Insumos

Para el desarrollo del trabajo se emplearon los siguientes insumos:

- Aceite mineral. 2 litros.
- Biozyme. 1 litro.
- Agromil-V. 1 litro.
- Gro-Green. 1 kilo.
- Acidos húmicos. 1 litro.
- Pro Gibb plus (ácido giberelico al 10%)
- Urea (46-0-0). 400 kilos
- Fosfato de amonio (18-46-0). 200 kilos
- Aspersora de motor con capacidad de 12 litros.
- Tractor "Sidena T25, y los implementos: rastra, desmalezadora y voleadora
- Equipo de poda: tijeras, serrote.
- Equipo de protección para aplicaciones: overol, chamarra y guantes de material impermeable, goggles, mascarilla.

3.3. METODO

3.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental, consiste en la comparación de dos manejos, los cuales se implementaron en dos plantaciones, utilizando en cada una de ellas 120 árboles, distribuidos en dos lotes de 60 árboles cada uno, y a la vez, subdivididos en cuatro bloques con 15 árboles.

3.3.2. Tratamientos.

Los tratamientos considerados dentro de la presente investigación fueron:

Caso: FES Cuautitlán.

A. Manejo común o testigo:

Aplicación foliar de urea, como defoliante.

Poda.

Fertilización al suelo a base de urea y fosfato de amonio

Rastreo.

Riego.

Fertilizante foliar

B. Manejo experimental:

Aplicación foliar de urea como defoliante.

Aspersión de una mezcla de productos (2 refuerzos).

Poda.

Fertilización al suelo a base de urea y fosfato de amonio

Rastreo.

Riego.

Aplicación de ácido giberelico al 10%

Caso San José El Vidrio

A. Manejo común o testigo:

Aplicación de aceite mineral, como defoliante.

Poda.

Fertilización a base de urea.

Aspersión de fertilizante foliar.

B. manejo experimental:

Aplicación de aceite mineral, como defoliante.

Aspersión de una mezcla de productos (2 refuerzos).

Poda.

Fertilización a base de urea.

Aplicación de ácido giberelico al 10%.

La mezcla de productos señalada en el manejo experimental, tiene la siguiente composición:

- 120 ml de ácidos húmicos.
- 80 ml de fertilizantes foliar
- 60 ml de Agromil-V
- 60 ml de Biozyme

Dicha composición en la práctica se disolvía en 12 litros de agua, ya que esta cantidad es la capacidad de la aspersora de motor empleada, y por cada aplicación se requerían de tres preparaciones.

La distribución de los tratamientos en campo se realizo de la siguiente forma (Figura 3):

Figura 3. Forma en que se distribuyeron los tratamientos en cada experimento.

B2	B1	B1	B2
B3	B4	B4	B3
Area Testigo		Area Experimental	

3.3.3. Variables.

La respuesta de cada manejo, se evalúa en función de que el árbol brota o no brota, por lo que se tiene lo siguiente:

si brota = 1

No brota = 0

Así mismo se tomaron datos de las siguientes variables:

NYT= número de yemas totales

NYB= número de yemas brotadas

PYB= porcentaje de yemas brotadas

CCM= crecimiento vegetativo de los brotes 30 días después de su brotación

Además, se evaluó el desarrollo fenológico del árbol, desde el inicio del reposo invernal hasta la brotación, por lo que se observaron las siguientes variables, expresadas en porcentaje:

DF= desorden fisiológico, entendido como la prolongación del período de actividad vegetativa.

YD= yema dormida, la cual indica que el árbol se encuentra en reposo invernal.

YC= yema colorada, tal condición del árbol es uno de los primeros síntomas de que el reposo invernal se ha cumplido.

DESBO= desborre, es el primer síntoma externo y apreciable de actividad posterior al descanso invernal.

BROTA= brotación, indica la aparición de las primeras hojas o flores.

3.3.4. Toma de datos.

Para contabilizar la cantidad de yemas brotadas y el crecimiento vegetativo, se eligió un árbol "patrón" de cada bloque, el cual muestra una estructura estándar con relación a los demás árboles.

Por su parte, el desarrollo fenológico se evaluó considerando todos los árboles de cada bloque, tomando datos previa y posteriormente a la aplicación de cada práctica, y en lapsos intermedios si se distinguían cambios significativos, lo cual determino los periodos que se observan en los cuadros 5 y 6.

3.3.5. Análisis estadístico.

De los datos de ambos experimentos, se obtuvo el análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey con 0.05 % de significancia, para las variables: brotación, número de yemas

totales, cantidad de yemas brotadas, porcentaje de yemas brotadas, y crecimiento vegetativo. Particularmente, en el experimento de la FES-Cuautitlan, se obtuvo un análisis de correlación de las variables evaluadas para el desarrollo fenológico con las condiciones climáticas, las prácticas de manejo (defoliación con urea(DU), defoliación manual(DM), riego (R), fertilización(F), poda (P), Mezcla (M)), y la variable T(indica la relación clima-manejo).

3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

El manejo del experimento para el huerto frutícola de la FES-Cuautitlan, se realizó como se indica en el Cuadro 5, bajo las condiciones climáticas que muestran en el anexo I y las figuras 4, 5 y 6, donde:

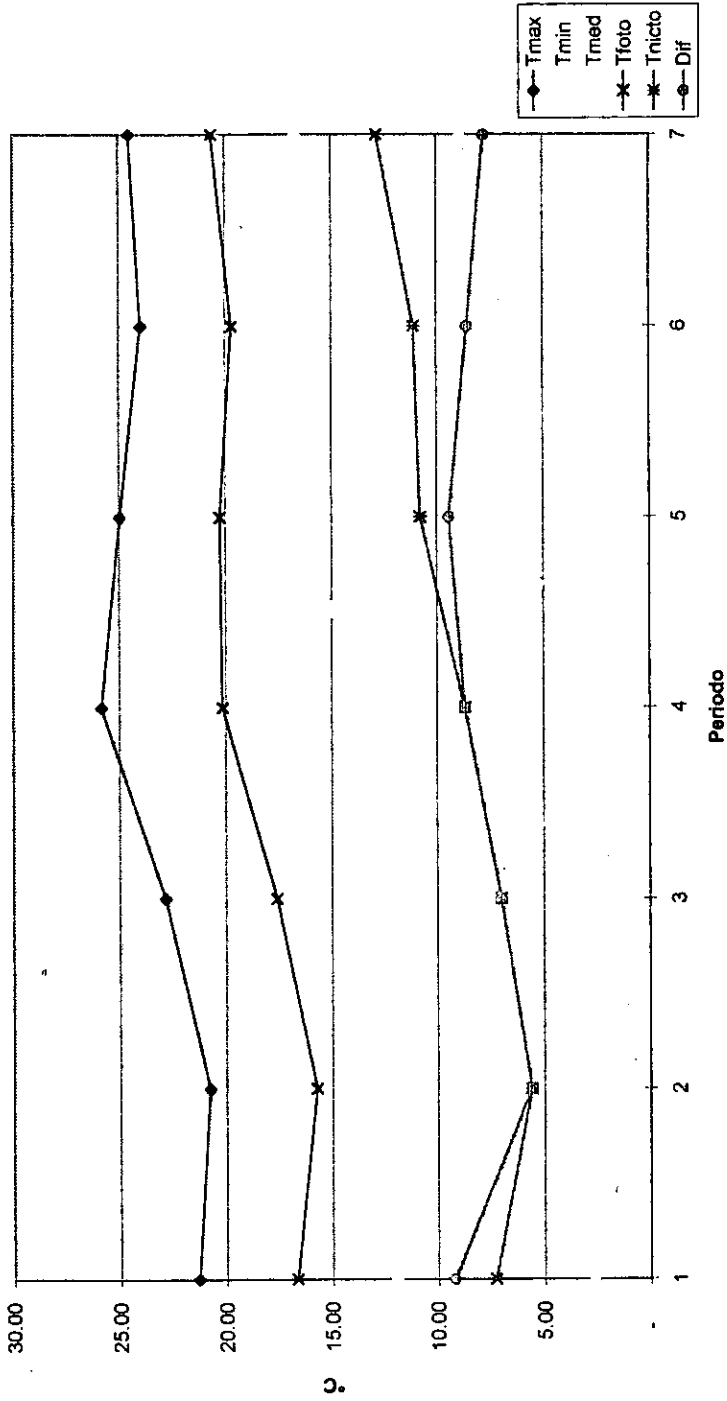
tmáx= temperatura máxima (°C)	ct= constante térmica (°C)
tmed= temperatura media (°C)	hf= horas frío (Da Mota)
tmin= temperatura mínima (°C)	pp= precipitación (mm)
tfoto= temperatura diurna (°C)	etp= evapotranspiración (mm)
tnicto= temperatura nocturna (°C)	pa= precipitación aprovechable (mm)
dif= diferencia de temperaturas (°C)	hr= humedad relativa (%)

El manejo de la plantación de San José El Vidrio, se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Manejo del experimento en la FES - Cuautitlan, considerando el desarrollo fenológico de la plantación.

Período	Práctica	Efecto esperado	Efecto observado	
1	01-Nov-96 20-Dic-96	aspersión de urea defoliación manual	defoliar el árbol e inducir la dormancia propiciar el descanso	no defolio, tuvo un efecto fertilizante. si indujo el descanso
2	21-Dic-96 20-Ene-97	no se realizo ninguna práctica. invernal.	ya que la población se encontraba en el reposo	
3	21-Ene-97 26-Feb-97	aspersión de la mezcla fertilización	iniciar la ruptura del descanso nutrir al árbol romper el descanso	se mantuvo la yema dormida se inicio la evolución de yema colorada
4	27-Feb-97 24-Mar-97	aspersión de la mezcla y riego.	disminuir la dormancia	predomino la condición de yema colorada.
5	25-Mar-97 07-Abr-97	poda	inducir la brotación	se induce el desborre el estado más avanzado es brotación
6	08-Abr-97 28-may-97	aspersión de ácido giberelico	inducir la brotación	se incrementa el desborre asi como la brotación
7	29-May-97 27-Jun-97	aspersión de fertilizante foliar	nutrir a los árboles testigo	no se incrementa la cantidad de yemas brotadas, pero si el creci miento

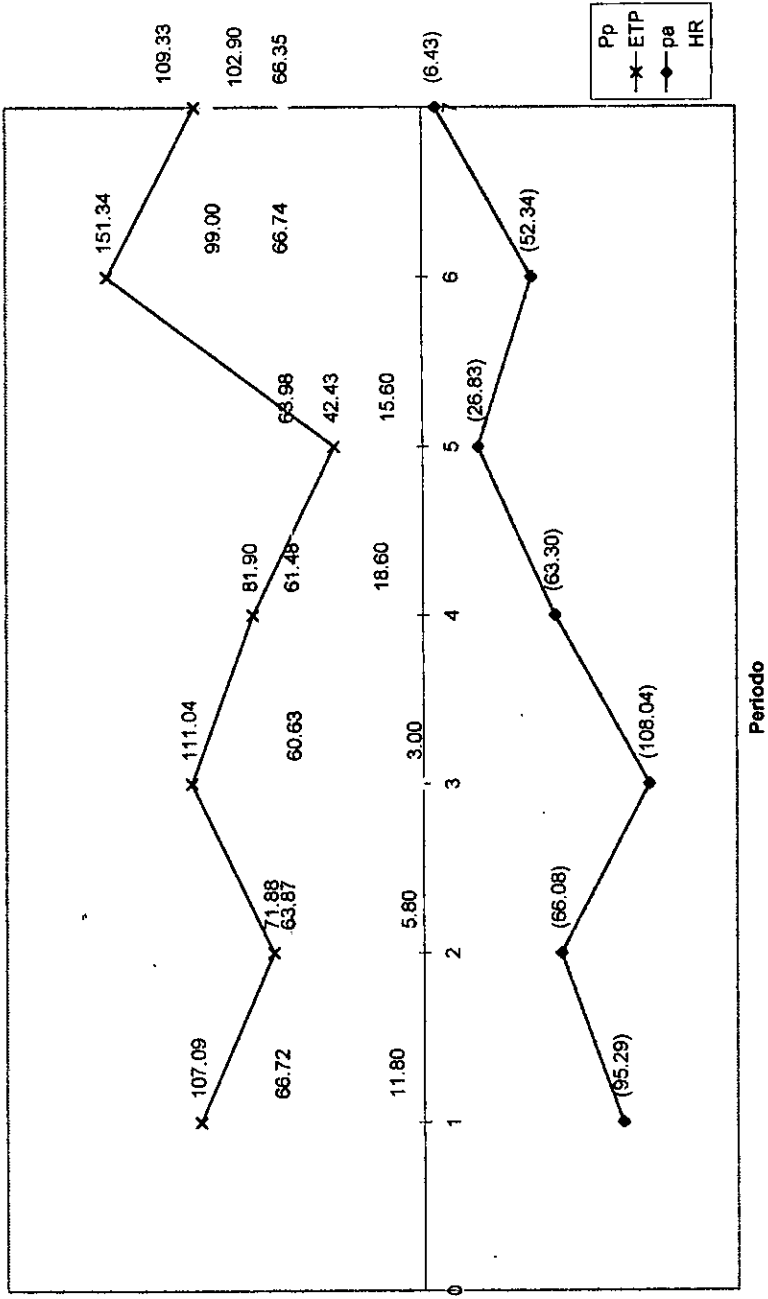
Figura 4. Comportamiento de la temperatura
FES Cuautitlán (período nov 96 a jun 97)



**Figura 5. Comportamiento de la acumulación de frío y calor en FES Cuautitlán
(Período de nov 1996 a Jun de 1997)**



Figura 6. Comportamiento de la humedad en FES Cuautitlán
(Periodo de nov 1996 a jun 1997)



Cuadro No 6. Manejo del experimento en San José El Vidrio, considerando el desarrollo fenológico de la plantación.

Período	Práctica	Efecto esperado	efecto observado
1 14-Dic-96 10-Ene-97	aspersión de aceite mineral	defoliar el árbol e inducir el descanso	se indujo la dormancia en más del 75%
2 11-Ene-97 08-Feb-97	aspersión de la mezcla	disminuir la dormancia	se observa el cambio hacia yema colorada.
3 09-Feb-97 30-Mar-97	poda, fertilización, y aspersión de la mezcla	inducir la brotación	se indujo el desborre, el estado más avanzado era brotación.
4 31-Mar-97 24-Abr-97	aspersión de ácido gibberelico	incrementar la brotación	se incrementa el desborre
5 25-Abr-97 14-Jun-97	aspersión de fertilizante foliar	nutrir a los árboles testigo	se incrementan las yemas brotadas, y el crecimiento de los brotes.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pues ambos manejos inducen la brotación en el total de la población. No obstante, aún cuando se indujo la brotación al 100% de la población, no todas las yemas brotaron, pero no se observan diferencias, en la respuesta de los tratamientos en relación a la cantidad de yemas brotadas, porcentaje de brotación y crecimiento vegetativo, (Anexo II Análisis Estadístico)

Al respecto, el análisis de correlación para el experimento en la FES- Cuautitlán, (Cuadro 7), indica que el comportamiento de la brotación desde la dormancia, resulta de la relación clima-manejo, lo cual provoco que no todas las yemas brotaran.

Respecto a la dormancia, está no se establecía a causa de que la población presentaba un desorden fisiológico, pues para el día 11 de Diciembre de 1996, aún la plantación se encontraba en el período de actividad vegetativa, el cual era favorecido por las condiciones climáticas, pero al observar una condición de pre-letargo, se decide inducir la dormancia a través de defoliar el árbol con urea, la cual tuvo un efecto contrario al esperado, ya que el pre-letargo estuvo dado por un estrés de temperatura y no por falta de humedad, por lo que, el desorden fisiológico se prolongo y se observó una vigorización de las yemas, lo cual hace suponer que tuvo un efecto nutricional, favorecido por disponibilidad de humedad, por lo que de esta manera, se

coincide con Calderón, 1985, el cual indica que la fertilización nitrogenada realizada tardíamente retrasa el establecimiento de la dormancia.

Por lo tanto, al no obtener la dormancia de la yema con la aspersion de urea, se tomo la decisión de realizar la defoliación del árbol manualmente el día 20 de Diciembre de 1996, misma que indujo el descanso al 100% de la población, lo cual además se observa en la correlación de la defoliación manual con la yema dormida, y se infiere que la mezcla favorece dicha condición, pues al ser aplicada, se observo que la yema adquiere una apariencia que denota el incremento de la dormancia, lo que se reafirma en la correlación que sostiene la mezcla con la yema dormida.

De los parámetros climáticos, el análisis de correlación indica que el proceso de dormancia, se establece por la disminución de las temperaturas cardinales, y se le atribuye a la acumulación de frío el mantenimiento de la misma, lo cual coincide con Gil-Albert,1992, en relación a que el período de reposo invernal se comporta como si fuera inducido y sostenido por temperaturas relativamente bajas.

Por el contrario en la plantación de El Vidrio, aún cuando prevalecía una condición de desorden fisiológico para el día 14 de Diciembre de 1996, la dormancia se indujo por medio de la aplicación de aceite mineral, pero se infiere que las condiciones climáticas de dicha plantación son más aptas para la inducción y mantenimiento del

reposo invernal, pues se parte del supuesto de que el descenso de temperaturas es más drástico y por consiguiente, existen mejores condiciones de vernalización.

Lo anterior, coincide de cierta manera con Westwood,1982 y De Ravel,1970, pues el cultivo en ambas plantaciones, estaba sometido a tensiones ambientales, las cuales estaban alterando su comportamiento normal, mismo que se tiende a homogeneizar con las prácticas de cultivo;

Por su parte, se considera que la dormancia comenzó a disminuir, al observarse el cambio de yema dormida a yema colorada, cuya condición en la FES- Cuautitlán, la favorece el riego aplicado el 12 de Marzo de 1997, ya que bajo condiciones naturales la humedad atmosférica y edáfica, inhibían el cambio, lo cual valida la aplicación del riego.

Sin embargo, la condición de la yema no evolucionó más, dado que solo se aplico un riego, el cual no fue suficiente para incrementar la tasa de reacción de los procesos fisiológicos propios para disminuir aún más la dormancia, por lo que se esta manera se infiere que la aplicación de riegos para inducir la brotación deben de aplicarse cuando predomine la condición de yema colorada.

Mientras tanto, en la plantación de El Vidrio, el cambio a yema colorada es predominante al 30 de Enero y se observa que coincide

con la aplicación de la mezcla, aunque dicha condición también sucede al mismo tiempo en el tratamiento testigo, lo cual hace suponer que el cambio se debió, a que se había acumulado determinada cantidad de frío que permitió a la población responder a otro estímulo ambiental, pero no se observó evolución hacia otro estado más avanzado, debido quizás a la falta de humedad principalmente del suelo, pues en el lugar, al final del invierno y principios de primavera, las deficiencias de humedad se agravan a causa de no poder aplicar algún riego, por lo que se tomó la decisión de podar el día 15 de Marzo, para hacer más eficiente el consumo de agua, al reducir puntos de demanda, por lo que con la práctica de cultivo, se indujo el desborre, el cual se incrementó escasamente en el tratamiento experimental, con la aplicación de ácido giberélico.

Esta última condición fenológica, en la plantación de la FES-Cuautitlán, predomina a partir del 7 de Abril y se observa que es efecto de la poda y el ácido giberélico y además de la fertilización, observando también que las temperaturas diurnas son condiciones inductivas para el desborre, pero se infiere que el efecto positivo de las prácticas de cultivo y de las temperaturas diurnas, lo condicionó la acumulación de frío en un 75%.

Lo anterior coincide con Rageau,1972, Villiers,1979 y Ortiz,1987, pues al apreciarse el desborre, se infiere que la dormancia se suspendió a causa de que el requerimiento de frío fue satisfecho; y se ajusta a lo citado por De fina y Ravelo,1979, en relación a que el

reinicio de la actividad vegetativa posterior al descanso, responde a la acumulación de calor. Además se constatan los efectos de la poda citados por Coutanceau,1970 y Calderón,1985; así como los del ácido giberelico,ya que de acuerdo a Villiers,1979, las giberelinas se caracterizan por inducir los procesos de crecimiento encaminados a la apertura de la yema.

No obstante, el cambio de desborre a brotación en ambas plantaciones no se dio de forma inmediata, pues predomina a partir del mes de mayo, cuando existe abastecimiento de agua de lluvia, observándose que para el caso de la FES- Cuautitlán, la brotación predomina cuando se incrementan las precipitaciones, lo cual también se observa en el análisis de correlación, en donde se aprecia que la precipitación favorece en un 80% a la brotación y se aprecia que las condiciones de temperatura durante la noche ejercen una fuerte influencia sobre la emergencia de los brotes.

Pero en cuanto al manejo, la brotación ya no responde a alguna práctica en particular, lo cual indica que el manejo para inducirla se sitúa hasta antes del desborre, por lo que las prácticas de cultivo tienen un efecto acumulativo sobre los procesos que la desencadenan.

Por todo lo anterior, se tiene que el comportamiento de la brotación lo determino las condiciones climáticas y las prácticas de manejo, pero de los parámetros climáticos, la humedad es la que mayor limita el proceso y la respuesta de la planta a las prácticas de cultivo; por lo

que, la deficiente brotación, el comportamiento tardío de la misma y no observar diferencias en la respuesta de ambos manejos, se infiere que son efectos de una inhibición correlativa propiciada por las deficiencias de humedad, pues aún cuando se incrementa la precipitación, no todas las yemas que debieron brotar, lo manifestaron.

Pero además de la irregularidad de la brotación a causa de la falta de humedad, se atribuye a dicha condición climática, el afectar la brotación de yemas florales, ya que aún cuando no se cuantificaron, se observó un reducido número de flores, aunque la baja emisión de flores, también se puede deber, a que las condiciones ambientales y la condición de la planta durante el verano de 1996, hayan influido negativamente en la inducción y diferenciación floral.

Cuadro No 7. Análisis de correlación para la brotación en el huerto frutícola de la FES-C.

	Coeficiente de Correlación de Pearson / Prob > R bajo Ho: Rho=0 / N = 56					
	DF	YD	YC	DESBO	BROTA	CCM
T	-0.61237 0.0001	-0.40825 0.0018	-0.16339 0.2289	0.48666 0.0001	0.87930 0.0001	0.60728 0.0001
TMAX	-0.49869 0.0001	-0.62677 0.0001	0.27544 0.0399	0.59250 0.0001	0.43370 0.0008	0.4216 0.0722
TMIN	0.23219 0.0851	-0.53243 0.0001	-0.42101 0.0012	0.43059 0.0009	0.94678 0.0001	0.67155 0.0001
TMED-	0.37149 0.0048	-0.63055 0.0001	-0.17128 0.2069	0.54668 0.0001	0.83282 0.0001	0.56311 0.0001
HF	0.40191 0.0021	0.61124 0.0001	0.16710 0.2184	-0.70156 0.0001	-0.74370 0.0001	-0.39649 0.0025
TFOT	-0.44842 0.0005	-0.65590 0.0001	0.03532 0.7961	0.59217 0.0001	0.67752 0.0001	0.43363 0.0008
TNIC	-0.29463 0.0275	-0.58273 0.0001	-0.32042 0.0161	0.48600 0.0001	0.91230 0.0001	0.63550 0.0001
DIF	-0.09798 0.4725	0.17998 0.1844	0.73969 0.0001	-0.07705 0.5725	-0.84704 0.0001	-0.65205 0.0001
HR	0.46690 0.0003	-0.04915 0.7191	-0.88407 0.0001	0.10741 0.4307	0.49800 0.0001	0.29243 0.0287
PP	-0.24191 0.0725	-0.30122 0.0241	-0.45163 0.0005	0.26060 0.0524	0.86835 0.0001	0.65317 0.0001
PA	-0.44706 0.0006	0.04253 0.7556	-0.56895 0.0001	0.34460 0.0093	0.81007 0.0001	0.62960 0.0001
DU	1.00000 0.0	-0.16667 0.2196	-0.27423 0.0408	-0.33113 0.0127	-0.31002 0.0201	-0.16528 0.2235
DM	-0.16667 0.2196	1.0000 0.0	-0.27423 0.0408	-0.33113 0.0127	-0.31002 0.0201	-0.16528 0.2235
M	-0.25820 0.0547	0.64550 0.0001	0.17797 0.1894	-0.15390 0.2574	-0.48028 0.0002	-0.25605 0.0568
R	-0.16667 0.2196	-0.16667 0.2196	0.50399 0.0001	0.13245 0.3305	-0.31002 0.0201	-0.16528 0.2235
F	-0.16667 0.2196	-0.16667 0.2196	-0.27423 0.0408	0.59604 0.0001	0.26107 0.0520	-0.16528 0.2235
P	-0.16667 0.2196	-0.16667 0.2196	-0.27423 0.0408	0.59604 0.0001	0.26107 0.0520	-0.16528 0.2235
GA	-0.16667 0.2196	-0.16667 0.2196	-0.27423 0.0408	0.59604 0.0001	0.26107 0.0520	-0.16528 0.2235

5. CONCLUSIONES

1. Se acepta la hipótesis nula, es decir, no se requieren agroquímicos para inducir la brotación en manzano, por lo que la ejecución de prácticas de cultivo son suficientes, pues no se observó diferencia significativa entre los tratamientos.

2. Se atribuye a la deficiencia de humedad, el comportamiento irregular de la brotación y el hecho de que la respuesta de los tratamientos sea similar, por lo que el efecto del manejo para inducir la brotación en manzano en esta zona, lo determina la disponibilidad de humedad.

3. El manejo testigo, el cual consiste en prácticas de cultivo que no incluyen fitoreguladores, es una opción técnicamente viable para inducir la brotación, pues ante las precarias condiciones de humedad resulta innecesario la aplicación de agroquímicos, y además dicho manejo, se adapta a las condiciones ambientales de la zona, permitiendo un comportamiento normal del cultivo.

4. La brotación obtenida es la resultante de la relación clima-manejo, de donde se tiene que el manejo para inducir la brotación debe hacerse antes del desborre.

5. De los parámetros climáticos, las altas temperaturas inducen el desborre, en tanto que las temperaturas nocturnas ejercen una mayor influencia sobre la emergencia de los brotes, pero es necesario que la diferencia de temperaturas efectivas sea mínima.

6. Para que el efecto de las prácticas de cultivo y de la temperatura sea positivo, es necesario que exista disponibilidad de humedad tanto edáfica como ambiental, y que se hallan cubierto las necesidades de frío al menos en un 75%.

7. Se sugiere poner más atención al proceso de diferenciación floral en verano, pues aunque se puedan llegar a superar las limitantes de la brotación, la baja emisión de flores, amenaza fuertemente la producción de fruta y poco se contribuiría a incrementar la productividad.

8. Es conveniente dar seguimiento a la investigación, siempre y cuando se cuente con los elementos necesarios para la misma, en particular agua de riego, para así hacer una validación adecuada de los resultados obtenidos en los años anteriores.

ANEXOS

Anexo I. 1. Condiciones climáticas prevalecientes durante el experimento en la FES-Cuautitlán UNAM.

Período	tmax	tmin	tmed	pp	etp	ct	hf	tfoto	tricto	dif	pa	hr
1-11-96- 20-12-96	21.31	2.64	11.97	11.80	107.09	598.90	287.29	16.54	7.31	9.23	95.29	68.72
21-12-96- 20-1-97	20.76	0.56	10.66	5.80	71.88	329.28	362.30	15.71	5.61	10.10	-55.08	63.87
21-1-97- 26-2-97.	22.84	1.73	12.20	3.00	111.04	270.22	269.61	17.56	7.01	10.55	-110.74	60.60
27-2-97- 24-3-97	25.84	2.99	14.42	18.50	81.90	382.27	83.68	20.13	8.70	11.43	-63.30	61.48
25-3-97- 7-4-97	24.95	8.08	15.51	15.80	42.43	217.18	0.00	20.23	10.79	9.44	-26.83	63.98
8-4-97- 28-5-97	23.96	6.80	15.38	99.00	151.34	785.52	0.00	19.57	11.09	8.58	-52.34	65.74
29-5-97- 27-6-97	24.50	8.94	16.72	102.90	109.33	519.95	0.00	20.61	12.83	7.78	-6.43	66.35
Total	164.16	29.74	96.94	256.70	875.01	3104.32	1002.88	130.55	63.34	67.21	-421.01	449.77
Prom	23.45	4.25	13.95	36.67	443.47	443.47	143.27	18.65	9.05	9.60	-60.14	64.25

Fuente: Cátedra de Manejo y Operación de Sistemas Agrícolas y Recursos Naturales FES - Cuautitlán UNAM.
 Datos procesados con base en los registros de la Estación Meteorológica "Almaraz." FES - Cuautitlán UNAM.

ANEXO II ANALISIS ESTADISTICO

Anexo II.1. Análisis de varianza para el número de yemas totales.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Modelo	5	9309.500	1861.9000	0.64	0.6728
Error	10	28942.250	2894.225		
Total	15	38251.750			
		R-Cuadrado	CV	MEDIA	
		0.243374	38.46	139.87	
Análisis de la varianza					
Fuente	GL	Error tipo 1	cuadrado medio	Fc	Pr > F
manejo	1	1521.0000	1521.000	0.53	0.4851
patrón	3	5896.2500	1965.6666	0,68	0.5846
lugar	1	1892.2500	1892.2500	0.65	0.43.78

Anexo II.2. Análisis de varianza para la brotación entre ambos manejos.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Modelo	5	0	0.9999999	0.99	0.0
Error	10	0	0.9999999		
Total	15	0			
		R-Cuadrado	CV	MEDIA	
		0.00	0	100	
Análisis de la varianza					
Fuente	GL	Error tipo 1	cuadrado medio	Fc	Pr > F
manejo	1	0	0.9999999	0.99	0
patrón	3	0	0.9999999	0.99	0
lugar	1	0	0.9999999	0.99	0

Anexo II.3. Análisis de varianza para el número de yemas brotadas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Modelo	5	10926.81	2185.3825	4.84	0.0165
Error	10	4517.1250	451.7125		
Total	15	15443.125			
		R-Cuadrado	C V	MEDIA	
		0. 7075	52.55	40.43	
Análisis de la varianza					
Fuente	GL	Error tipo 1	cuadrado medio	Fc	Pr > F
manejo	1	945.5625	945.5625	2.09	0.1786
patrón	3	908.6875	302.8958	0.67	0.5893
lugar	1	9072.5625	9072.5625	20.08	0.0012

Anexo II.4. Análisis de varianza para el porcentaje de yemas brotadas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Modelo	5	3591.3125	718.2625	10.94	0.0008
Error	10	656.6250	65.6625		
Total	15	4247.9375			
		R-Cuadrado	C V	MEDIA	
		0.845425	29.53	27.43	
Análisis de la varianza					
Fuente	GL	Error tipo 1	cuadrado medio	Fc	Pr > F
manejo	1	45.5825	45.5825	0.69	0.4243
patrón	3	381.6875	127.2291	1.94	0.1875
lugar	1	3164.0625	3164.0625	48.19	0.0001

Anexo II.5. Análisis de varianza para el crecimiento vegetativo

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Modelo	5	3510.3125	702.0625	7.86	0.0031
Error	10	893.125	89.3125		
Total	15	4403.4375			
R - cuadrado		C V		MEDIA	
0. 797176		26.02		36.31	
Análisis de la varianza					
Fuente	GL	Error tipo 1	Cuadrado medio	Fc	Pr > F
manejo	1	5.0625	5.0625	0.06	0.8166
patrón	3	112.1875	37.3958	0.42	0.7435
lugar	1	3393.0625	3393.0625	37.99	0.0001

Anexo II.6. Comparación de medias entre plantaciones. Tukey= 0.05%

lugar	yemas totales grupo		yemas brota grupo das		% de brota grupo ción		creci miento grupo (cm)	
Fes-C	129	A	16	A	13	B	50	A
Vidrio	150	A	64	B	41	A	21	B

grupo= indica promedios estadísticamente iguales

Anexo II.7. Comparación de medias entre tratamientos. Tukey 0.05%

mane jo	brota ción grupo		yemas brota grupo das		% de brota grupo ción		creci miento grupo (cm)	
Testigo	100	A	48	A	29	A	36	A
Experi mental	100	A	32	A	25	A	35	A

grupo= indica promedios estadísticamente iguales.

BIBLIOGRAFIA.

Azcon-Bieto y M.Talon; 1993, Fisiología y bioquímica vegetal, Primera edición, Editorial McGraw Hill - Interamericana de España; Madrid, España; pp 435-446.

Becerril R.E y Rodríguez A.J; 1989; Producción forzada en frutales de clima templado; Simposium de producción forzada en frutales; Colegio de Postgraduados; Chapingo, México; pp 9-15

Bidwell R.G; 1979; Fisiología vegetal; AGT Editor; México, D.F; pp 568-598, 723-745.

Calderón A.E; 1985; Fruticultura general; Tercera edición, Editorial UTEHA; México, D.F; pp 211-292.

Coutanceau M; 1970; Fruticultura; Ediciones Oikos-tau; Barcelona, España, pp 63-228, 355-476.

De fina y Ravelo; 1975; Climatología y fenología agrícolas; Segunda edición, Editorial Universitaria de Buenos Aires; Buenos Aires, Argentina; pp 211-225.

De Ravel D'Esclapon; 1970; Variedades americanas de manzana; Ediciones Oikos-tau; Barcelona, España: 291 p.

Diehl R y Mateo B. J M; Fitotecnia general; segunda edición; Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España; pp 362-391.

Díaz Montenegro D; 1987; Requerimiento de frío en frutales caducifolios; Tema didáctico num 2; SARH-INIFAP; Sonora, México; 54 pp.

Díaz Montenegro D; 1989, Fisiología de la floración y comportamiento de árboles de clima templado en los subtropicos; Simposium de Producción forzada en frutales; Colegio de Posgraduados; Chapingo, México; pp 13-15.

Friedrich K.C; 1982; Fruticultura; Primera edición; Compañía Editorial continental; México, D.F; PP 75-168

Gil Albert V; 1980; Tratado de arboricultura frutal, Vol 1; Ediciones Mundi-Prensa; Madrid, España; pp 29 33.

Gil Albert V; 1992; Tratado de arboricultura frutal; vol II; tercera edición, Ediciones Mundi-Prensa; Madrid, España; pp 19-113.

Griffiths F.J; 1985; Climatología aplicada; Publicaciones cultural; México, D.F; pp 67-73.

INEGI; 1980; Carta de climas del Estado de México.

INEGI; 1992; Anuario Estadístico del Estado de México 1991.

Lagarda M.A: 1987, Poda de despunte, brotación y fructificación de árboles jóvenes de nogal pecanero Cvs Western y Wichita; Fitotecnia, Publicación de la Sociedad Mexicana de Fitogenética A,C; Num 10; pp 80-90.

Leszek S. Jankiewicz; 1989; Desarrollo vegetal; primera edición, UACH; pp 9-12.

Ludwick E. A; 1995; El equilibrio de nutrientes da cosechas redituables; Productores de hortalizas; año 4, No 4, Abril de 1995; pp 32-34.

Ochoa Ibarra A J M; 1986; Aplicación de la fenología en especies frutícolas; Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, UNAM; 166 p.

Ortiz Solorio; 1987; Elementos de agrometereología cuantitativa; tercera edición, Departamento de Suelos, UACH; Chapingo, México; pp 49-96

Piña del Valle A; 1997; Efecto de la selección para resistencia a sequía en maíz(Zea mays L) para valles altos; tesis de Maestría en Ciencias; Colegio de Postgraduados; Montecillo,México; pp 6-20.

Rageau R; 1972; Bioclimatología de los fenómenos de desarrollo en los árboles frutales: la dormancia; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Buenos Aires, Argentina.

Ramírez R. H; 1993; El manzano; segunda edición, Editorial Trillas; México, D.F; pp 11-79.

Rebour H; 1971; Frutales mediterráneos; Ediciones Mundi-Prensa; Madrid, España; pp 33-67, 85-172.

Rivas R. J R; 1997; Ensayo de 6 tratamientos para inducir brotación en manzano; XI Foro de investigación multidisciplinaria, FES-Cuautitlán - UNAM; pp 328-331.

Rojas Garcidueñas (2); 1993: Fisiología vegetal aplicada; cuarta edición Editorial Interamericana - McGraw-Hill; México, D.F; pp 229-235.

Trocme S: 1972; Suelo y fertilización en fruticultura; Primera edición; Ediciones Mundi-Prensa; 366 p.

Salisbury B.F; 1994; Fisiología vegetal; Grupo editorial Iberoamérica; México, D.F; pp 363-451, 611-657.

Villiers A T; 1979; Reposo y supervivencia de las plantas; Ediciones Omega; Barcelona, España; 97 p.

Westwood; 1982; Fruticultura de zonas templadas; Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España; pp 21-24.