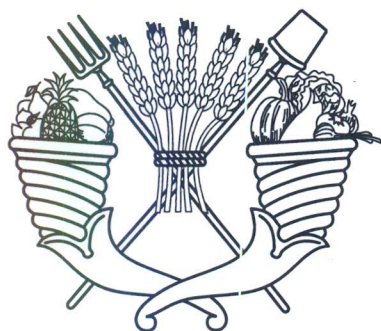




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**" PROMOCION DE LA BROTACIÓN EN
OTOÑO EN DURAZNO cv. DIAMANTE
EN UN AMBIENTE SEMICÁLIDO
HÚMEDO "**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**

PRESENTA:

DORA VEGA AQUINO



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, México, Junio de 2006.



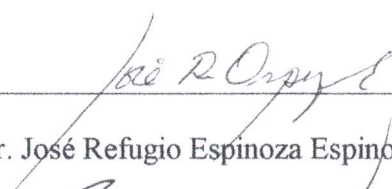
Instituto de Horticultura

**PROMOCIÓN DE LA BROTACIÓN EN OTOÑO EN DURAZNO
cv. DIAMANTE EN UN AMBIENTE SEMICÁLIDO HÚMEDO**

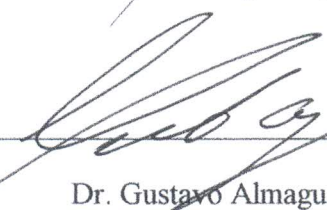
Tesis realizada por DORA VEGA AQUINO bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: _____


Dr. José Refugio Espinoza Espinoza

ASESOR: _____


Dr. Gustavo Almaguer Vargas

ASESOR: _____


Ph. D. María Teresa Colinas León

DEDICATORIA.

Con infinita gratitud a Dios.

Con amor a mi familia por su apoyo, cariño, consejos y compañía en todo momento.

A mis padres Arcelia Aquino Hernández y Hugo Vega Oliva, por sus enseñanzas y todo el apoyo brindado durante la realización de mis estudios.

A mis hermanos Paulina y Hugo por su cariño y apoyo brindado.

A mi amigo Daniel Humberto Díaz Montenegro por su amistad, cariño y consejos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado durante la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias en Horticultura.

A la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Fitotecnia, y a la Coordinación del Posgrado en Horticultura por el apoyo otorgado.

Al Dr. José Refugio Espinoza Espinoza por su acertada dirección de tesis y su valioso apoyo durante la realización de la misma.

Al Dr. Gustavo Almaguer Vargas por su orientación, revisión y consejos para la culminación del presente trabajo.

A la Ph. D. María Teresa Colinas León por su colaboración durante el desarrollo de la presente investigación, así como, sus aportaciones en la revisión de la misma.

A mis compañeros y amigos de la generación 2002-2003 de la Maestría en Ciencias en Horticultura por los momentos compartidos.

A los maestros de la generación por sus aportaciones en mi formación profesional.

DATOS BIOGRAFICOS

La autora del presente trabajo Ingeniero Agrónomo DORA VEGA AQUINO, radica en ciudad Cardel, en el municipio de La Antigua, del estado de Veracruz.

Realizó estudios de licenciatura en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18 de Ursulo Galván, Veracruz, egreso en la generación 1994-1999, como Ingeniero en Agronomía de la especialidad de Fitotecnia.

En el aspecto laboral trabajo con el M.C. Javier David Ramos Oropeza, representante de ventas de la empresa Laboratorios y Agroenzimas S.A. de C.V., en los estados de Veracruz, Tabasco y Oaxaca; en el área de investigación y coordinación de ventas.

Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en Horticultura en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (2002-2003).

DIFERENCIACIÓN FLORAL EN VERANO EN DURAZNO cv. DIAMANTE
EN UN AMBIENTE SEMICÁLIDO HÚMEDO

FLOWER DIFFERENTIATION IN SUMMER IN PEACH cv. DIAMANTE
IN A WARM HUMID ENVIRONMENT

Dora Vega Aquino¹ y José Refugio Espinoza Espinoza²

RESUMEN

Conocer la época en que inicia la diferenciación floral en durazno, es importante para programar prácticas culturales que puedan influir en la época e intensidad de la floración. Este estudio se llevó a cabo en Arroyo Colorado, Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, el cual presenta un clima semicálido húmedo, en árboles de tres años de edad, en los cuales se muestrearon yemas laterales cada siete días, durante junio y agosto del 2003. Las muestras se conservaron en GAA solución compuesta por: 50 % de etanol al 96 % + 25 % de glicerina + 25 % de agua; se realizaron cortes anatómicos; las preparaciones se montaron y las observaciones realizaron al microscopio. Para evaluar el proceso de diferenciación floral se estableció una escala de 1 a 6 para diferenciar los estadios morfológicos de las yemas: 1) yemas vegetativas; 2) iniciación floral; 3) formación de sépalos; 4) formación de pétalos; 5) formación de estambres y 6) formación del carpelo. La dinámica de la diferenciación floral fue consecutiva, unidireccional e inalterable, proceso que se llevó a cabo durante el mes de junio del 2003, los primeros primordios de flor se presentaron en la primer quincena de junio y concluyó entre 2 y 3 semanas después. La formación de las partes florales se presentó de manera centripeta, y la formación de sépalos, pétalos, estambres y carpelo, se dio en un lapso muy corto (2 a 3 semanas).

Palabras clave: *Prunus persica* L. Batsch, floración, diferenciación

ABSTRACT

To determine the time when flower differentiation in peach, is important for designing cultural practices that may influence the time and intensity of flower bud bursting. The study was carried out in Arroyo Colorado, Tlapacoyan, Veracruz, in a warm humid climate, with about 3-year-old trees, lateral buds were sampled every 7 days, from June to August 2003. The samples were preserved in GAA 50 % ethanol 96 % + 25 % glicerine + 25 % water; anatomic slides were prepared and mounted in order to be seen under optic microscope. To evaluate the process of flower differentiation, a scale from 1 to 6 was established, based on the morphological phases of the buds: 1) vegetative buds; 2) flower initiation; 3) formation of sepals; 4) formation of petals; 5) formation of stamens and 6) formation of carpel. The dynamic of flower differentiation was a consecutive, unidirectional and unalterable, process and was carried out in June of 2003, the first primordia of flower parts were present in the first two weeks of June and concluded between 2 and 3 weeks later. The appearance of the sepals, petals, stamens, and pistil followed a centripetal pattern, and ended in a very short period (2 to 3 weeks).

Key words: *Prunus persica* L. Batsch, flower-bud bursting, flower differentiation.

¹Tesista

²Director

¹Thesis author

²Thesis director

CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Fenología de frutales	6
2.1.1. Inducción floral	7
2.1.2. Iniciación floral	8
2.1.3. Diferenciación floral	8
2.1.3.1. Factores ambientales	10
2.1.3.1.1. Luz	10
2.1.3.1.2. Humedad	11
2.1.3.1.3. Temperatura	12
2.1.3.2. Factores nutrimentales	12
2.1.3.3. Factores hormonales	14
2.1.3.3.1. Auxinas	14
2.1.3.3.2. Giberelinas	15
2.1.3.3.3. Citocininas	16
2.2. Desfasamiento de cosecha	17
2.2.1. Prácticas utilizadas para desfasar la cosecha	17
2.2.1.1. Poda	18
2.2.1.2. Defoliación	19
2.2.1.3. Productos químicos promotores de la brotación o condensadores de frío en caducifolios	20
2.2.1.4. Actividad citocinínica del thidiazurón	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Localización geográfica del huerto	23
3.2. Características climáticas	23
3.3. Material vegetal	24
3.4. Estudio 1	25
3.4.1. Subexperimento 1.1. Evaluación de sulfato de cobre al 2 y 12.5 % como defoliantes en durazno cv. Diamante.	25

3.4.1.1. Objetivo	25
3.4.1.2. Diseño experimental	25
3.4.1.3. Variables estudiadas	26
3.4.1.3.1. Defoliación	26
3.4.1.3.2. Daños a las ramas	26
3.4.1.3.3. Número total de flores	27
3.4.1.3.4. Número total de hojas	27
3.4.1.4. Manejo del estudio	27
3.4.2. Subexperimento 1.2. Aplicación de sulfato de cobre y urea, como defoliantes en durazno cv. Diamante	28
3.4.2.1. Objetivo	28
3.4.2.2. Diseño experimental	28
3.4.2.3. Variables estudiadas	29
3.4.2.3.1. Defoliación	29
3.4.2.3.2. Daños a las ramas	29
3.4.2.3.3. Número de flores	29
3.4.2.3.4. Número de hojas	30
3.4.2.3.4. Manejo del estudio	30
3.4.3. Experimento 2. Promoción de la brotación invernada	30
3.4.3.1. Objetivo	31
3.4.3.2. Diseño experimental	31
3.4.3.3. Variables estudiadas	32
3.4.3.3.1. Número de flores	32
3.4.3.3.2. Número de hojas	32
3.4.3.3.3. Temperatura	32
3.4.3.3.4. Precipitación	32
3.4.3.4. Manejo del estudio	33
3.5. Estudio 2.	34
3.5.1. Subestudio 2.1. Diferenciación floral 2003	34
3.5.1.1. Objetivo	34
3.5.1.2. Manejo del estudio	34
3.5.1.3. Evaluación del proceso de diferenciación floral	35
3.5.1.4. Microtecnia	35
3.5.1.4.1. Fijación y conservación	36
3.5.1.4.2. Deshidratación e infiltración	36
3.5.1.4.3. Inclusión	37
3.5.1.4.4. Los cortes	37
3.5.1.4.5. Adhesión	37
3.5.1.4.6. Desparafinado e hidratación	38
3.5.1.4.7. Tinción con safranina	38
3.5.1.4.8. Hidratación	38

3.5.1.4.9. Tinción con verde fijo	39
3.5.1.4.10. Montaje	39
3.5.1.4.11. Acabado	39
3.5.2. Experimento 1. Promoción de la brotación floral en invierno 2003	40
3.5.2.1. Objetivo	40
3.5.2.2. Diseño experimental	41
3.5.2.3. Variables estudiadas	41
3.5.2.3.1. Temperatura	41
3.5.2.3.2. Precipitación	42
3.5.2.3.3. Número de frutos	42
3.5.2.4. Manejo del estudio	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Estudio 1	45
4.1.2. Experimento 1. Evaluación de defoliantes	46
4.1.2.1. Subexperimento 1.1. Evaluación de sulfato de cobre al 2 y 12.5 % como, defoliantes en durazno cv. Diamante	46
4.1.2.2. Subexperimento 1.2. Aplicación de sulfato de cobre y urea, como defoliantes en durazno cv. Diamante	47
4.1.3. Experimento 2. Promoción de la brotación floral invernal	48
4.2. Estudio 2	50
4.2.1. Subestudio 2.1. Diferenciación floral 2003	50
4.2.1.2. Estudio anatómico de la diferenciación floral	52
4.2.2. Efecto de la temperatura y la precipitación en la diferenciación floral en durazno cv. Diamante, con brotación en otoño	57
4.3. Experimento 1. Promoción de la brotación floral en invierno 2003	59
4.3.1. Número de frutos	59
V. CONCLUSIONES	62
VI. LITERATURA CITADA	63

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos aplicados para defoliar árboles avejentados, de durazno cv. Diamante en otoño del 2002. Arroyo Colorado, Veracruz.	25
Cuadro 2. Escala de evaluación de daños a las ramas mixtas de plantas de durazno cv. Diamante por efecto de la aplicación de defoliantes. Arroyo Colorado, Veracruz.	26
Cuadro 3. Tratamientos aplicados para defoliar árboles de vigor medio y vigorosos, en durazno cv Diamante en otoño del 2002. Arroyo Colorado, Veracruz.	28
Cuadro 4. Tratamientos aplicados para promover brotación floral en durazno cv. Diamante, otoño del 2002. Arroyo Colorado, Veracruz.	31
Cuadro 5. Concentraciones de cellosolve y xileno usadas en el cambiador automático de tejidos para deshidratar e infiltrar las yemas de durazno cv. Diamante con brotación en otoño.	36
Cuadro 6. Secuencia de soluciones para desparafinar e hidratar cortes anatómicos de las yemas florales de durazno cv. Diamante con brotación en otoño.	38
Cuadro 7. Tratamientos empleados para promover la brotación en otoño en durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz.	41
Cuadro 8. Efecto de los tratamientos aplicados para defoliar árboles avejentados de durazno cv Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, junio del 2002.	46

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos aplicados para defoliar árboles de vigor medio y vigorosos de durazno cv Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, junio del 2002.	48
Cuadro 10. Efecto de la aplicación de promotores de la brotación en durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz.	49
Cuadro 11. Dinámica de la iniciación y diferenciación floral de yemas de durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, durante el mes de junio del 2003.	50
Cuadro 12. Periodo de muestreo y estadios de desarrollo de la diferenciación floral en yemas de durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, durante el mes de junio del 2003.	52
Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre el número de frutos promovidos en durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, durante el mes de septiembre del 2003.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1. Temperaturas medias diarias, durante los meses de mayo a septiembre del 2003. Arroyo Colorado, Veracruz, México.	23
Figura 2. Precipitación y precipitación acumulada en el huerto, durante los meses de mayo a septiembre del 2003. Arroyo Colorado, Veracruz, México.	24
Figura 3. Efecto de la aplicación en otoño de promotores de la brotación en árboles de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Imágenes tomadas el 26 de octubre del 2002. Se presentan brotes vegetativos y florales (a), y el estado de reposo del tratamiento testigo (b).	50
Figura 4. Corte longitudinal de meristemos apicales de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Yema del 16 de septiembre del 2003, en estadio 1. Presenta un estado vegetativo con primordios foliares (pf) y el domo convexo (dc).	54
Figura 5. Corte longitudinal de meristemos apicales de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Yema del 16 de septiembre del 2003, iniciación floral, (da) domo aplanado del meristemo apical y (ps) primordios de sépalos.	54
Figura 6. Corte longitudinal de yemas axilares reproductivas de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Primordio de sépalos en estado avanzado (ps), domo aplanado (da)	55
Figura 7. Corte longitudinal de meristemos apicales de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Primordios de sépalos (ps), primordios de pétalos (pp), primordios de estambres (pe).	55

Figura 8. Corte longitudinal de las yemas axilares reproductivas de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Fase de levantamiento del pistilo (lp), primordios de sépalos (ps), primordios de pétalos (pp), primordios de estambres (pe).	56
Figura 9. Corte longitudinal de las yemas axilares reproductivas de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Fase de diferenciación del estigma. Estambres (est), estigma (es), estilo (et), lóculo (l).	56
Figura 10 . Temperaturas máximas y mínimas durante el mes de junio del 2003 en Arroyo Colorado, Veracruz, y su relación con la diferenciación floral en durazno cv. Diamante. Etapas de diferenciación: 1) Yemas vegetativas; 2) Iniciación floral; 3) Formación de sépalos; 4) Formación de pétalos; 5) Formación de estambres y 6) Formación de pistilo.	57
Figura 11. Precipitación pluvial (mm) durante los meses de mayo y junio del 2003 en Arroyo Colorado, Veracruz, y su relación con la diferenciación floral en durazno cv. Diamante. Etapas de diferenciación: 1) Yemas vegetativas; 2) Iniciación floral; 3) Formación de sépalos; 4) Formación de pétalos; 5) Formación de estambres y 6) Formación de pistilo.	59
Figura 12. Efecto de la aplicación en otoño de promotores de la brotación en árboles de durazno <i>Prunus persica</i> L. Batsch cv. Diamante. Imágenes tomadas el 10 de octubre del 2003. Se presentan el estado de los árboles después de la caída de flores (a), y el estado de reposo del tratamiento testigo (b).	61

I. INTRODUCCIÓN

La producción de frutales caducifolios es una actividad importante a nivel mundial. En los últimos años, la producción de manzana, pera, durazno y ciruela, ha sufrido un incremento importante, marcado por el aumento de la superficie cultivada en el continente asiático. La perspectiva mundial es que exista un crecimiento que acompañe el incremento en la población y el consumo de fruta fresca (USDA, 2002).

Por sus bondades nutritivas, su aroma y sabor, que caracterizan a las frutas frescas, el durazno es considerado uno de los frutales caducifolios más importantes del mundo, ocupa el tercer lugar después de la manzana y la pera respectivamente. De acuerdo con los reportes de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), la superficie mundial destinada al cultivo de durazno en el año 2000 fue de 1.74 millones de hectáreas; China es el principal productor con el 54 % de la superficie cultivada, secundado por Italia con el 6.5 % y Estados Unidos con el 5.3 %.

La mayor parte de la producción de durazno se comercializa en fresco, aunque también se destina a la agroindustria para la extracción de jugos, zumos, mermeladas, deshidratados y almíbares (USDA, 2002). El consumo del durazno varía notablemente; los mayores niveles de consumo *per capita* se registran en los propios países productores: Grecia 13.71 K, España 11.79 K, Italia 9.67 K, Unión Europea 5.60 K, Estados Unidos 2.40 K y México 1.73 K.

México ocupa el doceavo lugar a nivel internacional en producción de durazno; actualmente es el segundo frutal caducifolio producido en nuestro país, con una

superficie cultivada de 43,416 ha (FAOSTAT, 2004). Su cultivo se extiende en casi todo el territorio nacional, bajo condiciones climáticas muy variadas; se considera que se produce en 24 entidades de la república mexicana, destacando por la superficie cultivada de este frutal los estados de: Zacatecas (16,100 ha), Michoacán (7,124 ha), Estado de México (3,540 ha), Puebla (2,370 ha) y Chihuahua (1,795 ha); estos estados concentran el 77.3 % de la producción total nacional (SIAP, 2004).

La superficie destinada al cultivo de durazno se ha duplicado en la última década. Tan solo en el año 2004, se produjeron 223,883 t, de las cuales se exportaron 610 t (FAOSTAT, 2004), representando una fuente de divisas para el país; sin embargo, la producción nacional no satisface la demanda por la estacionalidad de la cosecha que se concentra en los meses de mayo a octubre.

La demanda se cubre al importar fruta, siendo enero el mes en el cual su valor se incrementa hasta en \$ 200.00 la caja con 8 K (SNIIM, 2004). En el año 2004, se importaron 28,268 t de fruta fresca (FAOSTAT, 2004) desde Estados Unidos, Chile y China por lo que el consumo total fue de 251,541 t (FAOSTAT, 2004); también se importa fruta procesada desde Estados Unidos, Argentina, España y Grecia.

En las zonas productoras nacionales, los huertos son el medio de subsistencia de muchas familias; el cultivo del durazno involucra una intensa actividad económica, generando en promedio 32 jornales por hectárea; adicionalmente, se debe contemplar el trabajo realizado durante los procesos de producción,

cosecha, empaque y comercialización, lo cual propicia la creación de fuentes de empleo.

El rendimiento promedio por unidad de superficie de durazno de pulpa firme es inferior a las 7 t ha⁻¹, mientras que en países como Italia es de 18.5 t ha⁻¹ y Estados Unidos es de 30 t ha⁻¹. Aunado a lo anterior, un factor importante que afecta la rentabilidad del cultivo de durazno, es la estacionalidad de la cosecha lo que provoca el descenso de los precios de venta.

Los datos anteriores indican la importancia económica y social de este cultivo. Sin embargo, para mejorar y eficientizar los sistemas de producción normales, es necesaria la introducción de prácticas culturales para obtener dos cosechas por año y sobretodo para cosechar en los meses en los cuales el precio se incrementa.

El desfasamiento de la cosecha se practica en especies que son de clima templado bajo condiciones de clima cálido y semicálido húmedo (Janick, 1974; Notodimedjo *et al.*, 1981; Díaz *et al.*, 1987; Salinero y Lema, 1999). Las condiciones climáticas que prevalecen en las regiones semicálidas húmedas representan un gran potencial de luminosidad y temperatura, y además son regiones con inviernos benignos, condiciones que han hecho posible la obtención de dos cosechas por año, en países como Estados Unidos (Rouse y Sherman, 2002), la India (Kanwar *et al.*, 2002), entre otros.

La diversidad climática en nuestro país, principalmente en las zonas semicálidas húmedas, representa un gran potencial para establecer plantaciones de durazno; por lo tanto, el desarrollo de su producción en zonas semicálidas húmedas crea la posibilidad de producir en forma atípica; esto

posibilita la obtención de precios más atractivos, mediante un sistema de producción para desfasar la cosecha (Becerril y Rodríguez, 1989), bajo dos estrategias: 1. Evitar la entrada en reposo, adelantando la brotación, y 2. Promover la salida temprana del reposo invernal, basado en las siguientes prácticas para promover la brotación floral en otoño: poda, defoliación y la aplicación de promotores de la brotación.

Esta producción atípica de durazno con las condiciones señaladas, en la zona semicálida húmeda veracruzana, se pudo practicar mediante el desfaseamiento de la cosecha; para lo cual, se consideró el conocimiento de procesos determinantes para programar prácticas culturales, que influyeron en la época e intensidad de la floración. La aplicación de estas prácticas requiere de un amplio conocimiento de la fisiología de la floración y los factores que influyen sobre la misma (Rodríguez, 1989).

Sin embargo, el durazno es un frutal de clima templado (Hernández, 1980) y no siempre se obtienen resultados positivos al implementar las prácticas para desfasar la cosecha, en ambientes que puedan modificar el funcionamiento de una planta, de tal manera que su crecimiento y desarrollo pueden cambiar, por lo que es necesario contar con información básica que permita conocer con más detalle la respuesta a esta práctica.

Por tal motivo, la presente investigación se planteó con los siguientes objetivos:

1. Conocer el proceso de diferenciación floral en árboles de durazno cv. Diamante creciendo en un ambiente semicálido húmedo.

2. Promover la brotación floral en otoño en árboles de durazno cv. Diamante creciendo en un ambiente semicálido húmedo.

Sustentados en las siguientes hipótesis:

1. El proceso de diferenciación floral en árboles de durazno cv. Diamante está influenciado por el medio ambiente en que se desarrolla.
2. Los tratamientos a base de podas, defoliantes y hormonas, promueven la brotación floral y vegetativa del ciclo de producción posterior a la aplicación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fenología de los frutales

El ciclo de desarrollo vital de las plantas se divide en fases o estados conocidos como juvenil, maduro y senescente (Azcón-Bieto y Talón, 2000). En plantas de especies leñosas propagadas por semilla se presenta normalmente una fase llamada fase juvenil o juvenilidad (Jackson y Sweet, 1972); Zimmerman (1972) adopta la definición de juvenilidad de Stokes y Verkerk (1951) para árboles frutales, definiendo a la juvenilidad como el periodo que sucede a la germinación de la semilla durante el cual no se puede inducir la floración; esta fase se caracteriza por ser un estado de crecimiento vegetativo vigoroso (Leopold y Kriedemann, 1975).

En árboles frutales, las flores no se forman hasta que estos tienen determinada edad, esta circunstancia hace posible que los primeros años solo produzcan yemas vegetativas. El periodo juvenil en los árboles puede durar varios años y ser variable de acuerdo a la especie, la etapa juvenil puede durar entre 5 y 10 años (Faust, 1989).

Existe una fase de cambio durante la transición de la fase juvenil a la fase adulta; generalmente se presentan diversos cambios progresivos a nivel morfológico que señalan el termino de la fase juvenil, tales como forma y grosor de las hojas, disposición de las hojas a lo largo del tallo (filotaxia), lignificación, color, presencia de espinas, pigmentación, capacidad para generar raíces adventicias y la capacidad de generar estructuras florales (Hackett, 1985). La

fase adulta de madurez de una planta es el período que corresponde a la capacidad de la planta para producir flores, cuando se dan las condiciones inductivas propias para este acontecimiento (Azcón-Bieto y Talón 2000).

El inicio del proceso de formación de flores comienza mediante un mecanismo de inducción, seguido por la iniciación del punto de crecimiento y finalizado por la diferenciación de las estructuras florales (Buban y Faust, 1982).

2.1.1. Inducción floral

Es importante la formación de estructuras vegetativas en los meristemas así como su formación en un periodo adecuado, para que puedan recibir la señal de inducción. La inducción de las yemas florales es un cambio cualitativo que, de acuerdo con algunos autores, está gobernado por un balance hormonal, y de acuerdo con otros, es causado por cambios en la distribución de nutrimentos en el interior del meristemo apical (Faust, 1989). Está relacionado a aquellos eventos que ocurren en la hoja, los cuales son totalmente diferentes a los que ocurren en el ápice del brote, los factores involucrados en la inducción floral particularmente en plantas anuales responden al fotoperiodo (Bernier *et al.*, 1981).

2.1.2. Iniciación floral

En las plantas de especies leñosas la iniciación floral es determinada por estímulos (hormonales, ambientales y nutricionales); cuando una planta percibe el estímulo inductor se inicia la floración (Azcón-Bieto y Talón, 2000). La iniciación floral es un evento en el ciclo de vida de la planta en el cual se

involucra el crecimiento y el desarrollo de los procesos vegetativos y reproductivos. La iniciación de los primordios florales precedida por cambios metabólicos que estimulan la formación (inducción), transforma a los meristemas apicales en un modo reproductivo (Noggle, 1983).

La iniciación floral se presenta en las yemas inducidas con los primeros cambios perceptibles a nivel morfológico (Carrera, 1979); la llegada del estímulo floral producido en las hojas a un meristemo apical competente tiene consecuencias drásticas en el patrón de desarrollo del meristemo, uno de los primeros efectos observables es el aumento de la actividad mitótica (división celular); además, provoca un cambio en la identidad de los nuevos primordios que, en lugar de meristemas axilares y hojas, van a generar meristemas florales (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

Estos cambios están determinados por un incremento en la actividad mitótica asociado con la disminución en el ciclo celular y una sincronía de la división celular, un incremento en la cantidad de mitocondrias y la división de las vacuolas, alteración en los niveles de reguladores del crecimiento y azúcares, elongación del tallo, pérdida de la dominancia apical, cambios en la filotaxia y forma de las hojas, detención de la producción de hojas y finalmente cambio de la forma del domo meristemático (Kinet, 1993).

2.1.3. Diferenciación floral

La diferenciación floral de las yemas constituye un episodio fundamental ya que corresponde al fin de una primera fase de su desarrollo, comprende la mayor parte de los procesos morfológicos y fisiológicos que determinan la

especialización de las células del meristemo y la formación de diversos sistemas de tejidos en una planta (Esau, 1959).

La diferenciación floral ocurre a partir de la época de iniciación hasta la antesis (Powell, 1999). Durante el proceso de diferenciación floral aparecen una especie de pliegues en el vértice vegetativo; de estos pliegues nacen unas protuberancias dispuestas en espiral formando los primordios de los órganos florales, en forma de escamas, y que evolucionan en el siguiente orden: sépalos, pétalos, estambres y pistilos (Coutanceau, 1970).

Una de las etapas críticas del ciclo anual de los árboles frutales es aquella durante la cual las yemas vegetativas se diferencian en yemas florales (Castro y Bertelsen, 2003). Gur (1985) señala que en rosáceas el proceso de diferenciación floral inicia entre la tercera y la quinta semana después de haberse dado la iniciación; Jackson y Sweet (1972) mencionan que en *Prunus* spp los cambios identificables en el meristemo se observan a partir de la onceava semana después de la iniciación; específicamente en durazno el proceso de diferenciación floral varía dependiendo del cultivar siendo de 54-65 días (Faust, 1989).

Existen periodos críticos durante los cuales la diferenciación floral no se desarrolla de forma óptima si esta se encuentra en condiciones de estrés (Faust, 1989), condición relacionada con los siguientes factores: factores ambientales (luz, temperatura y humedad), factores nutricionales (nitrógeno y carbohidratos) y factores hormonales (giberelinas y citocininas).

2.1.3.1. Factores ambientales

Los factores ambientales alteran el balance hormonal (Jackson y Sweet, 1972) y nutricional (Bernier *et al.*, 1993); la respuesta que una planta tiene ante las condiciones ambientales, altera la distribución y el contenido de hormonas y nutrimentos (Kinet, 1993), lo cual repercute en la época de floración.

Es importante mencionar que entre los factores ambientales, la luz y la temperatura son los dos factores que varían de forma regular a lo largo del año (Bonhomme *et al.*, 1998).

2.1.3.1.1. Luz

La intensidad de la luz participa en la realización del proceso fotosintético y repercute en diversos procesos metabólicos; la menor intensidad de luz da como resultado menor capacidad de almacenamiento de fotoasimilados (McDavid y Alamu, 1980). El efecto de la luz en la diferenciación floral se ha mostrado en muchos frutales, donde se observó que las ramas con un excesivo sombreado reducen la formación de yemas florales.

En cerezo se demostró que se requiere de un 15 a 20 % de luz solar para la formación de flores, mientras que en durazno y pera se ha observado que la floración es claramente reducida por efecto del sombreado. La inhibición en estas especies por efecto del sombreado fue dado por el incremento en la actividad respiratoria, aumento en el contenido de clorofila y disminución en el contenido de ácido ascórbico (Cappellini y Monastra, 1971). Casos similares fueron los que encontró Lavee (1985) en las ramas de olivo y Gur (1985) en hojas sombreadas de manzano.

Un factor importante es el fotoperíodo factor que se define como la duración relativa de los períodos de luz y oscuridad a lo largo del día, y por lo tanto de las estaciones del año y latitudes (McDavid y Alamu, 1980). La longitud del fotoperíodo regula muchos de los procesos que tienen lugar durante el ciclo de vida de los árboles frutales; el régimen del fotoperíodo y duración del día, determinan si la planta inicia su desarrollo reproductivo o mantiene su desarrollo vegetativo.

La longitud del día es el principal factor que controla la floración; su efecto está regulado por la síntesis y/o movilización de las hormonas y fotoasimilados (Gur, 1985), aun que la mayoría de los frutales caducifolios han mostrado insensibilidad al ser inducidos por el efecto del fotoperíodo, para llevar a cabo la iniciación floral (Jackson y Sweet, 1972).

2.1.3.1.2. Humedad

La vida está íntimamente asociada al agua, especialmente en su estado líquido, y su importancia radica en sus propiedades físicas y químicas exclusivas, que afectan directa o indirectamente a la actividad metabólica de las plantas (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 2000).

El déficit hídrico temporal después de la cosecha promueve la iniciación floral por la detención del crecimiento, tal efecto ha sido observado en varios frutales como: pera por Mitchell *et al.* (1984), en durazno por Chalmers *et al.* (1985), en manzano por Behboudian y Mills (1997) y en aguacate, mango, cítricos y olivo (Menzel, 1983).

2.1.3.1.3. Temperatura

La respuesta fotoperiódica no puede ser considerada aislada de la temperatura, ya que es raro encontrar una planta cuya respuesta sea completamente independiente a la temperatura (McDavid y Alamu, 1980). La temperatura y el fotoperiodo alteran el balance hormonal (Jackson y Sweet, 1972), inducen e inhiben promotores (Kinet, 1993).

El termoperiodismo es la respuesta de las plantas a temperaturas fluctuantes entre el día y la noche (Taiz y Zeiger, 1991). La importancia de este se manifiesta en la distribución geográfica de los cultivos. El éxito o el fracaso de la introducción de las especies depende en gran parte de la similitud entre las condiciones termoperiódicas anuales de las regiones de origen y la region donde se intenta introducirlas (Vizzotto *et al.*, 1989).

En frutales la temperatura es un factor ambiental inductivo; específicamente en rosáceas la iniciación floral se beneficia con temperaturas mayores a los 18° C, sin embargo, en manzano temperaturas mayores a 24° C inhiben este proceso (Gur, 1985). En fresa disminuye la posibilidad de inducción a medida que la temperatura y la longitud del día se incrementan a más de 14 horas luz y 15° C (Guttridge, 1985), sin embargo, las temperaturas que oscilen entre 30 y 35° C favorecen la inducción en chabacano (Gur, 1985) y en uva (Jackson y Sweet, 1972).

2.1.3.2. Factores nutrimentales

Si se elimina toda el agua de una planta y se determina luego su peso, la cantidad resultante es el peso seco de la planta, que corresponde a las

sustancias orgánicas e inorgánicas de la planta. Estas sustancias están compuestas por distintos elementos en la siguiente proporción:

- Entre el 90-95% del peso seco está constituido por carbono, oxígeno e hidrógeno, que son los principales elementos que constituyen las sustancias orgánicas que conforman el cuerpo vegetal.
- El 5-10% restante del peso seco corresponde a los elementos esenciales para el correcto desarrollo de la planta.

A estos elementos, se les llama nutrimentos minerales, que la planta absorbe por las raíces en forma de iones inorgánicos disueltos en el agua. Algunos nutrimentos se encuentran en la planta en cantidades considerables constituyendo biomoléculas estructurales, denominadas macronutrimentos: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre. Otros nutrimentos se encuentran en cantidades mucho menores; son los llamados micronutrimentos: fierro, cobre, zinc, molibdeno, manganeso, boro y cloro (Taíz, 1998).

La nutrición es uno de los factores involucrados en la floración. La floración es promovida por altos niveles de fósforo y potasio, bajo nivel de nitrógeno y poca humedad del suelo (Hammett, 1985). Campbell *et al.* (1963) sugieren que el control de la floración se debe a una interrelación entre el fotoperíodo, la temperatura y la nutrición.

En el proceso de iniciación y diferenciación floral el nitrógeno es un elemento determinante, su efecto depende de la especie y época de aplicación; Jackson y Sweet (1972) determinaron que el fósforo incrementa considerablemente el número de yemas florales en ciruelo, durazno, limón, manzano y peral.

2.1.3.3. Factores hormonales

El desarrollo normal de las plantas depende de la interacción de varios factores externos: temperatura, luz, nutrimentos y agua, e internos: hormonas. Las hormonas vegetales o fitohormonas (del griego *pithon* = planta y *homaein* = excitar); son sustancias sintetizadas en la planta, que pueden actuar donde fueron sintetizadas o ser traslocadas a una parte demandante, donde, a muy bajas concentraciones, inhiben o inducen una respuesta fisiológica (Bidwell, 1979). Se conocen cinco grupos de fitohormonas: las auxinas, las citocininas, las giberelinas, el etileno y el ácido abscísico. Otras sustancias que se pueden clasificar como fitohormonas son: las poliaminas, los jasmonatos, el ácido salicílico, los brasinoesteroides y la sistemina. Todas ellas actúan coordinadamente para regular el crecimiento de las diferentes partes de una planta.

Los tejidos y órganos de las plantas se desarrollan mediante los procesos de crecimiento y diferenciación. El crecimiento se refleja en cambios cuantitativos, mientras que la diferenciación o especialización es cualitativa y se refleja a nivel morfológico, se reconoce que las hormonas son compuestos importantes en estos procesos ya que ejercen efecto de manera específica y rápida (Díaz, 2002).

2.1.3.3.1. Auxinas

El término auxina que en griego significa crecer, se atribuye a un grupo de compuestos que estimulan elongación celular. El ácido indolacético es la forma predominante de la auxina. Aun que la auxina se encuentra en toda la planta las

más altas concentraciones se sitúan en las regiones meristemáticas del crecimiento vegetativo.

Kinet (1993) determinó que el efecto de la aplicación de auxina sobre la diferenciación floral depende de la dosis, concentraciones bajas de auxinas inducen diferenciación floral y concentraciones altas la inhiben; de igual modo, la sensibilidad del tejido es importante. En cultivos tropicales tales como piña y mango la aplicación de auxinas y etileno a dosis altas estimula la formación de yemas florales (Zeevaart, 1976).

2.1.3.3.2. Giberelinas

Las giberelinas son un grupo de compuestos químicamente similares, de los cuales se han identificado más de 80; estas hormonas se sintetizan en hojas, meristemas apicales, frutos, semillas, raíz, etc., participan en diversos procesos fisiológicos y en la diferenciación como geotropismo, formación de la flor, expresión del sexo, amarre del fruto, así como en la senescencia de las hojas y frutos (Díaz, 2002).

Southwick y Yeager (1997) señalan que en árboles de durazno la aplicación de ácido giberélico, después de la cosecha reduce la inducción floral, el amarre de frutos, el número de flores y el periodo de floración en la siguiente estación, sin embargo, Qixiang (1989) reportó que al evaluar el efecto de AG₃ (ácido giberélico), ANA (ácido naftalenacético) y AIA (ácido indolacético), los resultados demuestran un mejor amarre de frutos con dosis de 15 mg·L⁻¹ de AG₃ en diferentes especies de durazno, mientras que Southwick y Yeager

(1997), reportan que aplicaciones de 50 mg L^{-1} en agosto pueden inducir mayor número de flores y amarre de frutos en chabacano, comparado con los testigos.

2.1.3.3.3. Citocininas

Las citocininas han demostrado ser las hormonas que más efecto tienen en el proceso de división celular, paso inicial para que pueda haber crecimiento por elongación; también se les reconocen efectos en la diferenciación y en varios procesos fisiológicos. Se producen principalmente en ápices de raíz, cambium de tallos, embriones de semillas, frutos en desarrollo y hojas jóvenes, siendo su principal fuente la raíz (Díaz, 2002).

Se tienen indicios de los resultados de las aplicaciones de citocininas y la salida del endoletargo y el crecimiento. Belding y Young (1989) señalan que la intensidad de la brotación presenta una influencia marcada sobre el contenido de citocininas y un incremento en el interior de la yema al momento de la brotación, lo cual corroboran Capiello y Kling (1994), al mencionar la presencia de movimiento de citocininas desde el xilema hasta la yema durante la brotación, aunque no es claro si esta actividad citocinínica es causa o efecto del reinicio del crecimiento; observaron un incremento en la cantidad de citocininas en xilema seguido de una disminución antes de dicho periodo, lo cual indica que activan el crecimiento.

Unrath (1989) reporta que en manzano la iniciación floral se logra incrementar en un 82 %, al aplicar benciladenina a partir del primer año de crecimiento.

2.2. Desfasamiento de la cosecha

La producción frutícola enfrenta el problema de la producción estacional, lo que indica que en un lapso de tiempo muy corto el mercado se satura de fruta y los precios se desploman. La producción forzada, ofrece la posibilidad de producir fruta fuera de los periodos de gran oferta y/o bien en lugares donde no existan plantaciones que abastezcan la demanda (Esparza *et al.*, 1993), lo cual es posible practicar en zonas donde predomine el clima semicálido húmedo mediante el desfasamiento de la cosecha induciendo al árbol a brotar, crecer y fructificar sin permitir que entre en estado de reposo profundo e inhiba su actividad (Díaz, 1989).

La producción de frutales en zonas semicálido húmedas mexicanas, ha aumentado en cultivos como vid, manzano, durazno y ciruelo, por la factibilidad de practicar el desfasamiento de la cosecha, lo cual permite producir en épocas atípicas (Rodríguez, 1989). La aplicación de esta tecnología exige el conocimiento de la dinámica de diferenciación floral, reposo y crecimiento vegetativo (Becerril y Rodríguez, 1989), ya que ello determina en gran parte la cantidad y época de la cosecha (Díaz, 1989).

2.2.1. Prácticas utilizadas para desfasar la cosecha

Para implementar el desfasamiento de la cosecha se implementan diversas prácticas, entre las cuales destacan: la poda, la defoliación y la aplicación de promotores de la brotación. La combinación de la poda de verano (restricción del crecimiento vegetativo de forma temporal), con la subsecuente aplicación de sustancias defoliantes (limitan la acumulación de hormonas inhibitoras del

crecimiento), y la aplicación de sustancias promotoras de la brotación (favorecen el proceso de iniciación y diferenciación de yemas florales), promueven la salida temprana del reposo.

En durazno se han obtenido buenos resultados al implementar el desfaseamiento de la cosecha en cv. 'Flordagold', 'Flordaprince' y 'Diamante'. Flordagold tiene mayor capacidad de formar yemas florales mientras que Flordaprince y Diamante no diferencian yemas florales en un mismo ciclo de producción. Diamante es un cultivar que además de no diferenciar yemas florales en el mismo tiempo de desarrollo de los frutos, complementa su desarrollo en más de 120 días y las heladas limitan su desarrollo (Becerril y Rodríguez, 1989).

2.2.1.1. Poda

La poda consiste en la eliminación ordenada de una proporción del dosel de las plantas (Gil, 2000). Existen diferentes tipos de poda para diferentes propósitos. Se realiza para: a) mantener el tamaño y la forma deseados; b) mantener el crecimiento gradual; mediante el equilibrio apropiado entre el crecimiento vegetativo (madera) y reproductivo (flor y fruto); c) renovar el dosel de los árboles viejos; mediante la eliminación de las ramas viejas; d) mejorar la penetración de la luz solar en el dosel, mejorando el desarrollo de la flor y de los brotes, sistema vegetativo y reproductivo; así como el crecimiento y desarrollo de la fruta; e) facilitar el control de plagas y enfermedades permitiendo la penetración de los agroquímicos en el árbol; f) incrementar el movimiento de aire a través del dosel, mejorando las condiciones de humedad y reduciendo muchas enfermedades (Marini, 2003).

Esta práctica también estimula la brotación de yemas florales y aunque sus efectos no son tan intensos en plantas que no han satisfecho sus requerimientos de frío, es muy efectiva en plantas en activo crecimiento (Calderón, 1983).

2.2.1.2. Defoliación

La defoliación es un caso particular de abscisión asociada con la remoción de hojas de forma natural o inducida ya sea mecánica o química (Addicott, 1954), la defoliación química consiste en aplicar sustancias que provocan daños cáusticos en las hojas, daños que promueven la síntesis de etileno (Lloyd y Firth, 1990), lo que ocasiona la formación de la capa de abscisión, resultando con la caída de las hojas. Se debe realizar cuando las hojas ya trasladaron gran parte de sus reservas, que es cuando empieza su senescencia, con lo que se facilita su caída, ya que entre más joven sea el follaje, se requiere más concentración de defoliante (Almaguer, 1998).

La defoliación posterior a la cosecha impide que las plantas entren en reposo profundo y estimula el inicio de un nuevo ciclo de crecimiento y producción, dando la oportunidad de obtener dos cosechas al año (Escobar *et al.*, 1991). Sin embargo, es importante contar con follaje en cantidad y tiempo suficiente para la formación de flores (Díaz, 1989).

En frutales de clima templado cultivados en zonas semicálido húmedas o cálidas posibilita la obtención de cosechas adicionales, lo cual se logra con la aplicación de defoliantes posterior a la iniciación floral, evitando así que las yemas entren a reposo (Edwards, 1987).

La defoliación puede promover la brotación de las plantas, sobre todo cuando se usan sustancias corrosivas como defoliantes, como el sulfato de cobre, el sulfato de zinc, la urea y otras; en este caso, un efecto muy fuerte lo tiene el defoliante que, al provocar daños a las hojas y a las ramas, estimula la producción de etileno y éste causa la brotación de las yemas.

En árboles de ciruelo japonés cv. Methley defoliados con una solución de urea al 10 %, sulfato de zinc al 3 % y urea al 5 % + sulfato de zinc al 1.5 %; se observó una tendencia general entre tratamientos, al mejorar la brotación vegetativa y floral (Escobar *et al.*, 1992). Alvarez y Díaz (1982), señalan que en manzano cv. Anna, la aplicación de urea al 10 % + 1.0 % de sulfato de cobre; se estimula una brotación floral y vegetativa de forma uniforme y temprana.

2.2.1.3. Productos químicos promotores de la brotación o compensadores de frío en caducifolios

Son sustancias que se aplican a dosis subletales y promueven la brotación de yemas al estimular la salida del reposo, aun que estas no hayan complementado su requerimiento de frío (Almaguer, 1998). La estimulación de la brotación de las yemas generalmente necesita de la aplicación de productos químicos, llamados promotores de la brotación ó compensadores de frío (Edwards, 1987). La aplicación de los promotores de la brotación, se ha realizado desde hace mucho tiempo, productos como la cianamida cálcica, la citrolina, el dinitro-ortho-cresol (DNOC), la tiourea, y actualmente se utilizan el thidiazurón (TDZ) y la cianamida de hidrógeno (H_2CN_2). La cianamida de hidrógeno se ha catalogado como un potente promotor de la brotación (Erez,

1987). Sin embargo, se ha observado que la época de aplicación y la concentración ocasionan problemas de fitotoxicidad (Siller-Cepeda *et al.*, 1992). La cianamida además de ser un producto fitoxico es un producto altamente corrosivo y altamente toxico en humanos. Razones por las cuales es conveniente aplicar thidiazurón que es un eficiente promotor de la brotación, además de ser menos tóxico tanto para los animales como para los humanos.

2.2.1.4. Actividad citocinínica del thidiazurón

El thidiazurón es un derivado de fenilurea (N-phenyl-N'-1,2,3-thidiazol-5-ylurea) con potente actividad como citocinina, por lo que ha sido incorporado como un ingrediente activo importante en sistemas de micropropagación en muchas especies. La actividad como citosina del thidiazurón fue detectada durante un ensayo de cultivo de tejidos, observándose mayor actividad citocinínica que en otros derivados de thidiazolyurea y adenina; para la formación de callo en *Phaseolus lunatus* cv. Kingston (Mok *et al.*, 1982). La fisiología que desencadena el thidiazurón para estimular la brotación no se conoce.

En yemas tratadas con thidiazurón en paraletargo se observó la aceleración del grado de instauración de los lípidos en la membrana celular, disminuyendo la relación entre los esteroides y los fosfolípidos (Wang *et al.*, 1994), lo cual altera la permeabilidad de la membrana permitiendo un incremento en la relación agua libre - agua estructural, en las células de la yema (Faust *et al.*, 1991).

Wang *et al.* (1991) señalan que entre el segundo y el octavo día después de aplicar thidiazurón en yemas de manzano durante el paraletargo, se promueve un incremento de la actividad enzimática reduciendo radicales libres,

incrementando la disponibilidad de oxígeno e iniciando un mecanismo del metabolismo en tejidos en reposo sometidos a la promoción de la brotación con thidiazurón, mecanismo respiración.

Está probado que el thidiazurón rompe el reposo en yemas de manzano cv. Anna, Delicious y Northern Spy, donde se aplicó para reducir la cantidad de horas frío requeridas para brotar, aplicando antes de la entrada a reposo (Steffens y Stutte, 1989). En uva cv. Kyoho se incrementó la brotación de yemas en reposo en un 29 % con respecto al testigo no aplicado (Lin *et al.*, 1989). En condiciones de clima semicálido húmedo al aplicarlo en zarzamora indujo brotación (Calderón y Rodríguez, 1996).

La aplicación de thidiazurón en durazno cv. Flordagold para promover la brotación de yemas florales y vegetativas en otoño, promovió la brotación antes de la entrada al reposo (Alvarado *et al.*, 1996). Calderón y Rodríguez (1996) señalan que el thidiazurón aplicado en verano a árboles de durazno cv. Diamante, adelanta significativamente la brotación de las yemas florales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica del huerto

El presente estudio se realizó en una huerta comercial localizada en Arroyo Colorado, ubicado a una altitud de 900 msnm y entre los poblados de Altotonga y Tlapacoyan, Veracruz.

3.2. Características climáticas

En el huerto se presenta un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año. En las figuras 1 y 2 se muestran la temperatura y precipitación, respectivamente, prevalecientes en el periodo de mayo a septiembre del 2003 y registradas en el huerto.

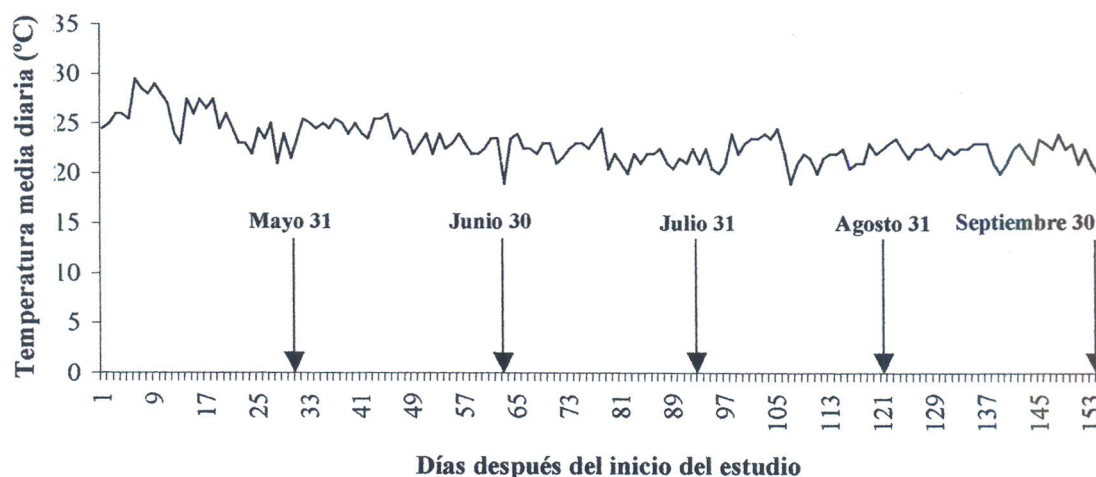


Figura 1. Temperaturas medias diarias, durante los meses de mayo a septiembre del 2003. Arroyo Colorado, Veracruz, México.

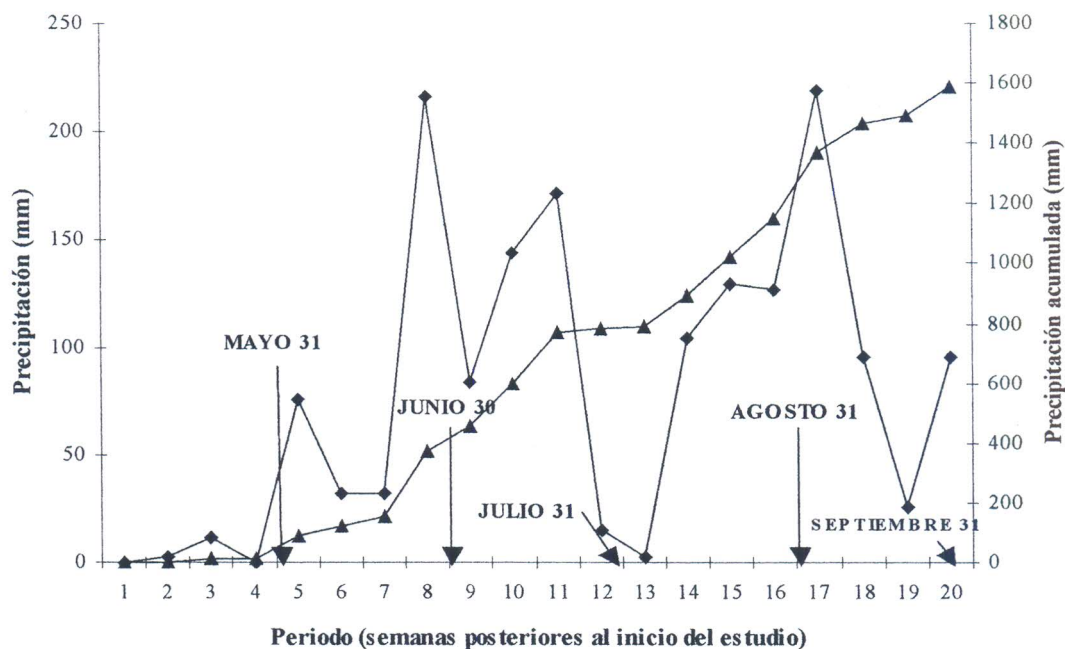


Figura 2. Precipitación y precipitación acumulada en el huerto, durante los meses de mayo a septiembre del 2003. Arroyo Colorado, Veracruz, México.

3.3. Material vegetal

Se utilizaron árboles de durazno cv. Diamante injertados sobre portainjetos criollos de la región de Altotonga, Veracruz, de tres años de edad, conducidos en forma de vaso, podados cada año en etapa de reposo, con distancias entre árboles de 2.5 m y entre hileras de 3 m; hileras orientadas en sentido norte-sur, sin entrecruzamiento entre árboles adyacentes.

3.4. Estudio 1

3.4.1. Subexperimento 1.1. Evaluación de sulfato de cobre al 2 y 12.5 % como defoliantes en durazno cv. Diamante

3.4.1.1. Objetivo

El objetivo de este subexperimento fue:

Evaluar el efecto defoliante de sulfato de cobre al 2 y 12.5 % sobre el daño, brotaciones vegetativas y florales en árboles avejentados de durazno cv Diamante en otoño.

Los tratamientos defoliantes (cuadro 1) se aplicaron al follaje en árboles avejentados el 11 de junio del 2002; que presentaban las siguientes características: eran árboles con pocas hojas, casi todas senescentes (amarillas, maltratadas y escasas); casi todas las ramas con detención del crecimiento.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados para defoliar árboles avejentados, de durazno cv. Diamante en otoño del 2002. Arroyo Colorado, Veracruz.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	testigo
2	sulfato de cobre 2 %
3	sulfato de cobre 12.5 %

3.4.1.2. Diseño experimental

Para conducir el experimento se utilizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos, cinco repeticiones y una planta por unidad experimental. Se procuró que los árboles fueran lo más similares posible en cuanto a apariencia general. Los datos de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de

varianza y prueba de comparación de medias por el método de Tukey, ambos con $P = 0.05$.

3.4.1.3. Variables estudiadas

En cada árbol se seleccionaron aleatoriamente y se marcaron 15 ramas mixtas de aproximadamente 30 cm de largo, en cada uno de tres niveles de la copa (tercio superior, tercio medio y tercio inferior), distribuidas alrededor y en la periferia de la copa. Las variables se evaluaron en cada rama.

3.4.1.3.1. Defoliación

Con los datos de los números de hojas antes y después de la aplicación de los defoliantes, se calculó el porcentaje de defoliación en cada uno de los tres niveles de la copa.

3.4.1.3.2. Daños a las ramas

Se evaluó a los siete días después de la aplicación de los defoliantes, con base en la escala descrita en el cuadro 2 y en cada uno de los tres niveles de la copa.

Cuadro 2. Escala de evaluación de daños a las ramas mixtas de plantas de durazno cv. Diamante en otoño del 2002, por efecto de la aplicación de defoliantes. Arroyo Colorado, Veracruz.

INTENSIDAD DE DAÑO	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
1	ningún daño visible a las ramas.
2	daños en la punta en una longitud entre 0.5 y 5 cm.
3	daños en la punta en una longitud entre 5.1 y 10 cm.
4	daños en la punta en una longitud mayor a 10 cm.

3.4.1.3.3. Número total de flores

Se contó el número de flores recién emergidas y vigorosas cada cinco días y durante 30 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.4.1.3.4. Número total de hojas

En cada árbol se contó el número de hojas recién emergidas y vigorosas de cada rama mixta en evaluación, cada 7 días y durante 28 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.4.1.4. Manejo del estudio

Los defoliantes se aplicaron al follaje de los árboles con una mochila de aspersión con capacidad de 20 litros de solución; se adicionaron 10 g de detergente como surfactante; se asperjó al follaje hasta el punto de goteo. Se realizó la aplicación por la mañana para evitar que las plantas estuvieran cubiertas de rocío, por que la cubierta de rocío afecta la intercepción y retención foliar de los tratamientos, mediante la alteración del ángulo de las hojas; se procuró evitar la alta temperatura del medio día, y se cuidó que la velocidad del viento fuera baja para evitar la contaminación entre tratamientos.

3.4.2. Subexperimento 1.2. Aplicación del sulfato de cobre y la urea, como defoliantes en durazno cv. Diamante.

3.4.2.1. Objetivo.

El objetivo de este subexperimento fue:

Evaluar el efecto defoliante del sulfato de cobre y de la urea, sobre las brotaciones vegetativas y florales y los daños en las ramas de árboles de vigor medio y vigorosos, en árboles de durazno cv. Diamante.

Los tratamientos defoliantes (cuadro 3) se aplicaron al follaje de dos tipos de árboles:

- 1) Árboles de vigor medio: árboles con ramas vigorosas en crecimiento en la parte alta; ramas de vigor medio (30 – 80 cm); muchas de ellas sin crecimiento alguno en las partes media y baja del árbol.
- 2) Árboles vigorosos: podados fuertemente y medianamente en junio del 2002; abundantes ramas vigorosas en toda la copa.

Cuadro 3. Tratamientos aplicados para defoliar árboles de vigor medio y vigorosos, en durazno cv Diamante en otoño del 2002. Arroyo Colorado, Veracruz.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	testigo
2	sulfato de cobre 3 %
3	urea 10 %
4	urea 15 %

3.4.2.2. Diseño experimental

Para conducir el experimento se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos, cinco repeticiones y una planta por unidad

experimental. Se procuró que los árboles fueran lo más similar posible en cuanto a apariencia general. Los datos de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método Tukey, ambos con $P = 0.05$.

3.4.2.3. Variables estudiadas

En cada árbol se seleccionaron aleatoriamente y se marcaron 15 ramas mixtas de aproximadamente 30 cm de largo, en cada uno de tres niveles de la copa (tercio superior, tercio medio y tercio inferior), distribuidas alrededor y en la periferia de la copa. Las variables se evaluaron en cada rama.

3.4.2.3.1. Defoliación

Con los datos de los números de hojas antes y después de la aplicación de los defoliantes, se calculó el porcentaje de defoliación en cada uno de los tres niveles de la copa.

3.4.2.3.2. Daños a las ramas

Se evaluó a los siete días después de la aplicación de los defoliantes, con base en la escala descrita en el cuadro 2 y en cada uno de los tres niveles de la copa.

3.4.2.3.3. Número total de flores

Se contó el número de flores recién emergidas y vigorosas cada cinco días y durante 30 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.4.2.3.4. Número total de hojas

En cada árbol se contó el número de hojas recién emergidas y vigorosas de cada rama mixta en evaluación, cada 7 días y durante 28 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.4.2.4. Manejo del estudio

Los tratamientos defoliantes se aplicaron con una mochila de aspersión con capacidad de 20 litros de solución y se adicionaron 10 g de detergente como surfactante; se asperjó al follaje hasta el punto de goteo. Se realizó la aplicación por la mañana evitando que las plantas estuvieran cubiertas de rocío, por que la cubierta de rocío afecta la intercepción y retención foliar de los tratamientos, mediante la alteración del ángulo de las hojas; se procuró evitar la alta temperatura del medio día y se cuidó que la velocidad del viento fuera baja para evitar la contaminación entre tratamientos.

3.4.3. Experimento 2. Promoción de la brotación floral invernal

El desfasamiento de cosecha involucra diversas prácticas culturales para promover brotación floral invernal; entre ellas, la aplicación de promotores de la brotación, tales como el thidiazurón. Está comprobado que el thidiazurón rompe con el reposo en durazno cv. Diamante durante el verano (Calderón y Rodríguez, 1996). Alvarado *et al.* (1996) reportaron la gran efectividad de este producto al obtener como respuesta brotación vegetativa y floral en verano.

Una vez determinado el estado de diferenciación floral y con la finalidad de evaluar el efecto de algunas prácticas culturales y de promotores de la

brotación sobre la brotación floral, sobre el desarrollo de los frutos derivados de dichas floraciones y sobre el crecimiento de plantas de durazno cv. Diamante cultivado en un ambiente semicálido húmedo, se aplicaron los tratamientos (cuadro 4) el 14 de septiembre del 2002.

3.4.3.1. Objetivo

El objetivo de este experimento fue:

Evaluar el efecto de prácticas culturales para promover la floración de árboles de durazno cv. Diamante en un clima semicálido húmedo.

Cuadro 4. Tratamientos aplicados para promover brotación floral en durazno cv. Diamante, otoño del 2002. Arroyo Colorado, Veracruz.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Testigo
T2	sulfato de cobre al 12.5 %
T3	poda + sulfato de cobre al 12.5 %
T4	poda + sulfato de cobre al 12.5 % + thidiazurón 1.25 ml/ litro de agua
T5	poda + sulfato de cobre al 12.5 % + thidiazurón 2.5 ml/ litro de agua

3.4.3.2. Diseño experimental

El estudio se condujo bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones y una planta por unidad experimental. Los datos de las variables se sometieron a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias por el método de Tukey, ambas con $P = 0.05$.

3.4.3.3. Variables estudiadas

3.4.3.3.1. Número total de flores

En cada árbol se contó el número de flores recién emergidas y vigorosas cada cinco días y durante 30 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.4.3.3.2. Número total de hojas

En cada árbol se contó el número de hojas recién emergidas y vigorosas de cada rama mixta en evaluación, cada 7 días y durante 28 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.4.3.3.3. Temperatura

Se registraron las temperaturas diarias durante el periodo de evaluación con un higrotermógrafo de cilindro. Con ese registro se distinguieron las temperaturas máximas (Tmax.) y mínimas (Tmin.) diarias y se calcularon las temperaturas medias (Tmed) diarias con la fórmula: $T_{med} = (T_{max} + T_{min}) / 2$

3.4.3.3.4. Precipitación

Se midió la lluvia diariamente a las 7 h durante el periodo de evaluación, con un pluviómetro de 29 cm de diámetro, y se calculó la precipitación acumulada semanalmente.

semanalmente.

3.4.3.4. Manejo del estudio

El 11 de septiembre del 2002 se inició el manejo para promover brotación de la siguiente manera:

- Se utilizó el tratamiento 1 como testigo sin práctica alguna.
- A los tratamientos 3, 4 y 5 se les dió un manejo de poda; recortando a la mitad las ramas mixtas, las ramas estructurales y las ramas jóvenes.
- A los tratamientos 2, 3, 4, y 5 se les realizó una aplicación de sulfato de amonio al 12.5 % como defoliante, asperjando con una mochila manual con capacidad de 20 litros de solución; se adicionaron 10 g de detergente como surfactante; se asperjó al follaje hasta el punto de goteo; la aplicación se realizó por la mañana después de la caída del rocío, debido a que la cubierta de rocío afecta la intercepción y retención foliar de los tratamientos, mediante la alteración del ángulo de las hojas; cuando la temperatura no fuera demasiado alta, evitando así la rápida pérdida del producto por efecto de la evaporación, y se tomó en cuenta la velocidad del viento para evitar contaminación entre tratamientos.
- A los tratamientos 4 y 5, después de 3 días de haber realizado las prácticas de poda y defoliación, el 14 de septiembre del 2002 se aplicó el promotor de la brotación thidiazurón por la mañana entre las 7:00 y las 11:00 a.m., para evitar la presencia de vientos fuertes y altas temperaturas que permitieran la evaporación y contaminación del producto entre tratamientos. Se utilizó una

mochila aspersora con capacidad de 20 litros de solución; el asperjado fue fino hasta llegar al punto de goteo y dirigido a las ramas con yemas.

3.5. Estudio 2

3.5.1. Subestudio 2.1. Diferenciación floral 2003

La posibilidad de poner en práctica un manejo de promoción de la brotación y obtener cosechas adicionales en frutales de clima templado cultivado en las regiones subtropicales, se basa, entre otras cosas, en definir la época en que en las yemas florales se finalice el proceso de diferenciación floral (Edwards, 1987).

3.5.1.1. Objetivo

Caracterizar el proceso de diferenciación floral en durazno cv. Diamante, durante otoño del 2003 en un clima semicálido húmedo.

3.5.1.2. Manejo del estudio

En cada fecha de muestreo se colectaron 50 yemas laterales de 10 árboles preseleccionados aleatoriamente, de ramas mixtas (30–50 cm) vigorosas y de vigor medio localizadas en la periferia de la mitad de la copa de lado oriente; las yemas se colectaron de la parte media de ramas vigorosas y base, parte media y punta de las ramas de vigor medio; se realizaron las colectas cada siete días, a partir del 16 de junio y hasta el 31 de agosto del 2003.

3.5.1.3. Evaluación del proceso de diferenciación floral

En el laboratorio, las yemas se disectaron y con el uso de un microscopio estereoscópico se observaron y clasificaron de acuerdo a seis estadios morfológicos distintivos: 1) yema vegetativa, 2) iniciación floral, 3) formación de sépalos, 4) formación de pétalos, 5) formación de estambres y 6) formación de pistilo, considerando dos etapas en cada grado: etapa inicial y etapa avanzada; se registró el estadio de desarrollo en que se encontraron. Posteriormente, las fechas de muestreo se agruparon en la fecha del periodo de muestreo. Con los datos de estadio de diferenciación, se elaboró una tabla de frecuencias y a partir de ella se obtuvo la mediana por medio de la siguiente ecuación (Infante y Zárate, 1994):

$$Me = a + \frac{(a+b)(0.5+c)}{d}$$

donde:

a = límite inferior de la clase de la mediana

b = límite superior de la clase de la mediana

c = frecuencia relativa acumulada hasta la clase que precede a la de la mediana

d = frecuencia relativa de la clase de la mediana

En cada fecha de muestreo, se obtuvo la mediana de los estadios de desarrollo de las yemas de acuerdo al procedimiento ya mencionado.

3.5.1.4. Microtecnica

Se utilizó la metodología de Johansen (1940), modificada por Engleman (citado por Dávila, 1992), con una variante del proceso de fijación en la solución GAA.

3.5.1.4.1. Fijación y conservación

Una vez realizada la colecta de las yemas se procedió a retirarles las escamas que las cubrían; Inmediatamente después se fijaron en una solución de GAA (50 % de etanol al 96 % + 25 % de glicerina + 25 % de agua destilada), con la finalidad de mantener los tejidos turgentes y en buen estado.

3.5.1.4.2. Deshidratación e infiltración

Los tejidos se sacaron del GAA y se lavaron con agua corriente durante 5 minutos. La deshidratación e infiltración se llevó a cabo con cellosolve (etilen glicol monoetil éter - 2 – etoxietanol) y xileno (cuadro 5).

Las yemas disectadas se deshidrataron en un cambiador automático de tejidos (Fisher), donde permanecieron cuatro horas en cada cambio; se incluyeron en parafina fundida a una temperatura de 52° C. Finalmente, se sumergieron en parafina fundida a 60° C; se hicieron dos cambios durante 24 horas cada uno dentro de una estufa.

Cuadro 5. Concentraciones de cellosolve y xileno usadas en el cambiador automático de tejidos para deshidratar e infiltrar las yemas de durazno cv. Diamante.

	PRODUCTO	CONCENTRACIÓN (%)
DESHIDRATACIÓN	Cellosolve	50*
	Cellosolve	70*
	Cellosolve	100
	Cellosolve	100
	Cellosolve	100
	Cellosolve	100
	Cellosolve	100
INFILTRACIÓN	Xileno	100
	Xileno	100
ESTUFA	Xileno	100
	Xileno	100
	Parafina 1	100
	Parafina 2	100

* Se utilizo agua como disolvente.

3.5.1.4.3. Inclusión

Los tejidos (yemas axilares) se colocaron en cajitas de aluminio orientadas en el fondo según el plano de corte mediano realizado.

Las cajitas se llenaron con parafina líquida (60° C), dejándose solidificar a temperatura ambiente.

Se utilizó una bomba de vacío para mejorar la penetración de la parafina, al eliminar las burbujas de aire que presentaron los tejidos. Los bloques de parafina se sacaron de las cajitas adhiriéndolas en cubitos de madera con agujas calientes.

El exceso de parafina en torno al tejido se eliminó con una navaja de un filo, dándole una forma piramidal al bloque.

3.5.1.4.4. Los cortes

Los cortes se realizaron a 10 micrómetros de grosor con un micrótomos rotatorio (American Optical Company). Los cortes medianos se seleccionaron bajo el microscopio de disección conservando su secuencia y se extendieron en una platina de calentamiento a 52° C sobre una película de agua hervida en el portaobjetos.

3.5.1.4.5. Adhesión

El agua se eliminó y se sustituyó por dos o tres gotas de adhesivo de cromo (gelatina, 0.5 g; fenol, 0.1 g; alumbre de cromo $(\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$, 0.05 g) en 50 ml de agua. Los portaobjetos se colocaron nuevamente durante 15 s en la platina. Se eliminó el exceso de adhesivo con papel absorbente y se dejó

escurrir en posición vertical (dos horas mínimo). Por último, los portaobjetos se dejaron secar durante 24 h en la platina.

3.5.1.4.6. Desparafinado e hidratación

Los cortes se desparafinaron e hidrataron sumergiéndolos en xileno y en alcohol isopropílico, durante 3 minutos en cada líquido; la secuencia se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Secuencia de soluciones para desparafinar e hidratar cortes anatómicos de las yemas florales de durazno cv. Diamante con brotación en otoño.

	PRODUCTO	CONCENTRACIÓN (%)
DESPARAFINADO	Xileno	100
	Xileno	100
	Xileno	100
HIDRATACIÓN	Alcohol isopropílico	100
	Alcohol isopropílico	96*
	Alcohol isopropílico	70*
	Alcohol isopropílico	50*

* El disolvente utilizado fue agua corriente.

3.5.1.4.7. Tinción con safranina

Los cortes se colocaron posteriormente en safranina saturada: NaCl, 2 g; safranina, 0.05 g; agua corriente, 98 ml.

Los portaobjetos permanecieron 24 h a temperatura ambiente, sumergidos en la safranina con la ayuda de una caja Koplin.

3.5.1.4.8. Hidratación

Las preparaciones se lavaron sumergiéndolas en vasos Koplin con agua corriente; se hicieron 3 cambios de 3 s cada uno, para quitar el exceso de sales.

Se pasaron rápidamente (2 a 3 s) por alcohol isopropílico al 50 %, 70 % y 100 % para deshidratar el tejido y conservar la safranina en las partes celulares con reacción ácida.

3.5.1.4.9. Tinción con verde fijo

Se escurrió el exceso de alcohol isopropílico 100 % y se les adicionaron dos gotas de verde fijo (verde fijo FCF, 0.12 g; etanol, 95 ml). El tejido se sometió a este colorante de 30 s a 1 minuto o más tiempo goteándose sobre el portaobjetos. El exceso de safranina tomó un tono morado. El portaobjetos se movió constantemente para que el verde fijo tiñera de manera homogénea del tejido. Cuando las paredes celulares se tiñeron de verde, la tinción culminó.

Se eliminó el exceso de verde fijo enjuagando con alcohol isopropílico al 100 % y usando una piseta; se desechó el residuo del lavado. Las preparaciones se pasaron por xileno 100 % (tres cambios de 3 minutos cada uno).

3.5.1.4.10. Montaje

Las preparaciones se montaron con resina: brea (resina de *Pinus* sp., 75 ml; resina de *Abies religiosa*, 25 ml). La mezcla se disolvió en suficiente xileno para lograr una consistencia parecida a la miel. Una gota de resina se puso sobre el tejido y se colocó el cubreobjetos evitando la formación de burbujas de aire.

3.5.1.4.11. Acabado

Todas las preparaciones se mantuvieron en la estufa a 62° C durante una semana o hasta que se secó la resina. A las preparaciones se les eliminó el

exceso de resina con una navaja de un filo; se limpiaron con xileno y se lavaron con agua y jabón antes de observarlas al microscopio. La revisión y comparación de las preparaciones se realizaron en un microscopio óptico. Las fotomicrografías se tomaron en un fotomicroscopio Carl Zeiss 67791, utilizando una película de 35 mm.

3.5.2. Experimento 1. Promoción de la brotación floral en invierno 2003

El uso de productos promotores de la brotación floral es necesario en zonas semicálidas húmedas para adelantar, aumentar y uniformizar la apertura de yemas (Díaz, 1989). El thidiazurón es un producto químico con actividad citocinínica, capaz de promover la brotación floral (Faust *et al.*, 1991). Una vez determinado el estado de diferenciación floral y con base a la experiencia obtenida al aplicar thidiazurón como promotor de la brotación en el año 2002, se aplicaron los tratamientos (cuadro 7) el primero de julio del 2003.

3.5.2.1. Objetivo

El objetivo de este experimento fue:

Evaluar el efecto de algunas prácticas culturales y promotores de la brotación sobre la brotación floral en otoño, sobre el desarrollo de los frutos derivados de dichas floraciones y sobre el crecimiento de plantas de durazno cv. Diamante cultivados en un ambiente semicálido húmedo.

Cuadro 7. Tratamientos empleados para promover la brotación en otoño del 2003 en durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	testigo
2	thidiazurón (60 ppm)
3	GA ₃ 50 ppm
4	thidiazurón (60 ppm) + GA ₃ (50 ppm)

3.5.2.2. Diseño experimental

El estudio se condujo bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones y una planta por unidad experimental. Las variables se sometieron a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias por el método de Tukey, ambas con $P = 0.05$.

3.5.2.3. Variables estudiadas

Se registraron variables ambientales que permitieron establecer relaciones entre los elementos climáticos, con el comportamiento de las variables de las plantas evaluadas.

3.5.2.3.1. Temperatura

Se registraron las temperaturas diarias durante el periodo de evaluación con un higrómetro de cilindro. Con ese registro se distinguieron las temperaturas máximas (Tmax.) y mínimas (Tmin.) diarias y se calcularon las temperaturas medias (Tmed) diarias con la fórmula: $Tmed = (Tmax + Tmin) / 2$.

3.5.2.3.2. Precipitación

Se midió la lluvia acumulada diariamente a las 7 h durante el periodo de evaluación, con un pluviómetro de 29 cm de diámetro, y se calculó la precipitación acumulada por periodos de siete días.

3.5.2.3.3. Número total de frutos

Se contó el número de frutos cada cinco días y durante 30 días después de la aplicación de los defoliantes.

3.5.2.4. Manejo del estudio

El 01 de julio del 2003 se inició el manejo para promover brotación de la siguiente manera:

- Se utilizó el tratamiento 1 como testigo sin práctica alguna.
- A los tratamientos 2, 3, y 4 se les dió un manejo de poda; recortando a la mitad las ramas mixtas, las ramas estructurales y las ramas jóvenes.
- A los tratamientos 2, 3 y 4 se realizó una aplicación de sulfato de amonio al 12.5 % como defoliante, asperjando con una mochila manual con capacidad de 20 litros de solución; se adicionaron 10 g de detergente como surfactante; se asperjó al follaje hasta el punto de goteo; la aplicación se realizó por la mañana después de la caída del rocío, por que la cubierta de rocío al momento de realizar la aspersión afecta la intercepción y retención foliar de los tratamientos, mediante la alteración del ángulo de las hojas; cuando la temperatura no fuera demasiado alta, evitando así la rápida pérdida del

producto por efecto de la evaporación, y se tomó en cuenta la velocidad del viento para evitar contaminación entre tratamientos.

- Al tratamiento 2, después de 3 días de haber realizado las prácticas de poda y defoliación, el 04 de julio del 2003 se aplicó el promotor de la brotación thidiazurón (Cycocel ®), la aspersión se realizó por la mañana entre las 7:00 y las 11:00 a.m., para evitar la presencia de vientos fuertes y altas temperaturas que permitieran la evaporación y contaminación del producto entre tratamientos. Se utilizó una mochila aspersora con capacidad de 20 litros de solución; el asperjado fue fino hasta llegar al punto de goteo y dirigido a las ramas con yemas.
- Al tratamiento 3, después de tres días de haber realizado las prácticas de poda y defoliación, el 04 de julio del 2003 se aplicó un promotor de la brotación con actividad de giberelinas (Activol ®), la aspersión se realizó por la mañana entre las 7:00 y las 11:00 a.m., para evitar la presencia de vientos fuertes y altas temperaturas que permitieran la evaporación y contaminación del producto entre tratamientos. Se utilizó una mochila aspersora con capacidad de 20 litros de solución; el asperjado fue fino hasta llegar al punto de goteo y dirigido a las ramas con yemas.
- Al tratamiento 4, después de 3 días de haber realizado las prácticas de poda y defoliación, el 04 de julio del 2003 se aplicaron los promotores de la brotación thidiazurón (Cycocel ®) y giberelinas (Activol ®), la aspersión se realizó por la mañana entre las 7:00 y las 11:00 a.m., para evitar la presencia de vientos fuertes y altas temperaturas que permitieran la

evaporación y contaminación del producto entre tratamientos. Se utilizó una mochila aspersora con capacidad de 20 litros de solución; el asperjado fue fino hasta llegar al punto de goteo y dirigido a las ramas con yemas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudio 1.

4.1.2. Experimento 1. Evaluación de defoliantes

4.1.2.1. Subexperimento 1.1. Evaluación de sulfato de cobre al 2 y 12.5 % como defoliantes en durazno cv. Diamante

La evaluación consistió en comparar la respuesta de los árboles de durazno cv. Diamante a los distintos tratamientos (dosis de los productos defoliantes), comparados con un testigo sin aplicación. Los datos presentados en el cuadro 8 indican un comportamiento similar entre los tratamientos, 2 (sulfato de cobre al 2 %) y 3 (sulfato de cobre al 12.5 %) para la variable daños a las ramas.

Los árboles asperjados con sulfato de cobre al 2 % presentaron la intensidad de daño¹ (ningún daño visible en ramas), lo cual posiblemente se debe a la baja concentración del defoliante utilizado. En árboles tratados con el sulfato de cobre al 12.5 % se observaron síntomas evidentes de daño foliar, presentando daños en las puntas de las ramas en una longitud mayor a 10 cm (intensidad de daño 4).

La pérdida de hojas en árboles avejentados fue de un 100 % en ambos tratamientos, 2 (sulfato de cobre al 2 %) y 3 (sulfato de cobre al 12.5 %); lo cual posiblemente se debe a que la concentración del defoliante utilizado, promovió la síntesis de etileno provocando la caída de las hojas; quizá también influyó la edad del follaje por que los tejidos foliares se encontraban sensibles por su estado senescente. El testigo aún presentaba follaje senescente. Damián *et al.*

(2000) encontraron que con una aplicación de sulfato de cobre a una concentración de 2 a 2.5 %, la defoliación de árboles de durazno fue total. Sin embargo, Chahill *et al.* (1993) obtuvieron una defoliación total al elevar la dosis de sulfato de cobre a una concentración de 6 %.

Para la variable número de hojas se observó un comportamiento similar entre los tratamientos, 2 (sulfato de cobre al 2 %) y 3 (sulfato de cobre al 12.5 %); como resultado de la defoliación.

La superioridad del tratamiento con sulfato de cobre al 12.5 % para estimular la brotación floral, fue significativamente mayor al tratamiento con sulfato de cobre al 2 %, y además existió diferencia en cuanto a la calidad de flores obtenidas con la aplicación de ambos tratamientos, ya que en el caso del tratamiento 2 (sulfato de cobre al 2 %) se obtuvieron flores sin pistilo, mientras que en el tratamiento 3 (sulfato de cobre al 12.5 %), se encontraron flores completas. Lo anterior se puede atribuir a diferencias en la condición de las plantas de los diferentes tratamientos; es decir, al error experimental.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos aplicados para defoliar árboles avejentados de durazno cv Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, junio del 2002.

TRATAMIENTOS	DAÑOS A LAS RAMAS*	DEFOLIACIÓN *	NÚMERO TOTAL DE HOJAS*	NÚMERO TOTAL DE FLORES*
Testigo sin aplicar (T1)	0 a	0 b	0 a	0 b
Sulfato de cobre al 2 % (T2)	0.66 a	100 a	52.50 a	15.00 b
Sulfato de cobre al 12.5 % (T3)	4.65 a	100 a	39.25 a	650.00 a
D.M.S. ($\alpha + 0.05$)	2.51	0	56.28	156.13
C.V. (%)	137.26	0	106.36	16.36

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, de acuerdo a Tukey, $\alpha = 0.05$

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

C.V. = Coeficiente de Variación

4.1.2.2. Subexperimento 1.2. Aplicación de sulfato de cobre y urea, como defoliantes en durazno cv. Diamante

La evaluación consistió en comparar la respuesta de los árboles de durazno cv. Diamante a los distintos tratamientos (dosis de los productos defoliantes), comparados con un testigo sin aplicación. Los datos que se presentan en el cuadro 9 indican que el daño en los tratamientos 2 (sulfato de cobre al 3 %), 3 (urea al 10 %) y 4 (Urea al 15 %), fue similar.

Los árboles asperjados con sulfato de cobre al 3 % presentaron intensidad de daño 2 (daños en la punta de las ramas en una longitud entre 0.5 y 5 cm). En los árboles tratados con urea al 10 y 15 % no se observó ningún daño visible en las ramas (intensidad de daño 1).

La defoliación en árboles de vigor medio y vigorosos fue superior en los tratamientos 2 (sulfato de cobre al 3 %) y 4 (urea al 15 %); con respecto al tratamiento 3 (urea al 10 %). La caída de las hojas se presentó sin inconvenientes, aún cuando el follaje no había comenzado a senescer. Díaz (1989) menciona que para promover una brotación temprana y uniforme en manzano y durazno cultivados en zonas subtropicales, es necesaria la defoliación química en otoño, mediante aspersiones de sulfato de cobre al 3 % y urea al 10 %. Lovatt *et al.* (1988) trabajando en cítricos indujeron brotación vegetativa y floral, sometiendo a los árboles a condiciones mínimas de estrés e incrementando el contenido de amonio foliar, por medio de aplicaciones foliares de urea.

En cuanto al número de hojas se observó la nula respuesta a la aplicación de los tratamientos 3 (urea al 10 %) y 4 (urea al 15 %), con respecto al tratamiento 2 (sulfato de cobre al 2 %) que estimuló el rebrote.

El número de flores promovidas por la aplicación de los tratamientos 2 (sulfato de cobre al 2 %), 3 (urea al 10 %) y 4 (urea al 15 %), fue similar. Sin embargo, es importante mencionar que las flores obtenidas no tenían pistilo. Lo anterior se puede atribuir a diferencias en la condición de las plantas de los diferentes tratamientos; es decir, al error experimental.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos aplicados para defoliar árboles de vigor medio y vigorosos de durazno cv Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, junio del 2002.

TRATAMIENTOS	DAÑOS A LAS RAMAS*	DEFOLIACIÓN *	NÚMERO TOTAL DE HOJAS*	NÚMERO TOTAL DE FLORES*
testigo sin aplicar (T1)	0 a	0 b	0 b	0 a
sulfato de cobre al 3 % (T2)	2.04 a	75.00 a	85.00 a	3.33 a
urea al 10 % (T3)	0.46 a	36.25 b	0 b	15.00 a
urea al 15 % (T4)	0.60 a	78.75 a	0 b	16.67 a
D.M.S. ($\alpha + 0.05$)	4.89	47.91	11.25	31.39
C.V. (%)	125.83	63.06	16.63	179.57

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, de acuerdo a Tukey, $\alpha = 0.05$
D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa
C.V. = Coeficiente de Variación

4.1.3. Experimento 2. Promoción de la brotación floral invernal

El efecto de los tratamientos para promover la brotación floral invernal se observa en el cuadro 10. Los datos obtenidos para la variable número de hojas indican la efectividad de la aplicación de los tratamientos promotores de la brotación: 2 (sulfato de cobre al 12.5 %), 3 (poda + sulfato de cobre al 12.5 %) y

4 (poda + sulfato de cobre al 12.5 % + thidiazurón 12.5 ml/10 litros de agua), con respecto al testigo sin aplicar (tratamiento 1).

Como puede observarse en el cuadro 10, la aplicación de los tratamientos favorece la promoción invernal de flores. Se observó la eficiencia del tratamiento 2 (sulfato de cobre al 12.5 %) con respecto a los tratamientos 3 (poda + sulfato de cobre al 12.5 %) y 4 (poda + sulfato de cobre al 12.5 % + thidiazurón 12.5 ml/10 litros de agua) y testigo sin aplicar (tratamiento 1).

Cuadro 10. Efecto de la aplicación de promotores de la brotación en durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz. Septiembre del 2002.

TRATAMIENTOS	NÚMERO TOTAL DE HOJAS *	NÚMERO TOTAL DE FLORES *
Testigo sin aplicar (T1)	0 b	0 b
Sulfato de cobre al 12.5 % (T2)	127.77 a	53.95 a
poda + sulfato cobre 12.5 % (T3)	98.31 a	42.16 a
poda + sulfato de cobre 12.5% + thidiazurón 12.5 ml/10 litros de agua (T4)	100.58 a	42.15 a
poda + sulfato de cobre 12.5%+ thidiazurón 25 ml/10 litros de agua (T5)	116.42 a	47.77 a
D.M.S.(α + 0.05)	35.87	11.40
C.V. (%)	20.89	15.82

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, de acuerdo a Tukey, α = 0.05
D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa
C.V. = Coeficiente de Variación

Es importante mencionar que las flores promovidas fueron flores completas. Sin embargo, aunque los tratamientos promovieron la brotación floral (Figura 3), se tubo abscisión floral, lo cual se puede atribuir el efecto de agentes internos o externos a la planta.



Figura 3. Efecto de la aplicación en otoño de promotores de la brotación en árboles de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Imágenes tomadas el 26 de octubre del 2002. Se presentan brotes vegetativos y florales (a) y el estado de reposo del tratamiento testigo (b).

4.2. Estudio 2.

4.2.1. Subestudio 2.1. Diferenciación floral 2003

La dinámica de la diferenciación floral se presenta detalladamente en el cuadro 11, donde se muestra la época en que se presenta cada uno de los estadios del proceso de diferenciación floral.

Cuadro 11. Dinámica de la iniciación y diferenciación floral de yemas de durazno cv Diamante. Arrollo colorado, Veracruz, durante el mes de junio del 2003.

Número de yemas analizadas							
Período de muestreo	Estadios morfológicos de las yemas						Mediana de los estadios
	1	2	3	4	5	6	
16 de junio del 2003	2		22	16			3.4
23 de junio del 2003					33	7	5.6
30 de junio del 2003						40	6.0

Estas fases fueron consecutivas, unidireccionales e inalterables, donde la secuencia de diferenciación fue invariablemente del estado vegetativo a reproductivo; proceso que se llevó a cabo en el mes de junio del 2003. Es interesante ver como en un periodo tan corto se presentó el proceso de diferenciación floral de forma natural. La época de diferenciación floral característica de este frutal según Pérez (1980), inicia en el mes de junio en durazno cv. Diamante, en huertos cercanos al hemisferio norte. Jackson y Sweet (1972) mencionan que la inducción en las especies de *Prunus* dura 11 o más semanas antes de que sean visibles los cambios en el meristemo.

El proceso de diferenciación floral se presentó de manera centripeta, es decir la formación de la flor comenzó por las partes externas: sépalos y pétalos, continuando con los estambres y el carpelo y finalmente la formación de los granos de polen y el óvulo.

Las yemas observadas el 16 de junio del 2003, presentaron diversas características de acuerdo a la parte de la rama muestreada (cuadro 12); las yemas muestreadas de la punta de ramas de vigor medio presentaron características vegetativas, sin embargo, los primeros indicios de diferenciación floral se encontraron de yemas colectadas en la parte media y punta de ramas de vigor medio. Así como la formación de primordios de pétalos en la base de las ramas de vigor medio y en la parte media de las ramas vigorosas.

Siete días después (23 de junio del 2003), se observó la formación inicial de primordios de estambres en la punta de las ramas de vigor medio, parte media de ramas vigorosas y parte media de ramas de vigor medio; sin embargo, en la parte media de las ramas vigorosas se observaron primordios de estambres en

estado avanzado; asimismo, en la base y parte media de la rama de vigor medio se observaron primordios de estambres en estado avanzado.

Catorce días posteriores al primer muestreo (30 de junio del 2003), la formación del pistilo se presentó como avanzada en la base de ramas de vigor medio, parte media, punta y parte media de rama vigorosa.

Cuadro 12. Periodo de muestreo y estadíos de desarrollo de la diferenciación floral en yemas de durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, durante el mes de junio del 2003.

ETAPA DE DIFERENCIACION	PERIODO DE MUESTREO											
	16 de junio del 2003				23 de junio del 2003				30 de junio del 2003			
	a	b	c	d	a	B	c	d	a	b	c	d
Yema vegetativa				2								
Iniciación floral												
Formación de sépalos	3(I) 3(A)		3(I) 5(A)	1(I) 7(A)								
Formación de pétalos	4(A)	10(A)	2 (I)									
Formación de estambres					3(I) 7(A)	10(A)	1(I) 2(A)	10(I)				
Formación de pistilo							7(I)		10(A)	10(A)	10(A)	10(A)

a. Yemas colectadas de la parte media de ramas vigorosas; b. Yemas colectadas de la base en ramas de vigor medio; c. Yemas colectadas de la parte media de ramas de vigor medio; d. Yemas colectadas de la punta en ramas de vigor medio; (I) Etapa inicial y (A) Etapa avanzada.

4.2.1.2. Estudio anatómico de la diferenciación floral

La disección de las yemas y caracterización morfológica de la inflorescencia de durazno se dividió en 6 estadíos de desarrollo, lo cual permitió dar un seguimiento al proceso de diferenciación floral. Los diferentes estados de diferenciación de yemas florales en durazno cv. Diamante durante el mes de junio del 2003; se ilustran en las figuras 4 a 9.

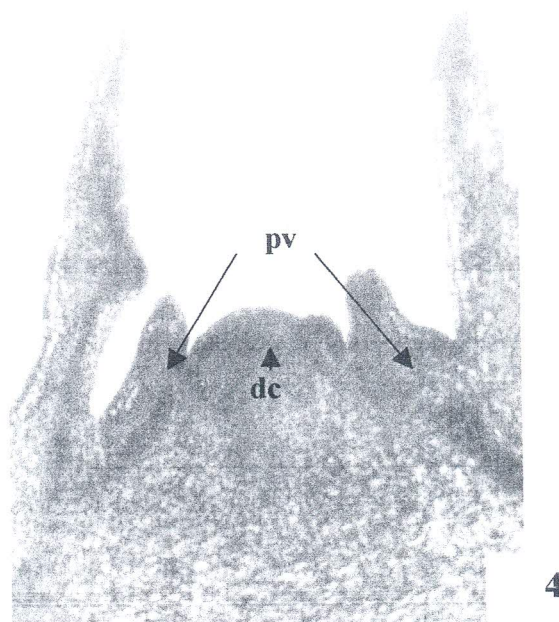
Figuras 4 y 5. Yema del 16 de junio del 2003. Yemas colectadas de la punta de una rama de vigor medio. Presenta un corte longitudinal del ápice vegetativo

mostrando el meristemo vegetativo, caracterizado por presentar una forma de domo convexo y primordios foliares.

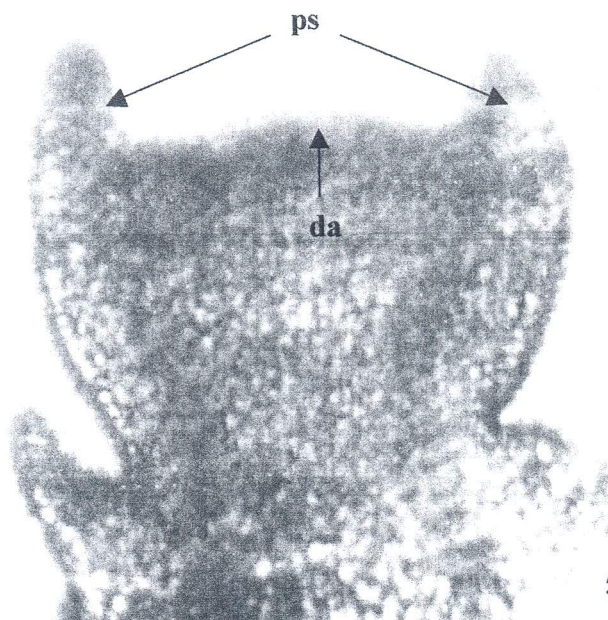
Figuras 6 y 7. Yema del 16 de junio del 2003. Yemas colectadas de la base de una rama de vigor medio. Corte longitudinal mostrando iniciación floral, durante la transición de meristemo vegetativo a reproductivo se presenta una elongación axial y un ensanchamiento del mismo; caracterizado por presentar el domo aplanado del meristemo apical, crecimiento axial y crecimiento de primordios de sépalos (Figura 6) y pétalos (Figura 7).

Figura 8. Yema colectada el 16 de junio del 2003. Yema colectada de la parte media de ramas de vigor medio. Corte longitudinal en el que se muestra la iniciación de la formación de los primordios de los pétalos. La iniciación de los pétalos se presenta por un crecimiento hiponástico (crecimiento dirigido hacia fuera del centro) de los sépalos, el desarrollo de los primordios de estambres originados de la parte más lejana del centro del meristemo apical y formación inicial de pistilo.

Figura 9. Yema colectada el 30 de junio del 2003. Figura que representa el estado de diferenciación floral de las yema colectadas de la parte media en ramas de vigor medio, base, parte media y punta de las ramas de vigor medio y parte media de ramas vigorosas; se presenta un corte longitudinal de la yema floral mostrando las diferentes partes de la flor totalmente desarrolladas, en donde se puede observar la completa formación del carpelo, estambres, pétalos y sépalos, mostrando microesporangios (sacos polínicos) de las anteras con granos de polen.



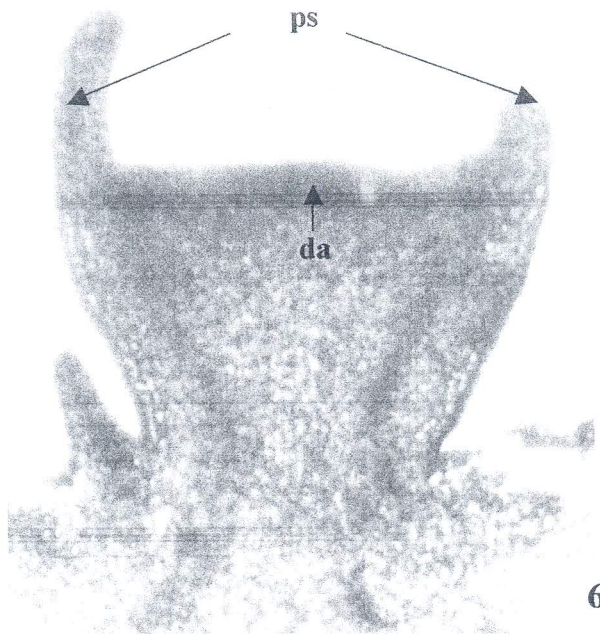
4



5

Figura 4. Corte longitudinal de meristemos apicales de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Yema del 16 de junio del 2003, en estadio 1. Presenta un estado vegetativo con primordios foliares (pf) y el domo convexo (dc).

Figura 5. Corte longitudinal de meristemos apicales de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Yema del 16 de junio del 2003, iniciación floral, (da) domo aplanado del meristemo apical y (ps) primordios de sépalos.



6



7

Figura 6. Corte longitudinal de yemas axilares reproductivas de durazno *Prunus persica* L. Batsch. cv. Diamante. Primordio de sépalos en estado avanzado (ps), domo aplanado (da)

Figura 7. Corte longitudinal de meristemas apicales de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Primordios de sépalos (ps), primordios de pétalos (pp), primordios de estambres (pe).

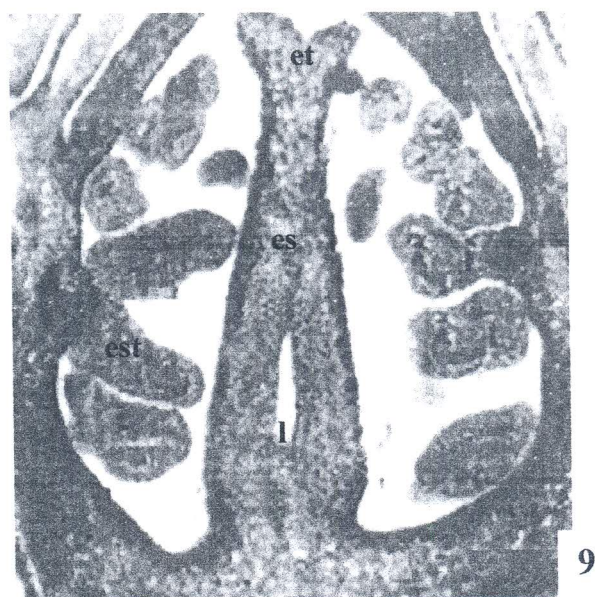


Figura 8. Corte longitudinal de las yemas axilares reproductivas de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Fase de levantamiento del pistilo (lp), primordios de sépalos (ps), primordios de pétalos (pp), primordios de estambres (pe).

Figura 9. Corte longitudinal de las yemas axilares reproductivas de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Fase de diferenciación del estigma. Estambres (est), estigma (es), estilo (et), lóculo (l).

4.2.2. Efecto de la temperatura y la precipitación en la diferenciación floral en durazno cv. Diamante con brotación en otoño.

Se observaron yemas con iniciación foliar cuando las temperaturas comenzaron a descender, registrándose un promedio de mínimas de 16.8° C (Figura 10), lo cual concuerda con estudios realizados por Bonhomme *et al.* (1998).

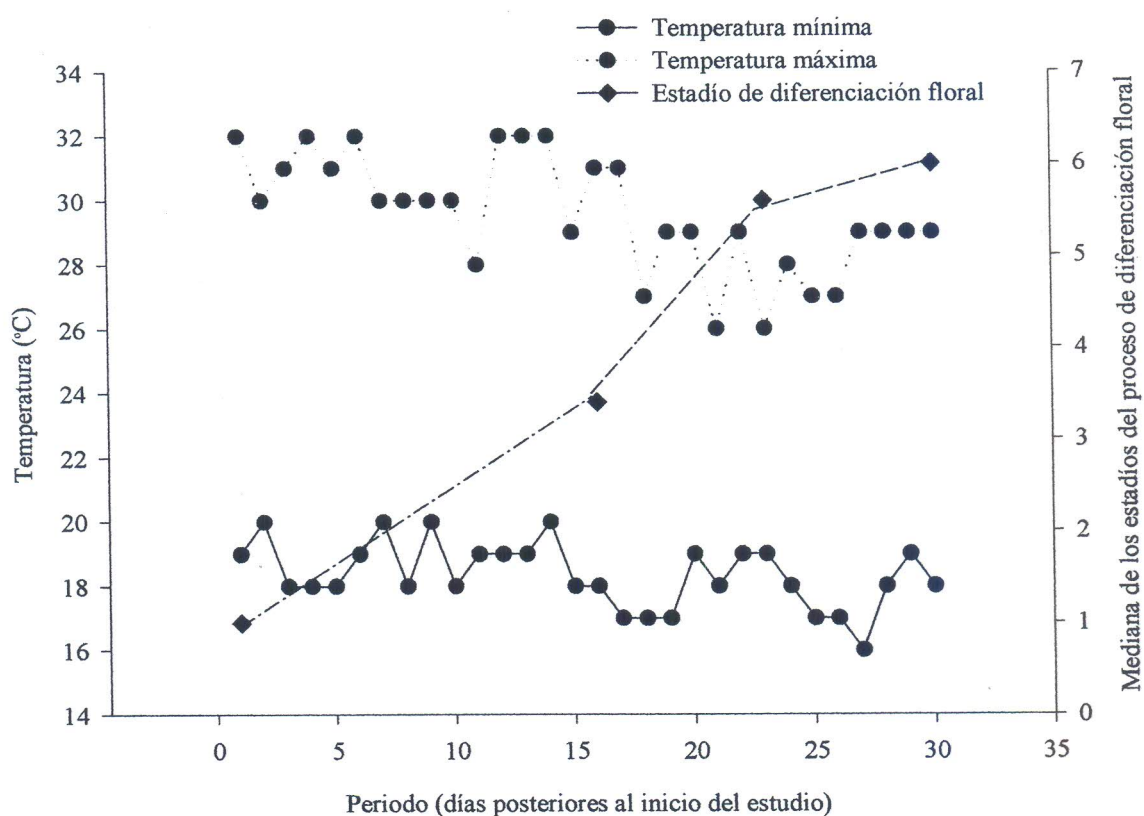


Figura 10 . Temperaturas máximas y mínimas durante el mes de junio del 2003, Arroyo Colorado, Veracruz, y su relación con la diferenciación floral en durazno cv. Diamante. Etapas de diferenciación: 1. Yemas vegetativas; 2. Iniciación floral; 3. Formación de sépalos; 4. Formación de pétalos; 5. Formación de estambres y 6. Formación de pistilo.

Gur (1985) señala que en rosáceas la iniciación floral se beneficia con temperaturas mayores de 18 ° C, si se presentan durante un lapso de tiempo en esta etapa. Díaz (1989), menciona que en durazno se observa mejor diferenciación floral a temperaturas de 25 ° C, reduciéndose cuando éstas se incrementan a los 35 ° C.

Se observó que a partir del 15 de junio se incrementaron más los días con temperaturas entre los 16° C a 20° C, siendo constantes en un intervalo de quince días posteriores expresando la iniciación y diferenciación floral completa, hecho que marca la diferenciación completa en un periodo de quince días, durante este tiempo se presentaron temperaturas consideradas como necesarias, para realizar la síntesis de sustancias importantes para llevar a cabo el proceso de diferenciación floral.

De acuerdo con los datos del presente estudio, para durazno cv. Diamante cultivado en un clima semicálido húmedo del estado de Veracruz, se puede ubicar la época de diferenciación floral en la marcha de cambios de temperatura para planear el manejo de la huerta.

Considerando que en diversos estudios se ha relacionado al proceso de iniciación y diferenciación floral, en durazno con el agobio hídrico (Díaz, 1989; Hirai, 1961; Jackson y Sweet, 1972; Weinbaum y Spiegel-Roy, 1985), en los meses de mayo a junio del 2003 se registró la precipitación pluvial en el huerto donde se muestra un déficit de lluvia.

En la figura 11 se observa que durante un tiempo prolongado, a partir del mes de mayo hasta junio del 2003 hubo continuo déficit de lluvia, agobio incrementado a la condición de temporal del huerto. Gur (1985) observó en

pera, el favorecimiento en la iniciación floral cuando al contenido de humedad se reducía durante este proceso.

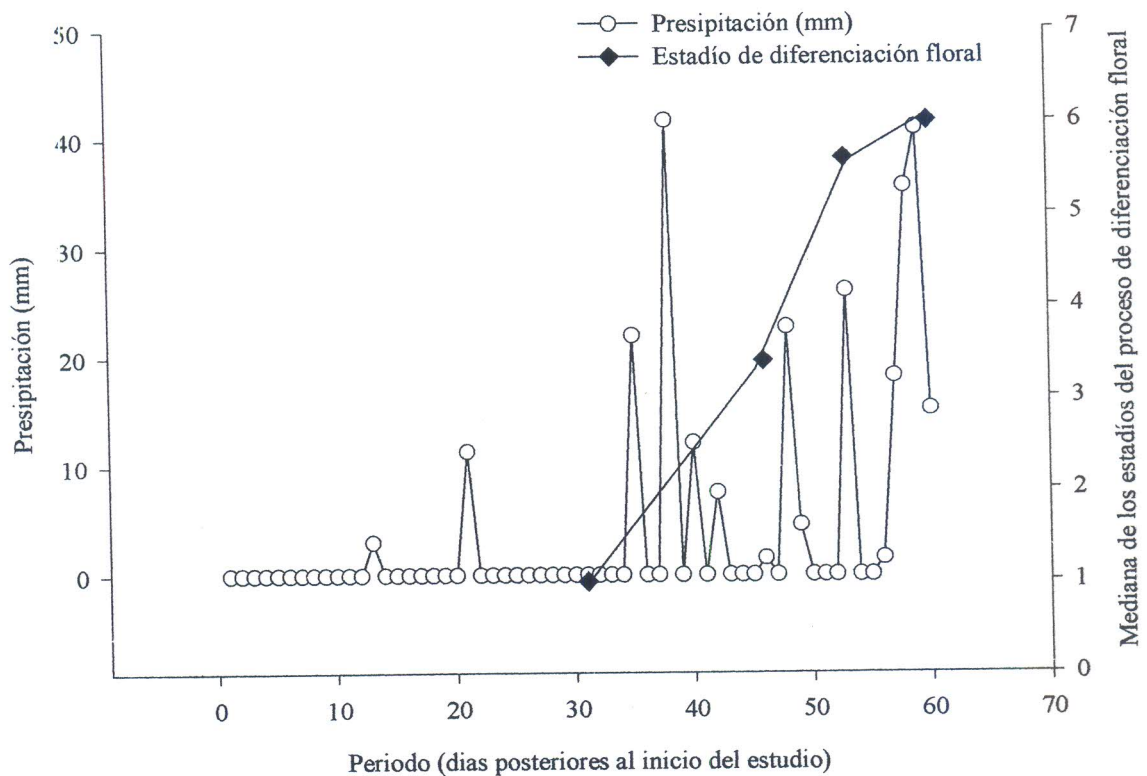


Figura 11. Precipitación pluvial (mm) durante los meses de mayo y junio del 2003, Arroyo Colorado, Veracruz, y su relación con la diferenciación floral en durazno cv. Diamante. Etapas de diferenciación: 1. Yemas vegetativas; 2. Iniciación floral; 3. Formación de sépalos; 4. Formación de pétalos; 5. Formación de estambres y 6. Formación de pistilo.

4.3. Experimento 1. Promoción de la brotación floral en invierno 2003

4.3.1. Número de frutos

En el cuadro 13 se presentan los resultados obtenidos en cuanto al número de frutos promovidos por efecto de los tratamientos, donde se aprecia el tratamiento 4 (thidiazurón 60 ppm + GA₃ 50 ppm) claramente superior, el cual favoreció la obtención de frutos fuera de temporada. Las aplicaciones de los promotores fueron eficientes conforme a la fecha de aplicación y estado fisiológico de las yemas.

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre el número de frutos promovidos en durazno cv. Diamante. Arroyo Colorado, Veracruz, durante el mes de octubre del 2003.

Tratamientos	Número de frutos
testigo sin aplicar (T1)	0 c
thidiazurón 60 ppm (T2)	209.50 b
GA ₃ 50 ppm (T3)	154.00 b
thidiazurón 60 ppm + GA ₃ 50 ppm (T4)	632.25 a
D.M.S.(α + 0.05)	193.60
C.V. (%)	54.95

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, de acuerdo a Tukey, α = 0.05

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

C.V. = Coeficiente de Variación

En experimentos realizados con combinaciones de thidiazurón y ácido giberélico, Ríos (1997) encontró, en frambuesa 'Autumm Bliss' un incremento en altura, diámetro, nudos por planta, frutos e incremento en cuanto a rendimiento con la aplicación de una combinación de thidiazurón (5 mg·L⁻¹) + AG₃ (5 mg·L⁻¹), como respuesta a un incremento en el número de frutos por lateral emitida.

En campo se pudo observar gran caída de flores, por lo que una vez lograda la fructificación mediante la aplicación de prácticas para desfasar la cosecha tenemos el grave problema de amarre de frutos; a este respecto Armas (1997) menciona que la respuesta a la aplicación de los promotores de la brotación involucra varios factores como son: las temperaturas altas, bajas, y oscilantes durante el día, la falta de frío, la lluvia, los nublados, el grado de diferenciación de la yema floral, la fisiología de las yemas y la genética del cultivar.

Es importante mencionar que las flores promovidas fueron flores completas. Sin embargo, aunque los tratamientos promovieron la brotación floral (Figura 12), se tuvo abscisión floral, lo cual se puede atribuir el efecto de agentes internos o externos a la planta.



Figura 12. Efecto de la aplicación en otoño de promotores de la brotación en árboles de durazno *Prunus persica* L. Batsch cv. Diamante. Imágenes tomadas el 10 de octubre del 2003. Se el estado de reposo del tratamiento testigo (a) y el estado de los árboles después de la caída de flores (b).

V. CONCLUSIONES

En el primer ciclo de evaluación (2002), los árboles de durazno cv. Diamante cultivado en un clima semicálido húmedo, que recibieron los tratamientos defoliantes con sulfato de cobre al 12.5 %, incrementaron notablemente el número de brotes vegetativos y florales, ya que la respuesta a los tratamientos varió dependiendo de la concentración de los defoliantes, lo cual indica que la aplicación de defoliantes fue de beneficio integral.

La promoción de la brotación vegetativa y floral fue más eficiente al aplicar sulfato de cobre como defoliante al 12.5 %.

En el segundo ciclo de evaluación (2003), las yemas de durazno cv. Diamante, cultivado en un clima semicálido húmedo durante junio del 2003, presentó un proceso de diferenciación floral completo en 15 días desde el inicio hasta concluir el proceso.

El mejor tratamiento para obtener frutos fuera de temporada fue: thidiazurón 60 ppm + GA₃ 50 ppm.

En ambos ciclos de evaluación fue interrumpido el desarrollo fisiológico y fenológico del proceso de desarrollo del fruto.

VI. LITERATURA CITADA

- Addicott, F. T. 1954. Abscission and plant regulators. pp. 99-116. *In*: Plant Regulators in Agriculture. H. B. Tukey (ed.). John Wiley and Sons. New York, USA.
- Almaguer V., G. 1998. Principios de Fruticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Ediciones Mundi- Prensa. D.F., México. 370 p.
- Alvarado R., H. E.; Calderón Z.; Rodríguez A. 1996. Forzamiento de floración en durazno "Flordagold" con Thidiazurón. *En*: Memorias del XIV Congreso de Fitogenética. Sahún C., J.; Ramírez V. y Castillo G. (eds.). Montesillo, México. 89 p.
- Armas R., R. 1997. Factores que limitan amarre y apertura de yemas florales en chabacano (*Prunus armeniaca* L.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 148 p.
- Azcón-Bieto, R.; Talón M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid, España. 522 p.
- Becerril, A.; Rodríguez J. 1989. Producción forzada en frutales de clima templado. *En*: Simposium de producción Forzada en Frutales. Cano-Medrano, R.; Becerril E.; Rodríguez J. y González R. (Eds.). Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 9 – 12.
- Behboudian, M. M. y Mills, T. M. 1997. Déficit irrigation in deciduous orchards. *Hort. Rev.* 21: 105-131.
- Belding, R. D.; Young E. 1989. Shoot and root temperature effects on xilary cytokinin levels during budbreak in young apple trees. *HortScience* 24: 115-117.
- Bernier, G.; Kinet J. M.; Sachs R. M. 1981. The physiology of flowering. Vol. II. CRS., Boca Ratón, Florida. U.S.A. 230 p.
- Bernier, G.; Havelange A.; Houssa C.; Petitjean A.; Lejeune P. 1993. Physiological signals that induce flowering. *The Plant Cell.* 5: 1147-1155.

- Bidwel, R. G. S. 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor. D.F., México. pp. 348-405.
- Bonhomme, R. R.; Gendraud M.; A. Erez. 1998. Influence of temperature and photoperiod on dormant peach buds; biological and biochemical approaches. Proc. Fourth Intern. Peach Symposium. R. Monet (Ed.). Acta Hort. 465: 539-547.
- Buban, T.; Faust M. 1982. Flower bud induction in apples trees: Internal control and differentiation. Hort. Rev. 4: 175-203.
- Calderón, A. 1983. La Poda de los Árboles Frutales. 3ed. Editorial Limusa. D.F., México. 549 p.
- Calderón Z., G.; Rodríguez A. 1996. Revent (*i.a.* Thidiazurón o TDZ), nuevo estimulador de la brotación para durazno. *En: Memorias del XIV Congreso de Fitogenética.* 6 –11 de octubre de 1996. Sahún C., J.; Ramírez V.; Castillo G. (eds.) Montesillo, México. 89 p.
- Campbell, G. M.; Hernández T. P.; Miller J. C. 1963. Efect of temperature, photoperiod and other related treatments on Flowering in *Ipomoea batatas*. Proceeding of American Society Horticulture Science. 83: 618-622.
- Cappellini, P.; Monastera F. 1971. The effects of light on flower differentiation and metabolism in pears and peaches. Frutticoltura. 2(1): 87-124.
- Cappiello, P. E.; Kling G. J. 1994. Changes in growth regulator and carbohydrate levels in root and shoot tips of *Cornus sericea* during storage and emergence from dormancy. Journal of the American Society of Horticultural Science 119: 115-117.
- Carrera, M. M. 1979. Estudio del proceso de inducción floral en variedades del peral. Tesis Doctoral. E.T.S.I.A. Madrid, España. 128 p.
- Castro J.; Bertelsen G. 2003. Diferenciación floral en cinco cultivares de almendro en Chile. Cien. Inv. Agr. 30(2): 79-87.
- Coutanceau, M. 1970. Fruticultura. Técnica y Economía de los Cultivos de Rosáceas Leñosas Productoras de Fruta. Ediciones. Visar del Mar. Barcelona, España. 607 p.

- Chahill-B., S.; S., D. Dillon; Dhatt S., A.; G-Grewal S., P. 1993. Physiological manipulations of peach flower bud induction under subtropical conditions. The Punjab Horticultural Journal 30: 1-4 pp.
- Chalmers, D. J.; Mitchell, P. D. y Jerie, P. H. 1985. The relation between irrigation growth and productivity of peach tree. Acta Hort. 173: 283-288.
- Damián, E. R.; Muñoz P.; Cruz J. G. 2000. Anillado y producción forzada de durazno 'Diamante'. En. XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Irapuato, Guanajuato, México.
- Dávila P., I. 1992. Evidencias anatómicas del aborto de la semilla en la crucea recíproca del ciruelo y chabacano. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 66 p.
- Díaz M., H. D.; Alvarez A. 1986. Improving bud break on low chilling apples by chemical defoliation. HortScience 21(3): 760.
- Díaz M., H. D.; Alvarez A.; Sandoval J. 1987. Cultural and chemical practices to induce uniform bud break of peach and apple under warm climates. Acta Horticulturae 199. 129-136.
- Díaz M., H. D. 1989. Fisiología de la floración y comportamiento de los árboles de clima templado en los subtrópicos. En: Simposium de producción forzada en frutales. Cano Medrano, R., Becerril A. E.; Rodríguez J.; González R. (Eds.). Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 9-12.
- Díaz M., D. H. 2002. Fisiología de Árboles Frutales. AGT Editor. D. F., México. 390 p.
- Edwards, G. 1987. Producing temperate zone-fruit at low latitudes avoiding rest and chilling requirement. HortScience 22: 1236-1239.
- Erez, A. 1987. Chemical control of budbreak. HortScience. 22(6): 1240-1243.
- Escobar G.; Tirado A. J.; Alcalde S.; Rodríguez S. 1991. Defoliación postcosecha de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl x *Prunus Cerasifera* Ehrh) cv. "Methley". I. Tasa de pérdida de hojas. Agrociencia serie Agua-Suelo-Clima. 2: 57-71.

- Escobar G.; Tirado A. J.; Alcalde S.; Rodríguez J. 1992. Defoliación postcosecha de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl x *Prunus Cerasifera* Ehrh) cv. "Methley". II. Efecto sobre la brotación y fructificación. *Terra* 10: 184-192.
- Esparza-Frausto, G.; Rodríguez-Alcazar J.; Becerril-Roman A. E. 1993. Producción forzada en manzanos de bajo requerimiento de frío con defoliaciones químicas en verano. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 16: 179-189.
- Essau, K. 1959. Anatomía Vegetal. Edición revolucionaria, Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 729 p.
- FAOSTAT, 2004. Producción e índices de la producción agrícola. Estadísticas anuales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruits trees. John Wiley and Sons. States Unites of America. 338 p.
- Faust, M.; Liu D.; Millard M.; Stutte G. 1991. Bound versus free water in dormant apple buds. A theory for endodormancy. *HortScience*. 26: 887-890.
- Gil S., F. G. 2000. Fruticultura. El Potencial Productivo, Crecimiento Vegetativo y Diseño de Huertos y Viñedos. 2ª Edición. Alfaomega. Ediciones Universidad Católica de Chile de la pontificia universidad Católica de Chilena. D.F., México. 341 p.
- Gur, A. 1985. Plum. *In*: Handbook of fruit set and development. S.P. Monselise (Ed.). CRC Press. Boca Ratón, Florida, E.U.A. pp. 401-418.
- Gultridge, C. G. 1985. *Fragaria* K x *ananassa*. *En*: A. H. Halevy (ed.). CRC Handbook of Flowering Vol. III CRC Press. Boca Ratón, Florida, E.U.A. pp. 16-33.
- Hackett, W. P. 1985. Control of phase change in woody plants. *Hort. Rev.* 109: 70-74 pp.
- Hammett H. 1985. *Ipomoea batatas*. CRC Handbook of Flowering Vol. III. A. H. Havelly (Ed.). CRC Press Inc. Boca Ratón, Florida.

- Hernández, A. M. 1980. El Durazno. Edición especial del Banco de Crédito rural del norte. 155 p.
- Hirai, J. 1961. Effects of the enviromental factors upon the differentiation and development of fruit buds of the peach trees. Bulletin University Osaka Pref., Ser. B. 11: 85-98.
- Jackson, D. I.; Sweet G. B. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. Hort. Abstr. 42: 9 – 24.
- Janick, J. 1974. The apple in Java. HortScience 9: 13-15.
- Johansen D., A. 1940. Plant Microtechnique. Ed. McGraw-Hill. New York, U.S.A. 563 p.
- Kanwar J., S.; Chanana Y., R.; Kaundal G., S. 2002. Development of new cultivars of peach for the sub-tropics of India. In: Proceedings of the fifth International Peach Symposium. Eds. Jhonson R. S. & Chrisosto C.H. Acta Horticulturae. 592(1).103-115.
- Kinet, J. M. 1993. Enviromental, chemical and genetic control of flowering. Horticultural Reviews 15: 279-334.
- Lavee, S. 1985. *Olea europea*. In: A. H. Halevy. Ed. CRC Handbook of Flowering Vol. III CRC press. Boca Ratón, Florida, U. S. A. pp. 423-434
- Leopold, J. J.; Kriedemann P.E. 1975. Plant Growth and Development. McGraw-Hill Company. 545 p.
- Lin, H.; Lin C. H.; Liaw W. J. 1989. Production of oriental pear at low latitudes. Acta Horticulturae. 279: 75-82.
- Lovatt, C.; Cheng H.; Hake K. 1988. Demostration of a changein nitrogen metabolism of avocado with citrus. Acta Horticulturae. 275: 489-495.
- Loyd, J.; Firth D. 1990. Effect of defoliation time on depth dormancy and subsecuent vegetative and reproductive development in low-chill peaches. Acta Horticulturae. 279: 223-230.
- McDavid C. R.; Alamu S. 1980. Effect of Daylenght of the Growth and Development of Whole Plants and Rooted Leaves of Sweet Potato (I. batatas). Tropical Agriculture (Trinidad). 57(2): 113-119.

- Marini, P. R. 2003. Physiology of Prunig Fruit Trees. Virginia Cooperative extension. Department of Horticulture. University of Virginia. Publication 422-802 p.
- Menzel, C. M. 1983. The control of flower initiation lychee. Review Sci. Hort. 21: 201-215.
- Mitchell, P. D.; Jerei, P. H. y Chalmers, J. D. 1984. Effect of regulated water deficits on pear tree growth, flowering fruit growth ad yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 604-606.
- Mok, M. C.; Mok D. S.; Armstrong D. J.; Shudo K.; Isogai Y.; Okamoto T. 1982. Cytokinin activity of N-phenyl-N'-1,2,3-thidiazol-5-ylurea (Thidiazuron). Phytochemistry 21: 1509-1511.
- Noggle, G. R.; Fritz G., Y. 1983. Introductory Plant Physiology. 2nd ed. Pentrice Hall. Englewood Cliffs. N.J.
- Notopdimedjo, S.; Danoesastro H.; Satrosumarto S.; Edwards G. 1981. Shoot growt, flower initiation and dormancy of apples in the tropics. Acta Horticulturae. 120: 179-186.
- Ogawa, M. J.; Zehr, I. E.; Bird, W. G.; Ritchie, F. D.; Uriu, K.; Uyemoto K. J. 2000. Plagas y enfermedades de los frutales con hueso. The American Phytopathological Society. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 97 p.
- Ortiz L., M. 1986. Producción forzada de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) bajo condiciones subtropicales. Tesis de Maestría. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Pérez G. S. 1990. Manual para Cultivar Durazno. Ed. Limusa. D.F., México. 180 p.
- Powell, A. 1999. Alabama Chilling Crisis Information. Action program for dormex application on peach report. 3 p.
- Qixiang, Z. 1989. The affect of growth regulators un fruti setting of interspecies hybridization between mei flower *Prunus nume* S. ETZ.) and apricot *Prunus armeniaca*. Acta Horticulturae. 251: 403-406.

- Ríos, S. R. 1997. Factores que influyen en la formación de flores de frambuesa *Rubus idaeus* L. Roja productora de otoño, 'Autumm Bliss'. Tesis de Doctorado. Colegio de postgraduados. Montesillo, México.
- Rodríguez, J. 1989. Inducción y diferenciación floral en frutales tropicales y subtropicales. Una especie de revisión. In: Simposium de Producción Forzada en Frutales. Cano-Medrano, R.; Becerril A. E.; Rodríguez J.; Gonzalez R. (Eds.). Centro de Fruticultura, Colegio de postgraduados, Chapingo, México. pp. 21-23.
- Robert R., E.; Wayne S., B. 2002. Peaches for subtropical south Florida. Journal American Pomological Society. 56(3): 179-184.
- Rouse E., R.; Sherman B., W. 2002. Peaches for subtropical south Florida. Journal American Pomological Society. 56(3): 179-184 pp.
- Salinero M., C.; Lema M., J. 1999. Efectos de la cianamida de hidrógeno en la brotación, fertilidad, composición y producción de kiwi (*Actinidia deliciosa*, Chevallier, Llang & Ferguson). Prod. Prot. Veg 14(3): 1-12.
- Sánchez-Díaz, M.; Aguirreolea J. 2000. El agua en la planta. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 522 p.
- SIAIP, 2004. Avance de siembras y cosechas. Superficie de riego más temporal.
- Siller-Cepeda, J. H.; Fuchigami L. H.; Chen T. H. 1992. Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in 'Redhaven' peach bud. HortScience. 27: 874-876.
- SNIIM, 2004. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. <http://www.sniim.gob.mx>
- Southwick, S. M.; Yeager J. T.; Weis K. G. 1997. Use of gibberellins on Patterson apricot (*Prunus armeniaca*) to reduce hand thinning and improve fruit size and firmness: effects over three seasons. Journal of Horticultural Science. 72 (4): 645-652.
- Steffens, G. L.; Stutte G. W. 1989. Thidiazuron substitution chilling requirement in three apple cultivars. Journal of Plant Growth Regulation 8: 301-307.
- Stokes, P.; Verkerk K. 1951. Mededland Hogesch. Wageningen. 50:141.

- Taiz, L. 1989. Resumen de las funciones más importantes de los nutrientes inorgánicos en las plantas. En: Plant Physiology. Segunda Edición. Sinaver Associates, Inc. Publishers. 130 p.
- Taiz, L.; Zeiger E. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings. Publishing Company Inc. California, U.S.A. 320 p.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 1998. Plant Physiology. Segunda Edición. Ed. Sudelan, Mass.: Sinaver Associates Inc., Publisher. 690 p.
- Unrath, C. R. 1989. The influence of 6-Benziladenina on growth, flowering and fruiting of young bearing apple trees following treatments as non-bearing trees. *Acta Horticulturae*. 239: 269-272.
- USDA, 2002. China, People's Republic of Canned Deciduous Fruit. Peach Situation. GAIN Report. 60 p.
- Vizzotto G.; A. Masia; C. Bonghi, P. Tonatti; A. Ramina. 1989. IAA levels in *Prunus persica* (L.) Batsch in relation to fruit growth and development. *Acta Horticulturae* 239: 387-390 pp.
- Wang, S. Y.; Faust M.; Line M. J. 1991. Changes in superoxidase dismutase activity during Thidiazuron-induced lateral budbreak of apple. *HortScience*. 26: 1202-1204.
- Wang, S. Y.; Faust M. 1994. Changes in polyamine content during dormancy in flower buds of "Anna" apple. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 119: 70-73.
- Weinbaum, S. A.; Spiegel-Roy P. 1985. *Prunus dulcis*. En: A. H. Halevy (ed.) CRC Handbook of Flowering vol. IV. CRC press. Boca Ratón, Florida, U.S.A. 139-146 pp.
- Zeevaart, A. D. 1976. Physiology of flower formation. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 27: 321-348.
- Zimmerman, R. H. 1972. Flowering in woody plants. A review. *HortScience*. 7: 447-455.