

# CONEXIÓN VASCULAR Y OTROS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CAÍDA DE YEMAS FLORALES DE CHABACANO

R. Armas-Reyes<sup>1</sup>; E. Cárdenas-Solorio<sup>2</sup>; J. Rodríguez-Alcázar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora. Campus Caborca, Calle Cuarta Sur Núm. 86, Col. Agronómica, H. Caborca, Sonora. C. P. 83600. MÉXICO. Correo-e: rarmas@caborca.uson.mx (<sup>1</sup>Autor responsable).

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C. P. 53230. MÉXICO

## RESUMEN

La conexión vascular de yemas florales de chabacano 'Donra' y selección 'CP-90-5C' durante el letargo e inicio de brotación fueron estudiadas. Las observaciones de conexión vascular del xilema a lo largo de la estructura de la yema floral fue normal, alcanzando cada verticilo de la flor; no sólo el xilema pudo ser observado, sino también el floema. El chabacano 'Donra', tuvo alta caída de yemas florales bajo las condiciones climáticas del Estado de México, mientras que la selección CP-90-5C fue irregular en su producción por la caída de yemas florales. En las observaciones llevadas a cabo en ambos chabacanos, se encontró que durante el letargo, las estructuras reproductoras (pistilo y anteras) resultaban dañadas; este daño al parecer es la señal que estimula la formación de la capa de abscisión en la base de las yemas, la cual siempre ocurre en el mismo sitio. La abscisión de las yemas no fue inmediata, sino que permanecen adheridas, en la mayoría de los casos, hasta iniciada la brotación vegetativa, la cual acelera fuertemente la caída de las yemas. Necrosado de anteras y/o pistilos fueron más comunes durante diciembre, particularmente en chabacano 'Donra'.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** *Prunus armeniaca* L., anatomía, capa de abscisión, formación de flor, germinación de polen.

## VASCULAR CONNECTION AND OTHER FACTORS THAT INFLUENCE APRICOT BUDS DROP

### SUMMARY

The vascular connection of apricot 'Donra' and 'CP-90-5C' selection buds during dormancy and the start of budding were studied. The observations of the xilema vascular connection throughout the structure of the floral bud were normal, reaching each verticil of the flower; not only was the xilema observed, but also the phloem. The apricot 'Donra' had a high loss of floral buds under the weather conditions in the state of Mexico, which the CP-90-5C selection had irregular production due to floral bud drop. The observations of both apricots determined that the reproduction structures (pistil and anthers) were damaged during dormancy; this damage seems to be a sign that stimulates the abscission layer at the base of the buds which always occurs in the same site. The abscission of the buds was not immediate. Rather, they remained adhered in most cases until the start of the vegetative budding which strongly accelerates the bud dropping. Anther and/or pistil necrosad were most common during December, especially in the apricot 'Donra'.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** *Prunus armeniaca* L., anatomy, abscission layer, bud formation, pollen germination

## INTRODUCCIÓN

Frecuentemente el chabacano muestra alta caída de yemas florales (CYF) que, según Bailey y Hough (1993), puede ser por altas temperaturas (18-20 °C) durante el invierno, las cuales detienen el proceso de diferenciación en las anteras, que ocurre en este tiempo cuando las temperaturas se encuentran por arriba de 0 °C.

La heterogeneidad genética de esta especie ha hecho que sus órganos y tejidos tengan un amplio rango de susceptibilidad a temperaturas invernales, incluso tejido que

difícilmente pudieran ser dañados como es el xilema, es sensible según cada variedad. Layne y Gadsby (1995) en 27 genotipos de chabacano determinaron los rangos de temperaturas de sobrevivencia, siendo para yemas florales desde 2.8 hasta -28.7 °C y para xilema en brotes de 6.7 hasta -35.3 °C. El floema, al igual que el xilema llega a ser dañado por bajas temperaturas; sin embargo, esto depende de qué tan bajas sean y el tiempo de exposición de éstas, incluso en seis cultivares de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.) no se observaron daños en floema con temperaturas por arriba de -19 °C (Warmund *et al.*, 1986).

La teoría cuerpo-túnica, señala que en el meristemo apical ocurren dos zonas de tejidos: la túnica, que consta de una o más capas periféricas de células, y el cuerpo, masa celular rodeada por la túnica. Las capas de las túnicas presentan divisiones anticlinales, es decir, experimentan un crecimiento en superficie. Las células del cuerpo se dividen según varios planos, y toda la masa crece en volumen. Cada capa de la túnica se origina a partir de un grupo de células iniciales separadas y el cuerpo tiene sus propias iniciales bajo las de la túnica. En árboles frutales, la reducción en el número de capas de la túnica se ha relacionado con la transición del meristemo vegetativo a reproductivo. En almendro (*Prunus dulcis* Mill.), al transformarse el meristemo vegetativo a reproductivo, se presenta la reducción del número de capas de la túnica de cuatro en el meristemo vegetativo a una en el meristemo floral (Brooks, 1940). En durazno (*Prunus persica* L. Botsch) se reducen las capas de dos a una (Pimienta y Garza, 1985). En manzano (*Malus pumila* Mill.) son de tres a seis capas que se reducen a dos en el meristemo floral (Buban y Faust, 1982), estableciéndose que el número de capas celulares de la zona externa es por regla general mayor en ápice vegetativo que en floral (Fahn, 1978). Brooks (1940) describe en varias etapas el desarrollo de las diferentes partes que finalmente formarán a la flor completa y perfecta.

El sistema vascular del esporófito de las plantas superiores está constituido por el xilema, cuya función principal es el transporte de agua y solutos, y por el floema, que transporta sobre todo los productos de la fotosíntesis. El xilema es un tejido complejo que consta de varios tipos de células. Las más importantes por ser los elementos de conducción son las tráqueas o vasos.

El xilema y el floema se alargan en los órganos en desarrollo por la diferenciación continua de nuevos elementos, a partir del procámbium (Fahn, 1978). Estudios recientes en varias especies de *Prunus* han demostrado que durante el letargo, el tejido vascular no está completamente diferenciado, la conexión entre el primordio de flor y el eje de la yema es formado únicamente por el procámbium (Ashworth y Rowse, 1982). Este a su vez se está produciendo continuamente a partir del meristemo apical. El xilema producido por el procámbium se llama xilema primario. El xilema que se desarrolla a partir de la actividad del cámbium vascular se llama xilema secundario. En general la continuidad vascular entre el eje de la yema y el ovario puede variar entre variedades, dependiendo de sus condiciones nutricionales, en chabacano variedad San Castrese, parece establecerse considerablemente más temprano que en 'Portici' (Bartolini y Giorgelli, 1994).

La estructura anatómica del pedicelo y del pedúnculo floral son semejantes a la de un tallo vegetativo, de hecho las flores, en su sistema vascular, no difieren del tallo vegetativo (Eames, 1931). Desde la estela del receptáculo de la flor salen los rastros vasculares hacia las demás

piezas florales. Los rastros vasculares salen en verticilos en dirección helicoidal, según la disposición de los órganos en el receptáculo. El número de rastros de los diversos órganos florales varía. Los pétalos no suelen tener más que uno, pero en algunas familias puede haber tres o más. Los estambres suelen tener un rastro único, aunque en algunas familias de los Ranales y en algunas especies de otras familias, como Lauraceae y Musaceae, hay tres rastros por estambre. Los carpelos pueden tener uno, tres, cinco o más. La estructura de la estela receptacular y del sistema de hacecillos conductores, dentro de órganos florales, es relativamente compleja aún en los tipos más sencillos de flores. Un raro fenómeno de discontinuidad xilemática ocurre en la tribu Psoraleae de las leguminosas. Los hacecillos ováricos se disuelven en la base del ovario en una serie lateral de elementos traqueales. Esta expansión plana del xilema no está en conexión con el xilema del pedúnculo. El xilema de los hacecillos de los pétalos y de los estambres suele también carecer de continuidad en el receptáculo. El floema, sin embargo, si se continúa a través de la flor (Lersten y Wemple, 1966). Como resultado del plegamiento hacia dentro de los márgenes del carpelo, los hacecillos ventrales se invierten: su floema está del lado de los lóculos del ovario y su xilema hacia afuera.

Los estudios anatómicos de las estructuras reproductoras (androceo y gineceo) de chabacano son muy pocos. La mayoría son descripciones del género *Prunus* y en particular los relacionan con durazno y escasamente en chabacano. Los problemas en amarre de flores y frutos, se relacionan con aspectos de desarrollo de óvulos y del polen.

El chabacano llega a presentar alta caída de flores, lo cual puede ser por diferentes causas, como son falta de fecundación, inadecuado período efectivo de polinización (PEP) o por falta de viabilidad de óvulos.

La longevidad de los óvulos en frutales es un factor que juega un papel decisivo en el PEP, en cerezo agrio (*Phyllanthus acidus* L.) se encontró que existe correlación entre la tasa de senescencia del óvulo y la temperatura. También se observó, inusual comportamiento de los tubos polínicos en diferentes partes del ovario, posiblemente como resultado de la pérdida de viabilidad del óvulo (Cerovic y Ruzic, 1992). La senescencia de óvulos aumentó a 25 °C, mientras que a 5 °C fue menor y por lo tanto la viabilidad fue mayor (9 días) a baja temperatura, que a 25 °C (4 días). Egea y Burgos (1994) indicaron que un rápido desarrollo del saco embrionario después de anthesis limitó el PEP, al igual que las temperaturas altas (Cerovic y Ruzic, 1992). Otros autores han encontrado que la polinización induce una rápida degeneración de los sacos embrionarios. Para Burgos *et al.* (1995) la falta de receptibilidad del estigma, la germinación de polen y crecimiento del tubo polínico son los factores limitantes en el amarre de frutos en chabacano;

en contraste con resultados previos en el cv. Monqui Fino (Burgos y Egea, 1993) donde el desarrollo del saco embrionario limitó el amarre de fruto, y esto parece indicar que el patrón de desarrollo del saco embrionario pudo ser una característica de la variedad.

La absorción de óvulos o su corta vida puede ser la causa de bajo amarre de frutos en chabacano. Burgos y Egea (1993) y Burgos *et al.* (1995) encontraron óvulos mal formados en todas las muestras observadas, de un total de 600 óvulos examinados, 88 fueron mal formados en dos variedades de chabacano, las malformaciones encontradas en estas variedades, entre otras fueron nucelas gemelas, e integumentos acortados, los cuales dejan parte de la nucela, en contacto con la pared del ovario. De un total de 341 óvulos examinados 64 fueron mal formados, dos días después de la apertura de flores, muchos óvulos fueron aún inmaduros. El número de óvulos degenerados se incrementó después de seis días y son muy numerosos los óvulos malformados diez días después de antesis (Burgos y Egea, 1993).

Aunque las flores se colecten con el mismo estado de desarrollo externo, son substancialmente diferentes en el grado de desarrollo del saco embrionario (Egea y Burgos, 1994). En pistilos con la misma apariencia en el desarrollo externo y colectados el mismo día, fueron encontrados con muy diferentes estados de desarrollo del saco embrionario, en olivo *Olea europea* L. la diferencia en desarrollo entre estambres y pistilo ha provocado la existencia de flores imperfectas (Uriu, 1959), la proporción de flores imperfectas es influenciada por época de floración, humedad aprovechable, estado nutricional, y proporción hoja-yema. Varios autores han demostrado que temperaturas frías en prefloración retrasan el desarrollo del óvulo con relación a las partes externas de las flores. Diferentes cultivares de la misma especie muestran importantes diferencias en el desarrollo del saco embrionario en antesis. Toyama (1980) logró alto porcentaje de amarre de frutos cuando flores de tres variedades de chabacano fueron polinizadas 5-6 días después de antesis, lo cual indica un desarrollo tardío de óvulos. El número más alto de óvulos maduros fue encontrado 10 días después de antesis en el caso de flores polinizadas en variedades de chabacano y entre 8 y 10 días en flores no polinizadas (Burgos *et al.*, 1995).

El bajo amarre de frutos ha sido atribuido a la degeneración del estigma debido a las altas temperaturas presentadas durante floración (Burgos *et al.*, 1991).

Las primeras indicaciones de óvulos abortivos en almendro es la deposición de calosa 2 días después de polinización, lo cual es claro 2 días antes el síntoma histológico de degeneración de óvulos y son evidentes 6 días antes de la fecundación del óvulo viable. La deposición de calosa inicia en la región de la nucela, donde la traza funicular entra al óvulo y ramifica en los integumentos (Pimienta y Polito, 1982). Conforme la absorción del óvulo

progresar, la deposición de calosa en el integumento interno se extiende como un anillo alrededor de la nucela. En óvulos viables, una columna de células rectangulares desarrollan en la punta micropilar de la nucela; en óvulos abortivos, ésta columna no se diferencia.

El androceo representa el aparato reproductor masculino. Constituye el tercer verticilo floral, formado por estructuras denominadas estambres que poseen dos porciones, las anteras y el filamento (López, 1991).

El polen en la familia Rosaceae se considera bicelular (Heslop y Shivanna, 1977), y los tubos polínicos de *P. avium* (cerezo dulce) se desarrollan entre las células del estilo, a través de canales de sustrato; éstos se distribuyen en círculo alrededor del eje carpelar. En algunas especies la aparición de primordios de órganos reducidos se ve retrasada con respecto a aquellos de órganos normales. En el caso de esterilidad de algunos estambres, su desarrollo se observa retrasado con respecto a los normales. El desarrollo de estos órganos reducidos se detiene completamente antes de alcanzar la madurez.

El aspecto más importante después del desarrollo de la estructura masculina es, sin duda, la viabilidad o capacidad de germinación del polen, la cual es influenciada por diferentes condiciones ambientales, disminuyendo su capacidad germinativa por diversas causas como es por aplicaciones de agroquímicos (Abbot *et al.*, 1991), pero principalmente por las temperaturas. Las temperaturas para germinación varían según especie y variedad, variedades de nogal *Juglans regia* L., con floración temprana necesitan temperaturas bajas para iniciar germinación y requieren temperaturas óptimas más bajas que aquellas que florecen más tarde (Luza *et al.*, 1987). Para almendro, 5 °C es suficientemente alta aunque la germinación es lenta (Godini *et al.*, 1987), mientras que para pera *Pyrus communis* L. 10 °C parece ser también baja para rápida germinación (Mellenthin *et al.*, 1972). En chabacano, Egea *et al.* (1992) encontraron que el porcentaje de germinación de polen en diferentes variedades a 15 °C, después de 48 horas mostró diferencias significativas entre cultivares.

Punto importante en el amarre de flores y frutos es el periodo efectivo de polinización, el cual para chabacano es extremadamente corto (4-7 días) (Toyama, 1980), debido posiblemente a la corta duración de la receptibilidad del estigma (Egea y Burgos, 1992).

En este trabajo se tuvo como objetivo estudiar la conexión vascular de las yemas florales durante el letargo, debido a que autores como Ashworth y Rowse (1982), consideran que la muerte o caída de yemas florales en chabacano y varias especies en esta época sean por posible falta de conexión vascular. Otro objetivo fue analizar la germinación de polen, debido a que otro problema durante la floración, es alta caída de flores, posiblemente por

falta de fertilización o fecundación debido a falta de germinación de polen, lo que ocasiona irregularidades en la producción de fruto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Conexión vascular de la yema floral de chabacano

Los días siete de los meses noviembre y diciembre de 1994, y los días siete de enero y de febrero de 1995, se colectaron diez yemas florales en cada cultivar de chabacano, 'Donra' y 'CP-90-5C'; las yemas se tomaron de la parte basal, media y superior del brote en letargo.

La preparación del material se realizó según metodología de Johansen (1940). El material se fijó por 24 horas, en el fijador FAA (Formaldehído-Acido acético-Etanol) y después fue deshidratado e incluido en parafina. En el proceso se utilizó un cambiador automático de tejidos (Tissue-Tek-II), mismo que contenía los vasos con alcohol etílico y xileno en concentraciones crecientes. Las yemas se sacaron del FAA, se lavaron con agua para quitarles el exceso de fijador y se colocaron en el primer alcohol al 50 %, en cada cambio de alcohol y xilol permanecieron 4 h. En los últimos vasos las yemas florales se infiltraron en parafina fundida entre 50 y 52 °C, en dos cambios durante 12 h.

Después para la inclusión en parafina, cada yema se colocó en pequeñas cajas de papel de aproximadamente 2x2x2 cm, orientándolas de modo que el plano de corte fuera longitudinal. Al colocar las yemas en el fondo de la caja, éstas se llenaron con parafina líquida, dejándose solidificar a temperatura ambiente. En algunos casos se eliminó aire por medio de una bomba de vacío para facilitar la penetración de la parafina.

Eliminándose el papel, los cubos de parafina con el tejido se adhirieron a bloques de madera. Los cubos de parafina en la madera se les dio una forma piramidal. Se cortó a 10 micrómetros de grosor con un micrómetro rotatorio (American Optical Company).

El siguiente paso de desparafinado e hidratación de los tejidos, se realizó en varios cambios de soluciones de xileno y alcohol etílico.

Después los cortes se colocaron en safranina saturada, donde permanecieron por 24 h a temperatura ambiente; posteriormente se lavaron con alcohol 50 % y se deshidrataron para teñirlos con verde rápido durante 30 segundos, luego se pasaron a alcohol 96 o 100 %, y por tres cambios de xileno.

Después, a los tejidos teñidos se les colocaron dos o tres gotas de resina sintética y se les puso un cubreobjetos, dejándolos en la estufa (60 °C), por 48 h. Después de ese

tiempo las preparaciones quedaron permanentes para observarse en un microscopio compuesto Zeiss.

### Germinación de polen

Durante dos años, en periodos de floración, se colectaron flores a las que se les separaban las anteras y se colocaban en pequeñas bolsas de plástico y se dejaban abiertas y a la sombra para secar las anteras a temperatura ambiente. Generalmente al siguiente día los granos de polen estaban listos para sembrarlos en tubos de ensaye con las soluciones previamente preparadas. Las soluciones utilizadas fueron: sacarosa 15 %, sacarosa 20 %, sacarosa 15 % más 200 mg·litro<sup>-1</sup> de ácido bórico. De las soluciones con polen se tomaron con un gotero muestras cada 4 h, colocándolas en portaobjetos cóncavos para observar al microscopio.

En el segundo año de colecta, en lugar de utilizar medios líquidos se procedió a sembrar los granos de polen en agar al 1.5 % con 15 % de sacarosa. Esta preparación consistió en colocar 50 ml de la solución azucarada (15 %) en un vaso de precipitado de 100 ml; éste se colocó en un agitador-calentador y se le adicionó 1.5 g de agar polvo grado bacteriológico (Sigma). La solución bien mezclada se pasó a un matraz Erlen Meyer y se aforó a 100 ml, tapándolo y esterilizándolo por 15 min. Finalmente el medio se repartió en cuatro cajas de Petri; cuando el medio solidificó se procedió a sembrar los granos de polen, y cada 4 h se observó su germinación al microscopio.

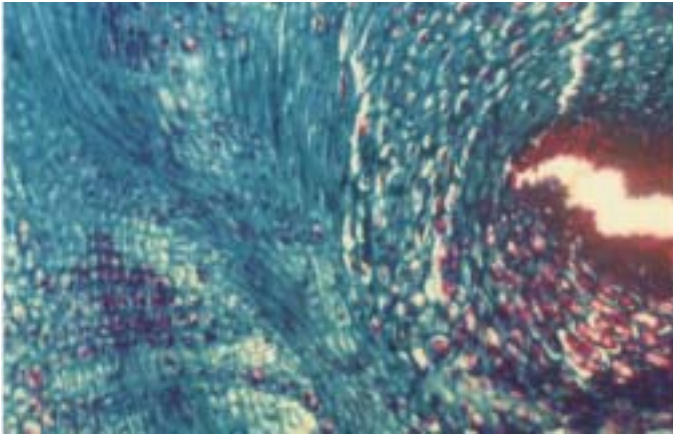
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Conexión vascular de la yema floral de chabacano

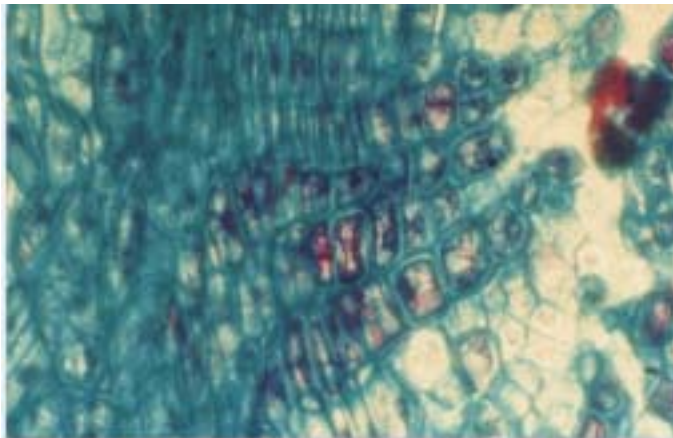
La conexión vascular entre el tallo y la yema atravesando el pedicelo y el receptáculo hasta llegar a cada uno de los verticilos del primordio floral, fue normal, independientemente del momento en que se tomó la muestra, ya sea al inicio de letargo o inicio de brotación. El xilema se observó desde la base de la yema hasta los estilos y estigma y anteras (Figura 1).

En este estudio se encontró que los daños estructurales en las yemas ocurrieron en anteras y pistilos; estos daños son el estímulo para la formación de la capa de abscisión (Figura 2). La caída de yemas florales no sucedió por falta de conexión en haces vasculares, ni por la oclusión de vasos, como se ha atribuido (Madeira y Guedes, 1991). En la mayoría de los cortes de yemas que se estudiaron también se observó necrosis en los sépalos, pétalos y en el receptáculo del primordio floral; esta necrosis al parecer es debida a la presencia de hongos y aunque éstos no se observaron en los tejidos reproductores, quizá también la necrosis en ellos tengan el mismo origen que la de los otros verticilos.





**FIGURA 1.** Haces del xilema dirigiéndose hacia diferentes verticilos del primordio floral en chabacano.



**FIGURA 2.** Base de la yema floral de chabacano, donde se observa el inicio de la formación de la capa de abscisión.

Los daños en pistilos y anteras durante el invierno, fueron mayores en el cv. 'Donra' (principalmente en diciembre) que en 'CP-90-5C' (Cuadro 1). Los daños en anteras consistieron en oclusiones y ennegrecimiento de células microsporocitos, y en pistilos en poco alargamiento, lo que provocó que en condiciones de campo se tuviera un considerable número de flores con pistilos acortados, los cuales según Faust (1988) no son funcionales. Además que los pistilos fueron cortos, se encontraron varios óvulos con su saco embrionario necrosados. Las anteras si alcanzaron su desarrollo. La diferenciación de los microsporocitos en granos de polen es la que se afecta, en ocasiones todo el tejido reproductivo se observó necrosado, en otros casos sólo el tapete y las células que van a transformarse en granos de polen. Las necrosis en los órganos de reproducción masculinos y femeninos también podrían ser la causa de la caída de yemas por no poderse llevar a cabo la reproducción sexual.

Estos resultados coincidieron con lo sucedido en campo, en cuanto a la intensidad de caída de yemas. Además 'Donra' tuvo flores con pistilos cortos, no aptos

para la fecundación y amarre de frutos, mientras que 'CP-90-5C', no sólo presentó flores con pistilos cortos, sino también flores sin pistilo pero en menor cantidad para el año 1994-95; estas observaciones condujeron a evaluar el fenómeno en el ciclo 1995-96 en algunos chabacanos y para 1996-97, se realizó en un cultivar y 10 selecciones, 'Donra' no presentó floración en este año 1997 (Cuadro 2).

**CUADRO 1.** Porcentaje de yemas de chabacano con anteras o pistilos necrosados durante invierno de 1994-95.

Cultivar o selección <sup>2</sup>	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Donra	50	70	40	30
CP-90-5C	20	30	30	40

<sup>2</sup>Tamaño de muestra por fecha y por variedad=10 yemas útiles.

'Donra' mostró brotación tardía en el año de 1997, en comparación con las 10 selecciones consideradas; su brotación inició el 30 de marzo; sin embargo, en las primaveras de 94, 95, y 96, hubo floraciones regulares, aunque no hubo amarre de frutos en ninguno de los años observados. En la primavera del 96, presentó su mejor floración, quizá por haber sido el año con mayor cantidad de frío (Cuadro 3); sin embargo, en este año se perdió la producción en todos los frutales por heladas tardías ocurridas durante el mes de abril.

### Germinación de polen

No hubo germinación de polen al emplear soluciones líquidas de sacarosa al 15 y 20 %. Cambiando de medio, utilizando agar al 1.5 % con sacarosa al 15 %, en la primer muestra (21 de febrero) se tuvo 30 % de germinación (Figura 3), el cual disminuyó bruscamente en las siguientes muestras que se colectaron a los cuatro y ocho días después del primer muestreo (25 de febrero y 2 de marzo). A esta baja germinación del polen puede atribuirse su desarrollo anormal, aunque revisando las temperaturas de campo en las fechas de recolección de polen, se encontró que el promedio de temperaturas mínimas en los cuatro días previos a la primer recolección fueron más bajas que las de los dos muestreos siguientes, siendo éstas en promedio 0.7 °C, las que favorecieron el mayor porcentaje de germinación de polen (30 %), la segunda fecha tuvo un promedio de 2.5 °C y para la tercera fecha fue de 5.5 °C; esta última fecha con la temperatura mínima promedio más alta resultó con sólo 5 % de germinación (Cuadro 4). Las temperaturas consideradas como mejores para la germinación del grano de polen, generalmente son más altas (15 a 25 °C); sin embargo, experimentalmente en chabacano se ha observado ésta en un amplio rango de temperaturas, incluso a 0 °C (Suzuki *et al.*, 1993), aunque las temperaturas de germinación de polen varían según la especie y la variedad (Egea *et al.*, 1992). Esta característica de capacidad de germinación de polen a bajas temperaturas

CUADRO 2. Número de flores sin pistilo y porcentaje de andromonoecia en chabacanos.

Cultivares y selecciones	Tamaño de muestra en 1996	Flores sin pistilo	Porcentaje de andromonoecia	Tamaño de muestra en 1997	Flores sin pistilo	Porcentaje de andromonoecia
Donra	40	20	50.0	—	—	—
Canino	50	12	24.0	30	9	33.3
CP-90-I	200	0	0.0	150	1	0.6
CP-90-3C	50	5	10.0	40	7	17.5
CP-90-9C	32	12	37.5	20	8	40.0
CP-90-5C				35	2	5.7
CP-90-4C				30	7	23.3
CP-90-11C				20	4	20.0
CP-90-12C				30	7	23.3
CP-90-2R				20	8	40.0
CP-90-3R				20	10	50.0
CP-90-4R				35	5	14.3

CUADRO 3. Horas frío acumuladas en el periodo de cuatro años en Montecillo, Estado de México.

Invierno	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	H. frío total <sup>2</sup>
1993-94	98.748	132.972	124.416	81.636	437.8
1994-95	78.784	95.896	121.564	90.192	386.4
1995-96	70.228	135.824	187.160	138.676	531.9
1996-97	110.156	121.564	138.676	73.080	443.5

<sup>2</sup>Método de cálculo utilizado Damota.

de alguna forma explica la precocidad del chabacano entre los *Prunus*, aunque en almendro 5 °C también es temperatura suficientemente alta para germinación, aunque ésta es lenta (Godini *et al.*, 1987).

Existe poca información sobre las temperaturas ambientales al momento de recolección de polen para pruebas de germinación. Los trabajos mencionan las temperaturas de germinación en cámaras controladas, y esta situación no explica cual es la mejor temperatura que estimula la germinación en campo. Al hacer las pruebas en laboratorio las muestras difieren en la cantidad e intensidad de frío recibido en campo, lo cual puede influir en los resultados, aun cuando las muestras se pongan a germinar bajo temperaturas iguales.

CONCLUSIONES

La caída de yemas florales en chabacano cv Donra y CP-90-5C no pudo ser atribuida a la falta de conexión vascular, ya que los haces vasculares no mostraron daño aparente (oclusión, necrosis u otros síntomas).

El chabacano cv. Donra fue más dañado en noviembre y diciembre que la selección ‘CP 90-5C’, la cual mostró

CUADRO 4. Germinación de granos de polen de chabacano en medio sólido.

Fecha de recolección	Porcentaje de Germinación				Temperatura mínima promedio <sup>2</sup> (°C)
	4 horas	12 horas	24 horas	36 horas	
21 de febrero	10.43	20.2	26.8	30.7	0.7
25 de febrero	3.11	4.037	5.039	6.147	2.5
2 de marzo	3.9	4.0	4.0	4.5	5.5 °C

<sup>2</sup>Temperaturas mínimas promedio de cuatro días antes de la recolección del polen en campo.

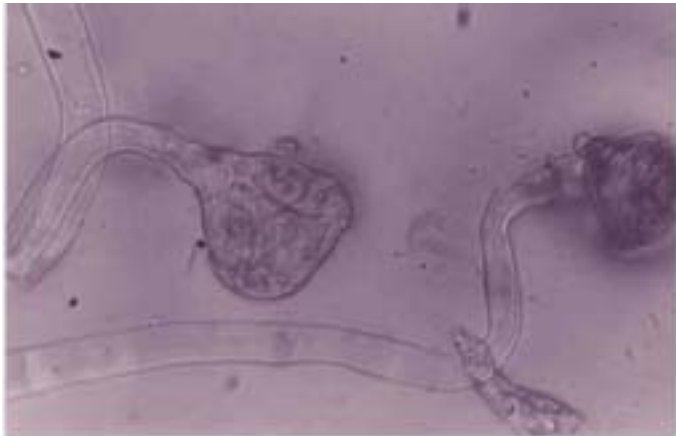


FIGURA 3. Grano de polen de chabacano germinado en un medio sólido (15 % sacarosa en 1.5 % de agar).

mayor proporción de daño en pistilos y anteras en el mes de febrero.

La germinación del polen en esta especie frutal es estimulada por bajas temperaturas de campo (0.7 a 5 °C), lo que explica que sea uno de los frutales más precoces, pero al mismo tiempo de los de mayor riesgo al helar después de la fecundación y desarrollo del fruto joven.

## LITERATURA CITADA

- ABBOT, J. D.; BRUTON, B. D.; PATTERSON, C. L. 1991. Fungicidal inhibition of pollen germination and germ-tube elongation in muskmelon. *HortScience* 26(5): 529-530.
- ASHWORTH, E. N.; ROWSE, D. J. 1982. Vascular development in dormant *Prunus* flower buds and its relationship to supercooling. *HortScience* 17(5): 790-791.
- BAILEY, C. H.; HOUGH, L. F. 1993. Chabacanos, pp. 465-486. In: *Avances en la Genotecnia de Frutales*. MOORE, J. N.; JANICK, J. (eds.). AGT Editor. D. F., México.
- BARTOLINI, S.; GIORGELLI, F. 1994. Observations on development of vascular connections in two apricot cultivars. *Adv. Hort. Sci.* 8: 97-100.
- BROOKS, M. R. 1940. Comparative histogenesis of vegetative and floral apices in *Amygdalus communis*, with special reference to the carpel. *Hilgardia* 13(5): 249-306.
- BUBAN, T.; FAUST, M. 1982. Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. *Hort. Rev.* 4: 174-203.
- BURGOS, L.; EGEA, J.; DICENTA, F. 1991. Effective pollination period in apricot cultivars. *Acta Horticulturae* 293: 275-284.
- BURGOS, L.; BERENGUER, T.; EGEA, J. 1995. Embryo sac development in pollinated and non pollinated flowers of two apricot cultivars. *J. Hort. Sci.* 70(1): 35-39.
- BURGOS, L.; EGEA, J. 1993. Apricot embryo sac development in relation to fruit set. *J. Hort. Sci.* 68(2): 203-208.
- CEROVIC, R.; RUZIC, D. 1992. Senescence of ovules at different temperatures and their effect on the behavior of pollen tubes in sour cherry. *Scientia Horticulturae* 51: 321-327.
- EAMES, A. J. 1931. The vascular anatomy of the flower with refutation of the theory of carpel polymorphism. *Am. J. Bot.* 18: 147-188.
- EGEA, J.; BURGOS, L. 1994. Year to year variation in the developmental stage of the embryo sac at anthesis in flowers of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *J. Hort. Sci.* 69(2): 315-318.
- EGEA, J.; BURGOS, L. 1992. The effective pollination period as related to stigma receptivity in apricot. *Scientia Horticulturae* 52: 77-83.
- EGEA, J.; BURGOS, L.; ZOROA, N.; EGEA, L. 1992. Influence of temperature on the in vitro germination of pollen of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *J. Hort. Sci.* 67(2): 247-250.
- FAHAN, A. 1978. Anatomía Vegetal. H. Blume ediciones. D. F., México. 643 p.
- FAUST, M. 1988. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. A Wiley Interscience Publication. Nueva York, USA. 338 p.
- GODINI, A.; DE PALMA, L.; PETRUZZELLA, A. 1987. Interrelationships of almond pollen germination at low temperatures, blooming time and biological behaviour of cultivars. *Advances in Horticultural Science* 1: 73-76.
- HESLOP, H. Y.; SHIVANNA, K. R. 1977. The receptive surface of the angiosperm stigma. *Ann. Bot.* 41: 1233-1258.
- JOHANSEN, D. A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Company. New York, USA. 523 p.
- LAYNE, R. E. C.; GADSBY, M. F. 1995. Determination of cold hardiness and estimation of potential breeding value of apricot germplasm. *Fruit Varieties Journal* 49(4): 242-248.
- LERSTEN, N. R.; WEMPLE, D. K. 1966. The discontinuity plate, a definitive floral characteristic of the Psoraleae (Leguminosae). *Am. J. Bot.* 53: 548-555.
- LUZA, J. G.; POLITO, V. S.; WEIMBAUM, S. A. 1987. Staminate bloom date and temperature responses of pollen germination and tube growth in two walnut (*Juglans*) species. *American J. Botany* 74: 1898-1903.
- LÓPEZ, R. G. 1991. Antophytas Morfología y Desarrollo. Apoyos Académicos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 108 p.
- MADEIRA, M. C.; GUEDES, M. E. 1991. Flower bud abscission and male sterility in apricot. *Acta Horticulturae* 293: 311-318.
- MELLENTHIN, W. M.; WANG, C. Y.; WANG, S. Y. 1972. Influence of temperature on pollen tube growth and initial fruit development in 'd'Anjou' pear. *HortScience* 7: 557-559.
- PIMIENTA, B. E.; GARZA, M. G. 1985. Diferenciación floral en el durazno (*Prunus persica* L. Batsch) siempreverde de Tetela del Volcán, Morelos. *Agrociencia* 62: 21-39.
- TOYAMA, T. K. 1980. The pollen receptivity period and its relation to fruit setting in the stone fruits. *Fruit Varieties Journal* 34: 2-4.
- URIU, K. 1959. Periods of pistil abortion in the development of the olive flower. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 73: 194-202.
- WARMUD, M. R.; GEORGE, M. F.; CLARK, J. R. 1986. Bud mortality and phloem injury of six blackberry cultivars subjected to low temperatures. *Fruit Varieties Journal* 40(4): 144-146.