

# RELACIONES FISIOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS DE INJERTOS DE FRUTALES SOBRE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) COMO PORTAINJERTO

R. Nieto-Ángel<sup>1</sup>, M. W. Borys<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Universitario de Investigación en Fruticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, C.P. 56230, Chapingo, Méx., México.

<sup>2</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 21 Sur 1103, 72160, Puebla, Pue., México.

## RESUMEN

Las observaciones de las relaciones entre *Crataegus*, *Malus*, *Pyrus* y *Cydonia* injertados sobre *Crataegus*, indican que se desarrollan bien los injertos, posterior a injertarse. A medida que transcurren los días, algunos injertos, sobre todo del manzano y peral, presentan una necrosis inicial llegando hasta la muerte de toda la planta, no así para los injertos de membrillero y de tejocote. Al parecer dicho comportamiento obedece a una relación interespecífica, sin embargo, muchos de los injertos realizados desde hace diez años se encuentran en condiciones excelentes y en producción. Lo anterior indica que el tejocote ofrece amplias posibilidades para utilizarlo como portainjerto de diferentes especies, cultivares y tipos frutícolas existentes en México.

**PALABRAS CLAVE:** *Cydonia*, *Malus*, *Pyrus*, , compatibilidad, incompatibilidad.

## PHYSIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL RELATIONSHIPS IN FRUIT TREE GRAFTS ON HAWTHORN (*Crataegus* spp.) AS ROOTSTOCK

## SUMMARY

Observations of *Crataegus*, *Malus*, *Pyrus*, and *Cydonia*, grafted onto *Crataegus* rootstock revealed that the grafts developed well after grafting. As the days passed, some grafts, especially *Malus* and *Pyrus*, showed necrosis, which resulted in death of the whole plant. This did not occur with grafts of *Crataegus* and *Cydonia*. It seems that such behavior can be explained by interspecific relationships, although many grafts done ten years ago are in good condition and producing well. This indicates that *Crataegus* offers good possibilities for its use as rootstock for different species, cultivars, and types of fruit trees in Mexico.

**KEY WORDS:** *Cydonia*, *Malus*, *Pyrus*, scion, compatibility, incompatibility.

## INTRODUCCIÓN

La práctica inicial de realizar los injertos en árboles frutales, fue propagar los mejores cultivares, romper y reducir el período juvenil de los híbridos. El tiempo que requieren los árboles de semilla para entrar a fructificación, es muy prolongado (hasta 25 a 30 años); además, una plantación derivada de semillas presenta gran heterogeneidad. Aprovechando esta diversificación de caracteres es posible seleccionar tipos de interés y formar portainjertos de clonación vegetativa.

Aprovechando y manipulando las bondades y características propias de los portainjertos, intermedios e injertos, podrían obtenerse plantas con características propias que pueden desarrollarse bien en condiciones específicas de suelo y ambiente, dando como resultado mejores beneficios (mayor calidad y productividad por hectá-

rea). En la actualidad, en los principales centros de investigación de otras especies se sigue trabajando con el objetivo principal de mejorar la productividad, mediante el uso de portainjertos y cultivares que ofrezcan la posibilidad de adaptarse mejor al medio. Es ese procedimiento necesario aunque resulta muy lento y costoso, sobre todo por el tiempo que se requiere para obtener resultados confiables.

En la Universidad Autónoma Chapingo, en 1981, se iniciaron los primeros trabajos de investigación relacionados con el uso del tejocote como portainjerto de manzano, membrillero, peral y del mismo tejocote.

## ANTECEDENTES DEL GÉNERO *Crataegus*

El género *Crataegus*, mejor conocido como "tejocote" en México, está constituido por 10 especies que existen en

nuestro país, las cuales muestran una gran diversidad de tipos, tanto los denominados silvestres como los cultivados. En otros países, se ha evaluado al tejocote como portainjerto del tejocote, peral, membrillero, nispero y muy esporádicamente del manzano; las conclusiones han sido muy variables. En México el uso del tejocote como portainjerto para tejocote, peral, membrillero e incluso para manzano, fue sugerido por Gajón-Sánchez (1925), sin embargo, estas sugerencias carecen de evidencias experimentales. En otros países se siguen seleccionando algunas especies y tipos de *Crataegus* como portainjerto del manzano, membrillero y de perales (Chaikovska, 1979; Kzivec, 1968; Radhawa y Kishore, 1981; Westwood y Lombard, 1982); en México se ha observado una falta de unión perfecta, notándose diferencias en el crecimiento (grosor) de los troncos en la unión de los injertos (tejocote, peral, membrillero, manzano) (Figura 1), incluso hasta el rechazo del injerto (manzano/tejocote, peral/tejocote). La falta de selecciones apropiadas de los portainjertos clonales y el uso de diferentes niveles de alturas de las injertaciones, resultaron en una variación de productividad de árboles y huertos, y los problemas de calidad de frutos y problemas nutrimentales. En otros países se tienen para el tejocote algunos portainjertos seleccionados (Argles, 1937; Cumming, 1964; Kloosterhuis, 1979; Westwood y Lombard, 1982).

## PRENDIMIENTOS DE INJERTOS

En la literatura se indica que el fenómeno de compatibilidad o incompatibilidad vegetativa está afectado por factores endógenos de la planta. El grado de dificultad generalmente se presenta a medida que las partes a unir estén más alejadas taxonómicamente, que sería dentro de un clon o cultivar, entre clones de una sola especie, entre especies de un género, entre géneros de una familia y entre familias; aunque muchas veces el éxito de las interacciones portainjerto-injerto o intermedios entre clones de una sola especie y entre especies de un género pueden ser específicos.

Dentro de los factores internos que derivan cierto grado de incompatibilidad, está principalmente el factor genético, que conduce a metabolismos fisiológicos y bioquímicos diferentes de las partes injertadas, corroborándose ésto al injertar peral cv. Kaiser/membrillo y peral cv. Bartlett/peral, así como el cv. Beurré Hardy/membrillero tipo A, que son incompatibles, mientras que los injertos de peral cv. Kaiser/peral, cv. Beurré Hardy/membrillero y peral cv. Bartlett/peral cv. Old Home/membrillero tipo A, se manifiesta buena compatibilidad, con que se ha concluido que en el sistema radical del membrillero se sintetiza una sustancia que puede ser la responsable de la incompatibilidad. Con estos resultados se generó una teoría acerca de la incompatibilidad vegetativa, en la que la presencia de un compuesto cianogénico (1-mandelonitrile- $\beta$ -glicoside) conocido como prunasina, que se encuentra en las hojas y en la corteza del membrillero y sintetizado en el sistema radical de la misma especie,

es la responsable de la incompatibilidad de dichas combinaciones de injertos; este compuesto la sintetizan las especies de la familia de las rosáceas.

En el tejido de pera se encuentran enzimas hidrolíticas del tipo  $\beta$ -glicosidasas, que liberan el grupo cianuro ( $CN^-$ ) de la prunasina en el tejido del peral, y éste se transforma en ácido cianídrico (HCN) que bloquea el transporte de electrones en la membrana interna de la mitocondria a la altura del citocromo  $a+a_3$ , sitio en la que tienen que disiparse los electrones para formar  $H_2O$  y la última molécula de ATP. La disminución de la energía en forma de ATP induce una disminución de la actividad cambial y la no disipación de los iones  $H^+$  en la mitocondria, por lo que la glicólisis como primer fase de la respiración se dirige por la vía del metabolismo secundario, sintetizando ácido ferúlico y glucósidos cianogénicos, tóxicos para las plantas. Los cvs. del peral Old Home y Beurré Hardy como intermedios, resuelven el problema de incompatibilidad inhibiendo la hidrólisis de la prunasina, probablemente porque el contenido de las enzimas  $\beta$ -glicosidasas contenidas en sus tejidos, sea menor y también la hidrólisis sea menor y se libere una menor cantidad de ácido cianídrico, asociándose con cantidades altas de arbutín, que inhiben las reacciones de polimerización necesaria para la lignificación normal de las células (formación de la pared secundaria). También la presencia de flavonoides, ácido clorogénico y el incremento de polifenoles arriba de la unión del injerto, impiden la movilización de los carbohidratos procedentes de las hojas, lo que puede inducir en un aumento de la proteólisis, provocando una activación de la fenilalanina que tendría como consecuencia la estimulación de la síntesis adicional de fenoles, inhibiendo la respiración en los tejidos en formación y afectando también el transporte de las auxinas, el cual inhibe la diferenciación de los elementos del floema y del xilema (citado por Nieto-Ángel, 1983).

La expresión del fenómeno de incompatibilidad es inducido por factores externos; entre los que se citan: La temperatura, la luminosidad, la humedad relativa, agua en el suelo y en las plantas, niveles de nitrógeno en el suelo, entre otros. Estos factores pueden influir hasta el extremo de que siendo la misma combinación de injertos, pueden ser compatibles en un sitio e incompatibles en otra localidad. Tal es el caso del peral cv. Duches/pera, que en California es compatible en tanto que en Alemania es incompatible; el cerezo dulce injertado en *Prunus mahaleb* en Inglaterra es compatible y en Grecia, Rumanía, Australia y Nueva Zelanda, es incompatible.

En el trabajo experimental desarrollado por Nieto Ángel *et al.* (1987), proponen que algunos de los factores que posiblemente hayan influido en el bajo porcentaje de "prendimiento" de los cultivares de manzano/tejocote son: a) el desarrollo de "chupones" del portainjerto, siendo superior para los portainjertos de tejocote provenientes del Estado de Tlaxcala que los de Chiapas, b) deficiencia de humedad en el suelo, c) bajo suministro de nutrimentos, principalmente de nitrógeno al suelo, d)

deficiencia nutrimental foliar visible de los portainjertos, e) incremento de la temperatura a mediodía en las fechas de realizar los injertos y posteriores a éstos. Concluyeron que estos factores posiblemente favorecieron la activación de los sistemas fisiológicos de incompatibilidad, como lo mencionaron Mosse (1962) y Janick *et al.* (1987). Así mismo se encontró que efectivamente, a medida que los injertos se realizaron en horas más tarde en el día, el porcentaje de prendimiento fue disminuyendo significativamente, y posiblemente, factores tales como la temperatura y/o la humedad relativa y el grado de deshidratación de los tejidos, afectaron negativamente el porcentaje de prendimiento de los injertos (Figura 2) (Nieto Ángel *et al.*, 1987). Sin embargo, en el peral se observó

que no existen grandes diferencias en cuanto al número de días a brotación, aun cuando sean siete los cultivares (Cuadro 1). En peral el porcentaje de prendimiento varió de 68 hasta 92%. Estos datos como otros (Cuadros 1, 2, 3, 6, Figuras 2, 3, 4) indican la posibilidad de usar al tejocote como portainjerto del peral, del manzano, membrillero y por supuesto, del mismo tejocote, ya que el porcentaje de prendimiento del tejocote/tejocote ha sido más alto en relación a los cultivares del peral y del manzano, con un 96% de prendimiento en promedio (Cuadro 2), aunque estos datos tienen su importancia sobre todo a nivel de vivero. Esta conclusión confirma la afirmación hecha por Argles (1937), Mosse (1962), Cumming (1969) y Radhawa y Kishore (1981).

CUADRO 1. Comportamiento vegetativo de siete cultivares de peral injertados en tejocote criollo tipo Batán, a 254 días después de la injertación (Herrera González *et al.*, 1987).

Cultivares de Pera	Días a Brotación después de injertar	Prendimiento (%)	Brote principal		Núm. de Hojas	Hojas	
			Log. (cm)	Diám. (cm)		Cloróticas (%)	Rojizas (%)
Kieffer	30 a <sup>2</sup>	68 c	16.8 cd	0.47 a	13 bc	9	21
Pionner	30 a	80 b	20.6 c	0.50 c	13 b	6	26
Red Bartlett	28 ab	82 b	29.9 b	0.59 a	15 ab	9	8
Williams	26 b	92 a	17.9 cd	0.45 b	15 ab	11	0
Florida	27 ab	80 b	49.3 a	0.60 a	20 a	18	0
Douglas	29 ab	70 c	11.9 d	0.41 b	12 c	0	0
Sta. María Nativitas	26 b	88 a	21.3 c	0.50 b	16 a	9	0

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CUADRO 2. Porcentaje de brotación y tamaño final de los injertos de algunos tipos de tejocote mejorado y cultivares de peral injertados en tejocote criollo (Espinoza Espinoza *et al.*, 1984).

Genotipos de tejocote y peral injertados en tejocote criollo	Porcentaje de Brotación (%)	Tamaño final de los brotes (cm)
Tejocote		
Tejocote Mejorado 13	97.13 a <sup>c</sup>	36.79 ab
Tejocote Mejorado 15	95.74 a	37.62 a
Tejocote Mejorado 12	95.74 a	26.43 b
Tejocote Mejorado 14	87.48 b	32.41 ab
Peral		
NJ 7	61.17 b	1.13 c
NJ 9	58.44 bc	4.97 c
Agnes	47.14 c	3.04 c
William's	0.72 d	0.02 c

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

## DESARROLLO DE LOS INJERTOS

El desarrollo de los injertos, su crecimiento en longitud y grosor, dependen entre otros factores, del tipo de injerto que se realiza; la altura del tocón del portainjerto y el cultivar o genotipo, injertados para la construcción del árbol. Se ha interpretado la falta de crecimiento posterior a la injertación o crecimiento vigoroso como la expresión de cierto grado de incompatibilidad (Soto Durán *et al.*, 1991; Tabuenca, 1967). Los datos hasta ahora obtenidos indican que el vigor del injerto, al menos en el primer año de su crecimiento, no es un dato suficiente para evaluar el grado de compatibilidad, solo en los casos cuando inicialmente la yema brota, crece y finalmente muere.

Probando dos portainjertos de tejocote con siete cultivares de manzano se encontró que los tejocotes de Chiapas indujeron mayor longitud de los injertos que los de Tlaxcala, lo que indica que pudo haber una mejor compatibilidad entre los cultivares de manzano y los tejocotes de Chiapas (Nieto Ángel *et al.*, 1987), o bien, que dichos portainjertos indujeron mayor crecimiento debido a que los tejocotes de Chiapas manifestaron un mayor

porcentaje de yema activa de los cultivares de manzanos injertados (Figura. 3 y 4). No obstante esta explicación, el tipo de portainjerto sí influye en el crecimiento de los injertos y también en el tiempo de permanencia de las plantas en el vivero.

El desarrollo de los injertos en cuanto a grosor, tanto del portainjerto como del injerto, longitud del brote principal de los injertos (Cuadros 1, 2, 3, 4) y finalmente la presencia de estructuras muertas de los injertos (Cuadro 3), son otros factores evidentes de la compatibilidad en la relación injerto/portainjerto. En el Cuadro 3 se tienen los datos de dichos caracteres, siendo muy heterogéneos entre los cultivares de manzano injertados en tejocotes de Chiapas, siendo 'Rayada Americana' el que presentó mayor dificultad en su desarrollo vegetativo (Nieto Ángel *et al.*, 1984).

Virgen Velasco y Borys (1987) encontraron que el grosor de los portainjertos de tejocote, el punto de injertación y el grosor del tronco del injerto, fueron mayores al injertarse con los diferentes tipos de tejocote, no así cuando se injertaron con cultivares de peral (Cuadro 4); esto mismo se obtuvo en la altura de la planta, número total de hojas por árbol y total de frutos amarrados (Cuadro 5), lo que indica que a pesar de que exista buena compatibilidad del género *Pyrus/Crataegus*, el desarrollo vegetativo se ve disminuido. En el caso *Crataegus/Crataegus* existe una amplia variación entre los árboles de la misma variedad, lo que sugiere que la variación en el tamaño de los árboles y en la productividad se debe en parte, al efecto de la variabilidad del portainjerto de pie franco (Bustamante Oráñegui y Borys, 1984).

El menor vigor manifestado en la relación de los tres géneros (membrillero y peral con tejocote), puede ser un factor positivo, si a mediano plazo solamente se afecta el vigor y no la productividad y longevidad de los árboles, sobre todo si se considera a la productividad por unidad de superficie del terreno y no por árbol. Es muy importante considerar que algunos cultivares del peral, manzano y membrillero presentan un menor vigor, debido probablemente a que requieren una mayor acumulación de frío (peral) para poder brotar, y no tanto por la incompatibilidad existente, por tal motivo se requiere continuar evaluando dichos materiales para confirmar o descartar algunas de estas hipótesis. El grupo de plantas de tejocote/tejocote presentan un mejor vigor, seguido de los tipos de membrillero y finalmente los cultivares de peral y manzano (Espinoza *et al.*, 1984; Herrera González *et al.*, 1987; Mejía Calderón *et al.*, 1987 y Nieto Ángel *et al.*, 1987). En el Cuadro 5 se observa que el menor vigor de los árboles de peral favorece un mayor número de "chupones" por tocón del portainjerto. El origen de la vareta de membrillero resultó con diferencias significativas en el número de "chupones" inducidos en el tronco del tejocote como portainjerto (Borys *et al.*, 1997). Estas diferencias

sugieren la posibilidad de seleccionar portainjertos que produzcan menor o nula cantidad de "chupones" en el tronco.

Los árboles de membrillero, tipo Querétaro y Puebla sobre el portainjerto de tejocote, presentaron en los primeros años una mayor longitud del brote principal, mayor número de hojas y de brotes laterales, crecimiento apical prolongado y menor porcentaje de desprendimiento y necrosamiento de los injertos, que los cultivares de manzano injertados en las mismas poblaciones de tejocote franco. Esto indica que los tipos de membrilleros son más vigorosos en cuanto a su crecimiento inicial o que existe una mayor afinidad inicial de *Cydonia/Crataegus* que *Malus/Crataegus* o *Pyrus/Crataegus* (Rendón López y Borys, 1987; Aragón Cuevas *et al.*, 1989), característica modificada por el portainjerto (Mejía Calderón *et al.*, 1987) y altura de injertación. En ambos casos está presente la incompatibilidad atrasada, resultado de la falta de una unión entre los tejidos y de la formación de una capa de tejidos muertos entre los componentes. Los materiales evaluados corresponden a árboles de 6 a 9 años de edad, presentando una unión casi ideal. Dicha respuesta de los portainjertos francos con el injerto clonal han sido reportados en otras especies (Tabuenca, 1967). Estos resultados constituyen la base para plantear, a manera de hipótesis, de que el *Crataegus* es una especie con altas posibilidades para usarse como portainjerto de algunas especies frutales, principalmente de la familia de las rosáceas, a pesar de observarse una incompatibilidad manifiesta entre el *Malus/Crataegus*, y en tanto los injertos perduren por lo menos 12 años y los membrilleros manifiesten un bajo vigor e induzcan producción, se deben aprovechar y explotarse comercialmente (Orozco Sánchez y Borys, 1991).

Existe una afinidad positiva de los cultivares y tipos de peral, membrillero y manzano injertados en tejocote de acuerdo al crecimiento en grosor de los árboles, aún cuando se ha presentado una variación entre cultivares y entre especies injertadas en tejocote (Mejía Calderón *et al.*, 1987; Virgen Velasco y Borys, 1987).

Portainjertos francos del tejocote injertados con membrillero de tres orígenes, han dado en 8 años de edad, 28 árboles de grosor mayor de los troncos, 5 de grosor menor y 6 de grosor igual del portainjerto al grosor del membrillero, confirmando con esto la existencia real de los tipos de tejocote de utilidad en la formación de árboles de membrillero/tejocote de crecimiento igual en los troncos (Borys *et al.*, 1997).

En los portainjertos de tejocote para los diversos cultivares de manzano, existen diferentes respuestas en el vigor y crecimiento de los injertos, como se observó en el trabajo experimental realizado por Nieto Ángel y Borys (1989), en el que los tejocotes de Chiapas como portainjertos indujeron un 38% más de hojas y hasta un 46% de

yema apical en pleno crecimiento, que los tejocotes de Tlaxcala.

En general y a pesar de existir una gran variabilidad en cuanto al crecimiento longitudinal y de diámetros de los portainjertos e injertos, tanto entre especies como entre cultivares y tipos, esta información constituye la base para plantear trabajos de investigación enfocados a la obtención de árboles normales para la producción de fruta, o bien, con fines ornamentales e incluso, en la obtención de arbolitos del tipo bonsai (Leszczynska Borys y Borys, 1991).

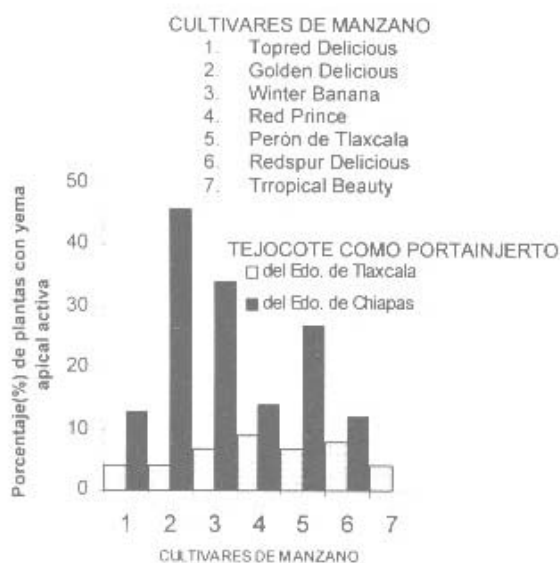


Figura 3. Porcentaje de plantas con yemas apical activa (en crecimiento) de cultivares de manzano injertados en tejocote, 157 días después de realizar los injertos (Nieto Ángel *et al.*, 1987)

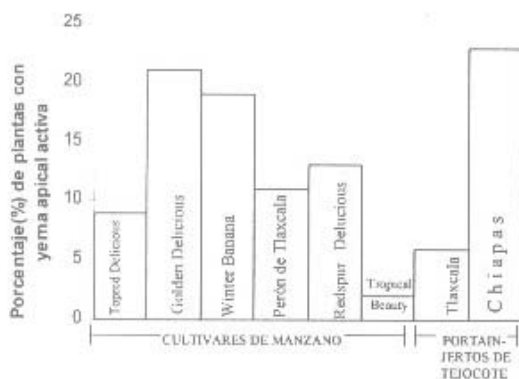


Figura 4. Porcentaje de plantas con yemas apical activa (en crecimiento) de cultivares de manzano injertados en tejocote y efecto de los portainjertos en el mismo carácter, 157 días después de realizar los injertos (Nieto Ángel *et al.*, 1987).

CUADRO 3. Características de desarrollo de cultivares de manzano injertados en tejocote criollos de Chiapas, y evaluados a un año de injertarse en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. (Nieto Ángel *et al.*, 1984).

cv. de manzano/tejocote criollo	Diámetro del		Longitud del brote principal		Porcentaje de parte muerta (%)
	Portainjerto (cm)	Injerto (cm)	Parte viva (cm)	Parte muerta (cm)	
California	2.1	2.0	98.6	85.7	45.5
Red Delicious	2.1	1.5	100.5	71.2	41.4
Red Delicious Negra	2.2	1.6	90.7	98.1	41.4
Rayada Americana	2.4	1.2	1.0	85.4	98.8

### ESTADO NUTRIMENTAL DE LOS INJERTOS

La absorción y traslocación de elementos minerales del portainjerto al injerto, es una forma para cuantificar el grado de compatibilidad, ya que dependiendo de la cantidad de los elementos en los tejidos de la planta, puede ser una forma para evaluar el grado de formación de los tejidos vasculares en el punto de unión del injerto. Las selecciones de cerezo como portainjerto realizado por Gella (1992), especialmente para suelos con problemas de asfixia radical y calizos, redujeron el vigor de los injertos. Los datos de Montoya *et al.* (1984) demostraron que los cultivares de peral manifestaron un porcentaje de clorosis menor que los de manzano, aunque entre los cultivares de ambas especies existen también diferencias (Cuadro 7). Estos datos fueron confirmados por Herrera González *et al.* (1987), quienes consideraron que el porcentaje de hojas cloróticas en peral fue bastante bajo (Cuadro 1) y que cada cultivar de peral presentó un grado diferente de clorosis; este carácter fue modificado por la altura de injertación sobre el tronco del portainjerto. Los datos indican que las deficiencias nutrimentales están siendo modificadas por los tejidos de conducción del tronco, situación analizada ampliamente por Borys y Bustamante Oránegui (1990). Los nutrimentos se distribuyen de forma diferente entre los componentes del tronco del peral/tejocote (Borys y Bustamante Oránegui, 1991).

Las deficiencias nutrimentales en los diversos cultivares del peral injertados en tejocote, tales como 'Williams', 'Red Bartlett', 'Florida' y 'Santa María Nativitas', están positivamente relacionadas con la clorosis presentada por los mismos portainjertos (Herrera González *et al.*, 1987); es decir, existe una relación muy estrecha entre el abastecimiento nutrimental del portainjerto y el injerto o que el portainjerto controla el metabolismo del hierro en el injerto.

La altura de injertación o tamaño del tocón del tejocote como portainjerto, parece modificar la clorosis férrica y la concentración de minerales en el follaje de cultivares

del peral y del manzano (Montoya Martínez *et al.*, 1984 y Rendón López y Borys, 1987), y que varía en contenido según el nutrimento, la especie y el cultivar. No obstante, en el caso del Ca, Mg, Fe, Zn y Na parece ser consistente la tendencia en aumentar su concentración al incrementar la altura de injertación. El aumento de la concentración del Na con la altura de injertación en el caso de perales, quizá sea un indicio de una mayor conformación del peral/tejocote a las condiciones de más alto nivel de Na en el suelo (Rendón López y Borys, 1987; Cuadros 4, 5 y 7). Las concentraciones menores de Mn en el follaje de los injertos de peral y manzano sobre el tejocote, explica quizás, la falta de síntomas de "sarampión" (desequilibrio fisiológico) en esas especies (Rendón López y Borys, 1987).

Los datos analizados sobre el estado nutrimental de los injertos, se refieren a plantas jóvenes en vivero, y no se sabe si preservarán la misma tendencia en árboles adultos (Rendón López y Borys, 1989). El uso del tejocote como portainjerto de cultivares de perales y manzanos no evita la posibilidad de la presencia de una clorosis férrica fuerte (Montoya *et al.*, 1984; Herrera González *et al.*, 1987) (Cuadro 7). Se hace evidente la necesidad de seleccionar tipos de tejocotes que se adapten mejor a suelos con pH altos o contenidos de  $\text{CaCO}_3$  para evitar que los injertos que en ellos se desarrollen no manifiesten síntomas "cloróticos"; tal posibilidad lo señalan los resultados de Cruz San Pedro *et al.* (1984) (Cuadro 8).

Los membrilleros establecidos sobre tejocote en suelos someros presentaron foliación escasa. Las hojas manifestaron síntomas típicos de deficiencia de K, Mg, N, Cu y Mn; la fruta fue frecuentemente agrietada, con manchas verdes hundidas, y al cortar la pulpa se observaron agrupaciones de células necróticas, corchosas y secas, síntomas atribuidas a la concentración deficiente del B de la pulpa (Borys *et al.* 1997).

Analizando el estado nutrimental de dos huertos de tejocote injertados sobre tejocote franco se encontró en el follaje niveles bajos de algunos minerales, sin tener efectos adversos sobre la productividad de los árboles (Delgado Bustamante *et al.*, (1984).

Los "chupones" del portainjerto frecuentemente presentan síntomas de deficiencias nutrimentales y no en "chupones" del tronco de los injertos. En otras ocasiones los "chupones" de ambos componentes del árbol pueden presentar hojas cloróticas o sólo en las hojas del injerto (Delgado Bustamante y Borys, 1984; Borys, 1990). Variabilidad de tal magnitud fue encontrada en los huertos comerciales de tejocote y el material de vivero, en todos los árboles de pie franco. Dicha variación se podría apro-

vechar seleccionando tipos de portainjertos eficientes en la absorción y traslocación fisiológica de nutrimentos; tal posibilidad fue confirmada en el trabajo de Cruz San Pedro *et al.* (1984).

Lo anterior sugiere que el tejocote franco para membrillero es muy ineficiente desde el punto de vista nutrimental, principalmente si los árboles se hayan establecidos en suelos someros. El membrillero sobre tejocote en suelos profundos de Calpan, Pue., no han presentado problemas nutrimentales. No obstante la profundidad de los suelos, los membrilleros/tejocote están emitiendo retoños radicales o "chupones" que salen del tronco del portainjerto, una característica muy significativa pero que varía mucho (Borys *et al.*, 1997). La formación de retoños por el portainjerto podría considerarse como un índice de incompatibilidad (Nieto Ángel y Borys, 1993) o sólo como una expresión de la brotación asincronizada entre el portainjerto y el membrillero, o una expresión dominante del portainjerto, como se reporta para árboles de peral y tejocote (Borys y Bustamante-Oránegui, 1990). Dicha asincronización puede causar trastornos nutrimentales e hídricas visibles en la brotación, foliación y en la calidad de los frutos del membrillero (Borys y Bustamante-Oránegui, 1990; Borys, 1990; Borys *et al.*, 1997).

**CUADRO 4.** Diámetro del tronco del portainjerto de tejocote criollo injertado con tejocotes tipo mejorados y perales; tallo de los tipos y cultivares injertados en tejocote criollo y del punto de injertación entre el tejocote "mejorado", o el peral y el portainjerto de tejocote criollo (*Crataegus pubescens* H.B.K. tipo Batán) (Virgen Velasco y Borys, 1987).

Especie: Tipo y Cultivar	Diámetro del tronco		
	Portainjerto (mm)	Punto de injertación (mm)	Injerto (mm)
Tejocote	26.4 a <sup>2</sup>	32.5 a	19.7 a
Calpan 1	18.6 a	35.8 a	21.9 a
Huejotzingo	27.8 ab	33.7 ab	21.4 a
Calpan 2	26.6 ab	32.5 ab	20.3 ab
Tlaminacas	22.5 bc	27.9 bc	15.2 bc
Peral	15.9 b	24.0 b	9.4 b
Lechera	17.7 cd	27.7 cd	10.6 cd
Paraíso	17.2 cd	23.0 cd	11.8 cd
Piña Mejorada	15.2 d	22.1 cd	8.1 d
Piña	13.5 d	18.1 d	7.1 d

<sup>2</sup> Media con las mismas letras dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CUADRO 5. Componentes de tamaño de los árboles de tejocote y de peral injertados sobre tejocote criollo (*Crataegus pubescens* H.B.K. tipo Batán) y número de hojas, frutos y "chupones" por árbol (Virgen Velasco y Borys, 1987).

Especie: Tipo y cultivar	Altura de la planta (cm)	Crecimiento longitudinal (cm)	Número total de			
			Hojas por árbol	Frutos por árbol	"Chupones"	
					1984	1985
<b>Tejocote</b>						
Calpan	186.0	538.4 a <sup>z</sup>	406.7 a	--	--	--
Huetjotzingo	201.1	602.8 a	431.3 a	36.4	9.2	0
Calpan 2	184.1	578.7 a	408.8 a	25.9	7.1	0
Tlaminacas	197.1	503.6 a	372.4 a	32.4	8.6	0
Tlaminacas	167.6	468.5 a	414.4 a	9.5	6.0	1.0
<b>Peral</b>						
Lechera	100.7	87.3 b	56.0 b	--	--	--
Paraíso	128.8	185.9 b	88.5 b	--	9.7	1.0
Paraíso	197.4	135.4 b	87.7 b	--	8.3	0
Piña Mejorada	78.7	19.5 b	28.5 b	--	11.9	3.0
Piña	77.9	13.4	19.1 b	--	9.3	3.2

<sup>z</sup> Media con las mismas letras dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CUADRO 6. Desarrollo vegetativo de cultivares de manzano, peral y tipos de membrillero injertados en tejocote criollo en Chapingo, México (Mejía Calderón *et al.*, 1987).

Especies: Cultivares y tipos	Crecimiento		Tamaño del árbol (cm)
	Diámetro del injerto (cm)	Longitud del injerto (cm)	
<b>Manzano</b>			
Tipo Argentina	1.5	71.3	126.6
California	1.1	47.4	78.4
Winter Banana	1.3	60.7	94.7
Golden Delicious	1.0	48.9	80.0
Redspur Delicious	1.1	52.2	82.5
<b>Pera</b>			
Lee	1.1	60.3	96.0
San Juanera	1.2	54.3	114.0
Sta. Maria Nativitas	1.0	49.1	79.3
Precoco de Trevous	1.1	39.7	83.0
Williams	0.8	38.9	77.4
Maxime	0.9	37.8	60.4
Beurre Hardy	1.0	33.0	68.5
Packham's Triumph	0.9	27.0	65.6
Alexandrine Douvillard	1.3	20.6	66.3
Kieffer	1.0	27.0	52.0
Passe Crassane	0.9	23.2	62.5
<b>Membrillo</b>			
Tipo Querétaro	1.5	29.8	117.5
Tipo Chapingo	1.7	9.1	92.2
Tipo Puebla	1.3	14.7	91.0

CUADRO 7. Porcentaje de manzanos y perales injertados en tejocote afectados con clorosis férrica (Montoya *et al.*, 1984).

Especie y cultivar	Número total de plantas	Plantas cloróticas (%)
<b>Peral</b>		
Piña	80	38
Lechera	80	28
<b>Manzana</b>		
Winter Banana	80	44
Tropical Beauty	80	41

CUADRO 8. Efecto del  $\text{CaCO}_3$  en el suelo en el desarrollo y presencia de clorosis en plántulas de tejocote (Cruz San Pedro *et al.*, 1984).

Contenido de $\text{CaCO}_3$ en el Suelo (%)	Plantas verdes (14 de marzo) (%)	Número de hojas		
		Totales	Cloróticas	Cloróticas (%)
1.86	100.0	67	27	40
13.85	13.0	67	56	83
18.85	6.6	64	52	81
23.85	6.6	51	46	90
33.85	10.0	60	51	85
43.85	1.6	65	65	100

## SÍNTOMAS DE INCOMPATIBILIDAD VEGETATIVA

Existen en la actualidad varios tratados de incompatibilidad vegetativa (Argles, 1937; Herrero, 1951; Mosse, 1962; Tabuenca, 1967), sin embargo y con la finalidad de orientar nuestro conocimiento al uso del tejocote como portainjerto, en las Figuras 5, 6 y 7 se ilustran, en parte, los problemas observados de la formación de la unión del injerto entre el portainjerto de tejocote y cualesquiera de los tipos o cultivares de membrillero, peral y del mismo tejocote, en estos casos y, especialmente en manzano/tejocote, es necesario formar clones vegetativos de portainjertos que tengan la particularidad de formar una unión perfecta, caracterizada por un crecimiento en grosor igual entre ambas partes, color de la madera y de la corteza normal, formación de una unión fuerte, y una unión de larga duración funcional. En el mismo caso, es necesario seleccionar aquellos tipos de compatibilidad vegetativa más funcional y de larga duración de ambas partes, multiplicar principalmente el portainjerto, y así garantizar que ambos componentes correspondan a los mismos genotipos para garantizar con éxito la formación de las nuevas plantas; dichos materiales, al parecer ya

existen dentro de los múltiples trabajos conducidos por Nieto-Ángel, Borys y colaboradores.

Vale la pena mencionar que Gil Salaya (1985) encontró en las uniones incompatibles de injertos de pera sobre membrillero, la presencia en exceso de tejido parenquimatoso y no se forma una buena conexión vascular, y frecuentemente se oxida el tejido y se produce una separación física entre el injerto y el portainjerto, en tanto que Gebhardt y Feucht (1982) encontraron en el floema arriba de la unión en combinaciones incompatibles de *Prunus avium*/P. *cerasus* un total de 18 compuestos fenólicos, flavones, proantocianidinas y ácido clorogénico.

En los casos particulares del membrillero y del peral injertados en tejocote, lo que valdría la pena es buscar genotipos que aseguren una brotación alta del injerto, ya que al parecer, una de las razones de que los portainjertos de tejocote inducen una mayor cantidad de "chupones", se debe a que existe una deficiente brotación de los injertos, y los portainjertos al iniciar su actividad, responden con el desarrollo de "chupones". En todos los casos hay que eliminar tipos de portainjertos que presenten una tendencia alta de formar retoños en los tallos y en los sistemas radicales. En la combinación injerto/portainjerto, la formación de "chupones" siempre estará más acentuada en condiciones de una mayor incompatibilidad condicionada por problemas nutrimentales o por un deficiente estado hídrico del injerto (Borys y Bustamante Oránegui, 1990). Sería muy conveniente hacer una evaluación crítica de los efectos de los tipos del injerto en la formación de la unión entre injerto/portainjerto y el manejo posterior de los árboles y evaluar el comportamiento relacionado con la formación de los troncos (Borys, 1991).

## COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LOS FRUTOS

El grado de compatibilidad vegetativa de los injertos puede evaluarse también mediante el comportamiento fisiológico de los frutos, ya que entre los componentes del árbol frutal, los tejidos en la unión del injerto, y la capacidad para absorber y distribuir el agua, los carbohidratos y los elementos minerales, los frutos tendrán un comportamiento diferente.

En un estudio desarrollado por Corrales García (1986), encontró que el portainjerto de tejocote injertado con peral, el tejocote indujo un efecto en el agrietamiento en los frutos de pera, con una incidencia de alrededor de 50%, en tanto que con el portainjerto de la misma pera, los frutos no rebasaron el 10% de agrietamientos. Los frutos y las hojas de la combinación peral/peral resultaron más succulentos que los de peral/tejocote; también con el uso del tejocote como portainjerto los frutos resultaron más perecederos o se ablandaban con mayor rapidez. El patrón respiratorio de los frutos en precosecha fue muy similar entre los dos tipos de portainjertos y la tendencia fue típicamente a la baja, encontrándose esencialmente lo mismo en los frutos en postcosecha, solo que los frutos de pera

de árboles de peral/tejocote, respiraron un poco más que los frutos de la combinación peral/peral.

En otro trabajo desarrollado por Borys y Bustamante Oránegui (1990), encontraron que el agrietamiento de los frutos de pera cv. Paraíso/tejocote, se debe a una deficiencia nutrimental, condicionada por una desincronización en la iniciación de la brotación y la inducción y desarrollo dominante de los "chupones" del portainjerto sobre el injerto, durante la época de sequía; esto podría provocar una brotación deficiente del injerto y suministro de agua y nutrimentos en las yemas, el follaje y el fruto del injerto.

La reducción del retoño de los árboles de manzano, membrillero, peral, injertados en tejocote es otra manifestación de la incompatibilidad fisiológica. Tal reducción se aprovecha en la producción de frutales como planta de ornato (bonsai) o de jardinería (Leszczynska-Borys y Borys, 1991), aunque sería de mucha utilidad para la formación de huertos de alta densidad y de manejo intensivo al establecer los árboles en portainjertos clonales; una vida útil de 10 a 15 años de los árboles en la relación injerto/portainjerto para huertos de alta densidad, sería suficiente, desde el punto de vista económico.

Con lo anterior se deja manifiesta la posibilidad de usar al tejocote como portainjerto de frutales, por lo que es necesario seleccionar las combinaciones injerto/portainjerto más adecuadas, de acuerdo a las necesidades fisiológicas de los árboles —del portainjerto y del injerto—, pues las necesidades de la producción frutícola en el campo mexicano exigen la selección de portainjertos que se adapten, en el suelo y en el ambiente, y con excelente afinidad en la relación injerto/portainjerto, e ir resolviendo los problemas y necesidades para la construcción de árboles que induzcan una mayor productividad.

## AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del Proyecto Número 8803011 apoyado financieramente por la Subdirección General de Investigación de la Universidad Autónoma Chapingo.

## LITERATURA CITADA

- ARAGÓN CUEVAS, F.; BORYS, M.W.; ALMAGUER V., G. 1989. Compatibilidad vegetativa del manzano (*Malus domestica*) y membrillo (*Cydonia oblonga* Mill.), injertados en tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.). Revista Chapingo 13-14(62-63): 112-116.
- ARGLES, G. K. 1937. A review of the literature on stock-scion incompatibility in fruit trees with particular reference to pome and stone fruits. Imp. Bur. Fruit Prod., Techn. Com. 9.
- BORYS, M. W. 1991. Troncos ondulados/ahuecados en *Crataegus pubescens* (H.B.K.) Steud. Memorias del I Encuentro Nacional del Tejocote, Agronomía e Industrialización. Morelia, Michoacán, México. 4-5 octubre. p. 109.
- BORYS, M. W.; BUSTAMANTE O., F. 1989. Agrietado y rugosidad de peras (*Pyrus communis* L.) en México. Revista Chapingo

- 13-14(62-63): 152-155.
- BORYS, M. W.; BUSTAMANTE O., F. 1990. Syndrome of pear russetting and splitting. *Acta Horticulturae* 274: 79-91.
- BORYS, M.W.; F. BUSTAMANTE O. 1991. Distribución de nutrientes entre los componentes del tronco *Pyrus/Crataegus pubescens* (H.B.K.). *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* 78(3-4): 741-749.
- BORYS, M. W.; LESZCZYNSKA-BORYS, H. 1994. Tejocote (*Crataegus* spp.) -planta para solares, macetas e interiores. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 1(2): 95-107.
- BORYS, M. W.; NIETO-ÁNGEL, R.; GALVÁN, J.L. 1997. Tejocote franco como patrón del membrillero (*Cydonia oblonga* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 3(1): 65-67.
- CORRALES GARCÍA, J. E. 1986. Efecto del portainjerto sobre el comportamiento fisiológico y calidad del fruto de pera cv Paraiso bajo condiciones de temporal. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- CRUZ SAN PEDRO, E. A.; NIETO A., R.; BORYS, M. W. 1984. Comportamiento de plántulas de tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.) a los suelos calcáreos. *Revista Chapingo* 9(45-46): 206-207.
- CUMMING, W. A. 1964. *Crataegus* rootstock studies. *Camb. Proc. Int. Plant Crop Sci.* 14: 146-149.
- CHAIKOVSKA, Z. P. 1970. Comparative evaluation of vegetative and seedling rootstocks for pears. *Naukovii Pracy Lvivskii Silskhosgospodarskii* ln. 30: 211-217, 280.
- DELGADO BUSTAMANTE, P. A.; BORYS, M. W. 1984. Clorosis férrica, deficiencias de Mn y Zn en huertos de tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.). *Revista Chapingo* 9(45-46): 208-210.
- ESPIÑOZA ESPINOZA, J. R.; BORYS, M. W.; ALMAGUER V., G. 1984. Prendimiento y crecimiento de tejocote mejorado (*Crataegus pubescens* H.B.K.) y cuatro cultivares de pera (*Pyrus communis* L.), injertados por enchapado lateral sobre *C. pubescens* H.B.K. *Revista Chapingo* 9(45-46): 200-205.
- BEBHARDT, K.; FEUCHT, W. 1982. Polyphenol changes at the union of *Prunus avium/Prunus cerasus* grafts. *J. Hort. Sci.* 57(3): 253-258.
- GAJÓN-SÁNCHEZ, C. 1925. *Arboricultura Frutal*. Soc. Edit. y Librería Franco Americana. S.A., D.F., México. 31 p.
- GELLA, R. 1992. Ensayo de patrones para cerezo en terrenos compactos y calizos. II Jornadas sobre Experimentación en Fruticultura. S.E.C.H.-Grupo Fruticultura. Centro de Transferencia de Tecnología Agraria Moncada (Valencia), España. (sobretiro). 10 p.
- GIL SALAYA, G. 1985. Incompatibilidad de injertación del peral Packham's Triumph con membrillero. *Frutícola* 6(1): 25-26.
- HERRERA GONZÁLEZ, M. J.; NIETO A., R.; BORYS, M. W. 1987. Siete cultivares de pera (*Pyrus domestica* Med.) injertados en tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.). *Revista Chapingo* 12(56-57): 111-116.
- HERRERO, J. 1951. Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees. *J. Hort. Sci.* 26(3): 186-237.
- KLOOSTERHUIS, W. E. H. 1979. Onderstammen voor *Crataegus* cultivars. *Goren* 8: 350-351.
- KRZIVEC, L. S. 1968. Hawthorn as quince rootstock. *Sadovodstvo* (1): 26.
- LESZCZYNSKA-BORYS, H.; M. W. BORYS. 1991. Tejocote (*Crataegus* spp.) Plantas de solares, de maceta, de interior. Memorias del I. Encuentro Nacional del Tejocote, Agronomía e Industrialización. Morelia, Michoacán, México. 4-5 octubre. p. 124.
- MEJÍA CALDERÓN, O.; NIETO A., R.; SERRANO C., L.M.; BORYS, M. W. 1987. Injertos de cultivares de manzano (*Malus domestica*), pera (*Pyrus domestica*) y membrillo (*Cydonia oblonga*) injertados en tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.) de tres procedencias. *Revista Chapingo* 12(56-57): 89-93.
- MONTOYA M., C. G.; VEGA C, A.; BORYS, M. W. 1984. Clorosis férrica en manzano y peral injertados en tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.). *Revista Chapingo* 9(45-46): 110-112.
- MOSSE, B. 1962. Graft-incompatibility in Fruit Trees; with particular reference to its underlying causes. Technical communication No 28. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops East Malling, Maidstone, Kent. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, Bucks, England. 36 p.
- NICOLÁS CRUZ, M.; BORYS, M. W. 1984. Injertos de yema de manzano y peral sobre tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K. Steud.). *Revista Chapingo* 9(45-46): 85-88.
- NIETO-ÁNGEL, R. 1983. Causas que afectan la incompatibilidad de injertos en plantas perennes. *Campo Experimental, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.* Boletín Informativo Bimestral 5: 1-2.
- NIETO ÁNGEL, R.; BORYS, M. W.; BARRERA G. J. L. 1984. Segundo año de comportamiento vegetativo de cuatro cultivares de manzano (*Malus domestica*) injertados en tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.). *Revista Chapingo* 9(45-46): 89-92.
- NIETO ÁNGEL, R.; BORYS, M. W.; BARRERA G. J. L.; PIMENTA B., E.; ZÁRATE DE L., G. 1987. Compatibilidad vegetativa de manzano (*Malus pumila* Mill.) injertado en tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.). *Revista Chapingo* 12(56-57): 104-110.
- NIETO ÁNGEL, R.; BORYS, M. W. 1989. Indicadores morfológicos de la compatibilidad vegetativa de siete cultivares de manzano injertados en tejocote. *Revista Chapingo* 13-14(62-63): 102-105.
- NIETO ÁNGEL, R.; BORYS, M. W. 1991. El tejocote (*Crataegus* spp.) en México. pp. 309-324. In: *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds.). Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI). Chapingo, México.
- OROZCO SÁNCHEZ, M.; BORYS, M. W. 1991. Enraizamiento de tejocote (*Crataegus pubescens* (H.B.K.) Steud. y manzano (*Malus* sp.) por afranqueamiento. Memorias del I Encuentro Nacional del Tejocote, Agronomía e Industrialización. Morelia, Michoacán, México. 4-5 octubre. p. 110.
- RADHAWA, S. G.; KISHORE, D. K. 1981. A note on the graft compatibility of native wild species. I. With apple and pear. *J. Hort. Sci.* 56: 369-371.
- RENDÓN LÓPEZ, G. I.; BORYS, M. W. 1987. Altura de injertación de perales y manzanos sobre tejocote y concentración de nutrimentos en hojas. *Revista Chapingo* 12(56-57): 101-103.
- SIMONS, R. K. 1962. Scion/rootstock incompatibilities in young trees. In: *Compact Fruit Tree. The International Dwarf Fruit Tree Association. 25th Anniversary Proceeding Compact Fruit Tree* 15: 30-32.
- SOTO DURÁN, M.; JIMÉNEZ R, R.; BORYS, M. W. 1991. Evaluación de tipos y alturas de injertación de *Prunus persica* L. Batsch y *Prunus salicina* Lindl. sobre durazno "Siempreverde". inédito.
- TABUENCA, N. C. 1967. Incompatibilidad entre patrón e injerto. VIII. Consideraciones sobre uniones incompatibles de peral membrillero en árboles franqueados. *Anales de la Est. Experimental de Aula Dei* 8(3-4): 371-382.
- VIRGEN VELASCO, M.; BORYS, M. W. 1987. Crecimiento de peral y tejocote injertados en tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.) tipo Batán. *Revista Chapingo* 12(56-57): 124-127.
- WESTWOOD, M. N.; LOMBARD, P.B. 1982. Rootstocks for pear. *Oregon Hort. Soc.* 73: 64-79.

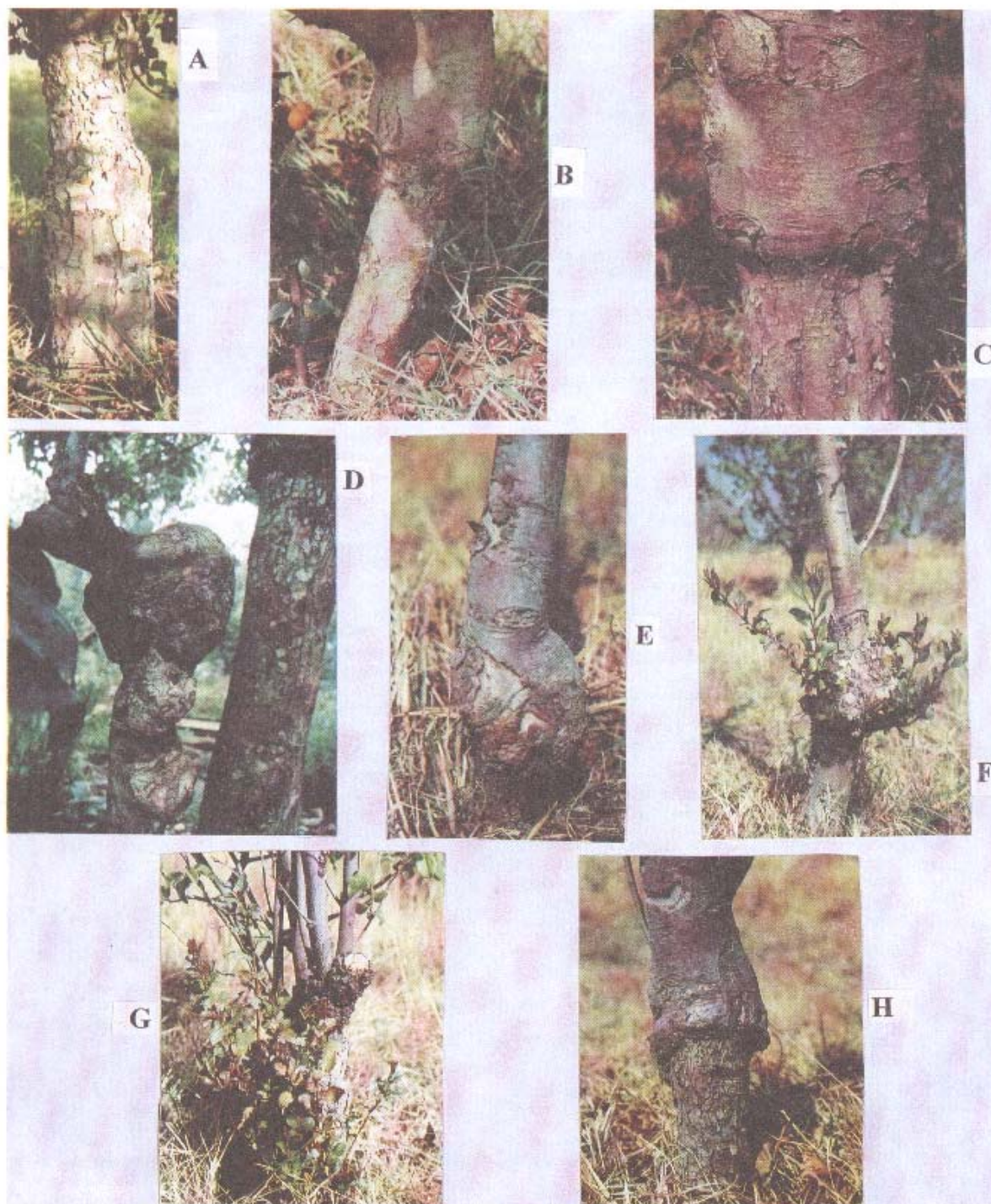


Figura. 1. Uniones de injertos de diferentes especies y clones injertados en tejocote (*Crataegus* spp.) observados en México: A, tejocote criollo de Chiapas/tejocote criollo de Chiapas; B y C, tejocote cultivado de Puebla/tejocote criollo de Chiapas; D, pera criolla/tejocote criollo de Michoacán; E, pera San Juanera/tejocote del Edo. de México; F, pera cv. Lee/tejocote criollo de Puebla; G, membrillero tipo Puebla/tejocote criollo de Chiapas; y H, manzano cv. Winter Banana/tejocote criollo de Chiapas.

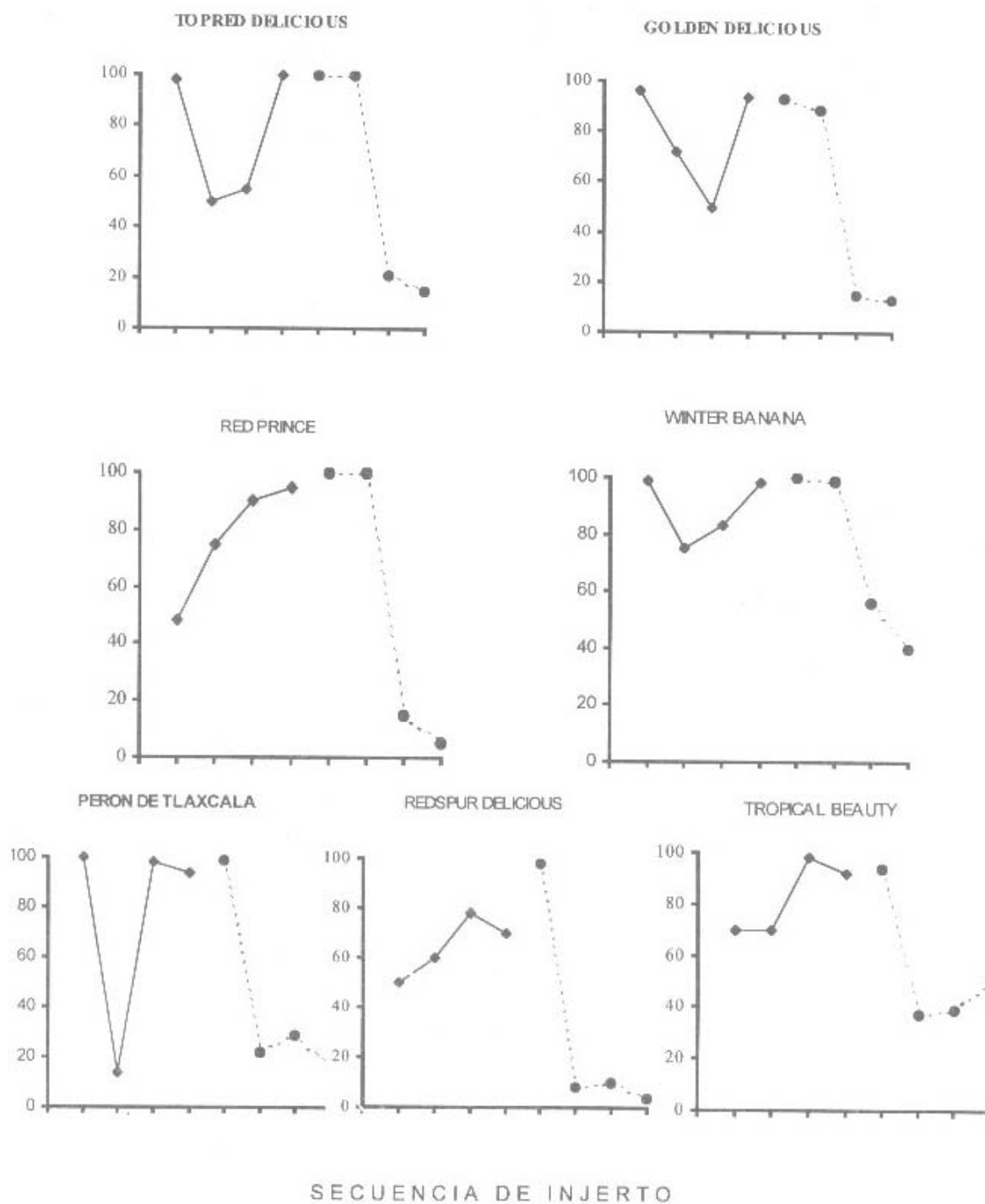


Figura 2. Porcentaje de prendimiento de injertos realizados en diferentes horas del día de siete cultivares de manzano injertados en portainjertos de tejocote de dos procedencias. Tlaxcala (♦) y Chiapas (■), 76 días después de realizar los injertos (Nieto Ángel *et al.*, 1987).

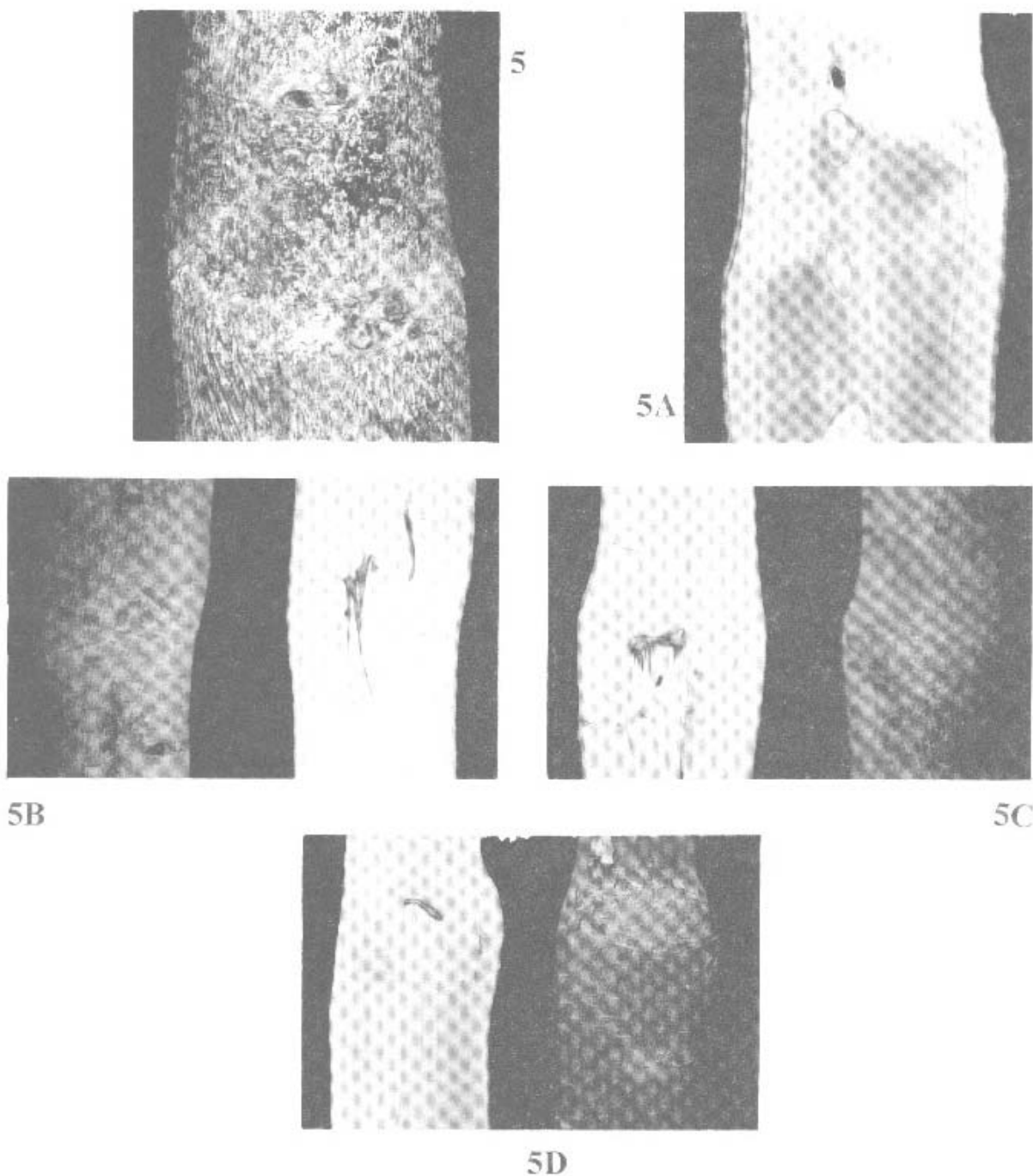


Figura. 5. Tejocote/tejocote. Los casos documentados se refieren a los tejocotes tipo cultivado, injertados sobre tejocote Batán franco, edad del injerto, 6 a 8 años. No se tiene conocimiento de la incompatibilidad de rechazo. 5A. En la zona de la unión se presentan estratos del corcho muerto. La unión es perfecta. La madera del portainjerto es de coloración gris. El tronco del portainjerto es de mayor grosor. 5B. La unión de ambos componentes es perfecta, la madera es de color blanca. Creció más el tronco del injerto que del portainjerto. 5C. La unión de ambas partes es perfecta. Las fallas en el proceso de cicatrización se debe al tipo de injertación que fue de "hendidura", lo que dio inicio a la pudrición en el espacio libre de la vareta. El cambio de coloración de la madera en ambas partes se debe a los productos de descomposición de la vareta; ha crecido más el tronco del portainjerto. 5D. La unión es perfecta, el grosor del tronco del portainjerto es mayor. En el área de unión la corteza muerta se desprende. La madera del portainjerto muestra una coloración oscura.

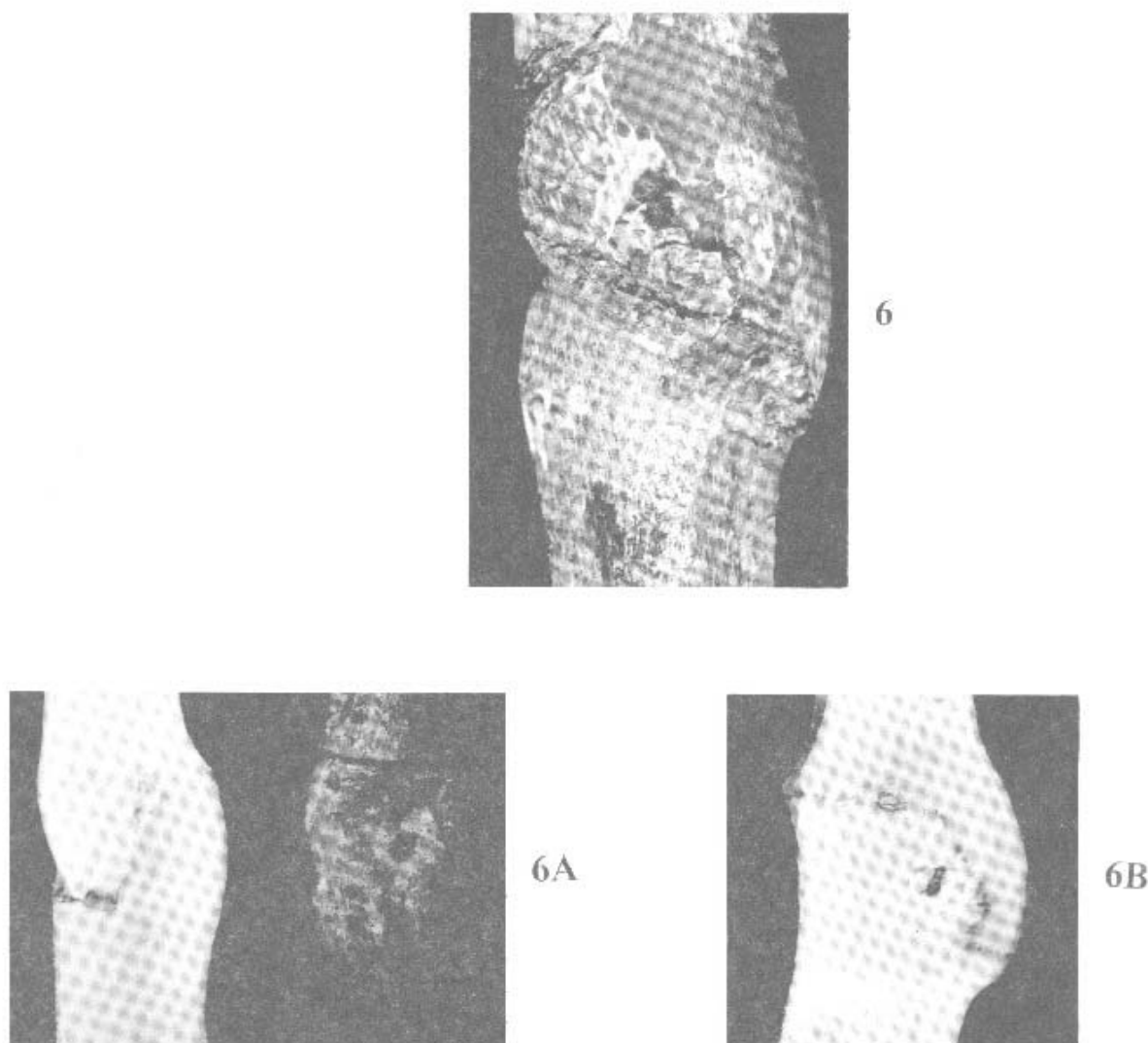


Figura. 6. Peral/tejocote. El síndrome de incompatibilidad entre el peral y el tejocote no está bien definido. Tampoco se conoce la problemática fisiológica de las relaciones del peral injertado en tejocote, la cual se refiere al problema de compatibilidad vegetativa, rugosidad y el agrietado de los frutos de peras, brotación del peral/tejocote, nutrición, etc. Lo que sí está bien marcado es el efecto enanizante del portainjerto sobre el peral de todos los cultivares evaluados; tampoco se conocen las causas. 6A. Corte longitudinal a través del punto de la unión del peral cv. Mazamitla/tejocote franco tipo Batán; la edad aproximada del árbol es de 8 años. La madera del portainjerto es de color blanco con el inciso de la vareta muerta. La corteza del portainjerto es de menor grosor que la del peral, una característica generalizada dentro de los materiales evaluados. La unión defectuosa a la mitad se presenta una zona de tejidos muertos. La corteza fue presentando exteriormente un anillo de tejidos muertos. El color gris de la madera está limitado al tronco del peral. 6B. Algunos árboles del peral cv. Paraíso/tejocote de pie franco presentan perturbaciones en la corteza en el punto de la unión y su hinchamiento. Internamente manifiesta una coloración grisácea de la madera de ambos componentes como resultado de áreas necróticas en el punto de la unión (edad del árbol es de 8 años aproximadamente).