



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

ENRAIZAMIENTO DE TEJOCOTE (*Crataegus pubescens*
hbk.) Y MANZANO (*Malus* sp)
POR AFRANCAMIENTO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
MARTIN OROZCO SANCHEZ



LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA EDO. DE MEX.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Manuel E. Orozco Manzano

Carmen Sánchez Gorivar

Por ser mis mejores maestros en la universidad de mi vida, porque supieron guiarme por el mejor de los caminos en cada una de las etapas de mi existencia, por el ejemplo constante que me han dado de rectitud, honestidad y amor.

Con cariño a mis hermanos:

Georgina

Elvia

David

Francisca

Guadalupe

y

Teresa

Manuel

Por sus consejos y apoyo incondicional que siempre me han brindado y que me motivan a continuar y emprender nuevas metas.

A la Biol.:

Socorro Garay Martínez

Porque ha sido para mí la mejor de las compañeras que ha sabido compartir mis logros y frustraciones, mis horas de estudio y en quien he encontrado el aliciente que me ayuda a enfrentar las vicisitudes, por su comprensión y amor.

A mis amigos

Al pueblo

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Michal W. Borys director del presente trabajo, por ofrecerme la oportunidad de participar en este proyecto, por su paciencia y enseñanzas recibidas durante la conducción del mismo.

Al M. en C. Luis David Contreras Barrón por su asesoría y valiosos comentarios.

Al M. en C. Raúl Nieto Angel por la gran ayuda y apoyo dado al inicio del presente estudio.

A la M. en C. Beatríz Flores Peñafiel por la motivación e interés que me inculcó hacia el ámbito frutícola, por su acertada -revisión del texto.

Al Biól. Jacobo D. Martínez Marcial por ofrecerme en gran -- parte los recursos materiales para la realización de la fase experimental, por sus comentarios y detallada revisión del texto.

Al Biól. Alberto Arriaga Frías por sus comentarios y sugerenias planteadas al revisar el texto.

Al Biól. Gerardo Ortíz Montiel por sus sugerencias y revisión del texto.

A las Biól. Irma Castelán y Rosario Vázquez G. por su entrañable amistad y por la asesoría brindada en las pruebas fitopato-lógicas.

Al M. en C. Melitón Córdoba Alvarez por su valiosa aportación en el aspecto estadístico.

Al Biól. José Luis Pérez Leal por su ayuda en los aspectos técnicos.

A todos aquellos que de alguna u otra manera intervinieron en la realización del presente trabajo a todos ellos... Gracias.

INDICE

	PAG.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
1. El tejocote como portainjerto.....	5
2. Compatibilidad del manzano injertado en tejocote.....	5
3. Enraizamiento de manzano.....	7
3.1. Enraizamiento por estacas.....	7
3.2. Enraizamiento in vitro.....	9
3.3. Enraizamiento por afrancamiento.....	11
4. Enraizamiento del tejocote.....	11
5. Afrancamiento.....	12
5.1. Momento propicio para afrancar.....	13
5.2. Afrancamiento de peral/membrillero.....	14
5.3. Causas de afrancamiento en las plantaciones.....	15
5.4. Formas de evitar el afrancamiento en plantaciones...	16
5.5. Origen de las raíces adventicias por afrancamiento..	17
5.6. El afrancamiento como método de propagación vegeta- tiva.....	19
5.7. Ventajas del afrancamiento.....	20
5.8. Desventajas del afrancamiento.....	21
6. El enraizamiento en la unión de injerto como consecuen- cia de incompatibilidad.....	22
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
1. Localización del sitio experimental.....	25
2. Obtención del material vegetativo.....	25

	PAG.
2.1. Plantas de tejocote.....	25
2.2. Plantas de manzano.....	26
3. Establecimiento del experimento.....	26
3.1. Método de injertación.....	26
3.2. Epoca de injertación.....	29
3.3. Método de afrancamiento.....	29
4. Manejo de suelo y plantas.....	31
4.1. Suelo.....	31
a) Antes de injertar.....	31
b) Combate de malezas durante el proceso experimental.....	32
c) Riegos.....	32
4.2. Plantas.....	32
a) Conservación del material vegetal antes de injertar.....	32
b) Control de plagas en el proceso experimental.....	33
5. Estado nutricional de las plantas.....	33
5.1. Pruebas fitopatológicas.....	34
5.2. Fertilización.....	35
6. Metodología en la toma de datos.....	35
7. Diseño experimental y de tratamientos.....	35
8. Análisis de datos.....	37
9. Variables estudiadas.....	38
9.1. Diámetro de los portainjertos.....	38
9.2. Injertos brotados.....	38
9.3. Injertos "prendidos".....	39
9.4. Longitud del brote principal del injerto.....	39

9.5. Cuantificación de las raíces adventicias emitidas...	39
9.6. Cuantificación del sistema radical original de los portainjertos.....	40
IV. RESULTADOS.....	41
1. Porcentaje de prendimiento.....	41
2. Porcentaje de brotación.....	43
3. Longitud del brote principal de los cultivares de manza- no y tejocote.....	47
4. Diámetro de los portainjertos.....	54
5. Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento.....	54
a) Enraizamiento en los injertos o cultivares.....	54
b) Enraizamiento en los portainjertos.....	58
6. Número de raíces adventicias formadas por afrancamiento..	61
a) Por injerto o cultivar.....	61
b) Por portainjertos.....	63
7. Longitud de raíces adventicias formadas por afrancamiento	63
a) Longitud de raíces por injerto o cultivar.....	63
b) Longitud de raíces por portainjerto.....	65
8. Número de raíces principales del sistema radical original de los portainjertos.....	66
9. Longitud de raíces principales del sistema radical origi- nal de los portainjertos.....	68
V. DISCUSION.....	70
VI. CONCLUSIONES.....	94
VII. GLOSARIO.....	97
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	99

LISTA DE CUADROS

NUM.	PAG.
1 Porcentaje de prendimiento de los cultivares de manzana Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre patrón de tejocote y dos portainjertos de manzano MM 111 y MM 106.....	44
2 Porcentaje de brotación de yemas de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious, así como tejocote mejorado injertados sobre patrón de tejocote y dos portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106..	46
3 Longitud del brote principal de los cultivares de manzana Winter Banana y Golden Delicious, así como tejocote mejorado injertados sobre patrón de tejocote y dos portainjertos de manzano clonales MM 111 y MM 106..	47
3a Valores de la pendiente (m), abscisa (x) y ordenada - al punto de origen (b), de acuerdo a la ecuación $Y=mx+b$ de la variable crecimiento del brote principal.....	52
4 Diámetros de dos portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106, así como de tejocote.....	55
5 Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre patrón de tejocote y portainjertos - clonales de manzano MM 111 y MM 106.....	58

LISTA DE FIGURAS

NUM.	PAG.
1 Tipo de cortes en el patrón y la púa de acuerdo al injerto inglés o de "lengüeta".....	28
2 Acoplamiento de la púa sobre el patrón entrelazando las lengüetas para un contacto justo de las zonas cambiales.....	28
3 Corte longitudinal de la base a la punta del brote e introducción de un fino pedazo de madera saturado en solución alcohólica de 10 000 ppm de AIB.....	30
4 Amarre de la lengüeta del brote y del fino pedazo de madera embebido en solución alcohólica de 10 000 ppm de AIB.....	30
5 Introducción del brote con el fino pedazo de madera en un tubo de polietileno negro de tal modo que abarque la planta desde la superficie del suelo de la maceta, hasta 10-15 centímetros arriba del punto de injerto.....	30
6 Diseño experimental bloques al azar y distribución de las unidades experimentales en cada uno de los cuatro bloques.....	36
7 Porcentaje de prendimiento de los cultivares de manzano y tejocote mejorado injertados sobre portainjertos clonales MM 106, MM 111 y con tejocote.....	42

NUM.	PAG.	
8	Porcentaje de brotación de yemas de los cultivares de manzano y tejocote mejorado injertados sobre portainjertos clonales MM 106, MM 111 y con tejocote.....	45
9	Crecimiento del brote de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious así como tejocote mejorado por tratamientos.....	50
10	Crecimiento del brote de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre tejocote, y de tejocote mejorado injertado sobre portainjerto MM 106 y MM 111 de manzano.....	51
11	Regresión lineal $Y = mx + b$, del brote de los cultivares Winter Banana y Golden Delicious de manzano y de tejocote mejorado por tratamientos.....	53
12	Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento en los cultivares de manzano y la interacción de éstos con los portainjertos.....	57
13	Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento en los portainjertos MM 106 y MM 111 de manzano injertados con los cultivares Winter Banana y Golden Delicious.....	60

RESUMEN

El tejocote es una planta que pertenece a la familia de las Rosaceae, particularmente al género Crataegus, por su condición de especie semidomesticada, posee características importantes de adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y climas. Esto ha sido uno de los grandes motivos para que en fruticultura se le emplee como portainjerto no sólo de selecciones sobresalientes del mismo tejocote sino de manzano, níspero y peral. Aunque esta planta tiene importancia desde el punto de vista económico, agronómico e incluso etnobotánico, no se le ha prestado la debida atención en cuanto a líneas de investigación definidas.

Por lo que se refiere al manzano, existen portainjertos clonales que además de conferir a los cultivares que se le injertan características de vigorosidad, achaparramiento, precocidad en fructificar y mayor producción, han tenido una gran adaptación a las condiciones ecológicas del país. Lo anterior ha traído como consecuencia una gran demanda por su empleo en las plantaciones intensivas y que ha sido difícil de satisfacer.

Con el propósito de probar nuevas técnicas de propagación más seguras y efectivas que permitan satisfacer la gran demanda existente, en el año de 1985 se estableció el presente experimento en el Jardín Botánico-Invernadero de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, empleando para ello a dos cultivares y dos portainjertos de manzano, además de los patrones de tejocote y tejocote tipo "mejorado".

Los resultados obtenidos mostraron que en cuanto a la variable porcentaje de prendimiento, así como a la variable porcentaje de brotación, los mayores valores se observaron en aquellos tratamientos en los que se utilizó como patrón el tejocote; sin embargo, para la variable longitud del brote principal, los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious lograron mejor desarrollo injertados sobre portainjertos clonales MM 106 y MM 111, en comparación que cuando se injertaron sobre tejocote. En los diferentes tratamientos el cultivar Winter Banana presentó mayor capacidad de enraizamiento y para las variables número y longitud de raíces emitidas por afrancamiento superó al cultivar Golden Delicious. Este último cultivar presentó cierta renuencia a la formación de raíces adventicias y cuando se injertó sobre tejocote no enraizó.

Los portainjertos clonales MM 106 y MM 111 presentaron mejores porcentajes de enraizamiento injertados sobre tejocote y se comprobó además la gran capacidad para emitir raíces adventicias que posee el portainjerto MM 106. Por lo que respecta a los patrones de tejocote, estos no lograron enraizar en ningún tratamiento probado, aconteciendo lo mismo con el tejocote tipo "mejorado".

El afrancamiento es una técnica que presenta grandes ventajas para la propagación de material que resulta difícil para la emisión de raíces adventicias; sin embargo es recomendable seguir con los estudios a largo plazo para perfeccionar dicha técnica ya que significa una buena alternativa de propagación.

I. INTRODUCCION

México es un país que poseé una gran riqueza florística gracias a la gama amplia de suelos y climas con que cuenta. Además tiene el privilegio de contar con especies de plantas con importantes perspectivas de uso y aprovechamiento en el ámbito frutícola. Tal es el caso del tejocote (Crataegus sp.) que crece en estado silvestre en una gran extensión de nuestro territorio formando parte en los diferentes tipos de vegetación.

Anteriormente el tejocote era una especie frutal que a pesar de tener importancia económica, agronómica y etnobotánica, no se le prestó la debida atención en cuanto a líneas de investigación definidas. Hoy en día, ha cobrado interés en la fruticultura debido a su adaptación a una gama amplia de suelos y a condiciones ambientales desfavorables.

Con lo que respecta a su fruto se puede mencionar que reúne todas las características indispensables para ser industrializado. Su pulpa presenta una alta porción comestible y sobre todo una buena consistencia obteniéndose de él, mermeladas, jaleas y compotas.

Tomando en consideración sus características, en la actualidad se hacen esfuerzos considerables para emplearlo como portainjerto no sólo de selecciones sobresalientes del mismo tejocote sino de pera, níspero y manzano, que permitan en el futuro establecer combinaciones compatibles con estos frutales bajo las con

diciones ecológicas propias del país.

Comunmente se le ha propagado por semilla (propagación sexual) resultando ser hasta nuestros días, el método más satisfactorio para la obtención de patrones. Sin embargo es la variabilidad genética la desventaja principal de la propagación sexual, reportándose en la actualidad especies mexicanas dada la facilidad que tiene esta planta de realizar cruzamientos interespecíficos por su carácter de especie semidomesticada. Su distribución por el hombre y su establecimiento por semilla, ha redundado por lo consiguiente en una población altamente polimórfica.

La propagación vegetativa representa una buena alternativa para superar esas desventajas conservándose de esta forma, las características y aprovechamiento de la adaptabilidad del tejocote a suelos problemáticos. Al tejocote se le ha intentado propagar por estaquillado y empleando para él diferentes tratamientos, pero los resultados no han sido muy satisfactorios. Sin embargo, al emplear como técnica el injerto, los resultados han sido alagadores. El afrancamiento surge como una técnica pionera en México, que ofrece la posibilidad de obtener resultados alentadores no sólo en el proceso de enraizamiento del tejocote, sino también del manzano.

En México el empleo de los patrones clonales de manzano provenientes de la estación experimental East-Malling en Inglaterra, han tenido un gran auge. En algunas especies se dispone de patrones que controlan el tamaño, pudiendo obtenerse árboles injertados de vigor excepcional o que queden parcialmente achaparrados.

Se puede afirmar que de los patrones semiachaparrantes que más se han adaptado a las condiciones ecológicas del país entre otros, son el MM 106 y MM 111, lo que ha propiciado una gran demanda de éstos debido a su empleo en plantaciones intensivas injertando sobre ellos diversos cultivares comerciales. Prueba de lo anterior son los cultivares de manzano "Winter Banana", "Ana", "Michal" y "Golden Delicious" entre otros, injertados sobre patrones MM 106, MM 109, M 9 y M 16 obteniéndose buenos resultados en vigorosidad y achaparramiento.

Recientemente se han realizado injertaciones de cultivares de manzano sobre patrones de tejocote para determinar el grado de compatibilidad y desarrollo vegetativo que pudiera existir entre ambos frutales. Los resultados parecen indicar que el tejocote presenta una gran potencialidad como portainjerto, aunque falta por estudiar y experimentar más con dicho frutal.

Debido a las características que tiene el tejocote y por las ventajas que se tienen al emplearlo como portainjerto, además de la gran demanda que tienen los portainjertos de manzano MM 111 y MM 106, existe la necesidad de propagarlos vegetativamente por afrancamiento como técnica que puede ofrecer buenas posibilidades para lograr tal fin. De acuerdo a lo anterior los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- a) Promover el enraizamiento en la zona del injerto de tejocote/manzano y en la zona del injerto de manzano/tejocote.
- b) Determinar la influencia de los componentes en cuanto al

desarrollo de las raíces adventicias del injerto y del patrón.

Hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre el enraizado por afrancamiento y los componentes de cada cultivar empleados.

Hipótesis alternativa. Sí existen diferencias significativas entre el enraizado por afrancamiento y la influencia de los cultivares empleados.

Este proyecto forma parte del proyecto general:

1. "Tejocote como portainjerto de tejocote, peral, membrillo y manzano" puesto en marcha en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

II. REVISION DE LITERATURA

1. EL TEJOCOTE COMO PORTAINJERTO.

En la literatura existe una aceptable cantidad de trabajos que apoyan la aseveración de que el género (Crataegus sp.) posee una gran potencialidad como portainjerto de algunas especies frutícolas importantes. Desde el siglo XIX se encuentran los primeros estudios en donde ya se reporta lo de la buena compatibilidad del peral injertado en tejocote (Patrick Barry, citado por Tukey, 1964), aunque en México desde la época colonial, ya se conocía sobre dicha combinación (Calderón, 1983).

El tejocote también puede ser empleado como portainjerto de níspero (Mespilus germánica). Puede ser injertado sobre Crataegus oxyacantha y Crataegus cruzgalli (Tukey, 1964; Tamaro, 1968). Son posibles también las combinaciones de membrillo con tejocote según (Mac Daniels, 1964; citado por Romero M. et al., 1981), además es recomendado por realizar algunas injertaciones con manzano (Tukey, 1964), y del mismo tejocote (Manjarrez, 1981).

Recientemente Nieto (1983), concluye que el tejocote tiene potencial para ser empleado como portainjerto de manzano y señala la importancia de continuar con los estudios de compatibilidad vegetativa a largo plazo de Malus/Crataegus.

2. COMPATIBILIDAD DEL MANZANO INJERTADO EN TEJOCOTE.

Con el fin de detectar el grado de incidencia por virus, en

Inglaterra se han realizado combinaciones entre Malus platycarpa y dos especies de Crataegus, la C. oxyacantha y la C. prunifolia (Sweet y Campbeel, 1976; citados por Romero M. et al., 1981). También se ha obtenido un prendimiento de 77% al injertar el cultivar Starking Delicious de manzano sobre Crataegus crenulata y Malus baccata. Dichos resultados se obtuvieron después de 8.5 meses de realizados los injertos. Sin embargo, el desarrollo de los injertos sobre Crataegus crenulata fué pobre y la unión tuvo una capa de madera muerta (Randhawa y Kishore, 1981). Se tienen reportes de que en las partes altas de México y en Pátzcuaro, Mich. es común injertar el manzano sobre tejocote (Quintanar, 1964; Mac Daniels, 1964; citados por Romero et al., 1981). Con base en lo anterior, en el país se han realizado algunos trabajos tendientes a probar la compatibilidad vegetativa del manzano injertado en tejocote. Entre ellos se puede mencionar el realizado por Romero et al. (1981), los que emplearon cuatro cultivares de manzano para injertarlos en tejocote, considerando que el cultivar "California" de manzano fué el que mejor respuesta tuvo, presentando un crecimiento más vigoroso tanto en longitud como en grosor en relación con los otros cultivares y lo atribuyen a que dicho cultivar es más compatible con el tejocote.

Así mismo, Nieto y Borys (1982), al seguir estudiando estas plantas en su segundo año de comportamiento vegetativo, concluyen que sus observaciones no permiten rechazar la idea de que exista incompatibilidad entre manzano y tejocote, proponiendo además, utilizar portainjertos de definida procedencia.

Nieto (1983), llevó a cabo un estudio de compatibilidad vegetativa Malus/Crataegus empleando para ello siete cultivares de manzano y dos portainjertos de tejocote de diferente procedencia. Llegó a la conclusión de que los cultivares de manzano "Winter Banana" y "Golden Delicious", junto con Perón de Tlaxcala, fueron los más compatibles con el tejocote, resultando el cv. "Tropical Beauty" el que se perfila como menos compatible. En cuanto a los portainjertos reporta que los procedentes de Chiapas son los más compatibles con los cultivares de manzano probados en relación a los portainjertos procedentes de Tlaxcala.

En el trabajo experimental realizado por Nicolás-Cruz (1984), en donde injertó yema de manzano y peral sobre tejocote, menciona que la longevidad de algunos manzanos que han crecido sobre patrones de algunas especies de los géneros Crataegus y Sorbus es menor que cuando crecen patrones de su mismo género. Asimismo, reporta que en cuanto al crecimiento, el peral mostró menor altura en relación al manzano tendiendo tal parece, al achaparramiento.

Recientemente Montoya (1985), obtuvo resultados satisfactorios en prendimiento, brotación y crecimiento de manzano injertado en tejocote a dos niveles de injertación 15 y 30 cm. y reporta que fué en este último nivel en donde hubo mejor respuesta de los cultivares.

3. ENRAIZAMIENTO DE MANZANO

3.1 Enraizamiento por estacas

El estacado es hoy toda una técnica completa que aprovecha

la facultad de los vegetales de emitir raíces adventicias en distinto tipo de material fraccionado de la planta madre, las cuales llegan a formar el sistema radical de la nueva planta (Calderón, 1983).

La propagación clonal de los portainjertos a través del enraizamiento de estacas, puede ser una alternativa por la obtención de material vegetativo, debido a la cantidad de material obtenido por este medio. Sin embargo, el manzano es una especie difícil de enraizar (Werner y Boe, 1980; citados por Castillo, 1986), existiendo una carencia del mismo tanto en calidad como en cantidad, que permita abastecer las necesidades del país.

De acuerdo a lo anterior, Garrido (1978), al enraizar estacas de manzano Malling Merton - 106 a 21°C en la base y empleando tres tipos de estacas, observó que tanto la longitud como el número de raíces por estaca se encontraron en todas aquellas tomadas de la parte basal de la rama, debido a una buena acumulación de carbohidratos. Consideró además, que la temperatura de 21°C en la base o parte inferior de la cama de enraizamiento fue eficiente. Asimismo, respecto a la formación de callo indica que existió una influencia en la dosis, considerando que la aplicación de un regulador de crecimiento es importante en la formación de células parenquimáticas que van a constituir la formación de callo.

Debido a que el manzano es una especie difícil de enraizar,

Salazar (1982), considera que es necesario investigar los factores que intervienen en la formación de raíces adventicias en estacas. Trabajando con estacas del portainjerto de manzano MM 106, observó que la formación de callo y la de raíces son independientes encontrando además, una respuesta positiva de la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) a las estacas suponiendo que en este portainjerto, las auxinas están en cantidades limitantes y que al aplicarlas externamente aumenta el enraizamiento.

Los tres niveles de auxina probados 2 000, 2 500 y 3 000 ppm., superaron estadísticamente al testigo pero fueron similares entre sí. El número de estacas que no formaron raíces hace pensar en la posibilidad de que se necesita la aplicación externa de algún cofactor de enraizamiento, que junto con la aplicación de cualquiera de las dosis probadas de AIB y con temperatura de 22°C o mayores en la cama de enraice aumentan el porcentaje de enraizamiento.

3.2 Enraizamiento in vitro.

La propagación in vitro es un método por medio del cual se puede obtener una gran cantidad de material vegetativo. Los estudios realizados a la fecha han manifestado que la proliferación de brotes de diversos cultivares y portainjertos de manzano no ha tenido mayor problema. Sin embargo, el enraizamiento de los mismos y su posterior aclimatización a condiciones de invernadero y de campo, representan una fuerte limitante para la obtención de resultados satisfactorios con esta técnica (Castillo, 1986).

Muchos trabajos se han realizado con cultivares y portainjertos de manzano (James, 1979; citado por Castillo, 1986), en donde se han empleado diferentes concentraciones de auxinas y combinaciones con diferentes concentraciones con floroglucinol (FG), (Welander y Huntrieser, 1981; Villegas, 1982; Villegas y Castillo, 1985), quienes han encontrado aumentos en los porcentajes de enraizamiento al combinarlo con AIB.

Welander y Huntrieser (1981), al propagar in vitro el portainjerto de manzano A-2 en dos fases de crecimiento juvenil y adulto, observó que el floroglucinol (FG) en combinación con AIB., promueven el enraizamiento aunque la concentración de floroglucinol no es la misma para las distintas fases de crecimiento. Para la fase adulta 10^{-4} M de floroglucinol promueve el enraizamiento, mientras que 10^{-3} M inhibe el enraizamiento. En la fase de crecimiento juvenil ambas concentraciones estimulan el enraizamiento. El floroglucinol a 10^{-4} M incrementó el número de raíces y las raíces más largas se obtuvieron con 10^{-3} M de floroglucinol y 5 micromolar de AIB.

Villegas (1982), obtuvo formación de raíces en brotes de diferentes cultivares de manzano colocados en un medio que contenía 1 mg/l de AIB más 160 mg/l de floroglucinol, observando además que el porcentaje de enraizamiento varió de un 30% para el cv. "Michal", hasta un 70% para el cultivar "Tropical Beauty". Los cultivares "Elah" y "Pettingill" presentaron el 60 y 50% respectivamente.

Castillo (1986), trabajando con portainjertos MM 106, logró

el mejor porcentaje de enraizamiento (47.46%) y sobrevivencia (61.02%), a una concentración de 0.1 mg/l y AIB, observando disminución de ambas al aumentar la concentración de auxina. El mejor número de raíces se obtuvo con 0.3 mg/l de AIB (4.391/brote).

Respecto al número de raíces logrado en el trabajo en la mayor concentración de AIB, se debió al corto período de exposición de los brotes a la auxina y a que el p^H del medio para la inducción de raíces fue correcto.

3.3 Enraizamiento por afrancamiento.

En un viaje realizado al estado de Chiapas, (Romero et al., 1981), observaron algunas combinaciones de injertos de los géneros Malus/Crataegus y hacen mención de que en ese lugar, ayudan a enraizar al manzano por afrancamiento. Afirman además que esa actividad se ha realizado en aquella región, pero que ha disminuído en los últimos tiempos.

4. ENRAIZAMIENTO DEL TEJOCOTE.

Debido a que el tejocote, al igual que el manzano, tienen un gran potencial de variabilidad genética y una alta heterocigocidad, al reproducirlos por semilla como hasta ahora se ha venido haciendo con el tejocote para la obtención de patrones no se transmiten fielmente a sus descendientes las características paternas. Tomando en cuenta lo anterior, en la actualidad se hacen esfuerzos considerables para propagar vegetativamente a ambas plan

tas para reproducir características fieles al tipo.

En la literatura no existen muchos antecedentes de trabajos en los cuales se empleó al tejocote para propagarlo vegetativamente. Se encontró una referencia en donde Sonnenfeld (1962), aplicó concentraciones de .005 y .01% de solución de ácido indolbutírico por un lapso de 4, 6 y 24 horas en cortes de Crataegus oxyacantha a diferentes grados de lignificación, con buenos resultados.

En México se puede afirmar que poco se ha trabajado con el tejocote para propagarlo vegetativamente y es en los últimos años que en la Universidad Autónoma Chapingo se ha tomado gran interés con esta planta y ha realizado estudios diversos con resultados alentadores, pero no se ha logrado propagar al tejocote asexualmente. Se tiene conocimiento que en Estados Unidos y China ya se logró enraizarlo (com. pers. Borys, 1988).

5. AFRANCAMIENTO

a) Definición. Es la operación que consiste en colocar el árbol en condiciones tales que puedan formarse raíces adventicias por encima del punto de injertación. El sujeto se separa de esta forma del portainjerto, y las nuevas raíces, ya en principio pivotantes, penetran profundamente la tierra y dan al árbol una gran vegetación. Este método es válido para el peral y manzano (Ravel, 1972).

El afrancamiento es el causante de que se pierdan los obje-

tivos específicos que se persiguen al emplear un patrón determinado. Así, si la finalidad era obtener un árbol de escaso porte, al tener lugar el afrancamiento el carácter enanizante del patrón se pierde, obteniendo el árbol un desarrollo más vigoroso, que destacará claramente entre los restantes árboles del huerto (Calderón, 1983).

Kramer y Schuricht (1982), se refieren al afrancamiento como un método de independencia de las variedades, mencionando que en las plantaciones frutales adultas, con ciertas variedades de peral injertados sobre membrillero o de manzano sobre M 9, aparecen aisladamente árboles que crecen con mayor vigor que los adyacentes. Esto es debido a que fueron plantados un poco más hondo de lo necesario, la soldadura quedó cubierta de tierra y la parte inferior del tallo de la variedad injertada echó raíces, por cuanto es propenso a echarlas. Por consiguiente, sostenida con su propia raíz, la variedad engendra su vigor de desarrollo específico.

Este fenómeno de independencia de la variedad, cuya raíz puede desarrollarse mucho, hace que el patrón vaya muriendo lentamente.

5.1 MOMENTO PROPICIO PARA AFRANCAR

El afrancamiento puede llevarse a cabo de distintas maneras:

- a) En el momento de plantar
- b) Algunos años después de la plantación, transcurrido el

primer año de producción.

a) Al plantar. Los árboles se plantan de tal forma que el punto de injerto esté de 10 a 12 cm. por debajo del nivel del suelo. En algunas formas, como en el seto frutal (por necesidad de plantación), las plantaciones están enterradas y el afrancamiento es inevitable.

-b) Al primer año de producción. El peral injertado sobre membrillero, es muy rápido en fructificar. A veces, se cubre de frutas con demasiada rapidez, languidece y no vuelve a vegetar. Se impone entonces el afrancamiento que deberá realizarse mediante un enterrado progresivo de los pies ó, en algunas variedades difíciles, como la "Alexandrina Dovillard", por injertación de un franco y del sujeto por medio de contacto (Ravel, 1972).

Respecto a la época en que se puede efectuar el afrancamiento con buenas posibilidades de éxito, Grünberg y Sartori (1978), recomiendan efectuarlo a fines de verano y principios de otoño ó a fines de invierno y principio de primavera. Asimismo mencionan que el afrancamiento se consigue arrojando tierra a los troncos, poco a poco, durante dos o tres años.

5.2 AFRANCAMIENTO DE PERAL/MEMBRILLERO

Únicamente es recomendable para los siguientes casos, todos complementarios según Tiscornia (1977):

- a) En caso de tierra de pobre drenaje, poco rica y que no sea compacta,

- b) En una plantación donde la distancia entre árboles sea menor.
- c) Cuando es necesario producir pronto,
- d) Cuando se dispone de riego.

En estos casos se aconseja plantar en forma tal que se facilite el "afranqueo" basta para ello plantar en forma tal que la unión del injerto y el membrillo quede a nivel de la tierra; al asentarse con el cultivo para que el peral injertado también - - arraigue.

5.3 CAUSAS DE AFRANCAMIENTO EN LAS PLANTACIONES

1. La plantación a excesiva profundidad es tal vez el defecto inicial más corriente en las plantaciones frutales. El principal motivo de esta tendencia lo constituye la idea, muy extendida entre los arboricultores, de que plantando de ese modo los árboles están mejor anclados en el terreno y, en consecuencia, más a salvo de la acción de los vientos.

2. Es también causa de plantaciones profundas la costumbre de plantar en hoyos abiertos en el terreno sin hacer ninguna otra labor en toda su superficie. En tales casos, aunque la colocación de los árboles sea más o menos correcta, en el momento de plantar y aplicar el primer riego, descienden con el nivel de la tierra removida de los hoyos.

Motiva además la extensión de ese problema la tendencia casi unánime entre los viveristas de injertar los árboles en el

mismo cuello de la raíz de los patrones.

3. Otra causa por la que se acostumbra a plantar los árboles frutales con el injerto enterrado es la de perseguir su afrancamiento, en la creencia de que dicha práctica debe constituir un fin y no una solución de emergencia.

Dicha creencia se fundamenta en el hecho repetido de que determinadas plantaciones de peral sobre el membrillero establecidas con variedades incompatibles con dicho patrón ó en terrenos poco aptos para el desarrollo del mismo, experimentan cambios radicales al afrancarse y salvar dichos inconvenientes en el momento en que comienzan a vegetar sobre las raíces de peral. Naturalmente en estos casos es interesante provocar el afrancamiento, pero únicamente ante el hecho consumado de una plantación errónea. En otro caso debe plantarse directamente sobre franco, ya que de éste modo se gana el espacio de tiempo durante el que los árboles vegetan por estar todavía sin afrancar. El afrancamiento nunca es uniforme en el conjunto de las plantaciones (Cambra y Cambra, 1974).

5.4 FORMAS DE EVITAR EL AFRANCAMIENTO EN PLANTACIONES

Cuando es necesario impedir el afrancamiento, los injertos son plantados cuidadosamente muy firmemente con el labio superior del material varietal injertado justo encima del nivel natural del suelo (Garner, 1983; Cambra y Cambra, 1974).

Cuando se utilizan patrones clonales y las plantaciones se

planean sobre la base de sus características y vigor conocidos, esta exigencia adquiere su máxima magnitud y trascendencia (Cambra y Cambra, 1974).

Como solución en los casos en que sólo se disponga de árboles injertados muy abajo, es aconsejable disponerlos superficialmente y complementar la plantación con un aporcado temporal, que deberá suprimirse cuando las raíces hayan profundizado suficientemente, para dejar el injerto definitivamente fuera de la superficie del terreno (Cambra y Cambra, 1974).

Garner (1983), menciona que los materiales varietales injertados sean aporcados con suelo hasta que la yema apical sea visible. Cuando han hecho un buen crecimiento normalmente a mitad del verano, el aterrado es rebajado por labores rutinarias y la base del material injertado es dejada limpia justo a nivel del suelo.

5.5 ORIGEN DE LAS RAICES ADVENTICIAS POR AFRANCAMIENTO

Por su origen, las raíces pueden ser consideradas como de dos tipos diferentes. Las llamadas raíces verdaderas o normales, son aquellas que se formaron a partir de la radícula del embrión, del cual se forma después todo un verdadero sistema radical que en ocasiones puede llegar a ocupar un gran volumen.

El otro tipo de raíz es el adventicio, las cuales no tienen origen embrional sino que aparecen a partir de un grupo de células vivas y parenquimáticas de ramas y tallos, e incluso de ho--

jas (Calderón, 1983).

El proceso complejo de formación de raíces adventicias en cortes es conocido por ser regulado por influencias medioambientales sobre el metabolismo, estado de agua y hormonas endógenas (Hartmann y Kester, 1982). Así mismo, es dependiente de auxinas, azúcares y sustancias nitrogenadas según autores citados por Friedman et al., (1979). También dependen de otros factores como fenoles y niveles de oxígeno (autores citados por Fabijan et al., 1981).

Las raíces adventicias tienen varios orígenes. Ellas pueden ser iniciadas del floema, rayos del parénquima, del cambium vascular o del floema a la base del corte, en tejidos de rayos del floema secundario ó de lenticelas de acuerdo con los autores que citan Martín y Harris (1976).

En plantas leñosas perennes, las raíces adventicias en estacas de tallo, por lo común, se originan en el floema secundario joven, aunque también pueden originarse de otros tejidos, tales como los radios vasculares, el cambium y la médula. En general, el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúan cerca y hacia afuera del cilindro central de tejido vascular (Hartmann y Kester, 1982).

Pero las raíces pueden originarse también con posterioridad y directamente en el tronco, como es el caso de los pies que se franquean. El afrancamiento es una situación irregular del desarrollo de la raíz en el caso de un portainjerto injertado.

Hay una emisión de nuevas raíces por encima del punto del injerto que llegan a substituir completamente a las raíces originales del portainjerto.

Souty (1966), menciona dos opiniones de autores que difieren en cuanto al origen de las raíces adventicias por afrancamiento:

a) Para algunos, las primeras diferenciaciones o rudimentos de las raíces adventicias se encuentran en las capas próximas al cambium en la zona a un radio medular.

b) Para otros, estas raíces adventicias tienen su origen en una célula del radio medular y precisamente en la que éstos se cruzan con el cambium, pudiéndose tratar de un radio primario o secundario.

Sobre las ramas, las zonas en las que con preferencia se forman las raíces son las que se encuentran en la inserción de la rama y con menor frecuencia en las protuberancias de la misma donde se insertan las hojas, pudiendo también, aunque más raramente, hacerlo en los entrenudos. Por otra parte, las raíces pueden originarse en las cicatrices producidas en la rama, pero también en estos casos se encuentra su iniciación en relación directa con la médula (Souty, 1966).

5.6 EL AFRANCAMIENTO COMO METODO DE PROPAGACION VEGETATIVA

Debido a la necesidad de propagar algunos materiales de agua cate seleccionado por sus características de adaptación a condiciones de sequía, inundación, suelos salinos y calcáreos y resis

tencia a Phytophthora cinnamomi, Salazar y Borys (1985), llevan a cabo el afrancamiento como resultado de la búsqueda de nuevas técnicas seguras y eficientes de propagación vegetativa. Probaron ésta técnica con diferentes aguacates tales como "Hass", "Wurtz", "Fuerte", "Duke 6", "Duke 7", "Edranol" y selecciones locales con excelentes resultados en adición a los bajos costos y requerimiento de equipo. Llegaron a la conclusión de que este método, pionero en México, representa una solución a la escasez de técnicas en la propagación clonal de aguacate (Persea americana. Mill).

5.7 VENTAJAS DEL AFRANCAMIENTO

1. Aumenta notablemente el vigor y el desarrollo vegetativo con el nuevo enraizamiento.

2. Es interesante en el caso de terrenos químicamente favorables, pero insuficientemente provistos de agua. La utilización de un portainjerto débil permite una entrada rápida en producción y el franqueamiento progresivo proporciona un sistema radicular más profundo, susceptible de aprovechar mejor las reservas de agua del suelo.

3. También es interesante en tierras calizas donde los árboles de peral injertados sobre membrillero son susceptibles de sufrir clorosis. Se obtiene una rápida entrada en producción y el franqueamiento evita la clorosis posterior de acuerdo a Coutanceau (1971).

4. El afrancamiento representa una solución al enanismo y escaso desarrollo en uniones incompatibles. En caso contrario las plantas serán por demás chicas como para cargar apenas lo su ficiente (Tiscornia, 1977).

5. Por medio del afrancamiento se puede obtener el máximo desarrollo de un cultivar débil (Souty, 1966).

6. El afrancamiento puede ser empleado como una nueva técni ca de propagación en fruticultura con la cual se pueden multipli car plantas con características de adaptabilidad a condiciones - edafológicas desfavorables y de material vegetal resistente a - plagas.

7. Por medio de este método el material a propagar se puede mantener con vida y en buen estado de desarrollo debido al injer to, mientras se forman las nuevas raíces adventicias.

8. El afrancamiento permite propagar material vegetativo di fícil de enraizar y que por otras técnicas es poco factible de - lograrlo.

9. Es un método que no requiere de equipo especial y de ele vado costo, además de que resulta práctico y realizable en el - campo o huerto.

5.8 DESVENTAJAS DEL AFRANCAMIENTO

1. El afrancamiento provoca una falta de uniformidad en cuan to al desarrollo a nivel de plantación (Coutanceau, 1971; Cambra

Cambrá, 1974).

2. El nuevo enraizamiento producido con el afrancamiento es tendiente a los tipos francos a nivel de plantación, debido a ello, se puede retrasar la fructificación y en ciertos casos disminuye la calidad (Souty, 1966).

3. Con el nuevo sistema radical formado por afrancamiento se pierde toda influencia del portainjerto escogido por sus características especiales y hace que éste muera lentamente (Coutanceau, 1971; Kramer y Schuricht, 1975).

4. Como técnica de propagación se obtendrán resultados satisfactorios cuando el proceso de injertado se realice de una manera cuidadosa, empleando a personal capacitado y con experiencia para tal fin. De lo contrario los resultados serán desalentadores.

5. Es factible que por esta técnica se pueda transmitir o difundir alguna enfermedad fungosa o de tipo viral. Se debe tener especial cuidado de que el portainjerto se encuentre completamente sano y libre de enfermedades.

6. EL ENRAIZAMIENTO EN LA UNIÓN DE INJERTO COMO CONSECUENCIA DE INCOMPATIBILIDAD

Una gran cantidad de atención ha sido enfocada arriba de la unión entre el patrón y el injerto como factor que controla el enanismo. De esta forma se ha llegado a inquirir largamente dentro del mecanismo de la unión, con especial referencia a los fac

tores que promueven una buena unión y las posibles interrupciones en el movimiento de materiales desde el patrón al injerto y viceversa, algunas veces con efecto de anillado, ceñimiento y con-tricción (Tukey, 1964).

Para propósitos prácticos, la unión en sí misma puede operar como un ceñimiento natural interfiriendo con el movimiento descen-dente de carbohidratos y de ese modo tienden a reducir el creci-miento de las raíces y favorecer la acumulación de carbohidratos arriba de la unión (Tukey, 1964).

Aparentemente puede convenir un próspero enanismo y una -fructificación temprana en las combinaciones en donde el patrón e injerto están asociados con este fenómeno de ceñimiento natu-ral, en el cual cada año existe una suficiente interrupción de -materiales entre el patrón y el injerto pasando la unión para -ocasionar lo observado y los resultados esperados. El enanismo de algunas peras sobre membrillo pueden ser de este tipo, en el cual hay un perpetuo y virtualmente propio semiceñimiento de con-genialidad parcial (Tukey, 1964).

Considerando los anteriores planteamientos de que la unión de injerto pueda actuar como un ceñimiento natural para el paso de algunos materiales de la vareta al patrón o viceversa. Se --estima posible que en las combinaciones de manzano sobre tejocote y de tejocote "mejorado" sobre manzano, dado que existe in-compatibilidad parcial según Nieto (1983), pueda esta última jun-to con algún fenómeno parecido al ceñimiento, favorecer la acumu-lación de carbohidratos y algunas hormonas de ocurrencia natural

justo arriba de la unión de injerto y por debajo de la misma, algunas citocininas provenientes del sistema radical del patrón. En base a lo anterior se cree factible inducir la formación de raíces adventicias por afrancamiento en las zonas de acumulación de los materiales ya mencionados.

III. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del sitio experimental

El trabajo experimental se efectuó en el Jardín Botánico-Invernadero de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Izta--cala. El Jardín Botánico se encuentra localizado a 19° 31' 23" Latitud Norte, y a 99° 11' 12" Longitud Oeste, con una altitud de 2 246.24 msnm (fotomapa Tlalnepantla E14 A29-E SPP, 1986).

Su fórmula climática es C(W''o) (w)b (i'), donde: C es clima templado húmedo; (W''o) el más seco de los templados húmedos con lluvias en verano y un cociente P/T menor a 43.2 con sequía intraestival (existen dos temporadas de sequía, una larga en invierno y una corta entre la época de lluvias); (w) es el porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del total anual; b es verano fresco y largo con temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C; (i') es la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5 y 7°C; la temperatura media anual es de 15°C, con una precipitación media anual de 641 mm concentrada en los meses de junio a septiembre (García, 1964).

2. Obtención del material vegetativo

2.1 Plantas de tejocote

Se emplearon 240 patrones de tejocote de 1 a 2 años de edad provenientes del Campo Experimental "San Juan II" de la Universidad Autónoma Chapingo. El tamaño de las plantas osciló entre

50 y 70 cm de altura; el diámetro del tallo varió entre 7 y 10 mm. Todos los patrones de tejocote se transportaron al Jardín Botánico-Invernadero de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala completamente enmacetados en tubos de polietileno negro, el 25 de febrero de 1985. La vareta de tejocote mejorado o del denominado "injerto" se cortó el 1° de febrero del mismo año.

2.2 Plantas de manzano.

El 1° de marzo de 1985 se cortaron las varetas del cultivar "Winter Banana" de manzano, así como patrón de manzano MM 106 en el Campo Experimental "San Martín" de la Universidad Autónoma Chapingo. En el transcurso del mismo mes se recibió el portainjertos MM 111 y varetas del cultivar "Golden Delicious" de manzano procedentes del Campo Agrícola Experimental "Sierra de Chihuahua" con base en Cd. Cuauhtemoc, Chih.

3. Establecimiento del experimento.

3.1 Método de injertación.

El tipo de injerto practicado fué el inglés complicado o de "lengüeta". Este método es bueno en especial para injertar material relativamente pequeño, de 0.5 a 1.5 cm de diámetro. Cuando se hace en la forma debida tiene mucho éxito, porque hay un contacto considerable de las superficies cambiales. Cicatriza con rapidez y forma una unión fuerte. Se prefirió que el patrón y

la púa tuvieran el mismo diámetro. Se seleccionó púa con dos o tres yemas y se hizo el injerto en la zona internodal lisa que quedaba abajo de la yema inferior.

Los cortes que se hicieron en la punta del patrón fueron exactamente iguales a los realizados en la base de la púa. Primero se hizo un corte largo, neto e inclinado, de 2.5 a 6.5 cm de largo Fig. 1. Los cortes más largos se hacen cuando se trabaja con material más grueso. De preferencia ese corte debe hacerse con un sólo tajo de la navaja, de modo que la superficie quede bien lisa. Para lograr esto, la navaja debe estar muy bien afilada (Hartmann y Kester, 1982).

En cada una de esas superficies cortadas se hizo un corte en sentido opuesto. Este corte se inició hacia abajo más o menos en el tercio superior de la punta de la superficie cortada y se hizo como la mitad de la longitud del primer corte (Fig. 2). Para tener un injerto que se ajuste bien, este segundo corte no debe meramente partir el grano de la madera, sino que debe seguir al primer corte con tendencia a quedar paralelo a éste.

Luego se insertaron patrón e injerto, con las lengüetas entrelazadas. Es de extrema importancia que las capas de cambium coincidan cuando menos de un lado y de preferencia en ambos. La punta inferior de la púa no debe sobresalir o colgar del patrón, ya que hay la posibilidad de que se forme allí un nudo grande de callo.

Cuando el injerto era más delgado que el patrón, se colocó

Fig. 1.

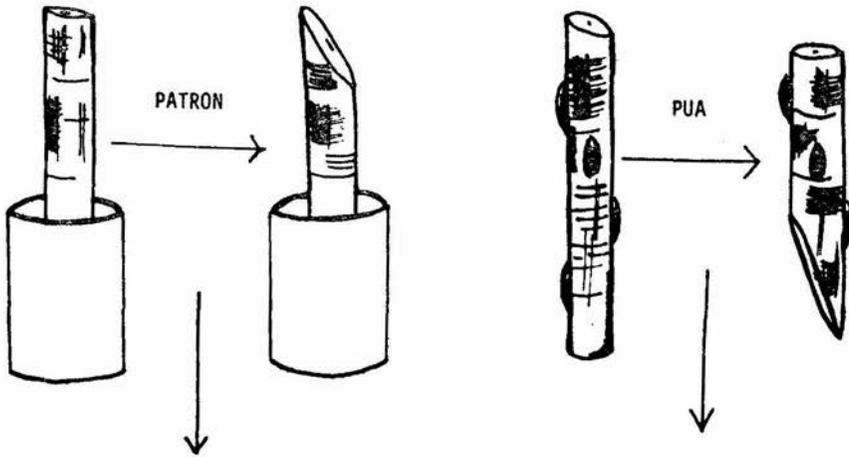
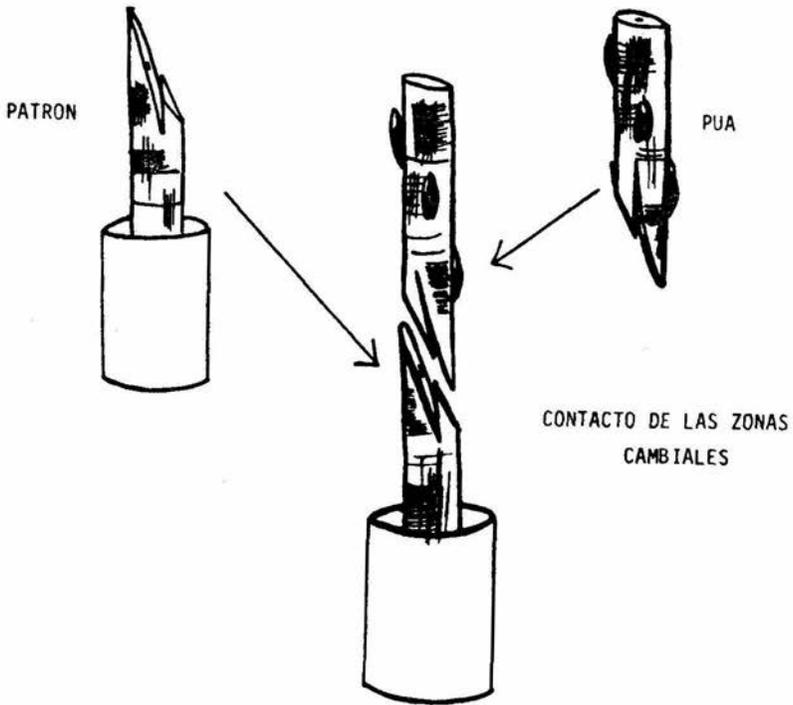


Fig. 2.



INJERTO "INGLES"

a un lado del mismo, hasta que se tuvo la certeza de que las capas del cambium coincidieran en ese lado. Una vez que se acoplaron el patrón y la púa, se les mantuvo bien unidos hasta que las partes soldaron (Hartman y Kester, 1982).

3.2 Epoca de injertación.

El proceso de injertación se efectuó por tratamientos durante los días 24 y 27 de marzo; 2 y 29 de abril de 1985, es decir, a principios de la época de primavera. La altura a la que fueron injertadas las plantas fue a 15 cm del nivel del suelo de la maceta.

3.3 Método de afrancamiento.

La primera vez que se realizó el afrancamiento fue durante el mes de noviembre de 1985. Para esta fecha las plantas alcanzaron una longitud promedio del brote de 45 a 50 cm. Después de que las plantas se injertaron a 15 cm del nivel del suelo y los parámetros correspondientes medidos, se efectuó un corte longitudinal de la base a la punta del brote de ese año con una navaja muy cortante (Fig. 3). Entonces, un fino pedazo de madera cuyo tamaño aproximado fue de 10x10 x 1 mm, libre de resinas y previamente saturado en una solución alcohólica de 10 000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), es introducida en el corte. Después, con una pieza de hilo de algodón fino, la pequeña lengüeta del tallo es prensada contra la pieza introducida de madera quedando estrechamente unida (Fig. 4).

Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



EL AFRANCAMIENTO

Después de que el pedazo de madera es puesto en el tallo, éste es introducido en un tubo de polietileno negro de tal modo que abarque la planta desde la superficie del suelo contenido en la maceta, hasta 10 ó 15 cm arriba del punto de injerto. Las hojas cubiertas por el tubo de polietileno son cortadas, enseguida el tubo es llenado con suelo esterilizado (Fig. 5).

Es indispensable mantener la suficiente humedad en el tubo, así como en la planta madre durante el procedimiento. Si el material ha enraizado puede ser usado como patrón e injertado con la variedad comercial seleccionada para después separarlas y usarlas como patrón injertado. La planta enraizada puede ser desprendida de la planta madre sin ningún riesgo después de los primeros 70 días de la iniciación del proceso de enraizado.

La segunda vez que se realizó este método, descrito por Salazar y Borys (1983), fue durante la época de primavera debido principalmente a que no existió una respuesta satisfactoria de enraizamiento la primera vez que se llevó a cabo.

4. Manejo de suelo y plantas.

4.1 Suelo

a) Antes de injertar. Para embolsar los patrones de manzano MM 111 y MM 106 se preparó una mezcla de suelo consistente en tierra negra y tierra de hoja en proporción 2:1, de tal manera que presentara una buena textura, un eficiente drenaje y un adecuado contenido de materia orgánica, características indispensa

bles para un mejor desarrollo del sistema radical. Esta misma mezcla se empleó para el proceso de afrancamiento. Para mantener la mezcla libre de organismos patógenos se fumigó con Foli-dol (nombre comercial), a una dosis de 5 ml/12 litros de agua.

b) Combate de malezas en el proceso experimental.

Las macetas se deshieron cada 20-25 días efectuando esta operación de forma manual. Los "pasillos" se deshieron con la ayuda de azadón y pala recta impidiendo de esta manera que el pasto invadiera las macetas. Los deshierbes se realizaron con mayor frecuencia durante la época de lluvias, aproximadamente cada 10 ó 13 días. La maleza que predominó en las macetas fue el coquillo (Cyperus esculentus L.).

c) Riegos

Los riegos se efectuaron cada tres o cuatro días y después de la injertación, disminuyendo la cantidad de éstos durante la época de lluvias e invierno. Todos los riegos se efectuaron con la ayuda de una manguera y de dos recipientes con regadera con capacidad de 15 litros.

4.2 Plantas

a) Conservación del material vegetal antes de injertar.

Las varetas de todos los cultivares se envolvieron en papel periódico húmedo en manojos de 25, colocándose en bolsas de polietileno negro para conservarlas en buen estado y con la sufi-

ciente humedad. Se mantuvieron en refrigeración aproximadamente durante 30 a 40 días, hasta que se ejecutaron los injertos. Los portainjertos de manzano MM 106 y MM 111 provenientes de Chihuahua a raíz desnuda, se agruparon en rollos en número de 30 plantas y se les aplicó aserrín húmedo. Antes de ser embolsados se les desinfectó el sistema radical aplicando fungicida Cupravit a una dosis de 35 g/15 litros de agua. Todos los portainjertos ya embolsados se dejaron arraigar perfectamente por un lapso de 20 días. Previo a la injertación todas las ramas laterales de los patrones de tejocote fueron podadas.

b) Control de plagas en el proceso experimental.

Durante la segunda semana del mes de junio se encontraron algunos indicios de la presencia del escarabajo conocido como "frailecillo" (Macroductylus subspinosum) en las hojas de las plantas de manzano principalmente, ya que estas se apreciaron completamente devoradas del limbo, excepto las nervaduras. La plaga se combatió con Folidol (nombre comercial) a una dosis de 10 ml/10 litros de agua.

5. Estado nutricional de las plantas.

En mayo de 1985 se observaron síntomas de marchitez, deshidratación y tristeza en general de todas las plantas del tratamiento de tejocote injertado sobre patrón MM 111, terminando con la muerte de las mismas a los 14 días de haber sido realizada ésta observación y a los 64 de haber sido injertadas.

Para fines del mes de julio del mismo año, aparecieron los síntomas de clorosis, necrosis en el borde y enrollamiento de las hojas, además de poco crecimiento. Las hojas más jóvenes fueron las que tuvieron más conspicua la clorosis y las plantas más afectadas fueron aquellas que comprendieron los tratamientos en donde se injertaron los dos cultivares de manzano "Winter Banana" y "Golden Delicious", así como los portainjertos MM 111 y MM 106 sobre tejocote. Es necesario mencionar que este desorden fisiológico no se cuantificó porque se observó en la totalidad de las plantas de los tratamientos mencionados.

5.1 Pruebas fitopatológicas.

Del 7 al 13 de septiembre de 1985 se efectuaron algunas pruebas fitopatológicas con la finalidad de determinar si los síntomas observados fueron provocados por la presencia de un agente patógeno. No se logró detectar la presencia de nemátodos en hojas ni raíz (prueba de filtrado y macerado para nemátodos), sólo fue posible detectar la presencia de algunos hongos saprofiticos de los géneros siguientes: (Sporobolomyces sp. y Steganosporium sp.), mediante el cultivo de partes dañadas, en este caso las hojas principalmente, en medio papa-dextrosa-agar.

Durante la tercera semana de septiembre se tomaron muestras de las hojas con los síntomas más marcados y se analizaron en la Universidad Autónoma Chapingo determinándose deficiencia nutricional de fósforo, potasio y magnesio.

5.2 Fertilización.

Para la deficiencia nutricional detectada, se realizó la aplicación del fertilizante "Floraphil" el cual contiene todos los macro y micronutrientes. Las aplicaciones se realizaron maceta por maceta a una dosis de 2 g/litro de agua.

6. Metodología en la toma de datos.

El trabajo experimental se dividió en tres etapas a saber:

- a) Medición de diámetros de tallos y longitud del brote del injerto
- b) Afrancamiento
- c) Cuantificación de raíces adventicias formadas en el afrancamiento y del sistema radical de los portainjertos

7. Diseño experimental y de tratamientos.

El diseño experimental fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Cada unidad experimental estuvo formada por 15 plantas injertadas (Fig. 6). Los tratamientos comprendieron a un patrón de tejocote, dos cultivares de manzано así como dos portainjertos clonales. Se realizaron diez combinaciones y se distribuyeron al azar en cada bloque, sumando un total de cuarenta observaciones. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tejocote mejorado/MM 111.....	A
Winter Banana/MM 106.....	B

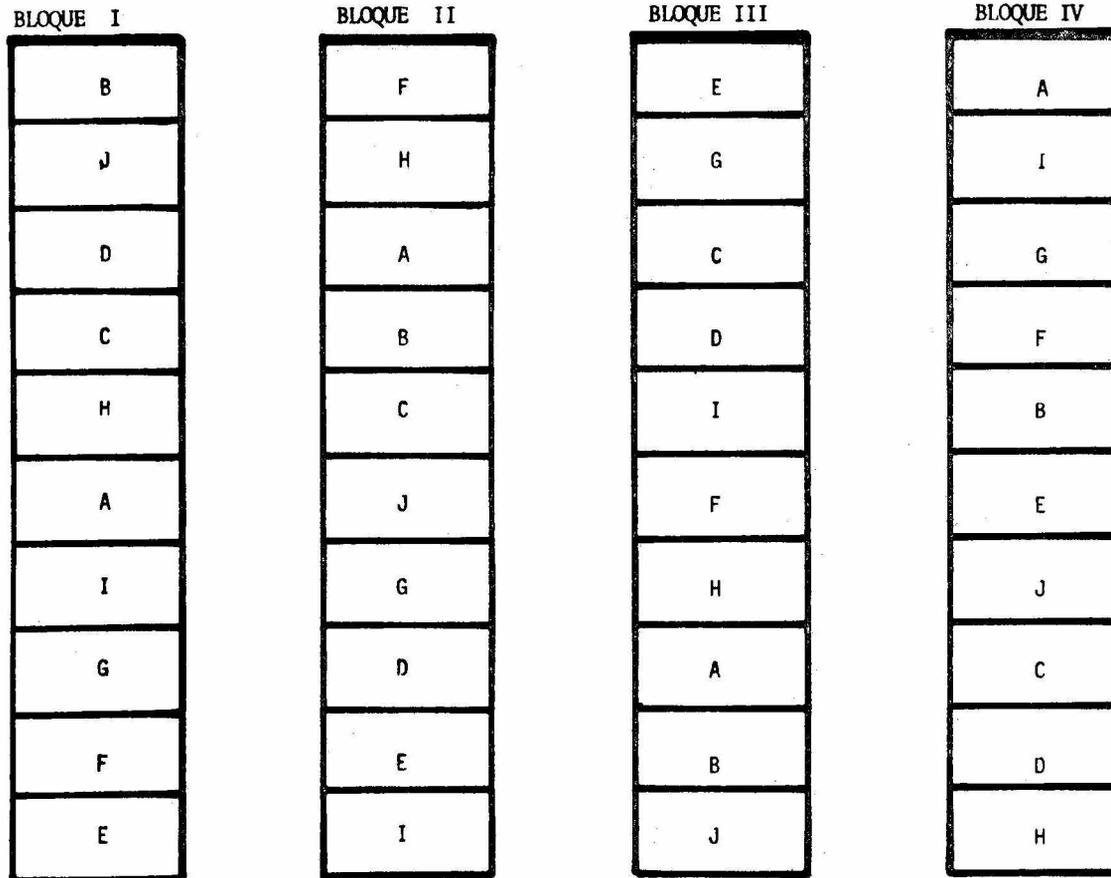


FIG. 6 Diseño experimental bloques al azar y distribución de las unidades experimentales en cada uno de los cuatro bloques.

Golden Delicious/MM 106.....	C
Winter Banana/tejobote.....	D
Winter Banana/MM 111.....	E
Golden Delicious/tejobote.....	F
MM 106/tejobote.....	G
MM 111/tejobote.....	H
Tejobote mejorado/MM 106.....	I
Golden Delicious/MM 111.....	J

8. Análisis de datos.

Para cada una de las variables en estudio se realizó un análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar cuyo modelo es el siguiente:

$$L_{ijk} = M + C_i + B_j + E_{ij} + E_{ijk}$$

en donde:

$i = 1, 2$ cultivares

$j = 1, 2$ 5 repeticiones

$k = 1, 2$ 15 plantas

en donde:

L_{ijk} = Longitud del injerto i en el bloque j sobre el portainjerto k .

M = Media general

C_i = efecto del i -ésimo cultivar

B_j = efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = efecto del error experimental en el i -ésimo

cultivar, del j-ésimo bloque

E_{ijk} = efecto del error del muestreo en el i-ésimo
cultivar y j-ésimo bloque del k-ésimo porta
injerto.

Para estimar el grado de relación existente entre los caracteres en estudio, se calculó el coeficiente de correlación (r) entre ellos. Se postuló un modelo de regresión lineal para la variable longitud del brote principal así como su modelo matemático.

Se realizó la comparación de medias o promedios empleando para tal propósito la prueba de Duncan o de t múltiple.

9. Variables estudiadas.

9.1 Diámetro de los portainjertos.

Las mediciones de los diámetros de los portainjertos se realizaron cada 15 días a partir del 6 de marzo hasta fines del mes de agosto de 1985. Se utilizó un vernier de plástico y las medidas se tomaron a 5 cm del nivel del suelo de la maceta marcándose con pintura negra.

9.2 Injertos brotados.

Se consideraron injertos brotados a todos aquellos cuyas yemas estaban abiertas y se contaron los días 5 y 9 de agosto de 1985.

9.3 Injertos "prendidos".

Se consideraron injertos "prendidos" a todos aquellos que se encontraron verdes y en buen estado. Se evaluaron a simple observación cuantificándole los días 5 y 9 de agosto del mismo año, a los 138 días de ser injertados.

9.4 Longitud del brote principal del injerto.

La longitud del brote principal de los injertos se midieron con la ayuda de una cinta métrica metálica, tomándose los datos para cada tratamiento cada 15 días a partir del mes de mayo de 1985, hasta la aparición de la yema apical del brote como indicio de que el crecimiento se había detenido.

9.5 Cuantificación de las raíces adventicias emitidas.

Las raíces adventicias formadas por afrancamiento se cuantificaron hasta el mes de noviembre de 1986, exactamente a un año de haber sido realizado el afrancamiento por vez primera. Se realizó una revisión del proceso del 3 de abril al 16 de mayo del mismo año, encontrando que no existió una emisión satisfactoria de raíces. Para esas mismas fechas se efectuó por segunda vez el afrancamiento obteniendo ahora sí, una respuesta satisfactoria de enraizamiento. La cuantificación consistió de los siguientes datos:

- a) Número de raíces principales
- b) Longitud de raíces principales.

9.6 Cuantificación del sistema radical de los portainjertos.

Del 9 de enero al 30 de marzo de 1987 se procedió a cuantificar el sistema radical de los portainjertos de manzano y de los patrones de tejocote. Se tomaron los mismos datos que en el punto anterior.

IV. RESULTADOS

1. Porcentaje de prendimiento.

El comportamiento de los tratamientos respecto al prendimiento fue variable. Los más altos porcentajes fueron presentados por los tratamientos en donde los cultivares Winter Banana y Golden Delicious de manzano se injertaron sobre tejocote. Los mismos resultados fueron obtenidos cuando los portainjertos de manzano MM 111 y MM 106 se injertaron sobre el mismo patrón de tejocote con 96.66%.

En el tratamiento E, (Winter Banana/ MM 111), se observó un 95.6% de prendimiento, seguido del cultivar Golden Delicious injertado sobre los dos portainjertos MM 111 y MM 106 de manzano, tratamientos J y C, 93.3%. En el tratamiento B, (Winter Banana/ MM 106), se pudo observar un 85.0% de prendimiento.

En los tratamientos I, A es decir, en donde se injertó el tejocote tipo mejorado sobre los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111, se obtuvieron los porcentajes más bajos de prendimiento con 70 y 41.6% respectivamente. Estos resultados pueden apreciarse en la (Fig. 7)

Para efectuar el análisis de varianza se realizó la transformación de los porcentajes de prendimiento X a arcoseno \sqrt{x} . Los resultados de dicha prueba mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con $\alpha = 0.05$. Es posible que esas diferencias estén dadas por los efectos de los diferentes portain-

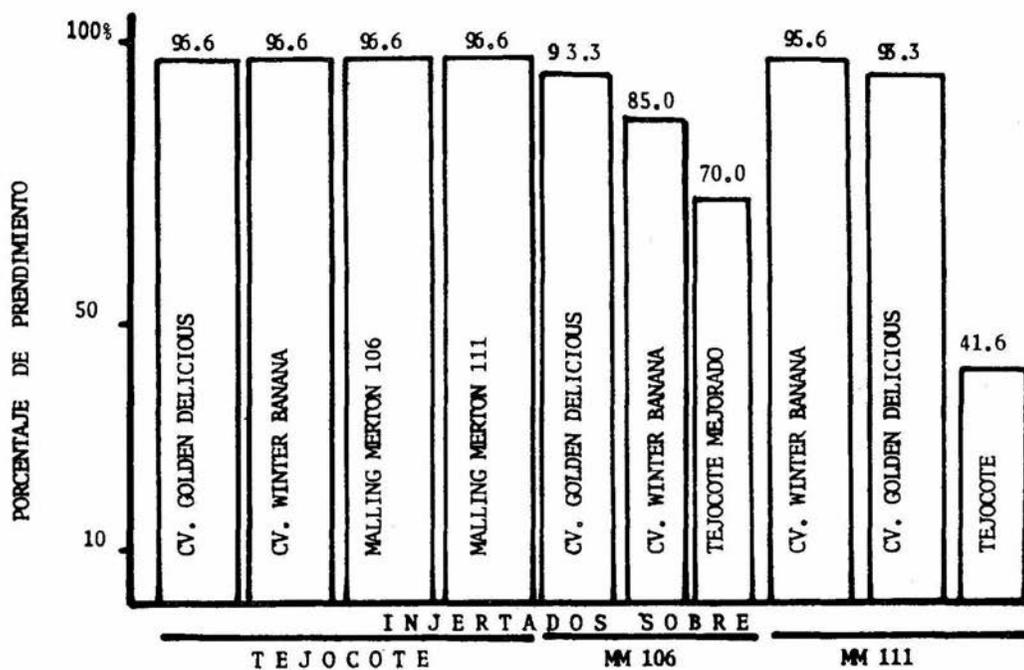


Fig. 7 Porcentaje de prendimiento de los cultivares de manzano y teocote mejorado injertados sobre portainjertos clonales MM 106, MM 111, y con teocote.

jertos empleados sobre cada cultivar. Después de realizado el análisis de varianza, se procedió con la prueba de comparación de medias por el método de Duncan.

Los resultados se muestran en el Cuadro 1, en el cual se puede observar que con $\alpha = 0.05$ y 0.01 ambos cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious, así como el portainjerto clonal MM 111 mostraron los más altos promedios de prendimiento, aunque entre estos tratamientos y los restantes (B a J) no presentaron diferencias significativas entre sí, pero sí presentaron diferencias con los últimos tratamientos (I, A), en donde se injertó el tejocote tipo mejorado sobre los dos portainjertos clonales de manzano.

2. Porcentaje de brotación.

El porcentaje de brotación se estimó de acuerdo al número de yemas brotadas por tratamiento. Los mejores resultados de brotación se obtuvieron en los tratamientos G (MM 106/tejocote), con 90.8%; F(Golden Delicious/ tejocote), con 90.8% y el tratamiento H (MM 111/ tejocote), con 89.16% de brotación. Los más bajos resultados de brotación se observaron en aquellos tratamientos en donde se injertó el tejocote tipo "mejorado" sobre portainjertos MM 106 y MM 111 con 68.29 y 8.3%, respectivamente. El cultivar de manzano Winter Banana presentó porcentajes intermedios de brotación, pero más bajos que los obtenidos por el cultivar Golden Delicious. Estos resultados se presentan en la (Fig. 8), en donde se observa que el mejor porcentaje de brota-

Cuadro 1. Porcentaje de prendimiento de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre patrón de tejocote y dos portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO DE PRENDIMIENTO (%)	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
A. Tejocote mej/ MM 111	40.05	b
B. Winter Banana/ MM 106	70.22	a
C. Golden Delicious/ MM 106	82.22	a
D. Winter Banana/ tejocote	82.50	a
E. Winter Banana/ MM 111	79.66	a
F. Golden Delicious/ tejocote	82.50	a
G. MM 106/ tejocote	79.61	a
H. MM 111/ tejocote	84.63	a
I. tejocote mej/ MM 106	57.91	bc
J. Golden Delicious/ MM 111	77.13	a

* Los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí de acuerdo a la prueba de Duncan, con $\alpha = 0.05$.

ción del cv. Winter Banana se obtuvo en el tratamiento B (Winter Banana/ MM 106), con 75.8% y en el tratamiento D (Winter Banana/ tejocote), con 78.2%.

Para realizar el análisis de varianza se efectuó la transformación de los porcentajes de brotación = X a $\arcseno \sqrt{x}$. Los resultados indican que existieron diferencias significativas entre los tratamientos con $\alpha = 0.05$ y 0.01 . Lo anterior demues-

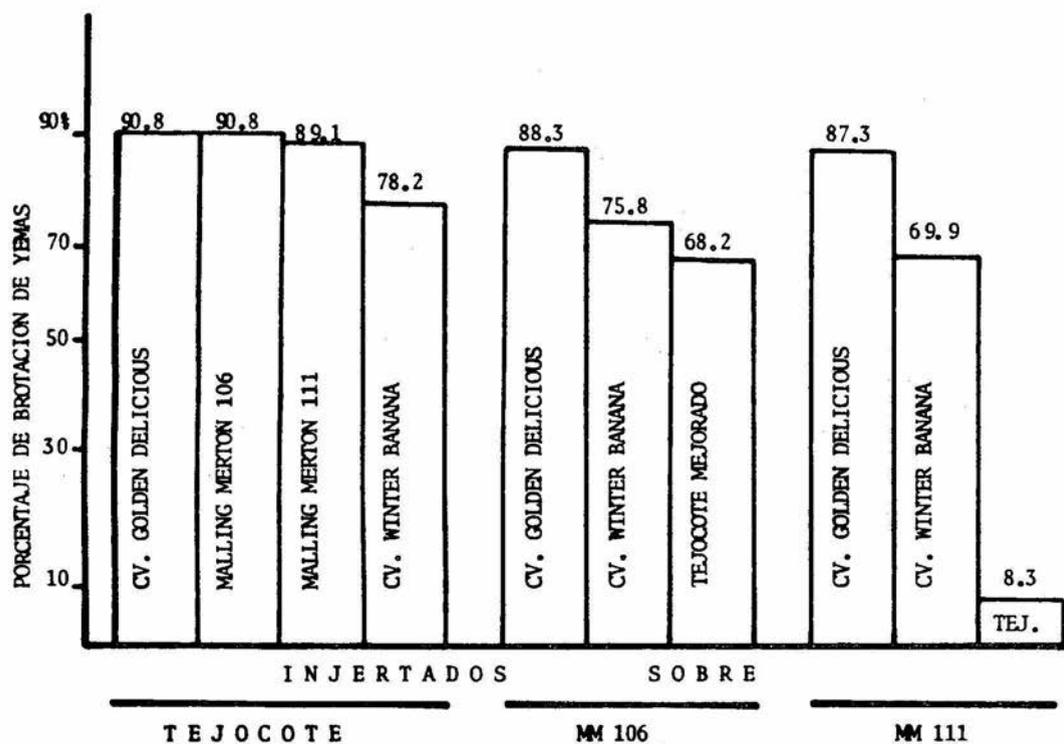


Fig. 8 Porcentaje de brotación de yemas de los cultivares de manzano y tejocote mejorado injertados sobre portainjertos clonales MM 106, MM 111 y con tejocote.

tra que hubo efectos diferentes en los tratamientos en cuanto a porcentajes de brotación debido a la influencia y tipo de portainjerto empleado ó a la naturaleza misma de cada cultivar.

La prueba de comparación de medias por el método de Duncan con $\alpha = 0.05$ mostró que las diferencias entre los tratamientos fueron mínimas, ya que del tratamiento F al H, el comportamiento fue similar y no se encontró diferencia estadística entre ellos. Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 2, en donde se observa que los tratamientos más sobresalientes fueron el G (MM 106/ tejocote), C (Golden Delicious/ MM 106); H (MM 111/ tejocote) y F (Golden Delicious/ tejocote).

Cuadro 2. Porcentaje de brotación de yemas de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious, así como tejocote mejorado injertados sobre patrón de tejocote y dos portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE BROTACION TRANSFORMADO	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
A. tejocote mej/ MM 111	15.85	b
B. Winter Banana/ MM 106	61.00	ac
C. Golden Delicious/ MM 106	73.90	a
D. Winter Banana/ tejocote	62.38	ac
E. Winter Banana/ MM 111	57.71	bc
F. Golden Delicious/ tejocote	72.52	a
G. MM 106/ tejocote	74.75	a
H. MM 111/ tejocote	73.58	a
I. tejocote mej./ MM 106	56.29	bc
J. Golden Delicious/ MM 111	69.69	a

* Los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de Duncan, con $\alpha = 0.05$.

3. Longitud del brote principal de los cultivares de manzano y tejocote.

Se pudieron observar una serie de diferencias para cada uno de los tratamientos empleados con respecto a la longitud del brote principal. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ y 0.01 , lo cual indica que se presentaron efectos diferentes para cada cultivar y patrón empleado sobre el que se injertó, es decir, clonal de manzano y tejocote.

Los resultados de la prueba de comparación de medias por el método de Duncan con $\alpha = 0.05$ y 0.01 se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Longitud del brote principal de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious, así como tejocote mejorado injertados sobre patrón de tejocote y dos portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111.

TRATAMIENTOS	LONGITUD PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
A. tejocote/ MM 111	15.41	e
B. Winter Banana/ MM 106	67.12	a
C. Golden Delicious/ MM 106	47.71	b
D. Winter Banana/ tejocote	33.83	c
E. Winter Banana/ MM 111	55.71	b
F. Golden Delicious/ tejocote	32.75	c
G. MM 106/ tejocote	41.10	c
H. MM 111/ tejocote	26.97	cd
I. tejocote/ MM 106	18.45	e
J. Golden Delicious/ MM 111	50.14	b

Se puede apreciar en el Cuadro 3 que fué el cultivar Winter Banana quien logró un crecimiento superior respecto al otro cultivar de manzano Golden Delicious y al tejocote tipo "mejorado".

El mejor tratamiento fue el B (Winter Banana/ MM 106), con 67.12 cm de longitud del brote en promedio. Un comportamiento similar se observó en el tratamiento E (Winter Banana/ MM 111), con 55.71 cm. En el mismo cuadro se puede apreciar que ambos cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious tuvieron un crecimiento menor cuando se les injertó sobre patrón de tejocote, teniendo un promedio de 33.83 cm de longitud del brote para el tratamiento D (Winter Banana/ tejocote), y 32.75 cm de longitud del brote para el tratamiento F (Golden Delicious/ tejocote).

El comportamiento de los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 injertados sobre tejocote fue diferencial, teniendo que, para el tratamiento G (MM 106/ tejocote) se logró un crecimiento de 41.10 cm en promedio, mientras que en el tratamiento H (MM 111/ tejocote), existió un crecimiento menor con 26.97 cm.

Es conveniente señalar que en todos los tratamientos en donde se injertó sobre tejocote no existió diferencia estadística.

Los crecimientos menores se observaron en los dos tratamientos en donde se injertó el tejocote tipo "mejorado" sobre los portainjertos clonales de manzano teniendo que para el tratamiento I (tejocote/ MM 106) hubo una longitud promedio del

brote de 15.41 cm.

En la (Fig. 9) se muestran las curvas de crecimiento para cada uno de los tratamientos en donde se puede apreciar un mejor desarrollo longitudinal del brote en los cultivares Winter Banana y Golden Delicious injertados en cada uno de los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 es decir, en los tratamientos B (Winter Banana/ MM 106); E (Winter Banana/ MM 111); J (Golden Delicious/ MM 111) y C (Golden Delicious/ MM 106), aunque cabe señalar que los tres últimos fueron similares estadísticamente. En la misma figura, se puede apreciar que existió un menor crecimiento en aquellos tratamientos en donde se injertó sobre patrón de tejocote, resultando notable la tendencia de las curvas a hacerse asintóticas.

En la (Fig. 10) se muestran las curvas de crecimiento únicamente de los seis tratamientos en donde se empleó al tejocote tipo "mejorado" y al tejocote criollo como portainjerto. Esto es con el fin de comparar su desarrollo longitudinal y para ilustrar cual de ellos fue mejor.

Con base en lo anterior, el portainjerto clonal de manzano MM 106 injertado con tejocote (tratamiento G), fué el que mayor crecimiento de brote presentó, superando a los dos cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious (tratamientos D y F), y al portainjerto MM 111 (tratamiento H), aunque dichos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí pero superiores a los tratamientos (I, A) en donde se injertó al tejocote

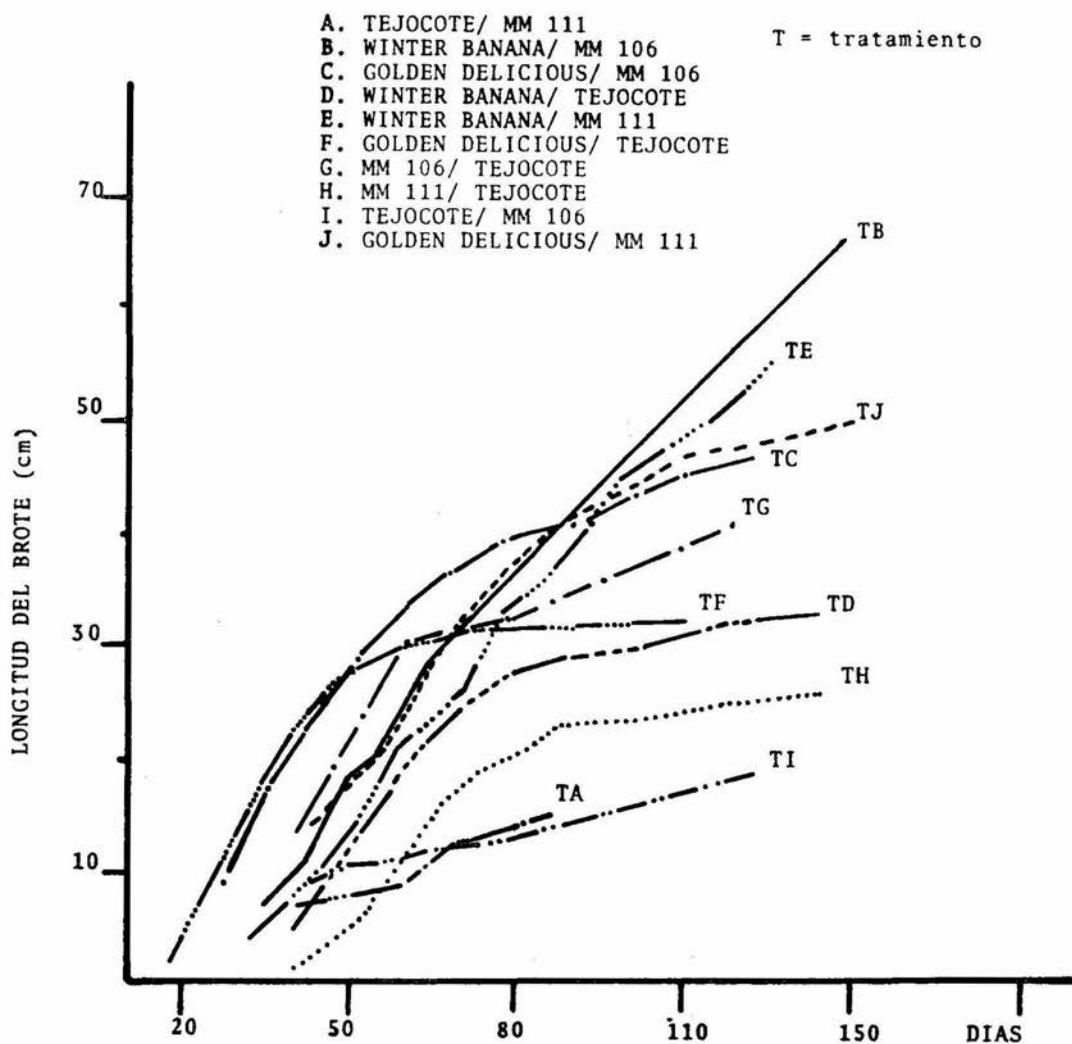


FIG. 9 Crecimiento del brote de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious así como tejocote "mejorado" por tratamientos.

T = tratamiento

- A. TEJOCOTE/ MM 111
 D. WINTER BANANA/TEJOCOTE
 F. GOLDEN DELICIOUS/TEJOCOTE
 G. MM 106/TEJOCOTE
 H. MM 111/TEJOCOTE
 I. TEJOCOTE/ MM 106

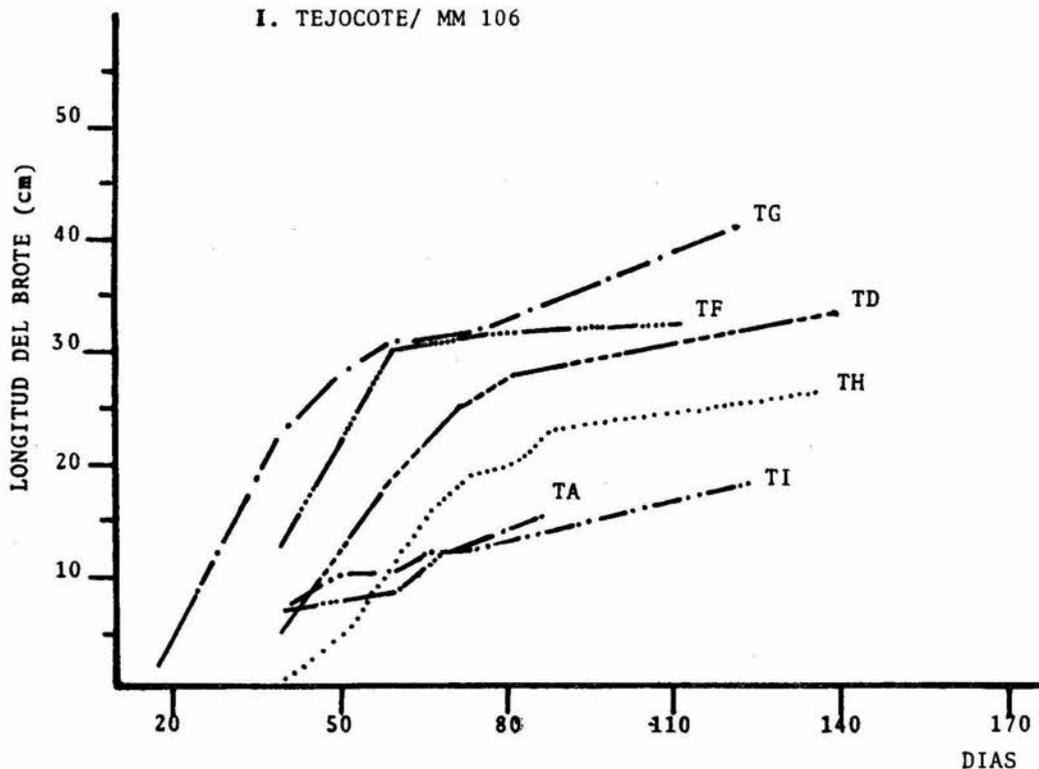


FIG. 10 Crecimiento del brote de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre tejocote y de tejocote "mejorado" sobre portainjerto MM 106 y MM 111 de manzano.

Cuadro 3a. Valores de la pendiente (m), y ordenada al punto de origen (b), de acuerdo a la ecuación $Y = m x + b$ de la variable crecimiento del brote principal.

TRATAMIENTOS	m	b	r*	C.V.*
A. tejocote/ MM 111	0.194	-1.291		5.639
B. Winter Banana/ MM 106	0.573	-10.391	0.994	6.366
C. Golden Delicious/ MM 106	0.390	5.000	0.947	15.023
D. Winter Banana/ tejocote	0.272	2.214	0.897	17.348
E. Winter Banana/ MM 111	0.576	-13.667	0.993	7.433
F. Golden Delicious/ tejocote	0.213	13.193	0.760	16.034
G. MM 106/ tejocote	0.331	5.178	0.927	19.823
H. MM 111/ tejocote	0.259	-3.639	0.910	21.379
I. tejocote/ MM 106	0.121	4.028	0.990	3.973
J. Golden Delicious/ MM 111	0.389	2.327	0.928	5.724

*Se anexan valores del Coeficiente de Variación (C.V.); y Coeficiente de Correlación (r)

"mejorado" sobre cada uno de los portainjertos clonales de manzano.

La (Fig. 11) muestra el análisis de regresión lineal de acuerdo a la ecuación $Y = mx + b$, para los dos cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious y para tejocote tipo "mejorado". Se puede apreciar una vez más, que los mejores crecimientos de los brotes principales se obtuvieron en los cultivares de manzano injertados en cada uno de los portainjertos clonales de manzano MM 106 MM 111.

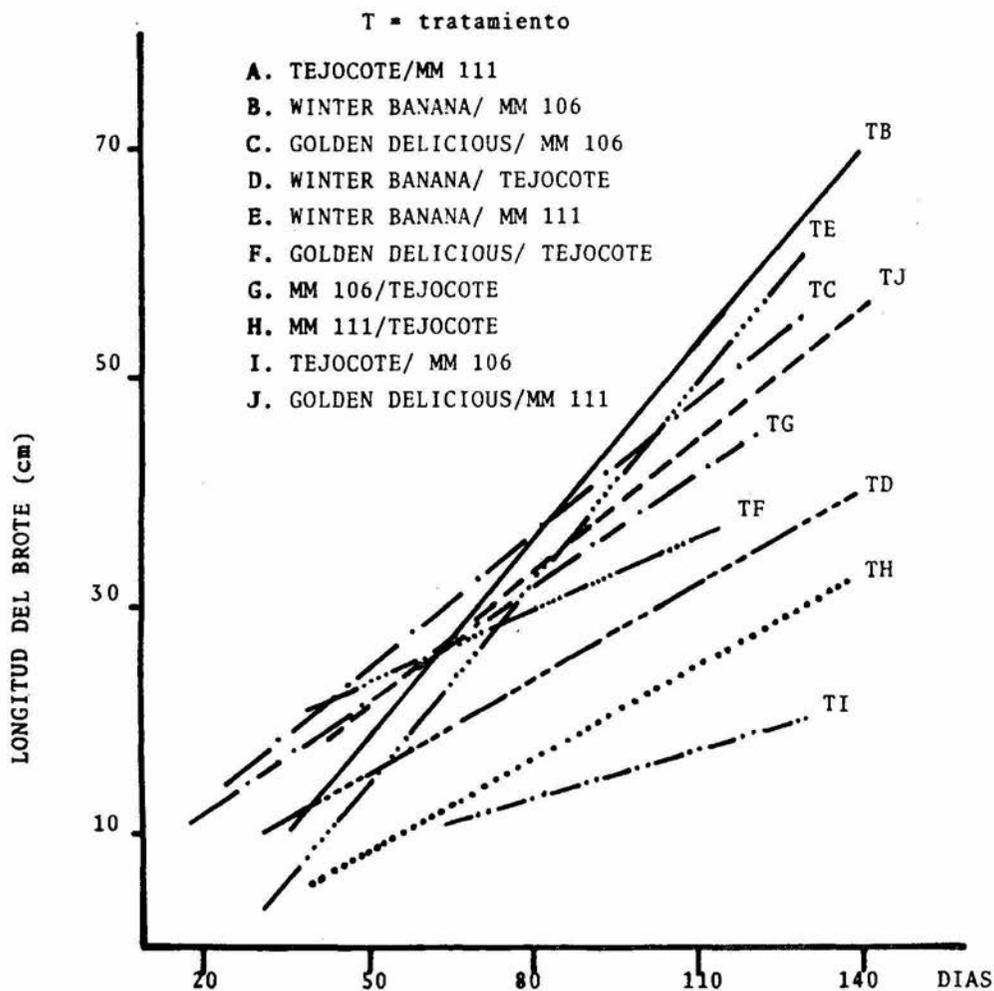


FIG. 11 Regresión lineal $Y = mx + b$, del brote de los cultivos Winter Banana y Golden Delicious de manzano y de tejocote "mejorado" por tratamientos.

4. Diámetro de los portainjertos.

Los valores más altos para esta variable se obtuvieron en todos los tratamientos en los que se empleó al tejocote como patrón. El mayor diámetro del portainjerto se registró en el tratamiento F (Golden Delicious/ tejocote) con 1.15 cm le siguieron los tratamientos D (Winter Banana/ tejocote), H (MM 111/ tejocote) con 1.12 cm respectivamente, y el tratamiento G (MM 106/ tejocote). Los menores diámetros de los portainjertos se obtuvieron en los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 cuando se injertó sobre ellos el tejocote tipo "mejorado" en los tratamientos (I, A), con 0.87 y 0.79 cm respectivamente. Quedaron intermedios estos mismos portainjertos clonales pero injertados con los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious. Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 4. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ para cada patrón empleado corroborándose lo anterior con la prueba de comparación de medias de Duncan. El crecimiento en grosor registrado durante el desarrollo vegetativo de los portainjertos fué mínimo tanto para los clonales de manzano, como para ~~los~~ de tejocote.

5. Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento.

a) Enraizamiento en los injertos o cultivares.

Con lo que respecta a esta variable, fué el cultivar Winter Banana quien presentó los más altos porcentajes de enraizamiento

por afrancamiento. Este mismo cv. injertado sobre portainjerto MM 111 (tratamiento E), presentó 41.19% y al injertarlo con portainjerto MM 106 presentó un 40.0% (tratamiento B). El menor porcentaje de enraizamiento de este cultivar se obtuvo al ser injertado sobre patrón de tejocote con 25.0% (tratamiento D).

Cuadro 4. Diámetros de dos portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106 así como de tejocote.

TRATAMIENTOS	DIAMETRO (cm)	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
A. tejocote/ MM 111	0.79	a
B. Winter Banana/ MM 106	1.00	a
C. Golden Delicious/ MM 106	1.02	a
D. Winter Banana/ tejocote	1.12	a
E. Winter Banana/ MM 111	0.97	a
F. Golden Delicious/ tejocote	1.15	a
G. MM 106/ tejocote	1.08	a
H. MM 111/ tejocote	1.12	a
I. tejocote/ MM 106	0.87	a
J. Golden Delicious/ MM 111	1.04	a

* Los tratamientos con la misma letra no presentaron diferencia estadística de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El comportamiento del cultivar Golden Delicious de manzano fué diferente respecto al cultivar Winter Banana, ya que presentó un 38.33% de enraizamiento injertado sobre el portainjerto clonal

de manzano MM 111, (tratamiento J), y un porcentaje más bajo en el tratamiento C, es decir, injertado sobre portainjerto clonal de manzano MM 106 con 18.3%. Sin embargo, cuando se injertó sobre patrón de tejocote, (tratamiento F), dicho cultivar no presentó enraizamiento.

El tejocote tipo "mejorado" no mostró indicios de enraizar en ningún tratamiento en los que fué empleado, esto es, en los tratamientos I, A (tejocote "mejorado/ MM 106 y tejocote "mejorado"/ MM 111). Los resultados se pueden apreciar en la (Fig. 12).

Los resultados del análisis de varianza revelaron diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ entre cultivares. La prueba de comparación de medias por el método de Duncan mostró que existieron diferencias significativas corroborando lo anterior. Los resultados se muestran en el Cuadro 5, en donde se puede observar que los mejores valores obtenidos corresponden al cultivar Winter Banana injertado en los dos portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106 (tratamientos E y B respectivamente), resultando ser superiores que los restantes tratamientos, aunque cabe mencionar que junto con el tratamiento J (Golden Delicious/ MM 111) presentaron similitud estadística entre sí. Los tratamientos D y C (Winter Banana/tejocote y Golden Delicious/ MM 106), respectivamente, presentaron los valores más bajos de enraizamiento.

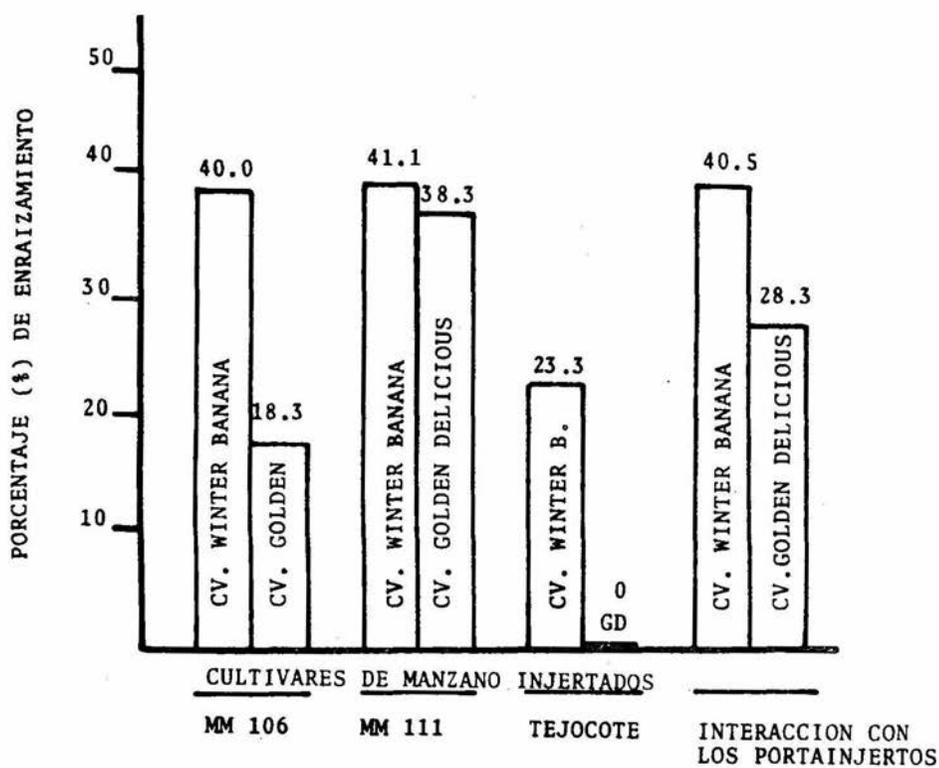


FIG. 12 Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento en los cultivares de manzano y la interacción de éstos con los portainjertos.

Cuadro 5. Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre patrón de tejocote y portainjertos clonales de manzano MM 111 y MM 106.

TRATAMIENTOS	(%) TRANSFORMADO DE PLANTAS ENRAIZADAS	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
B. Winter Banana/ MM 106	39.09	a
C. Golden Delicious/ MM 106	24.52	b
D. Winter Banana/ tejocote	28.09	b
E. Winter Banana/ MM 111	39.89	a
J. Golden Delicious/ MM 111	38.10	a

* Los cultivares cuyos tratamientos posean la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$.

b) Enraizamiento en los portainjertos.

Con lo que respecta al enraizamiento en los portainjertos, se tiene que los más altos porcentajes se obtuvieron en el portainjerto clonal de manzano MM 106 específicamente en aquel tratamiento en donde se injertó con el cultivar Winter Banana, es decir, en el tratamiento B (Winter Banana/ MM 106), con 85.0%. El mismo portainjerto presentó un 80.0% cuando se le injertó el cultivar de manzano Golden Delicious, tratamiento C (Golden Delicious/ MM 106). Realizando una estimación del porcentaje promedio de enraizamiento del portainjerto MM 106 entre los dos tratamientos se obtuvo un 82.5%.

El portainjerto clonal de manzano MM 111 presentó un 85.0% injertado con el cultivar Golden Delicious, tratamiento J (Golden Delicious/ MM 111). Los valores más bajos de enraizamiento de este portainjerto se obtuvieron en el tratamiento E (Winter Banana/ MM 111), es decir, injertado con el cultivar Winter Banana con 76.8%, teniendo un porcentaje promedio entre los dos tratamientos de 80.2%.

Por otro lado, es conveniente señalar que en este trabajo se experimentó con dos combinaciones de injertos poco comunes dentro del ámbito de la fruticultura, ya que en los tratamientos G y H se injertó un portainjerto clonal de manzano sobre un patrón proveniente de semilla, quedando la combinación portainjerto clonal sobre patrón franco (Malus/ Crataegus). De acuerdo a lo anterior, el comportamiento del portainjerto clonal de manzano MM 106 injertado sobre tejocote, (tratamiento G), presentó un 78.3% de enraizamiento, superando al portainjerto clonal MM 111 injertado también sobre tejocote (tratamiento H), el cual presentó un porcentaje inferior de enraizamiento con 45.0%. Estos resultados se pueden observar en la (Fig. 13).

Para realizar el análisis de varianza se efectuó la transformación de los porcentajes de enraizamiento X a $\arcseno \sqrt{x}$. Los resultados de esta prueba no revelaron diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ entre portainjertos.

La prueba de comparación de medias por el método de Duncan al igual que la prueba anterior, no reveló diferencias signifi-

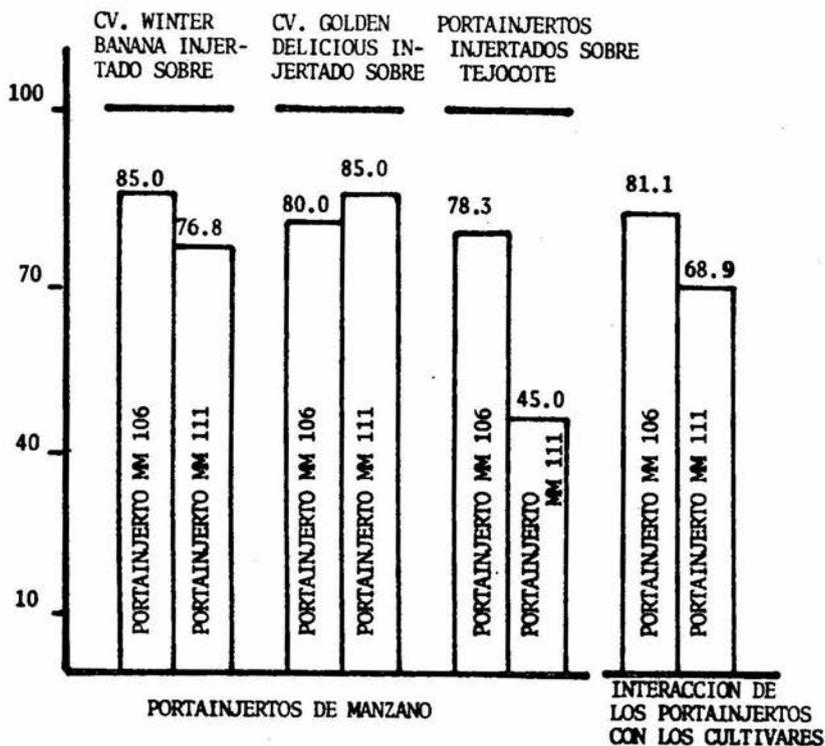


FIG. 13 Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento en los portainjertos MM 106 y MM 111 de manzano injertados con los cultivares Winter Banana y Golden Delicious.

cativas con $\alpha = 0.05$. Los resultados se muestran en el Cuadro 6 en donde se observa que a pesar de que no existieron diferencias estadísticas en el enraizamiento de los portainjertos, fue el MM 106 injertado con el cultivar Winter Banana (tratamiento B), quien presentó los valores más altos de enraizamiento. Asimismo, injertado sobre tejocote superó al portainjerto MM 111 injertado en el mismo patrón, tratamiento H (MM 111/ tejocote).

Cuadro 6. Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento de los portainjertos clonales de manzano MM 106, MM 111 injertados con manzano y sobre tejocote.

TRATAMIENTOS	(%) TRANSFORMADO DE ENRAIZAMIENTO		SIGNIFICANCIA = 0.05 DEL PORTAINJERTO
	INJERTO**	PORTAINJERTO	
B. Winter Banana/ MM 106	39.09	70.21	a
C. Golden Delicious/ MM 106	24.52	64.05	a
E. Winter Banana/ MM 111	39.89	61.68	a
G. MM 106/ tejocote	62.43	0	a
H. MM 111/ tejocote	42.07	0	a
J. Golden Delicious/ MM 111	38.10	67.73	a

* Los portainjertos cuyos tratamientos posean la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de Duncan.

** Se incluyen porcentajes de los injertos o cultivares enraizados para evitar confusión en los tratamientos G y H en donde el injerto fueron portainjertos.

6. Número de raíces adventicias formadas por afrancamiento

a) Por injerto o cultivar

Los resultados indican que fueron tres tratamientos (D, B, E),

en donde el cultivar de manzano Winter Banana presentó un comportamiento que superó al otro cultivar de manzano Golden Delicious en cuanto a número de raíces promedio por cultivar. Winter Banana en el tratamiento D (Winter Banana/ tejocote) formó el mayor número de raíces con 14.5 en promedio, superando a todos los demás tratamientos. El mismo cultivar injertado sobre portainjerto clonal de manzano MM 106, tratamiento B (Winter Banana/ MM 106), presentó 7.4 raíces en promedio y al injertarlo sobre portainjerto clonal MM 111, tratamiento E (Winter Banana/ MM 111), 6.8 raíces. Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Número de raíces adventicias formadas por afrancamiento en los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre portainjertos de manzano y tejocote.

TRATAMIENTO	NUMERO DE RAICES PROMEDIO	SIGNIFICANCIA 0.05%
B. Winter Banana/ MM 106	7.4	a
C. Golden Delicious/ MM 106	3.4	a
D. Winter Banana/ tejocote	14.1	a
E. Winter Banana/ MM 111	6.8	a
J. Golden Delicious/ MM 111	2.0	a

* Los cultivares cuyos tratamientos posean la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí.

Puede apreciarse en el mismo cuadro que el cultivar de manzano Golden Delicious presentó los más bajos promedios de raíces

injertado sobre los dos portainjertos clonales MM 106 y MM 111. Es importante señalar que el tejocote tipo "mejorado" no presentó ningún indicio de enraizar en los diferentes tratamientos en los que fue empleado.

b) Número de raíces por portainjerto.

Para esta variable, los mejores resultados se obtuvieron en las dos combinaciones realizadas en los tratamientos G (MM 106/ tejocote), y H (MM 111/ tejocote), ya que para el tratamiento G, el número de raíces que formó el portainjerto MM 106 fue de 93.0 resultando ser superior a todos los demás tratamientos. En el tratamiento H, el número de raíces formadas por el portainjerto MM 111 fue de 61.0.

Los más bajos valores de formación de raíces en los portainjertos se observaron en los tratamientos J (GD/ MM 111), con 26.0 raíces emitidas en promedio, y el tratamiento C (GD/ MM 106), con 18.25 raíces en promedio. Es preciso mencionar que no existió enraizamiento en los patrones de tejocote. El análisis de varianza mostró diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ y 0.01. En el Cuadro 8 se muestran los resultados de la prueba de Duncan.

7. Longitud de raíces adventicias formadas por afrancamiento

a) Longitud de las raíces por injerto o cultivar.

Los más altos valores de longitud radical los presentó el cultivar de manzano Winter Banana estando injertado sobre tejocote, tratamiento D (WB/ tejocote), con 24.65 cm en promedio. Sin

embargo, el mismo cultivar en el tratamiento E (WB/ MM 111), mostró los promedios más bajos de longitud radical con 6.52 cm. El cv. Golden Delicious de manzano presentó valores intermedios en la longitud de las raíces que formó ya que, al estar injertado con el portainjerto clonal MM 106 sus promedios fueron de 8.95 cm., tratamiento C, y al injertarse con portainjerto clonal MM 111, tratamiento J (GD/ MM 111), sus promedios fueron de 8.67 cm señalando de antemano que entre los tratamientos no existieron diferencias estadísticas.

Cuadro 8. Número de raíces adventicias formadas por afrancamiento en los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 injertados con manzano y tejocote.

TRATAMIENTOS	NUMERO RAICES PROMEDIO		SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.5$ DEL PORTAIN- JERTO
	INJERTO	PORTAINJERTO	
B. Winter Banana/ MM 106	7.4	57.5	b
C. Golden Delicious/ MM 106	3.4	18.2	bc
E. Winter Banana/ MM 111	6.8	30.7	b
G. MM 106/ tejocote	93.0	0	a
H. MM 111/ tejocote	61.0	0	b
J. Golden Delicious/ MM 111	2.0	26.0	bc

El análisis de varianza presentó diferencias significativas con $\alpha = 0.05$. Se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan mostrándose los resultados en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Longitud de raíces adventicias formadas por afrancamiento por arriba del punto de unión del injerto en los cultivares Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre portainjertos de manzano, tejocote.

TRATAMIENTOS	LONGITUD PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
B. Winter Banana/ MM 106	9.33	b
C. Golden Delicious/ MM 106	8.95	b
D. Winter Banana/ tejocote	24.65	a
E. Winter Banana/ MM 111	6.52	b
J. Golden Delicious/ MM 111	8.67	b

* Los cultivares cuyos tratamientos posean la misma letra, no presentan diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Duncan.

b) Longitud de las raíces por portainjerto.

El portainjerto MM 106 injertado sobre tejocote, tratamiento G (MM 106/ tejocote), fue superior a los demás tratamientos ya que presentó los más altos valores de longitud radical con 22.56 cm en promedio, resultando ser además el que presentó diferencias significativas respecto a los otros. Le siguió el portainjerto MM 111 injertado también en tejocote, tratamiento H (MM 111/ tejocote), con 13.71 cm en promedio. Los más bajos valores de longitud radical se registraron en el portainjerto MM 111 en los tratamientos E y J con 7.25 cm con el cultivar Winter Banana y 6.19 cm con el cultivar Golden Delicious. Valores intermedios de longitud radical se observó en el portainjerto MM 106 con 10.59 cm en el tratamiento B (Winter Banana/ MM 106), y 9.87 cm en el tratamiento C (Golden Delicious/ MM 106) aunque cabe señar-

lar que ambos tratamientos al igual que el tratamiento H (MM 111/ tejocote), fueron similares estadísticamente.

El análisis de varianza presentó diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ y 0.01 . Los resultados de la prueba de Duncan se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Longitud de raíces adventicias formadas por afrancamiento por debajo del punto de unión de injerto en los portainjertos clonales MM 106 y MM 111 injertados con manzano y sobre tejocote.

TRATAMIENTOS	LONGITUD PROMEDIO (cm)		SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$ DEL PORTAINJERTO
	INJERTO**	PORTAINJERTO	
B. Winter Banana/ MM 106	9.33	10.59	b
C. Golden Delicious/ MM 106	8.95	9.87	b
E. Winter Banana/ MM 111	6.52	7.25	bc
G. MM 106/ tejocote	22.56	0	a
H. MM 111/ tejocote	13.71	0	b
J. Golden Delicious/ MM 111	8.67	6.19	bc

** Se incluyen los valores de la longitud promedio de las raíces emitidas en los injertos para evitar confusiones en los tratamientos G y H en donde se emplearon a dos portainjertos como injerto.

8. Número de raíces principales del sistema radical de los portainjertos.

El portainjerto clonal de manzano MM 111 en el tratamiento J, fue el que presentó la mayor cantidad de raíces principales

de su sistema radical con promedio de 170.45 raíces, presentando además diferencias significativas respecto a los otros portainjertos de los tratamientos restantes. Promedios intermedios de número de raíces principales originales se cuantificaron en el portainjerto clonal MM 106 con 131.22 raíces en el tratamiento B (WB/ MM 106). Los valores más bajos de raíces se cuantificaron en todos aquellos tratamientos en donde se empleó el tejocote como portainjerto, es decir en el tratamiento G (MM 106/ tejocote), con 2.42 raíces en promedio; H (MM 111/ tejocote), con 2.31; F (GD/ tejocote), con 1.99 y tratamiento D (WB/ tejocote), con 1.68 raíces en promedio. Es importante señalar que entre estos tratamientos no se observaron diferencias significativas. El análisis de varianza mostró diferencias significativas con $\alpha = 0.05$ y 0.01 . Los resultados de la prueba de comparación de medias se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Número total de raíces principales del sistema radical original de los portainjertos clonales MM 106, MM 111 y tejocote.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE RAICES PROMEDIO	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.01$
B. WB/ MM 106	126.55	b
C. GD/ MM 106	131.22	b
D. WB/ tejocote	1.68	bc
E. WB/ MM 111	133.06	b
F. GD/ tejocote	1.99	bc
G. MM 106/ tejocote	2.42	bc
H. MM 111/ tejocote	2.31	bc
I. tejocote "mejorado"/ MM 106	32.65	bcd
J. GD/ MM 111	170.45	a

9. Longitud de raíces principales del sistema radical de los portainjertos.

Con lo que respecta a la longitud de las raíces principales del sistema radical original es decir, no emitidas por afrancamiento en los portainjertos, se observó que existieron diferencias significativas con $\alpha = 0.05$, al efectuar el análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar. Los resultados arrojados por la prueba de comparación de medias por el método de Duncan se pueden apreciar en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Longitud total de raíces principales del sistema radical original de los portainjertos. clonales MM 106, MM 111 y tejocote.

TRATAMIENTOS*	LONGITUD DE RAICES PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$
B. Winter Banana/ MM 106	10.82	b
C. Golden Delicious/ MM 106	24.71	a
D. Winter Banana/ tejocote	16.90	b
E. Winter Banana/ MM 111	23.30	a
F. Golden Delicious/ tejocote	17.61	b
G. MM 106/ tejocote **	20.05	a
H. MM 111/ tejocote **	20.59	a
I. tejocote 'mejorado'/ MM 106	9.78	b
J. Golden Delicious/ MM 111	18.45	a

* Los tratamientos que posean la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí de acuerdo a la prueba de comparación de medias por el método de Duncan con $\alpha = 0.05$.

** En estos tratamientos se dan los valores de longitud radical de los patrones de tejocote.

Se puede apreciar en el Cuadro 12 que fue el portainjerto MM 106 en el tratamiento C (Golden Delicious/ MM 106), el que presentó el más alto valor de longitud radical, junto con el otro portainjerto clonal de manzano MM 111 tratamiento E (Winter Banana/ MM 111), con 24.71 y 23.30 cm de longitud respectivamente.

En el tratamiento H (MM 111/ tejocote), y G (MM 106/ tejocote), fueron cuantificados valores intermedios de longitud radical en el tejocote con 20.59 y 20.05 cm respectivamente. Cabe señalar que en todos los tratamientos anteriormente mencionados junto con el tratamiento J (Golden Delicious/ MM 111), no presentaron diferencias significativas entre sí, resultando ser iguales estadísticamente.

Los promedios más bajos de longitud de raíces principales del sistema radical se cuantificaron en el portainjerto clonal de manzano MM 106 al injertarse con tejocote "mejorado", tratamiento I (tejocote "mejorado"/ MM 106), con 9.78 cm de longitud y con el cultivar Winter Banana, tratamiento B (Winter Banana/ MM 106) con 10.82 cm de longitud.

V. DISCUSION

1. Prendimiento del injerto.

El comportamiento de las plantas en términos generales en cuanto a prendimiento, se puede afirmar que fué satisfactorio ya que se obtuvieron porcentajes altos en la mayoría de los tratamientos. Se pudo observar que fueron los patrones de tejocote los que ejercieron mayor influencia en el prendimiento en cada uno de los cultivares injertados sobre ellos, incluyendo a los tratamientos en los cuales se injertó sobre dichos patrones a los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Nieto (1983), por Randawa y Kishore (1981), Nicolás Cruz (1984), Montoya (1985), en cuyos estudios registraron excelentes resultados de prendimiento en algunos cultivares, dentro de los cuales se incluyeron a Winter Banana y Golden Delicious, entre otros.

Asimismo, los más bajos valores de prendimiento se obtuvieron al injertar al tejocote tipo "mejorado" sobre cada uno de los portainjertos clonales de manzano MM106 y MM 111, demostrando - estos resultados que en las combinaciones de injertos Crataegus/ Malus, se expresan ciertos mecanismos de incompatibilidad que -- incluso, pueden conducir a la muerte total de las plantas.

Por otra parte, se consideró que los resultados que se obtuvieron en el proceso de prendimiento de los injertos, dependieron de una serie de factores que influyeron de manera considerable.-

En primer término se tomó en cuenta la época en la cual se efectuaron los injertos. Esta es de vital importancia ya que debe existir una correspondencia en los tiempos en que ambos, injerto y patrón, inicien su período activo. En el presente estudio y tomando como antecedente el trabajo realizado por (Nieto, 1983), los injertos se realizaron a principios de la primavera (Marzo - Abril), época propicia ya que las varetas se encontraron por salir de la etapa de reposo, encontrándose las yemas hinchadas y a punto de iniciar el crecimiento vegetativo al igual que los portainjertos. El otro factor importante que se consideró y que influyó de manera notable, es el tipo de injerto practicado. Para los propósitos de éste trabajo se practicó el injerto tipo "inglés", el cual se consideró que era el más adecuado porque permite un perfecto acoplamiento de las zonas cambiales del injerto y del patrón formando uniones excelentes y físicamente fuertes. Ravel (1972), lo recomienda ampliamente para ser practicado en manzano y peral. Otro de los factores que influyeron en los buenos resultados de prendimiento en el presente estudio, lo constituyó el hecho de que las plantas fueron mantenidas con un adecuado grado de hidratación ya que fueron sometidas a períodos constantes de riego, lo cual facilitó en gran medida la ejecución del injerto. Por último se consideró el clima como un factor importante puesto que éste es benigno en la zona donde se efectuó el experimento. La mayor temperatura registrada en los días en que se realizó el injerto fué de 25°C en promedio, con una mínima de 15°C, lo cual permitió una buena oxigenación y por lo tanto una buena proliferación de células esenciales para la cicatrización

de las dos partes, injerto y patrón.

2. Brotación.

Al evaluar los porcentajes de brotación se observó que en cuanto a los cultivares se refiere, Golden Delicious superó al cv. Winter Banana ya sea injertado sobre tejocote o sobre los portainjertos MM 106 y MM 111. Esto posiblemente sea debido a características genotípicas propias del cultivar o bien, a que las yemas de las varetas del cv. Golden Delicious se encontraban en un alto grado de estimulación y con una suficiente acumulación de horas frío, ya que éstas provenían de Cd. Cuauhtemoc, Chih., en donde se presentan temperaturas mucho más bajas en comparación con las del lugar de origen (Chapingo) de las varetas del cv. Winter Banana. La anterior explicación es válida para el portainjerto MM111 que también provino de Chihuahua. Los resultados mencionados anteriormente no coinciden con los obtenidos por Nicolás Cruz (1984), ya que en su trabajo obtuvo bajos porcentajes de brotación para el cv. Golden Delicious y altos para el cv. Winter Banana. El citado autor injertó dichos cultivares sólo sobre tejocote. Por otro lado, Montoya (1985), obtuvo porcentajes de brotación bajos para el cv. Winter Banana en comparación con los obtenidos con el cv. Tropical Beauty de manzano, ambos cultivares injertados sobre tejocote. De acuerdo con este mismo autor, estos resultados contradictorios pueden ser debidos a las diferentes condiciones en las que se efectuaron los experimentos. La etapa experimental del presente estudio se realizó con plantas enmacetadas en bolsas de polietileno mientras que, los experimentos de los

autores mencionados anteriormente se efectuaron con plantas perfectamente plantadas en un tipo de suelo más o menos adecuado, es decir, a nivel de vivero. El trabajar con plantas enmacetadas puede traer como consecuencia ciertas restricciones ó limitaciones-- en el desarrollo radical y por tal motivo una virtual disminución en la capacidad de absorción de nutrientes.

Al igual que para la variable prendimiento, el factor tipo de injerto puede influir en la brotación de manera importante ya que de él depende que exista una buena y adecuada conexión entre el injerto y el patrón, de tal modo que se efectúe a través de la unión una eficiente translocación, no sólo de nutrientes y de sustancias promotoras del crecimiento como son las auxinas y citocininas almacenadas en los tejidos del tronco, sino también de agua proveniente del sistema radical del patrón que en conjunto con -- las sustancias promotoras del crecimiento, promuevan una eficiente brotación. Lo anterior pudo ser constatado por el hecho de que en los tratamientos (A,I) en donde se injertó al tejocote tipo -- "mejorado" sobre los portainjertos clonales MM 106 y MM 111, se hayan obtenido los más bajos porcentajes de brotación. Mientras tanto, Espinoza (1984), logró obtener altos porcentajes de prendimiento y brotación al injertar tejocote "Mejorado" sobre tejocote criollo. Esto da la pauta para poder afirmar que en las combinaciones Crataegus/Malus, se expresan ciertos mecanismos de incompatibilidad, aunque falta un estudio que lo confirme.

Al igual que en el prendimiento, se observó la tendencia del tejocote a conferir altos porcentajes de brotación a los cultiva-

res injertados sobre dicho patrón. Esto puede ser una característica genotípica propia del portainjerto.

3. Crecimiento del brote.

Al evaluar el crecimiento vegetativo se constató que la mayor longitud de brotes se obtuvieron en los dos cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious injertados sobre los patrones clonales MM 106 y MM 111. Entre éstos tratamientos sólo el B (WB/MM 106), fue el que mayor longitud de brote presentó, resultando ser superior a todos los probados en este estudio. Los tratamientos que le siguieron (E, J, C), en los que se injertó sobre patrón clonal, no presentaron diferencias significativas entre ellos pero fueron superiores en general a los tratamientos en los que se injertó sobre tejocote, es decir (D, F, G, H). Estos resultados vienen a confirmar el hecho de que los patrones clonales se caracterizan por conferir uniformidad en el crecimiento a los cultivares que les son injertados, tal y como lo reportaron (Arroyo y Borys, 1988), en sus observaciones realizadas sobre la baja dispersión en el crecimiento (largo y diámetro de vástagos), presentados por los portainjertos MM 106 y MM 111. Lo menores valores de longitud del injerto de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious se observaron en los tratamientos (D,F), en los que se injertaron sobre tejocote. Estas apreciaciones son válidas para los tratamientos (G,H), en donde se injertó sobre tejocote a los prtainjertos clonales MM 106 y MM 111. En estos cuatro tratamientos no fueron observadas diferencias estadísticas signi-

ficativas resultando ser aparentemente iguales, aunque es cierto-- que MM 106 y el cv. Winter Banana injertados sobre tejocote tuvieron un mayor desarrollo longitudinal. Lo anterior concuerda con las observaciones realizadas por Montoya (1985), en donde afirma - que el cv. Winter Banana injertado sobre tejocote a dos niveles 15 y 30 cm del tronco, fué superior en crecimiento en comparación con el cv. Tropical Beauty y algunos cultivares de peral. Similares resultados fueron obtenidos por Nieto (1983) en donde concluye que los cultivares Winter Banana y Golden Delicious presentaron un comportamiento aceptable en crecimiento injertados sobre - (Crataegus pubescens).

Respecto al poco desarrollo longitudinal de los cultivares - injertados sobre tejocote, Hartmann y Kester (1982), mencionan -- que la combinación en una sola planta por medio del injerto de dos genotipos o más, en la cual una parte produce el brote y otra la raíz, puede producir patrones de crecimiento desusados, tal vez - diferentes de los que hubieran ocurrido si cada parte componente se hubiera cultivado por separado. Algunos de esos patrones de crecimiento pueden resultar de reacciones de incompatibilidad. Es to puede explicar por qué muchos de los cultivares no sólo de -- manzano sino, también de peral, cuando se injertan sobre tejocote su crecimiento tiende hacia el achaparramiento, tal y como lo afir maron Randhawa y Kishore (1981), quienes observaron que cultiva-- res de manzano injertados sobre Crataegus crenulata, tienen creci mientos pobres. Concuerda ésto, con los resultados obtenidos en el presente estudio y con los obtenidos por Tukey (1964), Westwood

(1978), y Nicolás (1984), quienes afirman que los patrones de tejocote tienen efectos enanizantes sobre los cultivares que se le injertan. Este carácter enanizante de los patrones del tejocote puede ser un rasgo genotípico.

Por lo que se refiere a las combinaciones Malus/Crataegus, se puede afirmar que fueron las que presentaron mejores resultados en longitud del brote. Esto es, que en los portainjertos clonales MM 106 y MM 111 injertados sobre tejocote en los tratamientos (G,H), se expresaron en menor grado algunos mecanismos de incompatibilidad, ya que lograron un crecimiento vigoroso y en general un buen desarrollo vegetativo dentro de los tratamientos en los que se empleó al tejocote como patrón. En la combinación inversa establecida, es decir Crataegus/Malus, refiriéndose específicamente al tejocote "mejorado" injertado sobre portainjerto MM-106 Y MM 111 en los tratamientos (I, A), sucedió exactamente lo contrario, esto es, un pobre y raquítico crecimiento resultando ser los tratamientos que presentaron los más bajos valores de longitud de brote.

Es conveniente recordar que en el tratamiento A (tejocote mejorado/MM 111), al poco tiempo de injertadas la plantas, éstas -- presentaron un raquítico crecimiento muriendo totalmente después. Debido a que no se detectó la presencia de ningún agente patógeno causante de estos transtornos, la explicación factible para esto, es que, a pesar de que el método de injertación fué el más recomendable para dicha combinación, puesto que permite una buena yuxtaposición del cambium del patrón y del injerto, es muy posible .

que en la zona de unión haya existido una anomalía, tal como una distorsión en la dirección de los haces vasculares que provoquen una desorganización en el xilema que contribuya a una deficiencia de agua en el injerto según (Hyung Y Howlett, 1965; citados por Cartagena, 1985). Una alta transpiración de las láminas foliares del tejocote y una deficiente conducción de agua del patrón al injerto, pueden ser la causa de los síntomas observados en éste tratamiento a los pocos días de injertadas las plantas. Asimismo, es posible que la zona de unión constituya una barrera que bloquee la movilización de los nutrientes hacia la parte superior, siendo mayor el obstáculo si las partes injertadas son incompatibles (Turkey, 1964). Lo anterior fue corroborado por un estudio realizado por Cartagena (1985), en donde cuantificó nutrientes en árboles injertados de manzano encontrando variaciones de concentración en el injerto y patrón, como consecuencia de los cambios que causa la unión de injerto.

4. Diámetro de los portainjertos.

Para el crecimiento en grosor de los tallos de los portainjertos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los diferentes tratamientos, esto quiere decir en términos generales, que en las diferentes combinaciones no se observaron crecimientos desmesurados encontrando diámetros de los tallos ó troncos más o menos homogéneos. Al igual que Romero et al. (1981), Nieto (1983), Espinoza (1984), Montoya (1985), se encontró una significativa correlación entre diámetro del tronco y longitud del

brote principal del injerto (0.621). Estos resultados apoyan la aseveración de que en el tronco de los portainjertos es en donde se establecen las influencias que confieren a un cultivar en cuanto a vigor, ya que es precisamente en los tejidos del tronco en donde se produce el almacenamiento de los excedentes de la fotosíntesis, para que en la primavera sean empleados en el brote de las yemas, en el crecimiento del injerto y del cambium. Aunque de acuerdo con Montoya (1985), puede influir también la altura de injertación, puesto que injertando a mayor distancia de la raíz del patrón, se pueden obtener los beneficios de una mayor cantidad de reservas de nutrientes acumuladas a lo largo del tronco del patrón. Las mismas reservas acumuladas en el tronco pueden estar vinculadas con el volumen de la raíz y por el supuesto de que troncos de mayor grosor sostengan más follaje según Espinoza (1984), quién encontró una correlación significativa entre el diámetro del tronco con la longitud del brote y con el número final de hojas. Ahora bien, tomando en consideración lo anterior, es posible establecer la relación de que con un mayor grosor del tronco del patrón, exista un mayor crecimiento longitudinal del brote que traerá como consecuencia una mayor cantidad de hojas. Al existir una gran producción de hojas por consiguiente habrá una mayor cantidad de carbohidratos y de reguladores de crecimiento que promueven el desarrollo radical. Si existe un buen desarrollo radical entonces habrá una mayor producción de citocininas esenciales para el crecimiento de la parte aérea y del tronco mismo. Estas relaciones toman más validez por las observaciones realizadas por Grochowska y Karaszewska (1978), de que árboles de manzano el au-

mento de los niveles de las auxinas en los troncos va siempre precedido de una gran y considerable extensión de nuevos brotes. Si ese flujo dinámico es bloqueado por la unión del injerto hacia la parte superior, aumentando en combinaciones incompatibles, es lógico pensar de que exista una acumulación de esas sustancias promotoras debajo de la unión de injerto, de tal forma que el brote se ve restringido de elementos nutritivos, provocando en él poco crecimiento y a la vez un menor número de hojas que reducirán la producción de carbohidratos y auxinas. Estos carbohidratos y auxinas se acumulan en la parte superior de la unión, de modo que el suministro de ellos que recibe la raíz resulta demasiado poco como para que ésta realice sus funciones de manera adecuada. Lo anterior puede ser una explicación del porqué los cultivares de manzano presentaron un mejor crecimiento injertados sobre los portainjertos clonales MM 106 y MM 111, que cuando se injertaron sobre tejocote. En esos tratamientos (B, C, E, J,), no existe una interrupción total y completa del flujo de carbohidratos y auxinas provenientes de las hojas a las raíces, ya que los patrones clonales fueron los que presentaron mayor número de raíces principales y mayor longitud de las mismas. Esto se traduce en un mejor crecimiento radical y por lo tanto en una mayor capacidad de absorción que se reflejó en un mejor desarrollo del brote.

5. Porcentaje de enraizamiento por afrancamiento
 - a) En cultivares.

Para esta variable se observó claramente la mayor capacidad

que posee el cv. Winter Banana para producir raíces adventicias, superando notablemente al cv. Golden Delicious injertado con cada uno de los portainjertos empleados en el presente estudio. Se pudo constatar que ambos cultivares de manzano presentaron mejores porcentajes de enraizamiento injertados en los patrones clonales, que cuando se injertaron sobre tejocote. El hecho de que los cultivares de manzano hayan tenido mejores porcentajes de enraizamiento injertados sobre patrón clonal, reafirma la aseveración comentada en líneas anteriores, de que en dichas combinaciones (B, C, E, J), la unión de injerto no representa un bloqueo total para una buena translocación de carbohidratos y auxinas provenientes de las hojas hacia la raíz puesto que en esos mismos tratamientos, fué donde se presentó un mayor crecimiento del brote y de acuerdo con Espinoza (1984), un mayor número de hojas. Además es sabido que las hojas y las yemas representan un fuerte efecto promotor en la formación de raíces adventicias. Hartmann y Kester (1982), mencionan que es indudable que los carbohidratos translocados de las hojas contribuyan a la formación de raíces. Asimismo, en los tejidos de las plantas existen sustancias de ocurrencia natural que aparecen actuando sinérgicamente con el ácido indolacético en el estímulo del enraizamiento. A dichas sustancias se les ha denominado cofactores del enraizamiento. Según Weaver (1980), los materiales nitrogenados y azúcares producidos en las hojas son quizá cofactores del enraizamiento. De acuerdo a estos planteamientos el buen desarrollo del brote de los cultivares injertados sobre patrón clonal MM 106 Y MM 111, aunado a una satisfactoria producción foliar y al efecto promotor de enraizamiento que poseen

éstos, pueden ser los motivos principales de los mejores porcentajes de enraizamiento en esas combinaciones. Además se debe tomar en cuenta que esos porcentajes de enraizamiento se debieron también a la respuesta satisfactoria que los cultivares tuvieron a la aplicación de una de las auxinas sintéticas como lo es el ácido indolbutírico a concentraciones elevadas. Esto se constató en el desarrollo experimental de este estudio, ya que se logró una respuesta satisfactoria de enraizamiento hasta la segunda ocasión en que se realizó el afrancamiento, que fué precisamente en la época de primavera justo cuando las yemas salen de la etapa de reposo, para formar después las hojas que fotosintetizarán los elementos indispensables para la formación de raíces.

El cv. Winter Banana presentó el menor porcentaje de enraizamiento injertado sobre tejocote. En este resultado influyó el hecho de que dicho cultivar se haya visto afectado por una deficiencia nutricional foliar, esto según Westwood (1978), dificulta el enraizamiento. El menor desarrollo del brote y la menor producción foliar repercutió de manera trascendental en la formación de raíces. En el mismo caso de deficiencia nutricional foliar se encontró el cv. Golden Delicious injertado sobre tejocote, tratamiento F (GD/tejocote), y el tratamiento I (tejocote "mejorado" /MM 106)

b) Por portainjertos.

En el enraizamiento por afrancamiento para los portainjertos empleados en el presente estudio, se obtuvieron porcentajes alta-

mente satisfactorios para los patrones clonales MM 106 Y MM 111, pero no se logró enraizar a los patrones de tejocote. Además, no se encontraron diferencias significativas en el enraizamiento de los portainjertos clonales de acuerdo al análisis estadístico efectuado, pero en general se observó que el portainjerto MM 106 tiende a enraizar mejor que el MM 111.

Así como se corroboró en el presente estudio de las características que poseen los portainjertos MM 106 y MM 111 de conferir cierta uniformidad en el crecimiento en los cultivares que les son injertados, es muy probable que estos portainjertos también poseen esa uniformidad en la formación de raíces adventicias. Esto puede ser uno de los motivos principales de que no se hayan registrado diferencias estadísticas en ellos.

Por otra parte, es sabido que éstos portainjertos al igual que otros, fueron objeto en Inglaterra de una cuidadosa selección de acuerdo a una serie de características favorables que poseen. Es factible que la capacidad que presentan para formar raíces adventicias sea un carácter genotípico propio de estos portainjertos. Así mismo, Hartmann Y Kester (1982), mencionan que dentro del tallo, ciertos tipos de estructura o relaciones de tejido parecen ser más favorables que otras para la formación de raíces. Esto puede estar relacionado con la capacidad que tienen algunos portainjertos clonales de estar almacenando en los tejidos del tronco los elementos necesarios e indispensables que son útiles para su desarrollo como lo son algunos nutrientes según Cartagena (1985), algunas hormonas y otras sustancias promotoras del enrai-

zamiento como son las auxinas de acuerdo con Grochowska y Karaszewska (1978), también cofactores de enraizamiento que actúen sinérgicamente con las hormonas nativas para formar primordios radicales (Hartmann y Kester, 1982).

En experimentos realizados con estacas de fácil y difícil enraizamiento, parecería que injertando una porción con hojas del clon que enraiza con facilidad sobre una parte basal del tallo del clon de enraizamiento difícil, se lograría que éste último enraizará fácilmente. Tal vez los factores de enraizamiento proporcionados por las hojas o las yemas del clon que enraiza con facilidad pudieran estimular el enraizamiento de la parte basal que sólo produce raíces con dificultad (autores citados por Hartmann y Kester, 1982). En el presente estudio, esto no sucedió con los patrones de tejocote, ya que injertando los portainjertos con gran capacidad de enraizamiento como lo son el MM 106 y MM 111 sobre patrón de tejocote (tratamiento G y H), se supondría que los portainjertos clonales translocarían através de la unión de injerto, algún cofactor que promoviera la iniciación de raíces adventicias en los patrones de tejocote. De acuerdo a lo anterior, es muy factible que en las combinaciones Malus/Crataegus, debido a una virtual existencia de incompatibilidad parcial, se produzca un bloqueo en la zona de unión del injerto que restringe notablemente el suministro de auxinas esenciales para el enraizamiento proveniente de las hojas, de tal modo que dichas hormonas se acumularán en la parte superior de la zona de unión tal y como lo menciona Tuckey (1964) y Cartagena (1985). Por lo tanto la existencia de sus

tancias promotoras de enraizamiento en los patrones de tejocote - puede ser nula. Lo anterior puede constituir una causa importante del que no haya existido enraizamiento en todos los tratamientos en donde se empleo el patrón de tejocote (enraizamiento del patrón). Aunado a lo anterior, es posible que los patrones de tejocote almacenen altos niveles de citocininas producidas por el sistema radical a causa del bloqueo en la zona de unión de injerto. Altas concentraciones de citocininas inhiben a menudo el enraizamiento según Westwood (1978). Por otra parte, se ha comprobado en algunos estudios realizados por (Fabijan, et al., 1981), y como lo comentan Hartmann y Kester (1982), que el sistema radical original produce y manda hacia el resto de la planta, sustancias que son inhibitoras y que pueden interferir en la formación de nuevas raíces. Por su parte Weaver (1980), menciona que los inhibidores se encuentran en casi todas las partes de las plantas. Dichos inhibidores aparecen en forma natural como esteroides, glucósidos o fenoles vegetales y entre éstos últimos los flavonoides. En estudios realizados con el género Crataegus, se detectó la presencia de 3.2% de flavonoides en hojas y 1.7% en ramas según autores citados por Lozoya y Lozoya (1982). Lo anterior reviste gran importancia por que en el presente estudio en el tratamiento (I), se injertó tejocote "mejorado" sobre portainjerto MM 106, resultando que ni el tejocote así como el portainjerto enraizaron. Puede suponerse entonces que los inhibidores contenidos en el tejocote fueron translocados al portainjerto impidiendo de esta manera la formación de raíces adventicias en ambos componentes. Si esto es cierto, entonces es factible que en tales combinaciones

Crataegus/Malus exista una translocación mínima.

6. Número de raíces formadas por afrancamiento.

a) En cultivares.

Para esta variable, no se observaron diferencias significativas de acuerdo al análisis estadístico efectuado. Pero sí se determinó en la práctica, que fue el cv. Winter Banana de manzano quien formó el mayor número de raíces adventicias injertado sobre tejocote (tratamiento D), y con cada uno de los portainjertos clonales empleados en este estudio, es decir, MM 106 Y MM 111 (tratamientos B, D, E).

La iniciación de raíces adventicias en cortes es dependiente de auxinas, azúcares y sustancias nitrogenadas, así como algunos factores de crecimiento y de auxinas sinergistas, las cuales son abastecidas normalmente por las hojas y se acumulan en la zona del corte, según autores citados por Friedman et al. (1979). Las auxinas no únicamente incrementan el porcentaje de cortes con raíces, sino que, también incrementan el número de raíces por corte (Hartmann Y Kester, 1982). Esto permite delucidar porqué el cv. Winter Banana formó mayor número de raíces injertado sobre tejocote en el tratamiento (D). La posible existencia de una barrera constituida principalmente por la zona de unión de injerto que provoca la acumulación de las auxinas endógenas formadas por el cultivar, aunado a la aplicación de la auxina exógena como lo fue el ácido indolbutírico (AIB), y su virtual acumulación en la zona de

unión específicamente en la parte superior, hacen pensar y determinar que fueron unos de los motivos principales de la mayor formación de raíces adventicias en dicho cultivar. En los tratamientos (B, E), el mismo cultivar injertado sobre los patrones clonales MM 106 y MM 111, formó menor cantidad de raíces porque en dichas combinaciones al no existir un bloqueo total en la translocación y por el supuesto de que existe mayor compatibilidad, no se produjo una acumulación completa de sustancias promotoras de enraizamiento arriba de la unión. En tales combinaciones la adición del ácido indolbutírico (AIB), en concentraciones elevadas junto con las sustancias endógenas promotoras que dicho cultivar debe poseer en cantidades suficientes puesto que presentó un satisfactorio desarrollo del brote y una excelente producción foliar, son motivo principal de la formación de raíces. Esto es apoyado por el hecho de que existen numerosos experimentos como los realizados por Stromquist y Hansen (1980), en donde se comprobó que la respuesta del enraizamiento ha sido dependiente a la adición del ácido indolbutírico (AIB). Además, existen evidencias de que el número está determinado por un delicado balance entre factores endógenos inhibidores y estimuladores. Las auxinas endógenas son de gran importancia para este balance (Eliasson, 1981). La falta de algún factor endógeno promotor del enraizamiento puede ser la causa del porqué el cv. Golden Delicious se haya mostrado renuente a la formación de raíces. Este cv. formó el menor número de raíces injertado sobre los portainjertos clonales MM 106 MM 111, tratamientos (C, J). Logró enraizar en estas combinaciones por la aplicación del ácido indolbutírico (AIB), en concentraciones ele-

vadas en la parte basal del injerto de acuerdo al método de afrancamiento. En el tratamiento (F), cuando el cv. Golden Delicious se injertó sobre tejocote, no logró formar raíces adventicias y se hizo más patente la dificultad de enraizar de este cv. no sólo por poseer pocos promotores endógenos de enraizamiento sino también, porque su producción foliar se vió nutricionalmente afectada por causas de la incompatibilidad. Esto trajo como consecuencia una reducción en la fotosíntesis y por lo tanto, en la formación de carbohidratos esenciales para la formación de raíces. Las deficiencias nutritivas dificultan el enraizamiento (Westwood, 1978).

Es evidente que ambos cultivares Winter Banana y Golden Delicious, requieren de la aplicación externa de auxinas que promueven la formación de raíces adventicias. La poca producción de raíces, así como la ausencia de las mismas en algunas combinaciones, hace pensar que se necesita aplicar algún cofactor del enraizamiento que no es producido por las hojas y que junto con la aplicación de ácido indolbutírico (AIB), promuevan mayor número de raíces por cultivar.

b) En portainjertos.

Fueron los tratamientos (G, H), en los cuales se injertó a los portainjertos clonales de manzano MM 106 Y MM 111 sobre tejocote, en donde se formó el mayor número de raíces adventicias por afrancamiento. El tratamiento (G), fue superior a todos los demás tratamientos de acuerdo al análisis estadístico efectuado y con esto se pone de manifiesto la gran capacidad de enraizamiento que

posee el portainjerto clonal MM 106. Con estos resultados obtenidos queda corroborado lo siguiente: el supuesto de que la acumulación que se produce justo por arriba y por debajo de la unión de injerto, es provocada por un bloqueo en la translocación basipé~~t~~a la de la auxina endógena.

Es posible que la falta de formación de raíces en los patrones de tejocote en todas las combinaciones en las que éste fue empleado, se debió precisamente a una falta de auxinas y a otros cofactores de enraizamiento que se acumularon arriba de la zona de unión, como producto de la incompatibilidad parcial existente. Se debe agregar que las hojas y las raíces del sistema radical del tejocote produzcan algún inhibidor del enraizamiento que llega a acumularse por debajo de la unión y a lo largo del tronco, ya que se dificulta en gran medida su paso a través de la unión de injerto hacia la púa. Es posible que ese inhibidor sea un flavonoide de acuerdo a los autores citados por (Lozoya y Lozoya, 1982), así mismo es muy factible que el tejocote no posea iniciales preformadas de raíz en el tronco, como lo pueden poseer los portainjertos clonales de manzano por la gran cantidad de raíces que formaron injertados sobre tejocote. Esa mayor producción de raíces puede estar relacionada con la acumulación de macro y micronutrientes, ya que las combinaciones que tienen mayores disturbios en la zona de unión, son los que destacan por su capacidad para acumular elementos nutritivos (Cartagena, 1985).

En los tratamientos (B, C, E, J,), no existieron diferencias significativas en el enraizamiento. Esto puede apoyar la suposi

ción de que existe cierta uniformidad en la formación de raíces en los portainjertos clonales.

En los tratamientos (C, J), se produjo la menor cantidad de raíces en los portainjertos MM 106 y MM 111, al ser injertado sobre ellos el cv. Golden Delicious de manzano. Esto también apoya la aseveración de que dicho cultivar es renuente a la formación de raíces, debido a la formación de algún inhibidor del enraizamiento y que influyó de manera notable en los portainjertos en su baja producción de raíces. Recuerdese que este cv. formó pocas raíces injertado sobre los patrones clonales MM 106 Y MM 111, además de que no lo hizo injertado sobre tejocote.

7. Longitud de raíces adventicias formadas por afrancamiento.

a) En cultivares.

Fue el cultivar Winter Banana de manzano injertado sobre tejocote en el tratamiento D, quién presentó los promedios más altos de longitud radical, resultando ser significativamente diferente y superior estadísticamente respecto a los demás tratamientos. La gran capacidad para emitir raíces adventicias que posee el cv. Winter Banana junto con la aplicación de ácido indolbutírico exógenamente deben de constituir las causas principales de su mayor crecimiento radical. Se debe considerar nuevamente la acumulación de auxinas endógenas y de carbohidratos arriba de la unión de injerto como un factor importante que influyó en dicho cre

cimiento.

Una prueba de lo anterior es que el mencionado cultivar al igual que el cv. Golden Delicious injertado sobre los dos portainjertos clonales MM 106 y MM 111 en los restantes tratamientos (B, C, J, E), presentaron menor longitud de raíces por que no se produce una acumulación total de auxinas y carbohidratos en la zona de unión de injerto. Estos últimos tratamientos fueron similares estadísticamente.

Por otra parte, es indispensable mencionar que se encontró una correlación entre la longitud de raíces por cultivar y la variable número de raíces principales del sistema radical del patrón con valor de -0.94 .

b) Por portainjertos.

Al igual que para la variable número de raíces, fueron los tratamientos (G, H), en donde se injertaron los portainjertos clonales MM 106 Y MM 111 sobre tejocote, los que presentaron mayor longitud radicular. El portainjerto MM 106 en términos generales superó en longitud de raíces al portainjerto clonal MM 111. Este presentó los menores valores de longitud en los tratamientos (E,J).

Es factible que las causas principales de los resultados antes mencionados sean las mismas que las discutidas para la variable longitud de raíces por cultivares. También se encontró una correlación significativa de -0.86 entre las variables longitud de raíces por patrón (emitidas por afrancamiento), y longitud de raíces princi-

pales del sistema radical de los patrones.

También es menester mensionar que las raíces emitidas por afrancamiento en los portainjertos clonales y específicamente en los tratamientos (G, H), aparte de presentar un aceptable crecimiento longitudinal, fué notable en ellas su vigorosidad y distribución vertical. Esto es importante por que puede facilitarse la penetración de las capas compactas de algunos tipos de suelos y la penetración de capas profundas lo cual se traduce en una gran ventaja porque, según el espesor de suelos que exploran las raíces es lo que determina su capacidad de reserva de agua y la de suministro de elementos fertilizantes (Strocme Y Grass, 1979).

Por otra parte, el hecho de que haya existido un buen desarrollo longitudinal de las raíces, confirma que la mezcla de suelo empleada fué la adecuada, ya que se trató de proveer a las raíces adventicias formadas un sustrato de una textura con suficiente -- contenido de materia orgánica que ayudará a la retención de agua y de nutrientes esenciales para las plantas. Así mismo, se lo--gró mantener un drenaje propicio que evitara una saturación de -- agua que inhibiera a las raíces de oxígeno. Las raíces de los árboles frutales son altamente sensibles a la carencia de oxígeno, particularmente durante el crecimiento intenso de las raíces, debido a esto el mantener una aereación adecuada fué de vital impor-tancia, puesto que las raíces, específicamente sus puntas, son re-giones de rápida división celular y elongación con altos requerimientos de oxígeno (Foth y Turk, 1981).

8. Número de raíces principales del sistema radical de los portainjertos.

El portainjerto clonal de manzano MM 111 en el tratamiento (J), fué el que presentó la mayor cantidad de raíces principales del sistema radical, superando al portainjerto MM 106 y al tejocote. Asimismo, se observó una mayor cantidad de raíces principales en los portainjertos clonales MM 111 y MM 106 de manzano en comparación con el tejocote.

El tener una mayor cantidad de raíces principales puede representar una gran ventaja no sólo para el propio portainjerto sino, para el cultivar que se le haya injertado, porque al existir un buen número de raíces principales existen a su vez sus ápices, que son zonas productoras de citocininas esenciales para el desarrollo vegetativo, y de auxinas promotoras del enraizamiento. Esto concuerda con el hecho de que en los tratamientos (B, C, E, J), existió mayor desarrollo longitudinal del brote de los cultivares de manzano injertados sobre los patrones clonales MM 106 y MM 111. Lo anterior se corroboró ampliamente por que existió un aceptable índice de correlación entre las variables número de raíces principales del sistema radical de los portainjertos y longitud del brote (0.555). También existió correlación entre número de raíces principales del sistema radical de los portainjertos con número de raíces adventicias emitidas por patrón (0.82).

El tejocote presentó el menor número de raíces principales - debido a que posee un sistema radical propio de los patrones pro-

pagados por semilla, es decir, pivotante lo cual es un caracter genotípico.

9. Longitud de raíces principales del sistema radical de los portainjertos.

Fueron cinco tratamientos (C, E, G, H, J), los que resultaron ser estadísticamente iguales, pero superiores respecto a los demás en cuanto a longitud radical se refiere. Sobresalieron para ésta variable los dos portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 en los tratamientos (C, E). Por otra parte, se esperaba que los patrones de tejocote presentaran mayores valores de longitud radical, porque los patrones de semillas desarrollan, por lo general, el sistema radical vertical más profundo en comparación con los portainjertos clonales según Kolesnikov (1971). En los tratamientos (D, F), el tejocote presentó los valores más bajos de longitud radical. Esto se debió a que estuvo restringido de carbohidratos en la zona de unión y por debajo de ella, dichos carbohidratos provenientes de las hojas de los cultivares de manzano que le fueron injertados se acumularon en esa zona como producto de la incompatibilidad parcial existente. Otro factor importante que influyó en el bajo desarrollo radical en el tejocote, fué el empleo de macetas de polietileno negro en las que estuvieron contenidas las plantas durante el desarrollo del experimento. Es conveniente señalar que todos los patrones de tejocote se adquirieron completamente enmacetados en dichas bolsas de polietileno.

VI. CONCLUSIONES

1. Los mayores porcentajes de prendimiento de los cultivares de manzano Winter Banana y Golden Delicious, así como de los portainjertos clonales MM 106 y MM 111, se obtuvieron en los tratamientos en donde se injertaron sobre tejocote.

2. Los mayores porcentajes de brotación se obtuvieron en los portainjertos clonales MM 106 y MM 111, así como el cv. Golden Delicious injertados sobre los patrones de tejocote. El cv. Winter Banana fue inferior en comparación del cultivar Golden Delicious.

3. Los porcentajes más bajos en brotación y prendimiento fueron observados en el tejocote tipo "mejorado" injertado sobre los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111. Asimismo, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre los patrones de tejocote y los portainjertos clonales empleados en cuanto a su influencia sobre los cultivares injertados para ambas variables.

4. Para la variable longitud del brote principal, los cultivares Winter Banana y Golden Delicious de manzano resultaron ser superiores injertados sobre los portainjertos clonales MM 106 y MM 111. Es posible que los patrones de tejocote confiera a los cultivares que le son injertados cierto achaparramiento. A este respecto, el portainjerto MM 106 presentó mejor crecimiento que el portainjerto MM 111 injertados sobre patrones de tejocote.

5. Las combinaciones Malus/Crataegus probadas, mostraron mayor longitud del brote principal en comparación con las combinaciones Crataegus/Malus, lo cual significa que en estas últimas, se expresan en mayor grado algunos mecanismos de incompatibilidad.

6. Existieron diferencias estadísticas significativas entre los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 en comparación con los patrones de tejocote respecto a la influencia que ejercen sobre los cultivares que les son injertados en cuanto a crecimiento.

7. Los cultivares Winter Banana y Golden Delicious presentaron mejores porcentajes de enraizamiento injertados sobre los patrones clonales MM 106 y MM 111 en comparación que cuando se injertaron sobre tejocote.

8. Por cultivares Winter Banana superó en porcentaje de enraizamiento al cv. Golden Delicious. Este último cultivar no enraizó injertado sobre tejocote.

9. Los portainjertos MM 106 y MM 111 presentaron mejores porcentajes de enraizamiento injertados sobre tejocote. No existieron diferencias significativas de enraizamiento entre portainjertos. Los patrones de tejocote no emitieron raíces adventicias en ningún tratamiento.

10. Por cultivares Winter Banana superó al cv. Golden Delicious en las variables número de raíces y longitud de raíces emitidas por afrancamiento. En el tejocote tipo "mejorado" no hubo

respuesta.

11. MM 106 y MM 111 formaron mayor número de raíces con mayor longitud injertados sobre tejocote. Asimismo, se comprobó la gran capacidad que poseé el portainjerto clonal MM 106 de emitir raíces adventicias.

12. Los portainjertos clonales de manzano MM 106 y MM 111 presentaron el mayor número de raíces principales de su sistema radical superando notablemente a los patrones de tejocote.

13. Los mayores valores de longitud de raíces principales observados en la práctica correspondieron a los portainjertos MM 106 y MM 111 de manzano, pero fueron similares estadísticamente en algunos tratamientos al tejocote.

VII. GLOSARIO

- Asexual.- Propagación por parte de una planta, no por la semilla. Son ejemplos, estacas, acodos, injertos, etc.
- Auxinas.- Sustancias naturales o sintéticas que pueden regular o estimular el crecimiento y el agrandamiento celular de la planta. Ej. Acido indolbutírico. (AIB).
- Brote.- Rama del año corriente que tiene hojas y yemas.
- Callo.- Tejido parenquimático que crece sobre una herida ó unión de injerto, protegiendola contra la pérdida de agua u otros daños.
- Cambium.- Tejido meristemático no diferenciado en forma de una delgada capa de células ubicado entre la corteza y el leño.
- Cultivar (CU).- Grupo de individuos cultivados que tienen importancia agrícola florestal u hortícola y que se distinguen de otros grupos. Son mantenidos en esa condición mediante procedimientos específicos de propagación. Es sinónimo de variedad.
- Injerto.- Parte de la planta, rama o yema que se coloca sobre el pie para su injertación.
- Incompatibilidad.- Falla del injerto en formar una sólida unión que continuará creciendo.

Portainjerto o pie.- Planta sobre la cual se injerta una determinada especie o cultivar a fin de lograr múltiples beneficios.

Raíz principal.- Es llamada también primaria, aquella que penetra profundamente en el suelo y posee pocas laterales.

Translocación.- Movimiento físico del agua, nutrientes o compuestos químicos, o alimentos elaborados dentro de la planta.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Arroyo, G., y M.W. Borys. 1988. Homogeneidad Morfológica de Poblaciones de Portainjertos de Manzano usados en México. XII Congreso de Fitogenética, Chapingo, Méx.
2. Calderón, E. 1983. Fruticultura General. 3ª Ed. Editorial Limusa. México, D. F.
3. Cambra, M. y R. Cambra. 1974. Diseños de Plantación y Formación de Arboles Frutales. Cuaderno No. 1, Consejo Superior de Investigación Científica. Est. Exp. Aula-Dei, Zaragoza, España.
4. Cartagena, J. R. 1985. Relaciones Anatómicas y Nutricionales de la Afinidad entre el Patrón y el Injerto de Manzano. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Méx.
5. Castillo, A. M. 1986. Enraizamiento in vitro de dos Portainjertos de Manzano (Malus pumila Mill.), Tesis para obtener el título de Biólogo., Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Los Reyes Iztacala, Méx.
6. Coutanceau, M. 1971. Fruticultura Técnica y Económica de los Cultivos de Rosáceas Leñosas Productoras de Frutas. Editorial Oikos-Tau. Barcelona, España. Págs. 20-38.

7. Eliasson, L. 1981. Factors Affecting the inhibitory effect of indolyacetic acid on root formation in pea cuttings. - *Physiol. Plant.* 51: 23-26.
8. Espinoza, J. R. 1984. Evaluación de Prendimiento y Crecimiento Vegetativo del Tejocote Mejorado y Cuatro Cultivares de Pera (*Pyrus communis*) Injertados sobre tejocote Criollo. Tesis Profesional, UACH., Chapingo, Méx.
9. Fabijan, D., Yeung, E., Murkherjee, I., Reid, D. M. 1981. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings. I. Correlative influences and developmental sequence. *Physiol. Plant.* 53: 578-588.
10. Foth, H. D., and L. M. Turk. 1981. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Cía Editorial Continental, S. A., México. Págs. 323-355.
11. Friedman, R., A. Altman, y E. Zamski. 1979. Adventitious root formation in bean hypocotyl cuttings in relation to IAA translocation and hypocotyl anatomy. *J. Experimental Botany* 127 (30): 769-777.
12. García, C. 1982. Estudio de la Distribución Radical de Tejocote (*Crataegus pubescens* HBK) en dos Localidades. Tesis M.C., Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

13. García, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
14. Garner, R. J. 1983. Manual del Injertador. Ed. Mundiprensa, Madrid, España. Pág. 223.
15. Garrido, E. 1978. Enraizamiento de Estacas de Manzano MM 106 tratadas con Acido Indolacético (AIA) y Acido Indolbutírico (AIB) en Tres Tipos de Estacas a una Temperatura de 21° C en la Base. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
16. Grochowska, M. J., y A. Karaszewska. 1978. A posible role of hormones in growth and development of apple trees and a suggestion on how to modify their action. Acta Horticulturae 80: 457-463.
17. Hartmann, H. T., y D. E. Kester. 1982. Propagación de Plantas. Cía. Editorial Continental. México, D. F. Págs. 237-541.
18. Hernández, A. 1978. Determinación del Período Optimo de Pectinas y de las Condiciones para su Extracción en Tejocote (Crataegus mexicana). Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.

19. Kramer, S., y G. F. Schuricht. 1982. Fruticultura. Cía. Editorial Continental. México, D. F.
20. Lamónarca, F. 1979. Los Árboles Frutales. Editorial de Vecchi, Barcelona, España.
21. Lozoya, X., y M. Lozoya, 1982. Flora Medicinal de México. 1a. Parte: Plantas Indígenas. Instituto Mexicano del Seguro Social, México, D. F.
22. Manjarrez, P. 1981. Estudio Preliminar Sobre Tratamientos de Pregerminación en semillas de Tejocote (Crataegus sp.). Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.
23. Martín, E. M., y William M. Harris. 1976. Adventitious root development from the coleoptilar node in Zea mays. Amer. J. Bot. 63 (6): 890-897.
24. Montoya, C. G. 1985. Brotación, Prendimiento y Crecimiento de Manzano (Malus doméstica) Injertado Sobre Tejocote (Crataegus Pubescens HBK). Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.
25. Nicolás-Cruz, M. 1984. Injertos de Yema de Manzano y Peral Sobre Tejocote (Crataegus pubescens HBK). Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.

26. Nieto, R. 1983. Compatibilidad Vegetativa de Manzano (Malus pumila mill). Injertados en Tejocote (Crataegus Pubescens HBK). Tesis M. C., Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
27. Nieto, R., J. L. Barrera, y M. W. Borys. 1980. Compatibilidad Vegetativa de Manzano/Tejocote y Compatibilidad Tejocote /Manzano a las Condiciones Edáficas de Huertos - Seleccionados. Avances en la Enseñanza y la investigación., Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, Págs. 340.
28. Nieto, R., y M. W. Borys. 1982. Segundo Año de Comportamiento Vegetativo de Cuatro Cultivares de Manzano (Malus doméstica) Injertados en Tejocote (Crataegus pubescens HBK). IX Congreso Nacional de Fitogenética, Saltillo, Coah., Méx.
29. Randhawa, S. S., y D. K. Kishore. 1981. A note on the graft compatibility of native wild species. I. with apple and pear. J. Horticultural Science 56 (4): 369-371.
30. Romero, M. et al. 1981. Primer año de comportamiento de vegetativo de cuatro cultivares de manzano injertados en tejocote (Crataegus pubescens HBK) de recolección. III Congreso Nacional de Fruticultura, Guadalajara, Jalisco, Resúmenes 107.

31. Ravel D' Esclapon, G., y G. Ballot. 1972. Nuevo Tratado Práctico de Fruticultura. Ed. Blume, Barcelona, España.
32. Salazar, S. A. 1982. Enraizamiento de Estacas de Manzano MM 106 con Acido Indolbutírico (AIB) y 22°C en la Base. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
33. Salazar, S., y M. W. Borys. 1983. Clonal propagation of the avocado through "Franqueamiento". Calif. Avocado Soc. Yearbook. 67: 69-72.
34. Souty, J. 1966. Curso Superior de Fruticultura (Arboles de Hoja Caduca). Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
35. Stromquist, H., y J. Hansen 1980. Effects of auxin and irradiance on the rootings of Pinus sylvestris. Physiol. Plant. 49: 346-350.
36. Tamaro, O. 1968. Tratado de Fruticultura. Ed. Gustavo Gili, S. A., Barcelona, España.
37. Tiscornia, J. R. 1977. Cultivo de Plantas Frutales. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. Pág. 345.

38. Trocme, S., y R. Gras. 1979. Suelo y Fertilización en Fruticultura. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
39. Tubbs. F. R. 1977. The relative influences of fruit clones when present as rootstock or as scion. *J. of Horticultural Science* 52: 37-48.
40. Tukey, H. B. 1964. Dwarfed Fruit Trees. The Mac Millan Company, New York, U.S.A.
41. Villegas, M. A. 1982. Propagación de Cultivares de Manzano (Malus pumila Mill). in vitro. Tesis M. C., Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
42. Villegas, M. A., y A. M. Castillo. 1985. Factores que Influencian al Enraizamiento in vitro del Portainjerto de Manzano MM 106. Memorias del 1º Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, Hermosillo, Son.
43. Weaver, R. 1980. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed. Trillas, México.
44. Welander, M., y Huntrieser. 1981. The rooting ability of shoots in vitro from the apple rootstock A 2 in juvenile and in adult growth phase. *Physiol. Plant.* 53: 301-306.
45. Westwood, M. N. 1978. Temperate-Zone Pomology. Ed. W. H. Freeman and Co., San Francisco, U.S.A.