

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

"OBTENCION DE RAICES ADVENTICIAS EN 2 CULTIVARES
INJERTADOS DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA, MILL)"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

PRESENTA:

JUAN RAMON SOTO ZEPEDA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1987.



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 está 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.

I N D I C E

	<i>Página</i>
<i>INDICE DE CUADROS</i>	I
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	I
<i>INDICE DE DIAGRAMAS</i>	II
<i>INDICE DE TABLAS</i>	II
 <i>RESUMEN</i>	
 1 <i>INTRODUCCION</i>	 1
1.1 <i>OBJETIVO GENERAL</i>	4
1.1.1 <i>Objetivos específicos</i>	4
 2 <i>REVISION DE LA LITERATURA</i>	 6
2.1 <i>ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO</i>	6
2.2 <i>USO DE PORTAINJERTOS</i>	14
2.3 <i>PROPAGACION DE PORTAINJERTOS</i>	16
2.3.1 <i>Patrón Franco</i>	16
2.3.2 <i>Patrón Clonal</i>	17
2.4 <i>FUNDAMENTOS QUE FACILITAN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE AGUACATE</i>	20
2.5 <i>PROPAGACION VEGETATIVA DEL AGUACATERO</i>	28
2.5.1 <i>Propagación de variedades</i>	28
2.5.1.1 <i>Técnicas de injertación</i>	29
2.5.2 <i>Propagación clonal de portainjertos de aguacate</i>	31
2.5.2.1 <i>Uso de la técnica de "Etiolación" para el enraizamiento de estacas de aguacate</i>	33

2.5.2.2	<i>Técnica de "Franqueamiento"</i>	35
2.5.2.3	<i>Cultivo de tejidos (Propagación "In-vitro")</i>	35
3	MATERIALES Y METODOS	39
3.1	<i>OBTENCION DE PLANTAS INJERTADAS</i>	39
3.2	<i>APLICACION DE TRATAMIENTOS</i>	48
3.3	<i>EXPERIMENTOS ADICIONALES</i>	53
4	RESULTADOS Y DISCUSION	55
4.1	<i>INJERTACION</i>	
4.2	<i>MORTALIDAD</i>	65
4.3	<i>ENRAIZAMIENTO</i>	73
4.4	<i>EXPERIMENTOS ADICIONALES</i>	77
5	CONCLUSIONES	
5.1	<i>CONCLUSIONES A LOS EXPERIMENTOS ADICIONALES</i>	82
	BIBLIOGRAFIA	83

INDICE DE CUADROS

	<i>Página</i>
<i>Cuadro 1. Razas, Variedades e Híbridos identificados de Aguacate.</i>	8
<i>Cuadro 2. Superficie, Producción y Valor Nacional de Aguacate por Entidades Federativas.</i>	9
<i>Cuadro 3. Superficie, Producción y Valor Total de Aguacate. (Serie histórica 1982, 1983, 1984).</i>	11
<i>Cuadro 4. Producción Mundial de Aguacate (1976 y 1980).</i>	13

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Típico "Corte de candado".</i>	41
<i>Figura 2. Etiolación basal de brotes.</i>	47
<i>Figura 3. Anillado cirugía.</i>	50
<i>Figura 4. Aplicación de auxinas.</i>	50
<i>Figura 5. Porcentaje de prendimiento para la primera injertación, transcurridos 15 días.</i>	56
<i>Figura 6. Porcentaje de prendimiento para la primera injertación, transcurridos 50 días.</i>	58
<i>Figura 7. Crecimiento promedio en centímetros del nuevo brote, para la primera injertación, transcurridos 50 días.</i>	60
<i>Figura 8. Porcentaje de prendimiento para la segunda injertación, transcurridos 15 días.</i>	62
<i>Figura 9. Porcentaje de prendimiento para la segunda injertación, transcurridos 50 días.</i>	63
<i>Figura 10. Porcentaje de mortalidad de planta (por calidad de portainjerto y por variedad).</i>	68

INDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1. Metodología de trabajo.</i>	52
--	----

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cantidad de planta injertada al 2 de Abril de 1986.</i>	45
<i>Tabla 2. Cantidad de planta injertada del 17-27 de Junio de 1986.</i>	46
<i>Tabla 3. Porcentaje general de mortalidad de planta (por variedad y por mes de colecta).</i>	66
<i>Tabla 4. Porcentaje de mortalidad de planta (por calidad de portainjerto y variedad).</i>	69
<i>Tabla 5. Porcentaje de mortalidad en plantas con vástago clasificado como débil.</i>	72
<i>Tabla 6. Porcentaje de enraizamiento (por concentración de auxinas y por calidad de portainjerto).</i>	74
<i>Tabla 7. Porcentaje de enraizamiento (Experimento Adicional A.).</i>	78
<i>Tabla 8. Porcentaje de enraizamiento (Experimento Adicional B.).</i>	80

RESUMEN

La propagación de portainjertos con características especiales es muy necesaria en la actualidad, sin embargo los intentos por propagar vegetativamente portainjertos de aguacate, habian sido infructuosos hasta los años 50 cuando se logró el enraizamiento de brotes etiolados de plantas jóvenes. El objeto del presente trabajo consiste en detectar la influencia de algunos factores capaces de promover enraizamiento en cultivares injertados, factores como la etiolación basal de brotes de plantas jóvenes, aplicación de anillados y aplicación de auxinas; Acido indol-bu_trico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA), con la finalidad de facilitar la propagación vegetativa de portainjertos de aguacate, bajo condiciones de vivero. Para esto, se contaba con planta de aguacate injertada con los cultivares Hass y Fuerte, con dos tipos o formas de injertación; Inglés Compuesto y Enchapado Late_ral, sobre tres diferentes clasificaciones de portainjerto según su altura, estas variedades sirvieron simplemente como material piloto.

Se estableció un diseño de bloques completos al azar, con unidades experimentales de 8 y 7 plantas y con tres repeticiones. Se pretende basicamente, cuantificar y caracterizar raices adventicias, desafortunadamente el número de plantas enraizadas fué tan reducido que se hizo un análisis meramente porcentual, derivando las conclusiones siguientes: El enraizamiento de cultivares injertados de aguacate es factible, utilizando factores promotores implicados en la técnica de "Franqueamiento", obteniéndose hasta un 27% de enraizamiento para la variedad Fuerte, respondiendo ambas variedades satisfactoriamente a las dosis altas de auxinas (10,000 ppm de AIB y 300 ppm de ANA).

La clasificación de portainjertos parece no tener influencia alguna sobre el enraizamiento de los cultivares injertados, pero si ejerce una influencia marcada sobre el llamado "Prendimiento de injerto".

Finalmente, el tratamiento de anillado con 1.0 cm de amplitud, resulta muy severo para las plantas, generando altos indices de mortalidad.

INTRODUCCION

Podemos decir que en casi todos los países ubicados dentro de las regiones tropicales, subtropicales y mediterraneas se cultiva alguna de las tres razas de aguacate Persea americana Mill . (antillana, guatemalteca y mexicana), pero sólo algunos países pueden considerarse como productores por la magnitud de sus plantaciones y por la infraestructura adecuada con que cuentan para la producción, empaque y venta.

Por sus características organolépticas y nutritivas el fruto de aguacate tiene gran aceptación y demanda, y en algunos países como México, Estados Unidos, Israel y gran parte del mediterráneo, ocupa un renglón económico importante.

México, a pesar de tener altos índices de participación en el valor mundial de producción aguacatera (cercana al 25%), produce principalmente frutos de origen criollo, incapaces de competir en un mercado internacional. Además de que las plantaciones de árboles criollos presentan demasiada irregularidad en sus producciones.

Afortunadamente en las últimas décadas se han introducido al país nuevas variedades, como son: Fuerte, Hass, Bacon, etc., cuyos frutos tienen mayor demanda no sólo a nivel nacional sino a nivel internacional también. Cabe mencionar que la forma de propagación de éstas variedades se hace injertando el cultivar seleccionado sobre portainjertos ó patrones provenientes de semilla. Esta práctica ha permitido uniformizar relativamente el manejo y producción de las plantaciones.

El cultivo de aguacate en nuestro país también se ve limitado por algunas condiciones edáficas desfavorables como son : suelos calcareos, salinos y pesados, así mismo por la presencia de patógenos como el hongo Phytophthora cinnamomi, que provoca pudrición radicular, ya que los portainjertos antes mencionados son muy susceptibles a estas condiciones.

Esta serie de problemas podrían verse resueltos a través de la selección de plantas, ya que se ha observado de individuos provenientes de semilla son capaces de tolerar o soportar éstas y otras condiciones.

Actualmente, en California, Estados Unidos, ya se cuentan con algunas selecciones que toleran la presencia de Phytophthora cinnamomi. En México, Instituciones como la Unidad de Desarrollo Frutícola del Colegio de Postgraduados ya cuenta con selecciones tolerantes a la sequía y a suelos salinos, mientras que la Comisión Nacional de Fruticultura trabaja en la selección de tipos criollos tolerantes a la fungosis, en la selección de criollos que confieran enanismo o porte bajo, en la selección de portainjertos capaces de soportar suelos pesados, seleccionando individuos con un sistema radicular altamente eficiente y con una capacidad de regeneración también elevada.

La problemática que presentan estas selecciones, radica en el hecho de que deberán propagarse vegetativamente si se desea preservar sus características y ésta especie es sumamente difícil de clonar con técnicas convencionales como el "enraizamiento de estacas". Sin embargo ya se han realizado estudios tendientes a facilitar la propagación vegetativa del aguacatero. Una

de las contribuciones más importantes ha sido presentada por Frolich, F. y Halma, H. que trabajando con brotes producidos en completa oscuridad y puestos en camas bajo nebulización han logrado hacerlos enraizar.

El cultivo de tejidos, es otra de las vías que ha tenido éxito en la clonación de esta especie. Empero uno de los inconvenientes que presentan estas técnicas, es el elevado costo de la infraestructura utilizada, por lo que se hace necesaria la presencia de una técnica de propagación vegetativa con requerimientos de bajo costo, capaz de llevarse a cabo en vivero. Así el presente trabajo pretende detectar condiciones que faciliten el enraizamiento de cultivares injertados, bajo condiciones de vivero, utilizando las variedades Hass y Fuerte como materiales piloto, esperando contar a corto plazo con una metodología aplicable ya a selecciones de plantas.

1.1 OBJETIVO GENERAL.

- . Evaluar la influencia de diferentes factores que promueven enraizamiento (factores implicados en la técnica de "Franqueamiento") sobre cultivares injertados de aguacate (Hass y Fuerte).

1.1.1 Objetivos específicos.

- . Observar el comportamiento en el llamado "prendimiento de injerto", para la zona de Huajintlán, Morelos, cuando se utilizan dos formas de injertación (Enchapado Lateral e Ingles Compuesto).
- . Detectar si el vigor del patrón utilizado tiene influencia alguna sobre la emisión de raíces en el material injertado.
- . Comparar la influencia que puedan ejercer patrones de razas ecológicas diferentes (criollo mexicano y criollo antillano) sobre la facilidad de enraizamiento del material bajo "Franqueamiento".
- . Definir la importancia de bloquear el flujo de savia que circula a través de floema, en la promoción de raíces.
- . Determinar la concentración óptima de una mezcla de auxi_

nas (Acido indol-3-butírico con Acido naftalenacético),
para la formación de raíces adventicias.

2 REVISION DE LA LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO

El aguacate Persea americana Mill., pertenece a la familia de las Lauraceas, su género es Persea y su especie americana (Carbalho, F.,1965; Ruiz, O.,1979). Es una planta leñosa de porte elevado (hasta 15 metros de altura), que presenta una drupa como fruto con un peso entre 200 y 1000 gr (Carbalho, F., 1965; Tamaro, E.,1972; Ibar, L., 1983). La semilla está formada por dos cotiledones en cuyo interior se localiza el embrión, ésta se encuentra revestida por una cubierta (en algunos casos fuertemente adherida), esta cubierta se encuentra envuelta por el mesocarpo (que constituye la pulpa comestible) y éste a su vez se encuentra protegido por una cáscara dura (Carbalho, F., 1965; González, S. et al,1983; Ibar, L.,1983).

Las características climáticas donde prospera este cultivo son propias de los trópicos y subtropicos; temperaturas medias entre 20-26°C, pero sin presentar temperaturas inferiores a 5°C, precipitaciones entre 800 y 2000 mm y las altitudes varían desde 0 msnm hasta 1900 msnm dependiendo de la raza y variedad (Fersini, A.,1975).

Tamaro, D.(1979) e Ibar, L (1983) afirman que el aguacate bajo condiciones óptimas se atenderán en un suelo prácticamente permeable y bien drenado, tierras húmedas, ricas en materia orgánica y una reacción ligeramente ácida. Por esto, el aguacate

está limitado para terrenos calizos, calcareos ó pesados.

Las diferencias de precipitación y temperatura parecen haber propiciado el desarrollo de tres razas o grupos ecológicos de aguacate; Antillano, Guatemalteco y Mexicano. En el (Cuadro 1) se enlistan las diferentes variedades e híbridos originados a partir de éstas razas.

Podemos decir que alguna de las tres razas ó variedades antes mencionadas se cultiva en alguna de las regiones tropicales, subtropicales y gran parte del mediterráneo (Levine, S., 1982).

En el (Cuadro 2) figuran diez países enlistados por orden de importancia cuantitativa y en él, se pretende dar una idea global de la producción mundial de aguacate. Como se puede observar, para el año de 1980, a nivel mundial se cultivaron 178 120 000 hectareas; se obtuvo una producción de 1384 miles de toneladas, cuyo valor fué de 41 520 millones de pesos. México configuró ésa última cifra con una participación de 11 190 millones de pesos, que representa el 27% del total, Brasil, Rep. Dominicana, Estados Unidos, Israel y Perú con el 10.2%, 9.9%, 9.8%, 5.7% y 5.4% respectivamente (Conafrut, DGEA, 1980; Cictamex, 1985).

En cuanto al resto de los países que figuran en el cuadro, así como los otros 26 que no figuran, producen en su mayoría aguacates de origen criollo de la raza antillana, carentes de valor nutritivo y comercial, y por lo tanto no representan un peligro de competencia en el mercado internacional (Gustafson, D., 1976; Conafrut, DGEA, 1980).

Cuadro 1. Razas, Variedades e Híbridos identificados de Aguacate.

RAZA	VARIEDADES
Antillana (A)	Baker, Ballvin, Butler, Fuchsia, Mc cann, Pollok, Simmons, Thompson, Villacamba y Waldin.
Guatemalteco (G)	Anhaheim, Ananá, Benik, Colla, Collins, Dichinson, Hass, Nayapan, Rincón, Taylor.
Mexicana (M)	Atlixco, Bacon, Benedict, Mexicano perfecto, Puebla, San Sebastián, Topa-topa y Zutano.
Híbridos	Collinred (G x A), Collinson (G x A), Choquette (A), Dorotea (G x M), Ettinger (U.S.), Fley, Flora y Fuerte (G x M), Galo, Lula, y La Molina (G x M), Monterico, Pinelli, Robusto y Verónica (G x A).

Fuente: Levine, B. (1972).

Cuadro 2. Superficie, Producción y Valor de Aguacate por Entidades Federativas.

(Ciclo Agrícola 1984).

ENTIDAD	SUPERFICIE Ha		PRODUCCION	VALOR
	SEMBRADA	COSECHADA	TON	\$
1. Michoacán	34625	27542	184144	11969360
2. Nayarit	2674	2597	30843	2159010
3. Veracruz	13774	3685	29006	1359313
4. México	2859	2859	25369	2843865
5. Jalisco	3190	3131	24155	1928052
6. Puebla	4545	2824	21042	1068144
7. Sinaloa	1643	1643	20275	811000
8. Yucatán	1177	1074	18799	756965
9. Morelos	2610	2488	18670	812145
10. Oaxaca	1892	1209	14987	1588622
11. Guanajuato	2171	1550	14628	1316520
12. Chiapas	1786	1786	13938	557520
13. Guerrero	1496	1447	7204	864480
14. S.L.P.	334	320	2745	180090

Fuente: Conafrut, D.G.E.A. (1980).
 CICTAMEX (1985).

Para el año de 1984 (Cuadro 3) México cultivaba una superficie de 56 869 Ha, con una producción de 439 433 Ton y un valor anual de 28 844 789 miles de pesos (SARH, DGEA, 1984).

La producción de aguacates finos de alto valor comercial, esta garantizada dentro de la "faja aguacatera" de la República Mexicana, que a lo largo del eje neovolcánico atravieza los estados de México y Michoacán.

En la República Mexicana, el cultivo del aguacate como actividad comercial se practica en 14 estados, cubriendo una superficie de 54 005 Ha para 1984, alcanzando una producción de 40 4898 ton y un rendimiento promedio de 8 017 Kg/Ha, según datos proporcionados por DGEA y Conafрут, así como FIRA Y CODAGEM.

En el (Cuadro 4) se muestra la producción nacional por entidades federativas, seis son las que producen los volúmenes más significativos a saber; Michoacán, Nayarit, Veracruz, México, Jalisco y Puebla. De éstas seis entidades habrá que decir que Puebla tiene una frontera muy reducida por la mala calidad de suelo (zona Atlixco), esto es, grandes superficies de suelos de origen calcareo y por la incidencia severa de enfermedades como la pudrición radicular causada por el hongo Phytophthora cinnamomi. Jalisco, Nayarit y Veracruz por sus condiciones climáticas y geográficas producen grandes volúmenes de aguacates de origen criollo antillano (cuyo valor comercial es bajo), quedando así Michoacán y Estado de México con amplios recursos disponibles y potenciales, cuyo principal problema radica en las elevadas producciones de aguacate de origen criollo mexicano que aún se pro-

Cuadro 3. Superficie, Producción y Valor Total de Aguacate.

(Serie Histórica 1982, 1983, 1984).

AÑO	SUPERFICIE Ha COSECHADA	PRODUCCION TON	VALOR \$
1982	55 445	455027	11 175 071 482
1983	57 917	45123	16 806 379 070
1984	56 869	439433	28 844 789 000

Fuente: SARH, D.G.E.A. (1984)

ducen y cuya demanda internacional es mínima. Problema acusado _
por la ausencia de variedades, que presentan frutos ideales para
competir en un mercado exterior (CICTAMEX, 1985).

El cultivo de aguacate en nuestro país, se ve limitado, en _
tonces, primero por condiciones edáficas desfavorables, inciden _
cia severa de enfermedades y plagas y finalmente por la gran su _
perficie cultivada con árboles criollos que aparte de producir _
frutos de baja calidad comercial, presenta demasiada heterogenei _
dad de plantación, que repercute en una producción irregular y _
una dificultad de manejo de cultivo.

Cuadro 4. PRODUCCION MUNDIAL DE AGUACATE EN LOS AÑOS 1976 Y 1980.

PAIS	Superficie Cultivada Ha		Producción en Miles de Tons.		Valor de la Prod. Miles de pesos		% de Producción	
	1976*	1980**	1976	1980	1976	1980	1976	1980
TOTAL	82,078	178,120	439	1384	6 585,000	41 520,000	100	100
México	23,779	48,005	125.4	373	1 881,000	11 190,000	28.5	27
Brasil	6,880	18.146	50	141	750,000	4 230,000	11.4	10.2
Republica Dominicana	1,614.7	17,631	9.5	137	142,500	4 110,000	2.16	9.9
Estados Unidos	5,067	17,374	54.1	135	811,500	4 050,000	12.32	9.8
Israel	1,537	10,126	10.9	80	163,500	2 400,000	2.5	5.7
Perú	1,416	9,653	11.8	75	177,000	2 250,000	2.7	5.4
Haití	693	6,821	4.1	53	61,500	1 590,000	.93	3.8
Venezuela	5,027	6,048	25.4	47	381,000	1 410,000	5.8	3.4
Ecuador	2,124	4,504	14.5	35	217,500	1 050,000	3.3	2.5
El Salvador	2,066	3,989	12.7	31	190,500	930,000	2.9	2.2
Otros (26)	31,875.3	35,824	120.6	277	1 809,000	8 310,000	27.4	20.1

Fuente: * Gustafson, C. y Kadman, A. (1976).

** Conafrut, SARH. (1980).

2.2 USO DE PORTAINJERTOS

En algunos casos, hay variedades que se pueden propagar con facilidad por estaca o por semilla, pero es preferible injertar las sobre ciertos patrones que tienen características radiculares convenientes que no se obtienen cuando la variedad que sirve de injerto se propaga con sus propias raíces. En muchas especies de plantas se dispone de patrones que toleran condiciones desfavorables, tales como suelos pesados y húmedos, resistentes a plagas o enfermedades que se encuentran en el terreno. En otras especies se dispone de patrones que influyen en el desarrollo, con lo cual se puede obtener un árbol injertado que tenga un vigor excepcional o que quede achaparrado (Hartmann, H.T. y Kester, D. E., 1971; Brokaw, W.H., 1982). Ciertos patrones particularmente en especies de cítricos, tienen un efecto marcado sobre el tamaño y la calidad de los frutos de la variedad injertada (Hartmann, H.T. y Kester, D.E., 1971; Calderón, E.F., 1983).

La utilización de portainjertos se lleva a cabo desde hace mucho tiempo en países europeos, en hortalizas cultivadas por ejemplo para evitar enfermedades, tales como pudriciones causadas por Fusarium y marchitamientos por Verticilium en solanaceas.

En Holanda, los pepinos para cultivo forzado de invernadero se injertan sobre Cucurvita ficifolia y las variedades comerciales de tomate se injertan sobre híbridos F_1 vigorosos y resistentes a las enfermedades (Smith, J.W., 1965).

El estudio de patrones clonales se ha llevado a cabo en for

ma muy extensa en Inglaterra. Por ejemplo, la obtención de series de patrones para manzano propagados por métodos vegetativos, básicamente enraizamiento de estacas, que han sido clasificados en la Estación de Investigación de East Malling.

En los Estados Unidos e Israel se han realizado investigaciones tendientes a la obtención de patrones de aguacatero tolerantes a la presencia del hongo Phytophthora cinnamomi (Brokaw, W., 1982) y se comienza la exploración de patrones resistentes a ciertas condiciones de suelos pesados, salinos o sódicos, sobre patrones resistentes a la sequía, o a la influencia que ejercen sobre la calidad del fruto de la variedad injertada.

Así mismo en México se trabaja con patrones de aguacatero con la finalidad de obtener fenotipos con sistemas radiculares altamente eficientes y con una elevada capacidad de regeneración, fenotipos enanizantes, resistentes a salinidad, tolerantes a condiciones de sequía, etc. (Calderón, E., 1983).

El horizonte de investigación sobre patrones es muy amplio y en México se hace necesaria sobre todo en la fruticultura tropical y subtropical.

2.3 PROPAGACION DE PORTAINJERTOS

En la actualidad la forma más común de producir plántulas para su uso como portainjertos es a través de semillas, este tipo de patrón se conoce con el nombre de "patrón franco" (Lamonarca, F., 1978). Este tipo de propagación de plantas (Propagación sexual) se refiere a la obtención de plantas directamente de la germinación de semillas. En general, en fruticultura sobre todo en formas altamente tecnificadas, no se recomienda este tipo de propagación, salvo en casos extraordinarios (obtención de portainjertos con sistema radicular pivotante de gran anclaje, evaluación de tipos criollos, etc.), sin embargo su empleo para la producción de patrones es bastante común (como en el caso del aguacate), sin que ello signifique que ese sea el procedimiento idóneo para la obtención de éstos (Cotanceau, ., 1971; Canizares, J., 1972; Hartmann, H. y Kester, D., 1972; Tamaro, D., 1974).

2.3.1 Patrón Franco

La forma de reproducción sexual presenta el inconveniente de que la progenie que proviene de semillas constituye una población de individuos heterogénea, en la cual se mezclan y segregan caracteres asociados a cada progenitor (Cotanceau, M., 1971; Lamonarca, F., 1978; Calderón, E., 1983).

Al respecto, el Dr. Ben Ya'acov demostró en Israel que existen grandes diferencias en productividad y vigor, de un cultivar de aguacate, injertado sobre patrones francos, diferencias atri-

buibles al origen altamente heterocigótico de los portainjertos producidos por semilla y especialmente a la interacción del vigor constante del injerto, con el vigor variable del portainjerto (Murashige, T., 1974).

Existe una forma de mantener cierta uniformidad en las plantas provenientes de semilla, y es controlando la polinización y haciendo una selección cuidadosa de las fuentes de semilla, conservando la identidad y su origen (Kadman, A. y Ben Ya'acov, A., 1965). Esta práctica es muy reciente y al parecer esta dando buenos resultados en Israel.

Las principales ventajas que nos brindan los patrones francos, es por un lado, la obtención de patrones con sistemas radicales de gran anclaje, su obtención es relativamente práctica y de bajo costo (Davidson, H. y Olney, R., 1964; Cotanceau, M., 1971), por otra parte y de no menos importancia, la no transmisión de virus a través de las semillas, ya que aunque una planta se encuentre contaminada por virus, el polen y los ovulos estarán siempre libres de éste, así la semilla producida dará origen a un individuo sano (Calderón, E., 1983; Hernández, L. et al, 1984).

2.3.2 Patrón Clonal

Los portainjertos también pueden obtenerse vegetativamente, esto es, por enraizamiento de estacas, acodo, hijuelos enraizados, cultivo de tejidos, etc. (Calderón, E., 1983), ésta forma de propagación (Propagación asexual), consiste en la multiplica

ción de individuos a partir de porciones vegetativas de plantas y es posible porque en muchas de éstas, los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración (Hartmann, H. y Kester, D., 1972). Esto implica la división mitótica de las células en la cual de modo ordinario, hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociado de la célula progenitora, para formar dos células hijas. En consecuencia las plantas propagadas vegetativamente reproducen toda la información genética de la planta progenitora, por esto las características específicas de una planta dada son perpetuadas estableciéndose un clon (Hartmann, H. y Kester, D., 1972; Calderón, E., 1983).

El desarrollo y empleo de patrones clonales ha recibido mucha atención en los últimos años. Sabemos que estos patrones se propagan vegetativamente; así, cada planta patrón individual es igual en constitución genética a todas las otras plantas del clon y se puede esperar que tenga las mismas características de crecimiento en un medio determinado (Young, L., 1961; Hartmann, H. y Kester, D., 1972; Calderón, E., 1983).

Los patrones o portainjertos clonales son convenientes no solo para obtener uniformidad en la población, sino lo que es de igual importancia, para preservar las características especiales y las influencias específicas sobre las variedades que se injertan en ellos, como puede ser, resistencia a enfermedades, adaptación a determinados ambientes, hábitos de crecimiento, etc. (Salazar, G., 1983).

La propagación clonal de portainjertos puede presentar el

inconveniente de altos costos para producirlos (Ryan, G. et al, 1958; Calderón, E., 1983), sin embargo en especies como el agua cate se hace necesaria la presencia de selecciones de portain _ jertos propagados clonalmente, para asegurar la uniformidad y _ perpetuidad de ciertos caracteres genéticos deseables (Alvarez de la Peña, F., 1979).

2.4 FUNDAMENTOS QUE FACILITAN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE AGUACATE

Como hemos visto, la obtención de portainjertos clonales es de suma importancia para asegurar la homogeneidad de los caracteres genéticos del cultivo, es decir que todas las plantas del huerto posean el mismo patrón seleccionado según su tipo de raíz, por su resistencia al calcio, a los cloruros ó a las enfermedades, etc.

Las estacas de aguacate provenientes de esos patrones seleccionados, habrán de cumplir ciertas características (edad, origen del patrón, presencia de hojas, etc.) y colocarse en condiciones específicas de (temperatura, Humedad, luz, oxígeno, estimulación hormonal, etc.) para lograr su enraizamiento y después desarrollarse para injertarlas con variedades comerciales ya establecidas. A continuación se describen las características y condiciones anteriormente mencionadas.

• Origen del patrón. Se ha observado que la dificultad en el enraizamiento varía dependiendo de la variedad o grupo ecológico, de manera que las estacas tomadas de patrones pertenecientes al grupo ecológico mexicano son más fáciles de enraizar; le siguen las del grupo guatemalteco y las más difíciles de enraizar son las del grupo antillano (Gómez, R., et al, 1971; Young, L., 1961). Así mismo se seleccionará el origen de las estacas dependiendo de las características buscadas; por ejemplo, en Israel es necesario encontrar patrones resistentes a aguas salinas, específicamente con tolerancia a cloruros, pues es más común la

toxicidad de éstos que la provocada por exceso de sodio. Los patrones antillanos son los más resistentes en este aspecto, los tipos mexicanos, en cambio, son más sensibles y los guatemaltecos intermedios (Rodríguez, F., 1982).

. Juvenilidad. En muchas plantas perennes (entre ellas el aguacate) las estacas de sus partes juveniles pueden reproducir brotes y raíces adventicias con mayor facilidad que estacas tomadadas de partes maduras (Hartmann, H. y Kester, D., 1971; Leal, F. y Kendorn, A., 1964). al respecto Rouveni, O. (1974), menciona que la propagación y rapidez de enraizamiento en plantas de aguacate han sido incrementadas por métodos que alargan la juvenilidad, éstos incluyen repeditos injertos y repetidos cortes detrás de los nuevos brotes.

Thiman, K. y Delisle, L. (1942), trabajando con estacas de coníferas siempre verdes, convinieron en que algún otro factor (o factores), además de la auxina, intervienen en la formación de raíces. Dichos autores pensaron que ese factor puede existir en grandes cantidades en plantas jóvenes, tales como plántulas de un año, explicando así que la relativa facilidad de enraizamiento de estacas jóvenes, puede deberse a un efecto de "juvenilidad".

.Exclusión de luz. El termino etiolación está siendo aplicado a la producción o desarrollo de tejidos bajo condiciones de oscuridad (Frolich, F. y Platt, G., 1971-1972).

Herman, D. y Hess, C. (1963) hicieron algunos estudios de ahilamiento y etiolación con estacas de Hibiscus y frijol Red

Kedney y encontraron que en los tallos etiolados habfa disminu_ ción en el contenido de almidón, disminución en el reforzamiento mecánico de los tejidos, en el espesor de la pared celular, en la cantidad total de tejido vascular, todo esto en comparación con los tejidos no etiolados. Los tallos desarrollados bajo os_ curidad también mostraron un aumento en células parenquimatosas y en la cantidad de tejidos en un estado menos diferenciado. Se encontró que el tejido etiolado de frijol daba una fuerte res_ puesta en enraizamiento al aplicar ácido indol-butfrico impli_ cando con ello que en los tejidos podría existir otra sustancia o sustancias que actuan sinérgicamente como factores de enrai_ zamiento. En los tejidos etiolados se encontraron cantidades li_ geramente mayores de auxinas endógenas en comparación con los te_ jidos no etiolados.

De la misma manera Young, L. (1961); Frolich, F. y Platt, G. (1971-1972) aseguran que la etiolación es conveniente para el enraizamiento de estacas de aguacate difíciles de enraizar, apa_ rentemente porque es un tejido que carece de lignificación signi_ ficativa o bien porque hay inhibición o producción de alguna sus_ tancia que está íntimamente relacionada con la producción de rai_ ces y que podría favorecer este proceso.

. Temperatura. Rouveni, O. (1974) encontró una temperatura óptima de 30°C (86 °F) para enraizamiento del extremo de vásta_ gos jóvenes de aguacate, para la temporada junio-julio.

. Anillado. Como un alto nivel de carbohidratos en las es_ tacas es conducente a la formación de raíces, los tratamientos

que bloquean el movimiento hacia abajo de los carbohidratos (_ así como otros factores que promueven el enraice), tales como _ el anillado o constricción de floema con alambre, deben aumen _ tar la iniciación de raíces (Young, L., 1961; Hatmann, H. y Kes _ ter, D., 1971). Esta aseveración se ve reforzada por trabajos _ realizados por Stoltz, L. y Hess, C. (1966), ellos demostraron que la práctica del anillado ocasiona un aumento en el nivel de auxina natural arriba del corte del anillo y una disminución aba _ jo en un clon de Hibiscus de enraice fácil, lo que favorece el _ proceso de enraizamiento.

- Retención de las hojas. Desde hace mucho tiempo se sabe que la presencia de hojas en las estacas, ejerce una fuerte in _ fluencia estimuladora en la formación de raíces. Los carbohidra _ tos que resultan de la actividad fotosintética de las hojas sin duda contribuyen a la formación de raíces (Hartmann, H. y Kes _ ter, D., 1971; Rouveni, O., 1974-75). Sin embargo, los efectos _ estimuladores de hojas y yema se deben también en forma prepon _ derante a la producción de auxina, pues sabemos que estos órga _ nos son poderosos productores de auxina y los efectos se obser _ van directamente debajo de las hojas o yemas, siendo indicación de que la auxina se mueve del apice a la base.

- Aplicación de hormonas. En la multiplicación de plantas por esquejes o estacas es muy importante el buen enraizamiento, normalmente en puntos determinados del tallo o de la raíz, de _ las que se desarrollan formaciones celulares precursoras de las raíces, llamadas "primordios radiculares", los cuales inician su

desarrollo en circunstancias favorables, esto se produce por la acumulación de auxinas (procedentes de las hojas y brotes) en la base del esqueje (Primo, Y. y Carrasco, J., 1973). Entonces, tenemos que en el enraizamiento de estacas, intervienen hormonas que son sintetizadas en las hojas y yemas de las plantas. Las principales hormonas que intervienen en dichos procesos son las auxinas (Rojas, G., 1972).

La aplicación de fitorreguladores sintéticos, también puede inducir o aumentar la formación de primordios y así inducir o aumentar la producción de raíces. Y entre los compuestos activos se encuentra el ácido indol-butírico (AIB), el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido indol-acético (AIA). Sin embargo, los diversos compuestos actúan en forma diferente; así por ejemplo, el AIB suele producir unas pocas raíces, que crecen rápidamente formando un fuerte sistema radical, mientras que los ácidos fenoxiacéticos producen muchas raíces cortas (Primo, Y. y Carrasco, J., 1973). Por esta razón es frecuente la utilización de mezclas de compuestos estimuladores del enraizamiento (Doesburg, J., 1969; Primo, Y. y Carrasco, J., 1973). Así se descubrió que con una mezcla de partes iguales de ácido indol-butírico y naftalenacético, al ser usada en diversas especies, se obtenía mayor porcentaje de estacas enraizadas y más raíces por estaca que cuando se utilizaba cualquiera de las sustancias por separado (Doesburg, J., 1969). Otro ejemplo de estas mezclas es la utilización de AIB o ANA mezclados con ácidos clorofenoxiacéticos como el ácido 2, 4, 5 Triclorofenoxiacético (_

2,4,5-T), en especies de hoja caduca, lo que provoca un desarrollo equilibrado de raíces.

La acción de "REGULADORES" sobre el enraizamiento, depende también de la especie vegetal, las plantas herbáceas y las estacas tiernas de arbustos, responden bien a las dosis bajas, las plantas medianamente lignificadas y algunas coníferas con regular capacidad de enraizamiento necesitan dosis medias, y las plantas leñosas responden más rápidamente a dosis más altas (Primo, Y. y Carrasco, J., 1977).

En el año de 1966, se hicieron trabajos con estacas apicales tomadas de ramas jóvenes de aguacate criollo de la raza mexicana colocadas en camas de enraizamiento bajo lluvia intermitente, a estas estacas se les aplicó concentraciones de AIB de hasta 4000 ppm, logrando hasta un 72% de enraizamiento en el tratamiento óptimo (Leal, F. y Krendorn, A., 1966). Kadman, A. y Gustafson, C. (1970) trabajaron también con estacas de aguacate de la raza mexicana y de la raza antillana colocadas bajo lluvia intermitente, a las cuales se les aplicó ácido indol-acético en concentraciones de 10 a 500 ppm; ácido naftalenacético en concentraciones de 10 a 250 ppm y la aplicación de una mezcla de sales de potasio con AIB (KIBA), obtuvieron los mejores resultados con KIBA (hasta un 70% de enraizamiento), sin embargo se reporta una elevada mortalidad de estacas, así como una gran variabilidad entre cultivares usados y entre estacas de cada uno de ellos.

• Cofactores de enraizamiento. Fadl, N. y Hartmann, H. (

1967) aislaron un factor endógeno, estimulador del enraizamiento de secciones basales de estacas de madera de un cultivar de peral "Old Home" (de fácil enraice) tratadas con AIB. Se obtuvieron extractos con etanol, se fraccionaron en cromatografía de papel y se probó la acción estimuladora o inhibidora de raíces. Por otro lado, el análisis del espectro UV y con espectrografía infraroja, indico que ese factor era una estructura compleja y posiblemente un producto de condensación entre la auxina aplicada y una sustancia fenólica producida por las yemas.

Parece claro que la auxina es quizá una de las varias sustancias que se requieren para la iniciación de raíz, existiendo entonces otras sustancias tanto fitoregulatoras como nutricionales que participan en estos procesos. En cualquier caso parece cierto que las hojas o las yemas, o bien ambas son la fuente de esas sustancias (Hartmann, H. y Kester, D., 1971).

Investigaciones hechas por Lockard, R. y Schneider, G. (1973) han llevado a pensar que los fenoles pueden estar involucrados a los mecanismos de promoción o inhibición radical. Ellos trabajaron con algunos cultivares de manzano y encontraron algunos componentes de tipo fenólico los cuales muestran un efecto específico sobre el contenido de AIA en tejidos vegetales, que de alguna manera interviene en el proceso de formación de raíces.

Los conceptos y bases que se proponen para mejorar la producción de raíces en estacas de aguacate han sido estudiados a diferentes niveles y por diferentes investigadores con el objeto de generar técnicas o métodos de propagación, éstas, se des

cribirán en el siguiente capítulo, hasta conocer las más sofisticadas técnicas de propagación clonal del aguacatero.

2.5 PROPAGACION VEGETATIVA DEL AGUACATERO

2.5.1 Propagación de variedades.

El método usado comercialmente en la propagación de cultivos varietales de aguacate, es mediante el uso de plantulas originadas por semilla sobre las cuales se injerta el cultivar escogido; esto nos brinda uniformidad en cuanto al material injertado, pero se manifiesta una gran variabilidad en la constitución genética de los portainjertos (Hartmann, H. y Kester, T., 1976; Salazar, G., 1983). La injertación es sin duda el procedimiento más usual en la propagación de variedades de árboles frutales y consiste en unir dos partes vegetales de tal manera que se unen (Calderón, E., 1983; Ibar, L., 1983) y continúan su vida de esta manera dependiendo uno de la otra y formando una especie de "simbiosis" (Calderón, E., 1983). El patrón que es la parte sobre la cual estamos operando, es el responsable del anclaje y adaptación a las condiciones del suelo, mientras que la parte que hemos soldado o injertado da lugar a la parte aérea y será la responsable de la producción de fruta (Tamaro, D., 1979; Hartmann, H. y Kester, T., 1982; Calderón, E., 1983).

Son muchas las razones que existen para injertar y por las cuales este procedimiento de propagación es el más usado, algunas ventajas son: Facilidad de propagación, utilización de poco material vegetativo de la planta madre, rapidez en la obtención de nuevos individuos, posibilidad de cambio o introducción de nuevas variedades en árboles ya establecidos, vigorización y

rejuvenecimiento en árboles enfermos o caducos, posibilidad de lograr estructuras fuertes en los árboles frutales y facilidad de estudio y evaluación de nuevas variedades, etc. (Calderón, E., 1983).

De las diferentes técnicas de injertación existentes, se describirán tres que son las más usadas en México en la propagación de variedades de aguacate.

2.5.1.1 Técnicas de injertación

A. Enchapado lateral.

Este tipo de injerto es hoy en día el más ampliamente usado en la propagación de árboles frutales de hoja perenne que se cultivan en regiones de clima cálido, tales como el aguacate, mango, guanabana, tamarindo, chicozapote y mamey. Con él se obtienen muy elevados porcentajes de prendimiento y uniones fuertes (Calderón, E., 1983; Ibar, L., 1983).

Pueden injertarse por este método, patrones de diferente edad y diámetro, sin necesidad de que el patrón y la vareta sean del mismo grueso. Por otra parte es el procedimiento de injerto más seguro para utilizarse sobre patrones delgados (0.5 - 1.0 cm de diámetro). Se practica sobre plantas en crecimiento activo pudiendo tomarse las varetas de ramas en crecimiento, esto es, en plena actividad vegetativa. Así a las dos o tres semanas de realizado el injerto puede observarse el prendimiento, en cuyo caso afirmativo se procede a despuntar fuertemente al patrón para promover la brotación de las yemas

de la vareta. Una vez que estas se encuentren en pleno crecimiento se realiza el corte total del resto del patrón (Calderón, E., 1983).

B. Ingles compuesto o injerto de lengüeta.

Este es uno de los métodos para vareta con varias yemas más universalmente empleados en la propagación de frutales, mayormente difundido en los de hoja caduca como manzano, peral, vid, nogal, membrillero y cerezo, sin que ello signifique que no pueda aplicarse a frutales como aguacate y mango (Carbalho, F., 1965; Fersini, A., 1975; Calderón, E., 1983).

Es conveniente contar con patrones y varetas que posean igual diámetro para realizar este tipo de injerto (Carbalho, F., 1965; Hatmann, H. y Kester, T., 1971).

La época de realización es hacia fines de invierno o principios de primavera para frutales de hoja caduca y generalmente se realiza sobre mesa o "banco" o en almacén con plantas sin actividad de crecimiento vegetativo (Calderón, E., 1983), mientras que para frutales siempre verdes se realiza en los meses más cálidos y directamente en vivero (Carbalho, F., 1965; Gallegos, E., 1983).

C. Hendidura terminal.

Es un tipo de injerto muy parecido al anteriormente descrito con el empleo de patrón y vareta de diámetros semejantes, pero con la diferencia de que debido al uso exclusivo de partes terminales, tanto de patrón como de vareta no se realiza normalmente sobre la mesa, sino directamente en vivero.

Su uso no esta muy generalizado aún cuando se ha practicado con exito en nogal y también en aguacate (Calderón, E., 1983) .

En 1980 la Comisión Nacional de Fruticultura realizó un estudio para determinar cuales son las variedades o híbridos de aguacate que mayor difusión han tenido en México, encontrando como principales: Las variedades Bacon y Zutano de origen mexicano, Hass y Rincon de origen guatemalteco, Fuerte y Lula hibridación de mexicano y guatemalteco y por último Booth y Choquete hibridación de guatemalteco y antillano (Conafrut, 1980).

Sabemos que el método de injertación de variedades no garantiza la homogeneidad en plantaciones, sin embargo por medio del injerto y la utilización de patrones propagados vegetativamente pueden obtenerse poblaciones de individuos compuestos de idéntica manera en su parte aérea y en su parte subterránea, lo cual representa la máxima posibilidad de poseer un huerto homogéneo con un comportamiento uniforme. Una plantación con estas características presentará uniformidad tanto en épocas de floración y de fructificación, con rendimiento y calidad de frutas homogéneo, siempre que se aplique un mismo manejo de cultivo en todo el lote y los factores ecológicos no varien sensiblemente (Calderón, E., 1983).

2.5.2 Propagación clonal de portainjertos de aguacate.

Gran parte de las especies frutales, son autoestériles (tal es el caso del aguacate), y por la improbabilidad de autofecundarse, requieren de una polinización cruzada, de tal mane

ra que la progenie que proviene de semillas, constituye una población de individuos heterogénea en la que se mezclan y segregan caracteres asociados a cada progenitor (Lamonarca, F., 1978).

Al respecto, Ben Ya'acov et al; citados por Sauls, J. et al (1976) mencionan que la variabilidad de población de plantas de aguacate provenientes de semilla no permite la reproducción de clones seleccionados que muestran características particulares como resistencia a enfermedades, tolerancia a salinidad, etc .

Es por ésto que al propagar una especie frutal en forma asexual o vegetativa se tienen las ventajas de mantener las mismas características genotípicas de la planta madre ó progenitora, observando además el mismo comportamiento en las mismas condiciones climáticas, edáficas y de prácticas de cultivo, lo cual permite adoptar en un ambiente adecuado una técnica de cultivo uniforme (Calderón, E., 1983; Cotanceau, M., 1971).

Las técnicas usadas para el clonado de portainjertos de aguacate, no fueron practicadas sino a partir de las últimas dos décadas. Se sabía que el tradicional y común método usado en el proceso de propagación, ésto es, estacas enraizadas, era notablemente infructuoso con portainjertos de aguacate. Fué hasta los años 50 que trabajos del Dr. E. F. Frolich y el Dr. H. H. Halma, facilitaron la reproducción de cierta plántula específica de aguacate, que el Dr. G. A. Zentmeyer sugería ser tóxico a la presencia del hongo Phytophthora cinnamomi agente causal de la pudrición radicular. El requería clones de esas plántulas para probar que verdaderamente eran tolerantes a la

fungosis (Brokaw, H., 1982).

En la actualidad, los productores de California, U.S.A., pueden producir grandes cantidades de portainjertos clonales de aguacate, con una técnica basada en los trabajos del Dr. Frolich y Halma (Brokaw, H., 1982; Salazar, G., 1983).

Por su parte, Sauls, J. et al (1986); Barrientos, P. y Hernández, R. (1983); Salazar, G. (1983), mencionan que es necesario un método de propagación asexual que nos permita obtener patrones homogéneos que al ser injertados con el germoplasma de seado, nos brinden uniformidad en cuanto a la relación patrón injerto se refiere, dado que el método usual en la propagación comercial de variedades de aguacate, nos brinda uniformidad en el material injertado, pero se manifiesta gran variabilidad en la constitución genética de los portainjertos, que para éste caso son de origen franco.

A continuación se mencionarán diferentes técnicas utilizadas en la propagación clonal de portainjertos de aguacate.

2.5.2.1 Uso de la técnica de "ETIOLACION" para el enraizamiento de estacas de aguacate.

El termino "etiología" está siendo aplicado al desarrollo de tejidos en la oscuridad. Con la mayoría de variedades de aguacate, los tejidos desarrollados en la luz no diferencian las raíces tan bien como los tejidos desarrollados en la oscuridad (Frolich, E. y Platt, G., 1971-72).

Por mucho tiempo se ha sabido que la etiología tiene efec

tos muy benéficos sobre la producción de raíces en especies de difícil enraizamiento (Salazar, S. y Borys, R., 1963).

Esta técnica impuesta por Frolich y Platt, para el enraizamiento de estacas etioladas de aguacate, implica desarrollo de brotes en completa oscuridad, es necesario sin embargo la presencia de hojas en la estaca que se desea enraizar, las cuales sólo se producen en condiciones de iluminación. Esto significa que la base del brote, será cultivada en completa oscuridad, mientras que la punta de éste se desarrollará en presencia de luz.

Obteniéndose brotes con estas características, se cosechan y son colocados en camas de enraizamiento.

Los principales inconvenientes de esta técnica son: El elevado costo de inversión inicial, principalmente para la implantación y posteriormente ambientación de las cámaras oscuras. Por otro lado, Reyes, S. (1968) menciona que las plantas sometidas a estas condiciones producirán brotes de buena calidad por un tiempo relativamente corto (3-4 meses). Finalmente los brotes producidos en ausencia de luz, requieren una manipulación extremadamente cuidadosa, por el hecho de que son sumamente débiles en su punto de origen.

En 1983, Barrientos, F. et al, trabajando con dos cultivadores de aguacate (Fuerte y Colin V-33), a los cuales se les aplico etiolación, auxinas exógenas y anillado, a diferentes niveles, presentan excelentes resultados de enraizamiento para la combinación etiolación x anillado x auxinas (Primer Congreso

Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A.C., _
1985).

2.5.2.2 Técnica de "FRANQUEAMIENTO"

A partir del año 1979, se iniciaron algunas investigaciones en México con genotipos de razas antillanas, guatemaltecas y mexicanas de Persea americana Mill. tendientes a desarrollar un método más seguro y eficiente de propagación clonal para portainjertos. Como resultado de estas investigaciones, ahora en la Universidad de Investigación y Desarrollo Frutícola del Colegio de Postgraduados están aplicando una técnica de propagación denominada "franqueamiento" la cual tiene como fundamentos la etiología basal de brotes, por medio de un tubo relleno de suelo esterilizado colocado alrededor de la base del brote, y la aplicación de un auxiliar de enraizamiento (Radix 10 000 TM) para así inducir la emisión de raíces en la zona carente de clorofila (Salazar, G. y Borys, W., 1983).

Esta técnica ha sido probada con diferentes variedades, tales como Hass, Wurts, Fuerte, Duke 6, Duke 7, Waldin y algunas selecciones locales. Presumiblemente se han tenido buenos resultados y esperan utilizar dicha técnica con nuevos fenotipos de la misma especie que toleran ciertas condiciones de sequía y algunos otros resistentes a ciertas condiciones de suelos salinos.

2.5.2.3 Cultivo de tejidos (Propagación "IN-VITRO").

La propagación "in-vitro" de plantas consiste en el cultivo

en condiciones asépticas de diversas porciones de plantas en un medio nutritivo artificial, complementado con vitaminas, hormonas y fuentes de carbono; en donde se logrará el desarrollo y producción de nuevas plantas (Hernández, L. et al, 1984).

El cultivo de tejidos que si bien no es una técnica reciente, no ha sido sino hasta principios de los años 80 que se ha intentado aplicarla a la propagación vegetativa de ejemplares ventajosos para el cultivo comercial.

En México, se reportan recientes trabajos tendientes a mejorar las condiciones del medio (iluminación, temperatura, aeración, etc.) así como mejorar la composición misma del medio de cultivo (nutrientes, factores de crecimiento, composición hormonal, etc.), con el proposito de implantar una metodología de propagación in-vitro para portainjertos de aguacate. Los resultados de estas investigaciones constituyen la base para el desarrollo del cultivo de tejidos en nuestro país con fines o intereses comerciales (Levine, S., 1982).

Posteriormente en 1983 (datos no publicados), en la Comisión Nacional de Fruticultura se han realizado trabajos que representan continuidad a los estudios que llevo a cabo Levine, S. en un intento por mejorar la calidad de inóculo (porciones de plantas), así como tratar de incrementar el porcentaje de enraizamiento a niveles aplicables comercialmente (por lo menos un 30%); lograr adicionalmente la adaptación inicial en el invernadero de estacas foliadas y enraizadas; y además hacer estudios preliminares de la aplicabilidad de la tecnología indica

da, para otras plantas diferentes de la variedad Fuerte (escogida como planta modelo para desarrollar dicha tecnología), para lo cual se utilizó la variedad Zutano y la selección Zac-9. Como resultado de estas investigaciones, en la actualidad se tiene una metodología que permite obtener explantes de buena calidad a partir de brotes etiolados de plantas juveniles, se cuenta con un método de esterilización de dichos brotes, así mismo se cuenta con un medio básico de cultivo y las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del brote. Finalmente se han comenzado estudios que faciliten el manejo de brotes enraizados obtenidos vía "in-vitro" bajo condiciones de vivero (Reyes, S., 1986).

Esta técnica es muy prometedora y podría tener un promisorio futuro en sus aplicaciones, pero en la actualidad presenta ciertos problemas e inconvenientes; es importante hacer notar que las plantas obtenidas por cultivo de tejidos no garantizan plenamente estar libres de virus ya que es posible su transmisión al momento de aislar el meristemo (constituido por células que presentan capacidad de división) y las plantas resultantes podrían encontrarse infestadas, para esto es necesario verificar su sanidad empleando técnicas como la indexación a partir de pruebas serológicas.

Se ha observado que debido a los índices de mitosis tan altos que ocurren durante el cultivo in-vitro es muy probable la inducción de mutaciones. Esto es muy frecuente sobre todo cuando se está cultivando continuamente a los explantes, mismos que

con el tiempo se van deteriorando (Hernández, L. et al, 1984).

La dificultad en la adaptación de las plantas obtenidas por cultivo de tejidos a las condiciones ambientales, es otro problema común, ya que se presentan elevados índices de mortalidad sobre todo en plantas leñosas (Hernández, L. et al, 1984; Reyes, S., 1986).

Otra cuestión muy importante, es que es una técnica con un elevado requerimiento de equipo e infraestructura, esto implica un elevado costo en la implantación y adaptación de la técnica (Hernández, L. et al, 1984).

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en instalaciones del Centro de Desarrollo Frutícola "Manuel González" ubicado en Huajintlan, Morelos.

Para el establecimiento de lotes experimentales, se requiere planta de aguacate de origen criollo injertada con los cultivos seleccionados (Hass y Fuerte).

Se requiere también agrolita y bagazo de caña, así mismo, bolsas de polietileno color negro y transparente con dimensiones de 10 x 30 cm y 25 x 45 cm.

Por último, pequeñas piezas de madera de Balsa, impregnadas con la mezcla de auxinas (ácido indol-3-butírico y ácido naftalenacético).

La metodología de obtención de cada uno de estos materiales se describe a continuación por fases.

3.1 OBTENCION DE PLANTAS INJERTADAS.

Metodología:

Fase 1. Obtención de portainjertos provenientes de semilla.

En Villa Guerrero, Estado de México se colectó semilla de varios árboles de aguacate de origen criollo mexicano.

Esta semilla fué tratada y sembrada en viveros del Centro "Manuel González"

A. Tratamiento.

La semilla se sometió a baño María durante 15 minutos a una temperatura de 50°C.

Para asegurarse de que en la semilla no existan germenés patógenos, en especial Phytophthora cinnamomi, es conveniente hacer un tratamiento a base de agua caliente, en el cual se efectúa la eliminación de los posibles parásitos, que por cualquier razón puedan estar presentes. Es importante vigilar que durante el lapso de tratamiento la temperatura se mantenga y no suba de 52°C, ya que puede ser peligroso para el poder germinativo de la semilla, ni baje de 50°C, en cuyo caso el poder desinfectante es poco eficiente.

Para garantizar la desinfección, la semilla se sometió a un lavado por inmersión en una solución de Captan a razón de 5-6 gr/lt de agua, por un lapso de 5 minutos.

Finalmente a la semilla, se le aplicó el típico "corte de candado".

En la parte puntiaguda de la semilla, contraria a la base plana, los dos cotiledones se encuentran fuertemente adheridos, porción a la que vulgarmente se le denomina candado. Este hace el efecto de impedir la separación de los cotiledones en la germinación, por lo que resulta conveniente eliminarlo (Figura 1).

La pequeña sección en la semilla, que rápidamente toma un tinte rojizo debido a la oxidación, sirve además para provocar un intercambio más rápido de agua y de gases entre los cotiledones y la tierra, por lo que la germinación se acelera bastante.

Típico " Corte de Candado "

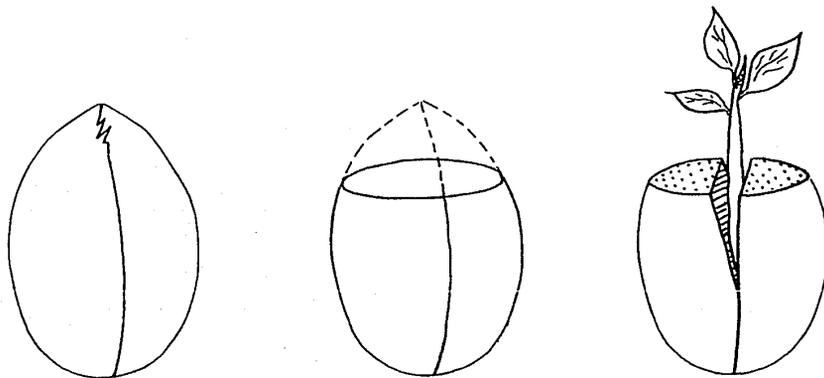


Figura 1. En la parte puntiaguda de la semilla de aguacate, contraria a la base plana, los dos cotiledones se encuentran fuertemente adheridos, porción a la que vulgarmente se le denomina candado. Este hace el efecto de impedir la separación de los cotiledones en la germinación, por lo que es conveniente eliminarlo.

B. Cama de siembra.

El Centro cuenta con semilleros (con dimensiones de 1.0 x 10.0 m) que contienen arena de río esterilizada. Las semillas permanecen en los semilleros por un período de 3-4 semanas.

C. Trasplante.

Cuando la pequeña plántula ha alcanzado un crecimiento de 10 cm (fenómeno logrado a las 3 semanas de germinación), es trasplantada a las bolsas individuales de polietileno negro (dimensión 25 x 45 cm), donde desarrollará su condición de porta injerto o patrón franco.

Fase 2. Recolección y lavado del material vegetativo para injertación.

El Centro de Experimentación y Capacitación Frutícola "Jose Ma. Morelos" (Conafrut-SARH) de Zitacuaro, Michoacán, proporcionó el material vegetativo (vareta terminal) demandado para este proyecto.

Se colectó vareta terminal de las variedades Hass y Fuerte con las siguientes características: vareta solamente terminal de 10 cm de longitud, que presenten 3 o más yemas vegetativas, grosor aproximado entre 0.7 y 1.0 cm y que provenga de una planta sana.

Si el material colectado no va a ser utilizado inmediatamente, es conveniente colocarlo en algún medio húmedo y fresco (Carvalho, F., 1965), puede envolverse en papel periódico y mantenerse mojado. Este procedimiento es muy práctico cuando el material

va a ser transportado por varias horas e incluso algunos días.

Antes de utilizar las estacas es conveniente lavarlas y desinfectarlas, para tal efecto es recomendable el uso de algun adherente dispersante.

En caso particular se empleó como detergente; ADP 25-Tridente a 0.05% (V/v) en solución alcohólico acuosa. Funciona como adherente dispersante (no iónico), este compuesto esta formado por (nonil fenol etioxilato y oxido de etileno) 250 gr de ingrediente activo por litro y otros disolventes. Y para mejorar la desinfección, el detergente se mezclo con hipoclorito de calcio al 1.5% (P/v).

Una vez lavado y desinfectado el material se procede con la injertación.

Fase 3. Injertación.

Dos serán las formas o técnicas de injertación:

1. "Enchapado Lateral" (Hartmann, H. y Kester, D., 1971).
2. "Ingles Compuesto" (Carbalho, F., 1965).

Para facilitar el manejo y colocación del tubo "etiador" (tubo de plastico negro, relleno de sustrato), los dos tipos de injertación se realizan tan bajo como sea posible sobre el patrón (aproximadamente 5-7 cm arriba de la superficie del cepe llón).

La fecha para realizar esta operación debe coincidir con la época de recolección del material vegetativo, esto es, principios de primavera y todo verano, que es cuando las ramas de los árbol

les de aguacate se encuentran en pleno crecimiento activo, lo que brinda mayor probabilidad de brotación en las yemas vegetativas de la vareta.

Se injertaron las variedades Hass y Fuerte sobre portainjertos o patrones francos de la raza mexicana en dos etapas (Primera injertación, 2 de Abril de 1986; Segunda injertación, 17-27 de Junio de 1986; Tablas 1 y 2, respectivamente), distinguiendo a los patrones en tres calidades según su altura:

Calidad de
Portainjerto

Característica

A	Altura entre 151-181 cm
B	Altura entre 120-150 cm
C	Altura entre 89-119 cm

El prendimiento de injerto puede apreciarse ya, transcurridos los primeros 15 días de realizada la operación, si éste es satisfactorio, se cuenta ya con un individuo listo para llevar a cabo los tratamientos pertinentes para lograr el enraizamiento del cultivar injertado.

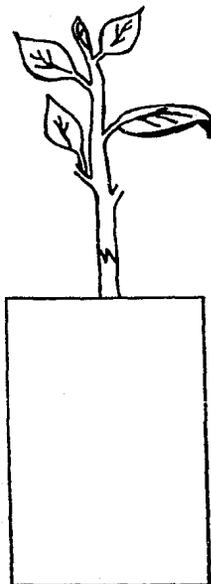
TIPO DE INJERTO					
Calidad de Portainjerto	Enchapado Lateral (E.L.)		Inglés Compuesto (I.C.)		TOTALES
	VARIEDAD				
	Hass (H)	Fuerte (F)	Hass (H)	Fuerte (F)	
A	33	33	33	33	132
B	33	33	33	33	132
C	33	34	33	33	133
TOTALES	99	100	99	99	397

Tabla 1. Cantidad de planta injertada, en la primera injertación del 2 de Abril de 1986, con dos tipos de injerto; enchapado lateral (E.L.) e inglés compuesto (I.C.), dos variedades injertadas y 3 calidades diferentes de portainjertos.

Calidad de Portainjerto	VARIEDAD		
	Hass (H)	Fuerte (F)	Totales
A	100	101	201
B	104	101	205
C	8	100	108
Totales	212	302	514

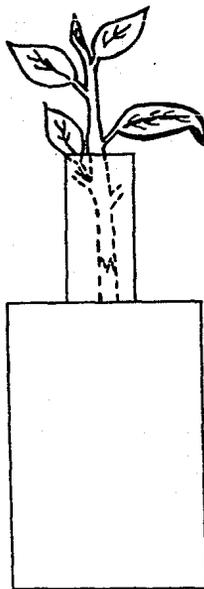
Tabla 2. Cantidad de planta injertada en la segunda injertación del 17-27 de junio de 1986, con un tipo de injertación; Enchapado Lateral E.L.), dos variedades injertadas y 3 calidades de planta portainjerto criollo mexicano.

Figura 2. Etiolación basal de brotes



- A. Planta injertada, con prendimiento satisfactorio de injerto. Vástago listo para etiolación, con crecimiento entre 7-10 cm.

- B. Colocación del tubo de plástico negro (dimensión 10 x 30 cm) con relleno de bagazo de caña y agrolita (proporción 3:1).



3.2 APLICACION DE TRATAMIENTOS

Fase 4. Etiolación (ausencia de luz).

Cuando el nuevo vástago (brote principal de la vareta injertada), haya alcanzado un crecimiento entre 7-10 cm se colocará un tubo de plástico negro (dimensión 10 x 30 cm) alrededor de la zona de injertación, desde la superficie del cepellón hasta cubrir casi por completo el nuevo brote; dicho tubo se rellenará con una mezcla de bagazo de caña y agrolita (proporción 3:1) esterilizados con vapor y se continuará rellenando según vaya mostrando crecimiento el nuevo brote (Figura 2), este tubo es decir, el tubo de etiolación, se mantendrá en el mismo sitio durante un periodo no menor a los 5 meses que durarán las observaciones sobre el progreso de enraice.

Fase 5. Anillado Cirugía.

Ya que el nuevo brote o vástago logró un crecimiento en altura de 25-30 cm con un diámetro entre 0.4-0.7 cm se procede a retirar un anillo de corteza de aproximadamente 1.0 cm de amplitud, justo en la base del nuevo brote (Figura 3), con una navaja común para injertación. Para esta operación será necesario retirar el tubo de etiolación, pero éste se colocará de nuevo después de terminada la operación.

Fase 6. Aplicación de Auxinas.

Transcurridos 15 días de practicado el anillado se colocó

(según el diseño de experimentos) una pequeña pieza de madera impregnada con una mezcla de auxinas la cual presentaba la siguiente composición: se mezcló ácido indol-butírico (AIB) con ácido nafalenacético (ANA) y se prepararon 3 concentraciones de la mezcla: 10,000 ppm de AIB con 300 ppm de ANA, a esta concentración se le denominó CL₁; 2,000 ppm de AIB con 60 ppm de ANA (CL₂) y 400 ppm de AIB con 12 ppm de ANA a la que se denominó CL₃.

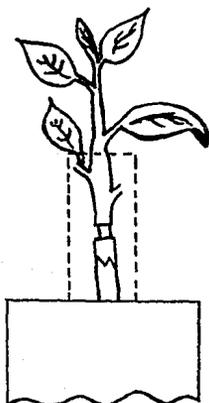
Las estaquillas proceden de manera de Balsa misma que se utiliza en el aeromodelismo. Estas pequeñas piezas tienen una dimensión aproximada de 0.5 x 2.0 cm. La impregnación con las diferentes concentraciones de la mezcla auxínica, en las pequeñas piezas de madera se realizó mediante infiltración al vacío.

Con una navaja filosa se practica un corte de abajo hacia arriba sobre la corteza, 7-10 cm arriba del anillado, levantando 2.5 cm de corteza, para introducir la pequeña pieza de madera y posteriormente amarrarla con hilo de algodón (Figura 4). Todos los tratamientos sujetan la estaquilla de la misma forma y en la misma posición.

Resumiendo la metodología de trabajo (ver Diagrama 1), transcurrieron aproximadamente nueve meses a partir de que la semilla fué sembrada, hasta la obtención de un individuo injertado con las características deseadas para comenzar los tratamientos.

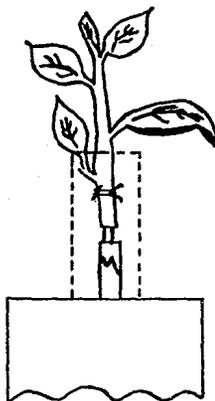
Ahora bien, se tenían dos poblaciones de planta (Hass y Fuerte), la primera injertada sobre dos calidades de portainjerto (A y B) y la segunda sobre tres calidades (A, B y C) así mismo,

Figura 3. Anillado cirugfa



Quando el vástago logró un crecimiento de 25-30 cm y un diámetro entre 0.4-0.7 cm se retira un anillo de corteza de aproximadamente 1.0 cm de amplitud, justo en la base del nuevo brote.

Figura 4. Aplicación de auxinas



Con una navaja filosa se practica un corte de abajo hacia arriba sobre la corteza, 7-10 cm arriba del anillado, para introducir la pequeña pieza de madera impregnada con una mezcla de auxinas (según diseño de experimento).

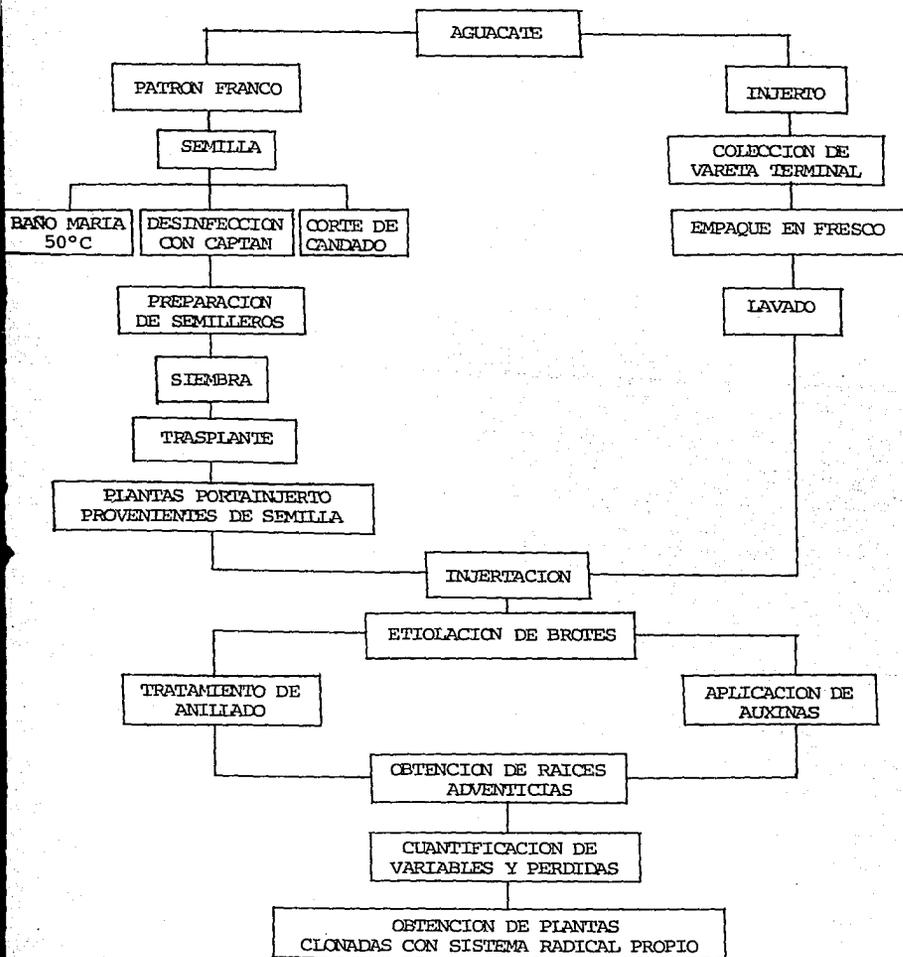
tres concentraciones de la mezcla auxínica (CL_1 , CL_2 y CL_3) lo que permitió establecer diecinueve tratamientos con sus testigos (con anillado sin auxinas y sin anillado con auxinas).

Para el 14 de Agosto de 1986 se contaba con un total de 249 plantas injertadas con la variedad Fuerte (F) y un total de 161 plantas con la variedad Hass (H). Dichas plantas fueron distribuidas en un diseño de Bloques completos al azar, con unidades experimentales de 8 y 7 plantas cada una y tres repeticiones, lo que permitió lograr un total de 24 y 21 plantas por tratamiento.

Las variables a cuantificar son: No. de plantas enraizadas, No. de raíces por planta, No. de plantas muertas, Longitud de raíces y Diámetro de las mismas.

Diagrama 1.

Metodología de trabajo.



3.3 EXPERIMENTOS ADICIONALES

Antes de explicar los ensayos que se llevaron a cabo en forma adicional al experimento general, cabe mencionar que se cuenta con un lote de 45 plantas de origen criollo antillano que han sido injertadas en (H) y (F) en el tipo de injerto (I.C.), además se cuenta con la planta remanente de la primera injertación producto del injerto tipo (I.C.).

Los ensayos adicionales, responden a la necesidad de aprovechar la planta antes mencionada, ampliando así el horizonte de investigación de la metodología propuesta para la obtención de raíces adventicias en cultivares injertados.

A. Ensayos con plantas injertadas con el tipo (I.C.).

De las plantas injertadas con el tipo "Ingles Compuesto" (I.C.) sobre patrón antillano y sobre patrón mexicano, se tomaron al azar 15 y 8 plantas respectivamente, esto para ambas variedades (H) y (F). Se establecieron tratamientos sin repetición con las siguientes combinaciones (CL_1 x anillado; CL_1 x sin anillado) en el caso de mexicano y (CL_1 x anillado) en el caso de antillano.

El tiempo y posición tanto del anillado como de la aplicación de auxinas, se mantuvo sin variación con respecto al experimento general.

B. Anillado con Polietileno (otros ensayos con planta injertada con el tipo E.L.).

Se tomaron al azar 15 plantas sin considerar la calidad de

portainjerto mexicano, injertadas con el tipo "Enchapado Lateral" y se les colocó justo en la zona de injertación una banda de polietileno con una amplitud aproximada a los 5 cm y una longitud de unos 30 cm, colocada en forma de abrazadera para forzar la constricción de floema en forma paulatina, según vaya mostrando aumento de diámetro la planta, la aplicación de auxinas para este caso, se realizó 60 días después de colocada la banda.

Es importante mencionar que el número de plantas utilizadas en estos ensayos es tan reducido, que habrán de tomarse sólo como primicias a posteriores estudios.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

Una de las principales cuestiones que el presente trabajo pretendía detectar era el grado de influencia de los tratamientos preestablecidos sobre el enraice de cultivares injertados de aguacate, desafortunadamente el número de plantas enraizadas fué muy reducido razón que impide realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos por lo que éstos se analizaran exclusivamente en valores porcentuales. Para facilitar el análisis de resultados, éstos serán divididos, en el prendimiento de injerto, mortalidad de planta, enraizamiento y finalmente se discutirán en forma independiente los resultados obtenidos para los experimentos adicionales.

4.1 INJERTACION

La figura 5 nos muestra los porcentajes de prendimiento de la primera injertación, del 2 de Abril de 1986, con dos tipos de injerto; Enchapado Lateral (E.L.) e Inglés Compuesto (I.C.) a tan sólo 15 días de practicado el injerto. Parece existir cierta tendencia de aumento de prendimiento conforme mejora la calidad del portainjerto, cuando se utiliza el tipo (E.L.) tanto para la variedad Hass como para la variedad Fuerte, alcanzando un máximo del 64% "A" y un mínimo del 55% en la calidad "C" para el primer cultivar (c.v.) mencionando, en tanto que para el c.v. Fuerte alcanza un porcentaje máximo del 100% en calidad A y un mínimo del 73% pero esto en la calidad "B". Estos resultados se mantienen por encima de los obtenidos para el tipo (I.C.) como se aprecia

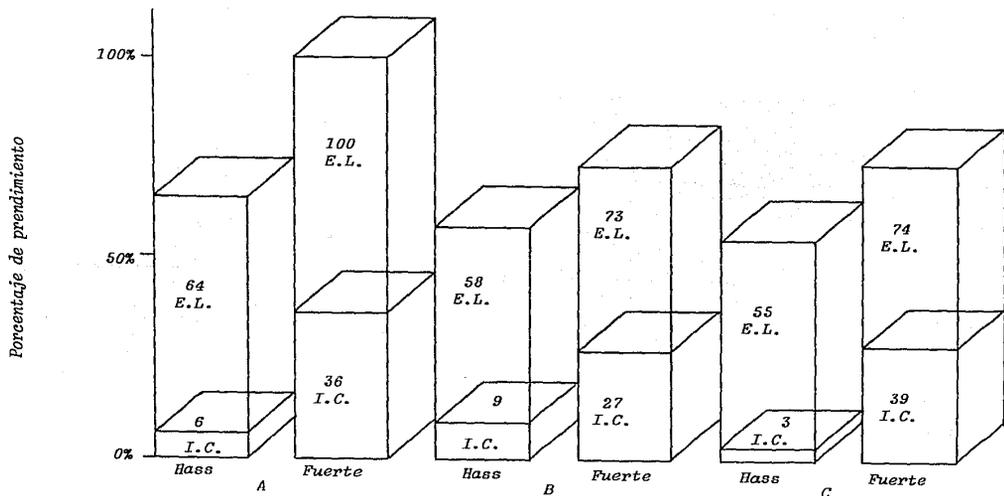


Figura 5. Valores porcentuales de prendimiento de la primera injertación del 2 de Abril de 1986, con dos tipos de injerto; Enchapado Lateral (E.L.), Inglés Compuesto (I.C.), para las tres variedades de portainjerto (A, B y C), a los 15 días de practicado el injerto.

a continuación. El comportamiento de varetas injertadas con el tipo (I.C.) es muy inconstante, pero si es muy claro que el c.v. Fuerte tiene un mejor comportamiento. El máximo logrado en este tipo de injerto apenas alcanza un 39% en la variedad Fuerte, en tanto para la variedad Hass estos están siempre por debajo del 10% de prendimiento.

En comparación con estos resultados, en la Figura 6, se puede apreciar con mayor claridad el comportamiento del material injertado cuando ya transcurrieron 50 días de practicada la operación. En forma general, el porcentaje de prendimiento continuó decreciendo, manteniéndose sin embargo los mejores valores en el tipo (E.L.). Se aprecia claramente como el porcentaje disminuye a medida que decrece la calidad del portainjerto, para ambos tipos de injerto. Particularmente, Fuerte, constituye la variedad con mayor porcentaje de prendimiento, ésta disminuyó de un 100% logrado cuando se injerto sobre un portainjerto A, a los 15 días, hasta un 64% a los 50 días de practicado el injerto y mostró un descenso superior a un 50%, cuando se injerto sobre un portainjerto C, bajando de 74% (valor alcanzado a los 15 días) a un 20% trascurridos 50 días. En tanto la variedad Hass parece no estar fuertemente influenciada por la calidad de portainjerto cuando se utiliza el tipo (E.L.) manteniendo los valores porcentuales con una diferencia que parece no estar condicionada propiamente por la calidad del portainjerto (A; 30%, B; 42% y C; 33%). Sin embargo cuando se utilizó el tipo de injerto (I.C.) la disminución de porcentaje de prendimiento se hace crítica no sólo para

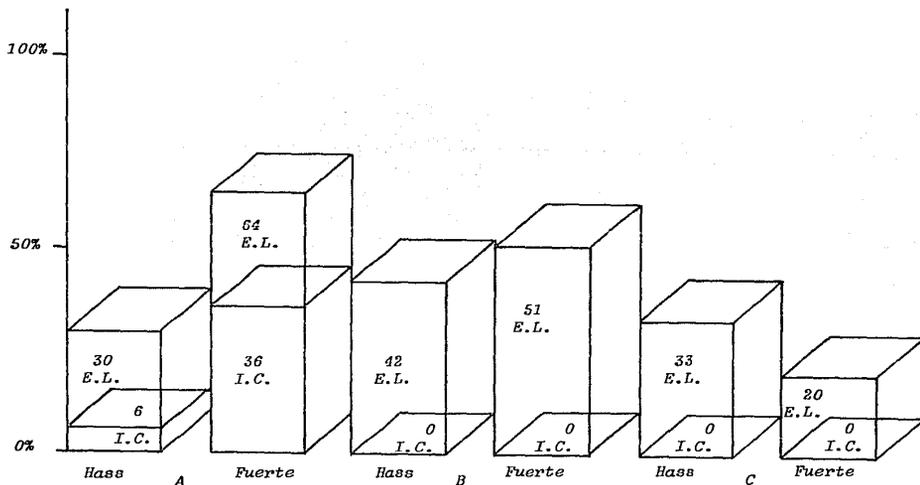


Figura 6. Valores porcentuales de prendimiento de la primera injertación del 2 de Abril de 1986, con dos tipos de injerto; Enchapado Lateral (E.L.), Inglés Compuesto (I.C.), para las tres calidades de portainjerto (A, B y C), a los 50 días de practicado el injerto.

la variedad Hass, sino también para Fuerte, cuando éstas se injertaron sobre patrones B y C, perdiendo sus valores alcanzados a los 15 días y llegando a 0% de prendimiento, transcurridos 50 días de practicada la operación de injerto.

Parece evidente que la calidad de portainjerto y el tipo de injertación utilizada ejercen una notoria influencia sobre el porcentaje de prendimiento en ambas variedades. Esto puede estar dado por varias razones, principalmente porque las plantas portainjerto de mejor calidad (A y B), así como el tipo (E.L.) ofrecen mayor superficie de contacto entre las partes que se desean soldar, por otro lado, posiblemente porque una planta de mayor calidad puede contar con una mayor cantidad de nutrientes, mayor capacidad de intercambio de flujos (Xilema y Floema), etc. Lo que representa una mayor posibilidad de que la vareta recién injertada se rehidrate y restituya su nutrición.

Otra cuestión importante por analizar y que aunada al análisis anterior nos dará la pauta para en lo sucesivo descartar la injertación tipo (I.C.), es el crecimiento que mostraron los vástagos o brotes de la vareta cuando se utilizó el tipo (E.L.) en comparación con el crecimiento de los mismos cuando se utilizó el tipo (I.C.). En forma global, el crecimiento promedio de los vástagos obtenidos en el tipo (E.L.) es superior al promedio de crecimiento de los vástagos que se obtuvieron en el tipo (I.C.) (Figura 7). El crecimiento de la variedad Fuerte resultó siempre superior al de la variedad Hass, pero el dato más importante por analizar en estas tablas, es el hecho de que no se presentó brotación cuando la var. Hass se injertó con el tipo (I.C.) a los 50

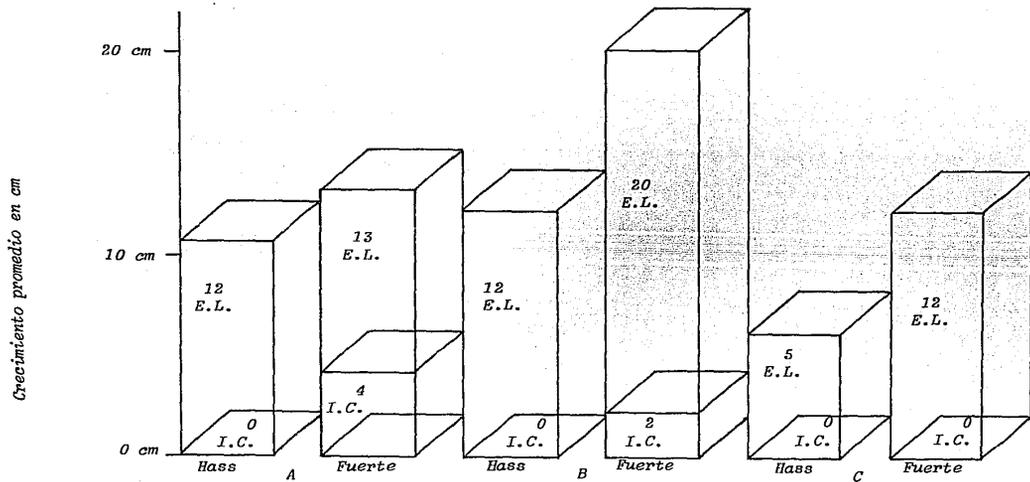


Figura 7. Crecimiento promedio en centímetros del nuevo brote; perteneciente a la segunda injertación del 17-27 de Junio de 1987, con dos tipos de injerto; Enchapado Lateral (E.L.), Inglés Compuesto (I.C.) para las tres calidades de portainjerto (A, B y C), a los 50 días de practicado el injerto.

días de practicada la operación, siendo que en su mayoría el crecimiento de vástagos obtenidos en el tipo (E.L.) ya superaba los 10 cm e incluso algunos alcanzaban hasta 20 cm (como en el caso de c.v. Fuerte sobre un portainjerto B).

La segunda injertación se realizó del 17 al 27 de junio, ya descartado el tipo de injerto (I.C.), solamente se utilizó el tipo (E.L.), dando un comportamiento más constante o uniforme. A los 15 días de practicado el injerto (Figura 8), los porcentajes de prendimiento oscilan basicamente entre 77% y 92%, mostrando nuevamente la var. Fuerte los valores más altos. Cabe mencionar que nuevamente se utilizó una calidad de portainjerto C, mismo que obtuvo los valores más bajos de prendimiento, 44.44% para la var. Hass y 77% para la var. Fuerte.

Transcurridos 50 días de practicado el injerto (Figura 9) los valores de prendimiento tuvieron una mínima variación, salvo los obtenidos en la variedad Hass cuando se injertó sobre una calidad C, bajando de un 44.44% logrando a los 15 días a un 0% para este tiempo. El hecho de que el porcentaje de prendimiento se mantenga más constante en esta segunda injertación, podría deberse a las condiciones medio ambientales más favorables que se presentan en esta época del año, esto es, temperaturas promedio entre 22 y 24°C y una Humedad Relativa cercana al 70%, propicias para promover el crecimiento activo de la planta. Aunque observamos que los valores de prendimiento para la variedad Hass, en la calidad C, se tornan críticos nuevamente, llegando a 0% de prendimiento. Estos resultados ponen de manifiesto que el porcentaje

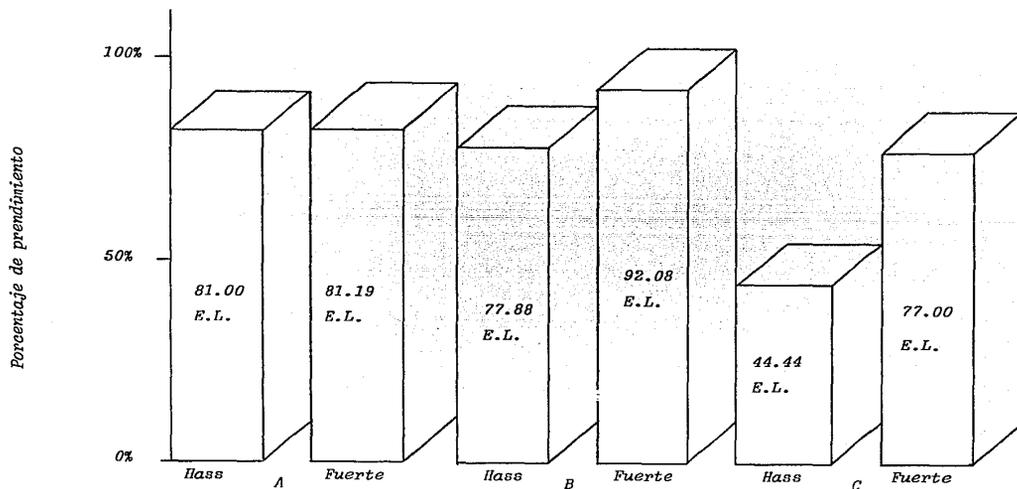


Figura 8. Valores porcentuales de prendimiento de la segunda injertación del 17-27 de Junio de 1987, con tres calidades de portainjerto (A, B y C), a los 15 días de practicado el injerto.

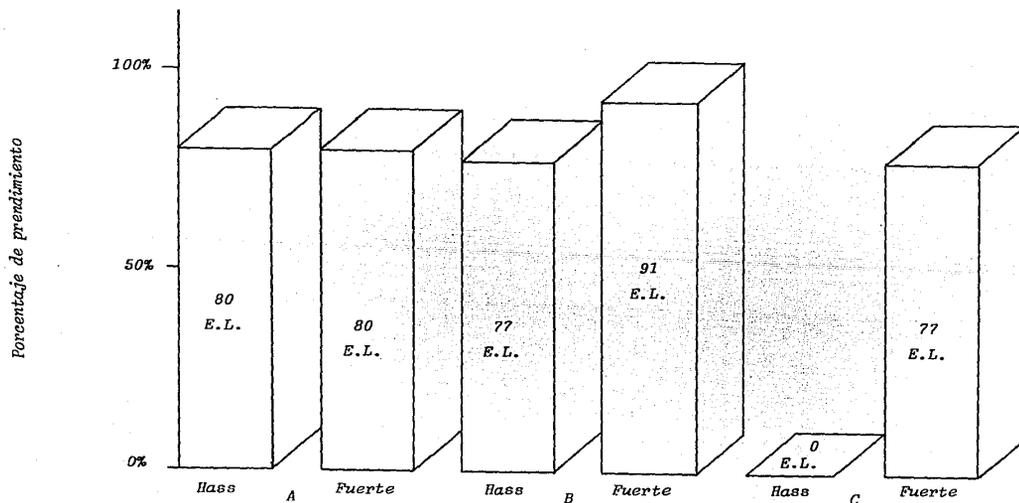


Figura 9. Valores porcentuales de prendimiento de la segunda injertación del 17-27 de Junio de 1986, con tres calidades de portainjerto (A, B y C), a los 50 días de practicado el injerto.

de prendimiento de la var. Hass, es notablemente afectado por la calidad de portainjerto, siendo la calidad A, siempre lo más idónea.

4.2 MORTALIDAD.

Algunas de las plantas a las que se les aplicó anillado ci rugia y la mezcla auxinica, comenzaron a mostrar síntomas de _ marchitamiento a los 30 días de practicada la operación, consis tiente en aparente deshidratación de la parte foliada. A los 45 días, aparecieron las primeras plantas muertas, mismas que se _ sometieron a un estudio meramente visual, encontrando que todas estas plantas sin excepción mostraban muerte inicial del porta _ injerto, causada obviamente por la falta de fotosintatos, reque ridos por la raíz para mantener funcionalidad y crecimiento ó _ regeneración. Dado que iba a ser inevitable la degradación del portainjerto, se practicó un corte del 50% de hoja de la planta, con el objeto de lograr una disminución del área foliar para re ducir la demanda de la parte aérea y establecer un equilibrio, _ entre una parte radicular con problemas de retroalimentación y _ una parte aérea con demanda y consumo normal de nutrientes y agua.

A los 60 días bajo tratamiento se colectó el primer gran _ bloque de planta muerta, observando principalmente muerte en _ plantas con características similares a las anteriormente descri ptas . La mortalidad de las plantas continuó a lo largo de los _ 150 días del proceso de enraice. La Tabla 3 nos muestra el es quema general de mortalidad de planta, siendo la variedad Hass _ la más afectada por el tratamiento, con un porcentaje muy eleva do de 64.74% de planta muerta y el c.v Fuerte con un 54.81% de planta muerta. Estos valores corresponden al total de planta muer

PLANTA MUERTA A LOS:
(DIAS DESPUES DE ANILLAR)

Variedad	Total de planta anillada	Total de planta muerta	% de mortalidad	Menos de 60 días	Entre 60 - 90	Entre 90 - 120	Entre 120 - 150	Más de 150 días
FUERTE	246	135	54.81	19.10%	13.00%	9.76%	6.50%	6.50%
HASS	156	101	64.74	16.70%	11.54%	14.10%	17.31%	5.13%

Tabla 3. Valores porcentuales de mortalidad de planta, colectada durante los 150 días de tratamiento. (por variedad y por mes de colecta).

ta durante un período de 5 meses después de aplicado el tratamiento. En la Figura 10 observamos el comportamiento de mortalidad para cada mes de colecta durante los mencionados 150 días. La variedad Fuerte mostró una línea decreciente a partir de la primera fecha de colecta donde se alcanzó un porcentaje de 19.19% del porcentaje general de mortalidad, hasta descender a un 6.50%, cifra tres veces inferior a la resultante en la primera colecta, esta disminución podría explicarse en primera instancia por que la planta colectada durante los primeros 60 días, no recibe los beneficios del corte de hoja, esto es, la aplicación de este procedimiento de alguna manera logra equilibrar demanda y consumo de la planta, frenando así el porcentaje de mortalidad, posteriormente, cuando se han cumplido entre 90 y 120 días, es muy factible la restitución del flujo en floema, por la cantidad excesiva de callo que se ha formado en torno al anillado, lo que explicaría la disminución constante en las últimas fechas de colecta. Por su parte la variedad Hass presenta un comportamiento tan similar al anteriormente descrito que ratifica las posibles justificaciones presentadas.

Analizando la Tabla 4 y la Figura 10, donde se observa el porcentaje de mortalidad subdividido por calidad de portainjerto y variedad, encontramos que la variedad Fuerte para las tres calidades presenta una mínima variación; del 50% en una calidad A, a un 48.61% en una calidad B y un 52.77% en una calidad C. Así mismo para la variedad Hass, se observa una mínima variación; de 77.78% en una calidad A a un 66.67% en una calidad B, lo que significa que la calidad de portainjerto parece no tener una influen

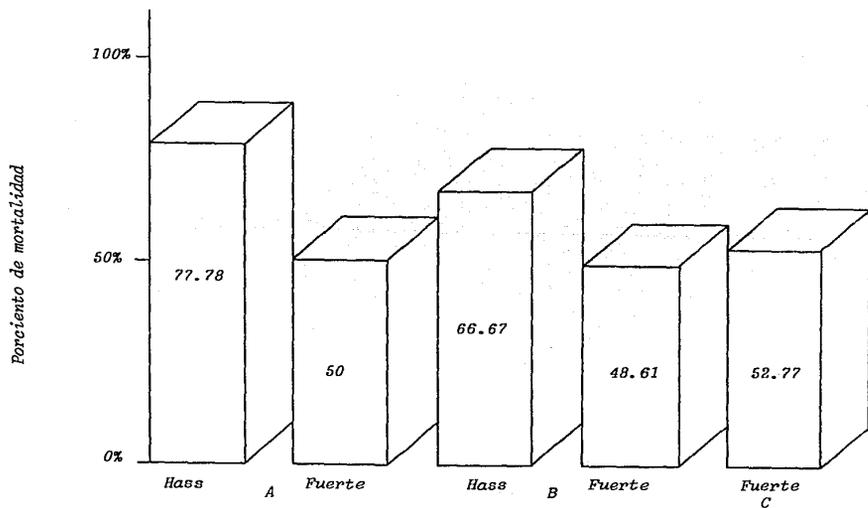


Figura 10. Valores porcentuales de mortalidad de planta, colectada durante los 150 días de tratamiento.

PLANTA MUERTA A LOS:
(DIAS DESPUES DE ANILLAR)

Variedad	Calidad de portainjerto	Total de planta muerta	% de mortalidad	Menos de 60 días	Entre 60 - 90	Entre 90 - 120	Entre 120 - 150	Más de 150 días
FUERTE	A	36/72	50.00%	20.83%	12.50%	5.55%	8.33%	2.78%
	B	35/72	48.61%	15.27%	15.27%	2.78%	4.17%	11.11%
	C	38/72	52.77%	9.72%	9.72%	16.67%	2.78%	5.55%
HASS	A	49/63	77.78%	23.81%	11.11%	19.95%	17.46%	6.35%
	B	42/63	66.67%	11.11%	11.11%	14.28%	23.81%	6.35%

Tabla 4. Valores porcentuales de mortalidad de planta colectada durante los 150 días de tratamiento. (por Calidad de portainjerto y Variedad).

ma, no sólo estamos provocando la acumulación de fotosintatos _
(incluídas las fitohormonas), algunos iones simples y complejos
considerados como elementos móviles, etc., sino también estamos
provocando el cese de la traslocación, lo que inevitablemente _
conduce a la muerte de la raíz, salvo que ésta haya reconectado
la parte dañada con formación callosa.

VARIEDAD	Cantidad de planta con vástago débil	Cantidad de planta muerta con vástago débil	% de mortali para vástago débil
FUERTE	27	8	29.62%
HASS	34	26	76.47%

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad de plantas con vástago clasificado como débil.

* Vástago con un diámetro menor o igual a 0-4 cm y un crecimiento menor a 20 cm.

4.3 ENRAIZAMIENTO.

En la Tabla 6 se puede observar el porcentaje de enraizamiento, desglosado por calidad de portainjerto y por concentración de la mezcla auxínica aplicada para las dos variedades. En forma general los porcentajes de enraizamiento son bajos, 27.27% para c.v. Fuerte y 12.50% para variedad Hass. Sin embargo podemos hacer observaciones muy interesantes sobre la Tabla. El hecho de que el porcentaje de enraizamiento para la variedad Fuerte sea más alto, podría explicarse por razones intrínsecas de la planta, propias del origen de cada variedad, esto es, sabemos que la dificultad en el enraizamiento varía dependiendo de la variedad o grupo ecológico, de manera que las estacas tomadas de patrones pertenecientes al grupo ecológico mexicano son más fáciles de enraizar, le siguen las del grupo guatemalteco y por último las del grupo antillano, entonces, el c.v. Fuerte al proceder de la cruce de un mexicano con un guatemalteco, presenta mayor posibilidad de enraice que un cultivar que presenta un origen meramente guatemalteco como lo es la variedad Hass.

Por otra parte, si observamos como están distribuidos los porcentajes de enraizamiento por calidad de portainjertos, parece no existir influencia alguna de calidad de portainjerto sobre el enraizamiento del cultivar injertado, ya que en ambas variedades se presenta enraizamiento a la calidad A, B y C.

Ahora bien donde si existe una influencia muy marcada de enraizamiento es con las concentraciones de la mezcla de AIB con

Variedad	Calidad de Portainjerto	Concentración de	Cantidad de planta	Cantidad de planta	% de enraizamiento a los	
F U E R T E	A	CL ₁	13	1	7.69%	
		CL ₂	13	0	0.00%	
		CL ₃	10	0	0.00%	
	B	CL ₁	11	1	9.04%	
		CL ₂	10	0	0.00%	
		CL ₃	8	0	0.00%	
	C	CL ₁	9	1	11.11%	
		CL ₂	4	0	0.00%	
		CL ₃	12	0	0.00%	
		Sin anillar	CL ₁	5	0	0.00%
		Sin auxina		6	0	0.00%
		TOTALES		101	3	27.27%
H A S S	A	CL ₁	2	0	0.00%	
		CL ₂	9	0	0.00%	
		CL ₃	7	0	0.00%	
	B	CL ₁	9	1	12.50%	
		CL ₂	6	0	0.00%	
		CL ₃	9	0	0.00%	
		Sin anillar	CL ₁	9	0	0.00%
		Sin auxina		3	0	0.00%
		TOTALES		54	1	11.11%

Tabla 6. Valores porcentuales de enraizamiento, transcurridos 150 días de tratamiento (por concentración de auxinas y por calidad de portainjerto).

- CL₁ - (10,000 ppm de IBA con 300 ppm de ANA).
 CL₂ - (2,000 ppm de IBA con 60 ppm de ANA).
 CL₃ - (400 ppm de IBA con 12 ppm de ANA).

ANA utilizada, siendo CL₁ (10,000 ppm de AIB con 300 ppm de ANA) el único tratamiento donde se logró enraizamiento, 7.69% en calidad A, 9.09% en calidad B y 11.11% en calidad C de la variedad Fuerte, sin enraizamiento en los tratamientos testigo que son (sin anillado con auxinas CL₁) y (sin auxinas, pero con anillado). Esto implica que las otras concentraciones CL₂ (2000 ppm de AIB con 60 ppm de ANA), CL₃ (400 ppm de AIB con 12 ppm de ANA) son concentraciones muy bajas para promover el enraice de los cultivos Fuerte y Hass cuando éstos se encuentran aún injertados. Posiblemente como lo menciona Primo y Carrasco, J. (1977) el efecto de los "reguladores" sobre el enraizamiento varía, dependiendo de las características de cada especie, por ejemplo, sabemos que las plantas herbáceas y las estacas tiernas de arbustos, responden bien a las dosis bajas, las plantas medianamente lignificadas y algunas coníferas con regular capacidad de enraizamiento, necesitan dosis medias y las plantas leñosas como el aguacate, responden más rápidamente a dosis altas.

La obtención de raíces vía etiología basal de vástagos es factible como podemos observar en la Tabla anterior, obteniéndose sin embargo, resultados aún inconsistentes.

Es conveniente destacar su coloración que presentaba la parte basal de los brotes bajo etiología, para comprender mejor los porcentajes tan bajos de enraizamiento que se obtuvieron. Dicha coloración (amarillo-verdosa) indica presencia de clorofila, misma que sólo puede producirse en presencia de luz, lo que significa que la etiología basal de brotes no se dió en forma total,

ocasionando con esto posiblemente la producción de un tejido más lignificado o tejido completamente diferenciado, mismo que brinda menos probabilidades de desarrollar raíces adventicias.

Por otra parte, el tratamiento de anillado, al resultar tan severo, condujo a porcentajes de mortalidad superiores al 50% en ambas variedades, esto significa que más del 50% de las plantas bajo tratamiento quedan excluidas de toda probabilidad de emitir raíces adventicias.

4.4 EXPERIMENTOS ADICIONALES

A. Ensayos con plantas injertadas con el tipo (I.C.)

La Tabla 7 muestra los valores porcentuales de enraizamiento en plantas injertadas con el tipo (I.C.), donde se observa que la variedad Fuerte vuelve a presentar nuevamente mayores posibilidades de enraizamiento, siendo mayor el porcentaje cuando se injertó sobre el portainjerto de origen criollo antillano (50% de enraizamiento), en tanto cuando se injertó un portainjerto criollo mexicano el valor fué menor en un 25%. Por su parte el tratamiento testigo sin auxinas realizado exclusivamente sobre portainjerto mexicano presenta 0% de enraizamiento.

Así mismo, la variedad Hass presentó enraizamiento solamente cuando se injertó sobre portainjerto antillano (50% de enraizamiento), en tanto que los dos tratamientos restantes sobre patrón mexicano no muestran enraizamiento.

Parece existir entonces, mayor probabilidad de enraizamiento cuando los cultivares se injertan sobre patrones antillanos, aunque los resultados, no pueden considerarse contundentes, dado el número tan pequeño de individuos empleados para cada tratamiento. Una observación que si vale la pena mencionar es el hecho de que en todos los tratamientos hasta aquí analizados, se hace necesaria la presencia de la auxina para la promoción de raíces.

Ahora, los resultados obtenidos en este experimento son superiores a los obtenidos en el experimento general, sin embargo hay que insistir en que el número de muestras para cada experimento

VARIEDAD	Grupo Eco_ lógico del Portainjerto	CL ₁ Sin Repetición	Sin Auxina Sin Repetición
FUERTE	Mexicano	25.00%	
	Mexicano	—	0.00%
	Antillano	50.00%	
HAS	Mexicano	0.00%	
	Mexicano	—	0.00%
	Antillano	50.00%	

Tabla 7. Valores porcentuales de enraizamiento, transcurridos 150 días de tratamiento.
(Experimento Adicional A.)

to es completamente diferente.

Por último como nota aclaratoria, es necesario mencionar _ que los porcentajes anteriormente citados incluyen exclusivamen_ te a las plantas sobrevivientes al tratamiento de anillado.

B. Anillado con Polietileno (otros ensayos con planta injerta_ da con el tipo E.L.).

Como se puede observar en la Tabla 8, es factible el enrai_ zamiento con un tratamiento que bloqueé el flujo de floema que no necesariamente sea el anillado cirugía. Aún cuando en un _ porcentaje bajo, se logró el enraizamiento en el tratamiento "Anillado con Polietileno", siendo del orden de 6.67% que corres_ ponde a una variedad Fuerte injertada sobre un portainjerto me_ xicano. Una de las ventajas que nos brinda el tratamiento, es precisamente que por ser un anillado paulatino, no se tiene pér_ dida de planta, sin embargo la desventaja principal estriba en que la acumulación de fotosintatos y auxinas endógenas se logra en un período más prolongado.

Características
de la
planta.

VARIEDAD	Grupo Ecoló gico del Portainjerto	CL ₁	Total
FUERTE	Mexicano	6.67%	6.67%

Tabla 8. Porcentaje de Enraizamiento a los 150 días de tratamiento (Experimento Adicional B.)

CONCLUSIONES

- . La efectividad de injerto tipo Enchapado Lateral es hasta un 100% mayor que la del injerto tipo Ingles Compuesto para la zona de Huajintlán, Morelos, en la propagación de cultivares varietales del aguacate.
- . La variedad Fuerte resulta más adaptable a cualquiera de los dos tipos de injerto utilizados en comparación con la variedad Hass.
- . La calidad del portainjerto, influye directamente en el porcentaje de prendimiento, indistintamente para las dos variedades utilizadas, se obtienen mejores resultados de prendimiento de injerto.
- . Resulta incosteable injertar la variedad Hass sobre patrones con crecimiento menor a los 119 cm , dados los valores de prendimiento tan bajos que se generan (llegando incluso a 0%).
- . El enraizamiento de cultivares injertados de aguacate, es factible utilizando factores promotores de raíz adventicia, implicados en la técnica de "Franqueamiento".
- . La respuesta de variedad Fuerte al enraizamiento, es superior hasta en 14.77% en comparación con la variedad Hass.
- . Parece no existir influencia alguna de la calidad del portainjerto.

jerto sobre el enraizamiento de los cultivares injertados.

- . Los cultivares injertados de aguacate respondieron mejor al enraice con dosis altas de auxinas (10,000 ppm de AIB y 300 ppm de ANA), sin embargo, no hay que olvidar que los resultados son aún inconsistentes.

5.1 Conclusiones a los Experimentos Adicionales.

- . Parece existir mayor probabilidad de enraizamiento cuando los cultivares se injertan sobre patrones antillanos, aunque los resultados no pueden considerarse aún definidos.
- . El tratamiento de anillado o de algún tratamiento que bloqueé el flujo de floema, contribuye positivamente al enraizamiento de cultivares injertados de aguacate.

BIBLIOGRAFIA,

1. Alvarez de la Peña, F. J. 1979, El Aguacate. Ministerio de Agricultura, Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España.
2. Barrientos, F. y Hernández, R. 1982. El uso de sustancias reguladoras del crecimiento en el enraizamiento de estacas de aguacate (*Persea americana* Mill.). UACH. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
3. Brokaw, W. H. 1982. Clonal rootstocks: Personal observationes and peek into the future. Calif. Avocado Soc. 66: 81-92.
4. Calderón, E. F. 1983. Fruticultura General. Ed. Limusa. México, D.F.
5. Canizález, J. Z. 1972. Elementos de Reproducción de Plantas Superiores. Ed. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba.
6. Carbalho, F. 1965. El Aguacate. Ed. R. A. México, D.F.
7. CICTAMEX 1985, Tres años de actividades del CICTAMEX. Memoria 1982-1985. Coatepec-Harinas, México.
8. Conafrut 1980. Aguacate. El Mercado Exterior Frutícola. Conafrut-SARH. No. 3. México, D.F.
9. Cotanceau, M. 1971. Fruticultura. Ed. Cikos-Tan. Barcelona, España.
10. Davidson, H. y Olney, R. 1964. Clonal and sexual differences in the propagation of *Taxus*. Proc. Int. Plant. Prop. Soc. 14: 156-162.
11. Doesburg, J. V. 1969. Synergistic effects of hormone mixtures on the rooting cuttings. Rep. 13th Int. Hor. Cong. 506-514.
12. Fadl, M. S. y Hartmann, H. T. 1967. Relationship between seasonal changes in endogenous promotors and inhibitors in pear buds and cuttings bases and the rooting of pear hardwood cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 96-112.

13. Persini, A. 1975. El cultivo del aguacate. Ed. Diana. Mé_xico, D.F.
14. Frolich, F. y Platt, G. 1971-72. Use of the Etiolation Technique in Rooting Avocado Cuttings. Calif. Avocado Soc. Ybk. 55: 97-107.
15. Gallegos, E. 1983. Algunos aspectos del aguacatero y su producción en Michoacán. NACH. Michoacán México. 35-137.
16. Gómez, R., Bonner, J. y Varner, E. 1971. Anatomical aspects of avocado stems with reference to rooting. Proc. Trop. Amer. Soc. Hort. Sci. 15: 13-120.
17. González, S. E., Gradina, T. A. y Martínez, R. O. 1983. Propagación de Frutales (Apuntes) Depto. de Fitotecnia. Secc. de Fruticultura. Chapingo, México.
18. Gustafson, C. D. y Kadman, A. 1970. Effect of some plant hormones on the rooting capacity of avocado cuttings. Ca_lif. Avocado Soc. Ybk. 53: 97-100.
19. Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1971. Propagación de Plan_tas. Ed. Cecsa. México, D.F. 311-221; 414-420.
20. Herman, D. E. y Hess, C. E. 1963. The effect of Etiolation upon the rooting of cuttings. Proc. Int. Plant. Prop. Soc.
21. Hernández, L., Valencia, R. y Guerrero, A. 1984. Propaga_ción de plantas por cultivo de tejidos, Conafrut-SARH. México, D.F.
22. Ibar, L. 1983. El Cultivo de Aguacate. Ed. Aedos. México, D.F. 9-45.
23. Kadmann, A. y Ben Ya'acov, A. 1965. A review of experiment on some factors influencing the rooting of avocado cuttings. Calif. Avocado Soc. Ybk. 49: 76-72.
24. Lamonaarca, F. 1978. Los Arboles Frutales. Ed. De Vecchi. Barcelona, España. 301-311.

25. Leal, F. y Krendorn, A. 1966. Rooting Avocado Cuttings. Proc. Fla. State Hort. Soc. 77: 358-362.
26. Levine, B. 1982. Desarrollo Metodológico para la Propagación "In-vitro" del Aguacatero. Tesis. UNAM, Iztacala, México. 1-8, 22.
27. Locilar, R. G. and Schneider, G. W. 1973. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. Horticultural reviews. 15: 315.
28. Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue culture. Ann. Rev. Plant Physiol. 25: 135-156.
29. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas 1985. Primer Congreso Nacional "Resumen de Ponencias". Hermosillo, México.
30. Primo, Y. y Carrasco, J. 1977. Química Agrícola II. Ed. Alhambra. México, D.F. 587-607; 619-622.
31. Reyes, C. 1982. Diseño de Experimentos Aplicados. Ed. Trillas. México, D.F. 82-235.
32. Reyes, S. 1986. Experiencias Personales. México, D.F.
33. Rodríguez, S. 1982. El Aguacate. Ed. A.G.T. Editor S.A. México, D.F.
34. Rojas, G. 1972. Manual Teórico Práctico de Herbicidas y Fitoreguladores. México, D.F. 50: 91-102.
35. Rouveni, O. 1974-75. Propagación Asexual. Calif. Avocado Soc. Y. bk. 63: 118-121.
36. Ruiz, O. 1979. Tratado elemental de Botánica. Ed. Eclalsa. México, D.F.
37. Ryan, G. F. y Wells, J. S. 1958. Some factors influencing rooting of grafted cutting. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72: 454-461.
38. Salazar, G. S. 1983. Uso de reguladores de crecimiento en la propagación clonal de Aguacate (*Persea americana*, Mill). Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapin_{go}, México.

39. Salazar, G. y Borys, M. 1983. Clonal Propagation of Avocado through "Franqueamiento". Calif. Avocado Soc. Y. bk. 67: 69-72.
40. Sauls, J. y Viner, G. 1976. Proceedings of the first international fruit short course. The Avocado University of florida. Ma. Cames Ville.
41. Smith, J. W. y Proctor, P. 1965. Use of disease resistant rootstocks for tomato crops, Exp. Hort. 12: 6-20.
42. Stoltz, L. P. y Hess, C. E. 1966. The effect of girdling upon root initiation; auxin and rooting co-factors, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 744-751.
43. Tamaro, D. 1974. Fruticultura. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España.
44. Thimann, K. V. y Delise, L. A. 1942. Notes on the rooting of some conifers from cuttings. Jour. Arnold. Arb. 23: 103-109.
45. Young, Le Vern. 1961. Vegetative propagation in avocados by means of marcottage and rooting of cuttings. Calif. Avocado Soc. Y. bk. 45: 63-66.