



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores  
Cuautitlán

Selección Preliminar de Plántulas de  
Aguacatero (Persea americana M.)  
Mexicano, en Base a su Recupera-  
bilidad al Descotiledonado y Poda  
Radicular

## TESIS

Que para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola

PRESENTAN

Felipe      Alejo      Alonso  
Martín      Rubio      Salcedo

Director de Tesis Dr. José Luis Domínguez Vera

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México 1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## CONTENIDO

RECONOCIMIENTOS	PAGINA
LISTA DE CUADROS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	5
1. Generales .....	5
2. Particulares .....	5
III. REVISION DE LITERATURA .....	6
1. Historia de los Portainjertos .....	6
2. Características Generales de los Portainjertos .....	7
3. Importancia de los Portainjertos .....	8
4. Propagación de los Arboles Frutales .....	9
4.1. Propagación Sexual .....	9
4.2. Propagación Vegetativa .....	10
5. Propagación de los Portainjertos de Aguacate.....	12
5.1. Portainjertos francos .....	14
5.2. Portainjertos clonales .....	14
6. Selección de Portainjertos de Aguacate ...	17
6.1. Portainjertos tolerantes a orga- nismos patógenos .....	21
6.2. Portainjertos resistentes a salinidad .....	22
6.3. Portainjertos resistentes a alcalinidad .....	23

6.4.	Portainjertos resistentes a sequía.....	25
6.5.	Control de deficiencias con el uso de patrones .....	25
6.6.	Fuentes de enanización .....	26
6.7.	Portainjertos que promuevan la productividad .....	27
7.	Crecimiento y Desarrollo de las Plantas ....	27
7.1.	Germinación .....	29
7.2.	Efectos del descotiledonado sobre el desarrollo de las plántulas .....	32
8.	Desarrollo Vegetativo del Brote en Aguacate .....	33
IV.	MATERIALES Y METODOS .....	42
1.	Características del Lugar donde se realizó el Experimento .....	42
2.	Tratamiento de Semilla y Obtención de Plántula .....	42
3.	Aplicación de Tratamientos .....	44
3.1.	Descotiledonado .....	44
3.2.	Poda radicular .....	45
3.3.	Descotiledonado - poda radicular (diferido) .....	45
3.4.	Descotiledonado - poda radicular (simultáneo) .....	46
4.	Recuperación y Selección .....	46
V.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	48
1.	Efecto de los Tratamientos sobre el Crecimiento en Altura y Grosor Basal .....	48

2.	Variación de la Altura y del Diámetro Basal en el Transcurso de la Selección .....	58
3.	Tendencia de Variación de Valores de los Intervalos de Dispersión (Desviación Estándar) de la Altura y Diámetro Basal .....	58
4.	Tendencia de la Velocidad de Crecimiento del Brote durante la Recuperación de las Plantas Tratadas .....	64
5.	Selección, Segregación y Eliminación de Plantas .....	69
VI.	CONCLUSIONES .....	80
VII.	BIBLIOGRAFIA .....	82

## LISTA DE CUADROS

CUADROS		PAGINA
1	Integración del Desarrollo en las Plantas .....	29
2	Alturas relativas de las Plantas de Aguacate al aplicarles los Tratamientos .....	47
3	Variación de la Desviación Estandar en Altura del Cuello - al Apice, en Plantas de Aguacate Criollo Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ) .....	61
4	Variación de la Desviación Estandar del Diámetro Basal, en Plantas de Aguacate Criollo - Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> )....	62
5	Comportamiento en el Desarrollo Promedio de la Altura -- (del cuello al ápice de las plantas) y Diámetro ( $\phi$ ) Basal, en Plantas de Aguacate Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ), sometidas al Tratamiento de Descotiledonado .....	49
6	Tendencia del Número de Plantas Seleccionadas, Segregadas y Eliminadas; durante el Desarrollo del Tratamiento de Descotiledonado .....	70

## CUADROS

## PACTHA

7	Comportamiento en el Desarrollo Promedio de la Altura (del cuello al -- ápice de las plantas) y diámetro Basal, en Plantas de Aguacate Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ), sometidas al Tratamiento de Poda radicular .....	50
8	Tendencia del Número de Plantas Seleccionadas, Segregadas y Eliminadas; durante el desarrollo del Tratamiento de Poda radicular .....	71
9	Comportamiento en el Desarrollo Promedio de la Altura (del cuello al -- ápice de las plantas) y Diámetro Basal, en Plantas de Aguacate Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ), sometidas a los tratamientos de Descotiledonado-Poda radicular, Diferido .....	51
10	Tendencia del Número de Plantas Seleccionadas, Segregadas y Eliminadas; durante el Desarrollo del Tratamiento Combinado/Diferido: .....	72
11	Comportamiento en el Desarrollo Promedio de la Altura (del cuello al -- ápice de las plantas) y Diámetro Basal, en Plantas de Aguacate Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ), sometidas a los Tratamientos de Descotiledonado-Poda radicular, Simultáneo .....	52

## CUADROS

## PAGINA

12	Tendencia del Número de Plantas Seleccionadas, Segregadas y Eliminadas; durante el Desarrollo del Tratamiento Combinado/Simultáneo .....	73
13	Resultados Finales de los Cuatro Experimentos de Selección - llevados a cabo con Plantas de Aguacate Criollo Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ) .....	74
14	Variación de la Razón de la Altura del Cuello al Apíce (Tratamiento/Control) en Cuatro Experimentos de Selección, en Plantas de Aguacate Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ) .....	59
15	Variación de la Razón de Promedios del Diámetro Pasal (Tratamiento/Control) en Cuatro Experimentos de Selección, en Plantas de Aguacate Mexicano ( <u>Persea americana M.</u> ) .....	60



## LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PAGINA
1	Variación de la altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas de aguacatero sometidas al tratamiento de descotiledo nado .....	53
2	Variación de altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas de aguacatero, sometidas al tratamiento de poda radical .....	54
3	Variación de altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas de aguacatero sometidas al tratamiento de descotiledo nado poda radicular diferido .....	55
4	Variación de la altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas sometidas al tratamiento de descotiledonado - poda radicular simultáneo .....	56
5	Marchitamiento y Defoliación en Plántulas de Aguacate ( <u>Persea americana M.</u> ) como consecuencia de la tensión causada en ellas, por la aplicación del tratamiento de descotiledonado, cuando tenían una altura promedio inicial de 10 - 15 cm. ....	57

6	Marchitamiento y Defoliación en - Plántulas de Aguacate ( <u>Persea ame-</u> <u>ricana</u> M.) como consecuencia de - la tensión del Tratamiento de Po- da radicular, cuando tenían una - Altura Promedio Inicial de ----- 35 -40 cm. ....	57
7	Variación de la velocidad de cre- cimiento, en altura del cuello al ápice del tallo (cm/mes) y diáme- tro basal (mm/mes), durante la re- cuperación de plantas de aguacate sometidas al descotiledonado .....	65
8	Variación de la velocidad de cre- cimiento en altura (cm/mes) y diá- metro basal (mm/mes), durante la- recuperación de plantas de aguaca- tero sometidas al descotiledonado - poda radicular diferido .....	66
9	Variación de la velocidad de cre- cimiento en altura (cm/mes) y diá- metro basal (mm/mes), durante la- recuperación de plantas de aguaca- te sometidas a la poda radicular .....	67
10	Variación de la velocidad de cre- cimiento en altura (cm/mes) y diá- metro basal (mm/mes), durante la- recuperación de plantas de aguaca- tero sometidas al descotiledonado - poda radicular, simultáneo .....	68

11	Comparación en plantas de aguacate ( <u>Persea americana M.</u> ) de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de descotiledonado .....	77
12	Comparación en plantas de aguacate ( <u>Persea americana M.</u> ) de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de poda radical .....	77
13	Comparación en plantas de aguacate ( <u>Persea americana M.</u> ) de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de descotiledonado/poda radical diferido .....	78
14	Comparación en plantas de aguacate ( <u>Persea americana M.</u> ) de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de descotiledonado/poda radical simultáneo .....	78

## RESUMEN

La utilización de portainjertos (en combinación con - determinada variedad), ya sean derivados de semilla o clonales, es una de las formas más comunes de aumentar la producción dentro de lo que constituye la fruticultura. De esta manera, en el país en los últimos años se ha hecho extensivo el uso de la combinación patrón-injerto, siendo el portainjerto más común para la mayoría de los frutales (incluyendo el aguacate) el franco o derivado de semilla. Sin embargo, este hecho no necesariamente implica que se pueda obtener la óptima producción utilizando este tipo de portainjerto, puesto que por la naturaleza heterocigótica que éste presenta existe gran variabilidad de caracteres entre los individuos de un mismo huerto.

Por otra parte, en México la utilización de portainjertos clonales para algunas especies frutícolas como manzana, durazno, naranja, etc. ha cobrado gran importancia - debido a las ventajas que presenta con respecto al tipo de portainjerto franco (homogeneidad en los caracteres genéticos, que representa plantas de idénticas características a las de la planta donde fue tomado el material para la obtención de los clones) así, para el cultivo del aguacate - (*Persea americana* M.), existe actualmente la disponibilidad de técnicas de propagación vegetativa, lo cual facilita la obtención de portainjertos clonales para esta laurácea.

El presente trabajo se efectuó en el Centro de Desarrollo frutícola "Páte. Manuel González" en Huajintlan Mor. y correspondió a la primer etapa del programa de "Obtención de portainjertos clonales en aguacate (*Persea americana* M.), que esta llevándose a cabo por parte de la Comisión Nacional de Fruticultura. De esta forma, se preten-

dío seleccionar plantas de aguacatero de la raza mexicana de alto vigor que tuviera un sistema radicular sobresaliente (rápida regeneración y/o altamente eficiente, para el mantenimiento y desarrollo de la parte aérea) permitiendo por esta razón, el ser consideradas como posibles plantas-portainjerto, que asociadas a variedades en uso, den lugar a plantas de gran rendimiento con posible tolerancia a los problemas o trastornos causados en el sistema radicular (pudrición radicular por phythoptora c., laboreo intensivo, etc.).

Para la selección de plantas vigorosas de aguacate se utilizaron los tratamientos de descotiledonado y/o poda radicular, en donde se emplearon cuatro lotes experimentales de plántulas selectas homogéneas, con sus respectivos lotes control (de 200 y 100 plantas respectivamente), de esta forma; a cada lote experimental se le aplicó el siguiente tratamiento: 1) descotiledonado d , 2) poda radicular p.r. , 3) d-p.r. diferido, 4) d-p.r. simultáneo. - Para cada uno de los experimentos le correspondió cierta altura específica (10-15, 35-40, 10-15 y 20-25 cm. respectivamente.

A partir de la aplicación del tratamiento correspondiente a cada lote experimental, se llevó a cabo el seguimiento individual del desarrollo de las plantas por medio de cuantificaciones mensuales utilizando como parámetros; la altura (del cuello al ápice de las plantas) y el diámetro basal.

La selección de plantas estuvo en función al promedio obtenido tanto en altura como en diámetro basal para cada uno de los grupos tratados. De esta forma, mensualmente se seleccionaron dentro del grupo de plantas aquellas cuya lectura fue superior (tanto en altura como en diámetro) al

promedio del grupo.

Los resultados obtenidos, muestran claramente la dismi-  
nución de la velocidad de crecimiento para el grupo corres-  
pondiente de plántulas, al aplicarles determinado tratamien-  
to. Es decir, los efectos de los tratamientos aplicados a  
plántulas se manifestaron en el detenimiento parcial del --  
crecimiento acompañado en algunos casos por trastornos (co-  
mo la clorosis y el marchitamiento general del vegetal) que  
muchas veces se acentuaron a tal grado, causando la muerte.

Se encontró que la poda radicular es de efectos inme--  
diatos y más drásticos comparativamente con el descotiledo-  
nado, en el cual se manifiestan paulatinamente.

Tomando en cuenta que entre más severo sea determinado  
tratamiento, las plantas sobrevivientes que lleguen a seleccionarse  
serán capaces de resistir condiciones similares, -  
de esta forma, por medio del tratamiento de poda radicular-  
se hicieron selecciones más estrictas que por medio del trata-  
tamiento de descotiledonado.

Por último, estos tratamientos (descotiledonado y poda  
radicular, incluyendo sus distintas combinaciones) pueden -  
tener perspectivas favorables para la obtención de plantas  
vigorosas, sin embargo, deben efectuarse trabajos similares  
para reafirmar los resultados presentados en este estudio.

## I. INTRODUCCION

El aguacate es un fruto tropical y subtropical, cultivado desde la época precolombina en México y América Central. Las condiciones de temperatura media anual y la pluviosidad en las distintas zonas, dieron lugar a tres razas de aguacates: mexicano, guatemalteco y antillano, cuyas diferencias de adaptación al medio ambiente han permitido la difusión de este cultivo por diversos lugares del mundo (Económides y Gregoriou, 1982).

En nuestro país se cultivan un gran número de variedades, siendo las de mayor demanda Fuerte y Hass, mientras que un volumen considerable de la producción está compuesta por aguacate criollo mexicano producido de árboles francos. Cabe mencionar que el fruto de esta lauracea se encuentra en el mercado nacional, prácticamente durante todo el año - debido principalmente, a las diversas condiciones ecológicas y climáticas de los estados productores, entre los que se encuentran principalmente: Michoacán, Estado de México y Puebla (CONAFRUT, 1980).

El cultivo del aguacate en México, últimamente ha cobrado gran importancia como producto de exportación, además el consumo interno es cada vez mayor. Es por ésto, que se hace necesario el empleo de técnicas frutícolas que permitan una mejor producción por unidad de área.

La utilización de la combinación patrón - injerto, es una de las formas más comunes de favorecer la productividad de los árboles frutales. En el caso del aguacatero, se debe tener conocimiento de las características y condiciones ambientales en que mejor se desarrolla cada una de las razas de aguacate; tenemos que, para variedades de la raza me

xicana y guatemalteca, así como híbridos entre ellas es conveniente el uso de patrones francos correspondientes a tipos de nativos de la raza mexicana, debido a que dan lugar a uniones fuertes; además distintos estudios han demostrado que patrones del grupo ecológico mexicano, son en general más tolerantes a condiciones ambientales adversas que los del grupo ecológico guatemalteco y en algunos casos (por ejemplo, en lo que se refieren a sequía), resisten más que patrones del grupo antillano. En la mayoría de los casos los portainjertos guatemaltecos son más susceptibles, que los de la raza mexicana y antillana, a condiciones edáficas adversas como : salinidad, alcalinidad, suelos pesados, etc.

Los patrones o portainjertos influyen en gran medida sobre la producción (Ben Ya' Acov, 1972), conociéndose comúnmente dos tipos de patrones en el cultivo del aguacate, los procedentes de semilla o francos y que son los más utilizados en México y sobre los cuales se injerta el cultivar escogido (Tukey, 1964; Calderón, 1983), y los clonales que son individuos obtenidos vegetativamente, procedentes de una sola planta y que en el caso del aguacate se pueden obtener ya sea por cultivo in-vitro o por franqueamiento.

A causa de su naturaleza heterocigótica, las plantas patrón obtenidas de semillas presentan diferencias entre sí que pueden apreciarse en la raíz, tallo, hoja, frutos, etc, estas diferencias son normalmente pequeñas en plántulas jóvenes que se utilizan como portainjerto, pero se acentúan con la edad y ésto implica heterogeneidad en comportamiento y productividad entre los árboles individuales de algunas plantaciones injertadas con variedades iguales (Calderón, 1983).

En contraste con lo anterior hay que decir que las ---



plantas portainjerto obtenidas por reproducción vegetativa (clonales) conservan los caracteres del árbol que le ha dado origen, éstas son, las únicas que permiten lograr homogeneidad de vegetación y de producción en una plantación efectuada en un medio homogéneo. Por lo tanto, en Fruticultura, según lo antes mencionado, se tiene la posibilidad de seleccionar individuos que muestren un desarrollo óptimo bajo condiciones definidas, tanto edáficas que afectan al portainjerto y factores medioambientales que afectan directamente al injerto, de esta forma se puede obtener un árbol compuesto patrón - injerto de alta productividad (Calderón, 1983).

Este trabajo tiene como objetivo primordial obtener -- una colección de plantas selectas, partiendo de un grupo de plántulas de aguacate de la raza mexicana, procedentes de semilla y sometiénolas a los tratamientos de; a) descotiledonado, b) poda radicular, c) descotiledonado - poda radicular (diferido) y d) descotiledonado - poda radicular (simultáneo), aplicados a plantas con alturas particulares --- (cuadro 2), para cada experimento, que corresponden a estados de desarrollo con alta sensibilidad a los tratamientos mencionados.

De esta forma, sin existir trabajos precedentes aparentemente para la selección de plantas de aguacate con potencial de uso como portainjerto, en los que se utilicen los tratamientos de Descotiledonado y Poda Radicular como formas de selección, se pretende en este caso, la detección de plantas vigorosas distinguiendo para su selección aquellas plantas que al eliminarles los cotiledones, logren una pronta adquisición de autosuficiencia, cuando la mayoría de la población presenta alta dependencia de ellos; en cuanto a la poda radicular se seleccionarán aquellas plantas que por la rápida regeneración de su sistema radical y/o la alta --

eficiencia de la raíz remanente después de la poda permita su total recuperación, así se podría proporcionar portainjertos con algún grado de tolerancia a Phytophthora cinnamomi; a suelos pesados, al laboreo del suelo, etc. Con la aplicación combinada de ambos tratamientos (Descotiledonado y Poda radicular), se espera obtener plantas vigorosas cuya autosuficiencia temprana sea debida fundamentalmente a un sistema radicular eficiente y/o regenerable con relativa facilidad en caso de daño; con lo cual, se podrían utilizar estas plantas en terrenos cuyas características o condiciones de manejo afecten directamente al sistema radical. Se espera en conjunto que estas selecciones permitan la optimización del cultivo del aguacate, en las zonas donde se encuentra establecido y faciliten la apertura de nuevas zonas para la producción frutícola de esta lauracea.

## II. OBJETIVOS

### 1. Generales.

- Desarrollar una metodología que permita seleccionar plantas de vivero, provenientes de semilla de aguacate de la raza mexicana a través de la aplicación, de tratamientos de descotiledonado y poda radicular y su combinación diferida o simultánea, utilizados dichos tratamientos, como factores de tensión y por lo tanto de selección.

- Captar con la aplicación de lo anterior, genotipos vigorosos con temprano establecimiento de autotrofia, sistema radical eficiente y/o fácilmente regenerable, que puedan ser recomendables para su utilización como portainjertos, de los cuales en un futuro se obtengan clones.

### 2. Particulares.

- Seleccionar de entre la población de plántulas sometidas al descotiledonado, aquellas vigorosas con temprano establecimiento autotrófico.

- Seleccionar plantas que podrían contar con un sistema radical eficiente y/o fácilmente regenerable, por medio de la aplicación de la poda radicular.

- A través de la combinación del descotiledonado y la poda radicular, determinar cual de los dos tratamientos ya sea diferido o simultáneo, resulta mejor y más práctico, para captar genotipos que podrían contar con la combinación de las características de vigorosidad, adquisición temprana de autotrofia, y alta eficiencia y/o regenerabilidad radical.

- Determinar cual de los dos parámetros de recuperación (altura y diámetro basal), permite la selección de plantas, de manera más práctica.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 1. Historia de los Portainjertos.

La historia de los portainjertos en el mundo es muy antigua ya que desde los tiempos de Teofrasto los horticultores romanos conocían para manzano patrones achaparrantes, - que se podían propagar con facilidad. Así, en la última parte del siglo XV, se conocía en Europa un portainjerto achaparrante del manzano al que se le llamo "Paraíso" (Tukey, - 1964).

El interés por los portainjertos fue creciendo en Europa, así, en los primeros años del siglo XVIII, se sabía que el desarrollo del cerezo dulce (Prunus avium), era afectado de distintas formas dependiendo del patrón en el cual se le injertara; también observaron un comportamiento análogo en cítricos. (Hesse, citado por Tukey, 1964).

En los años de 1830 - 1840 en Inglaterra tuvo gran auge la investigación, sobre todo para desarrollar portainjertos enanizantes, así como, para explicar la relación patrón-injerto,

En E.U.A. los portainjertos empezaron a popularizarse a finales del siglo XIX. En ese entonces, la mayor limitante para la producción de cítricos en Florida era el daño causado por Phytophthora parasitica, que produce en los árboles la enfermedad llamada "pudrición de pie". Sin embargo, de 1870 en adelante algunas variedades altamente productivas y de buena calidad sobresalieron gracias a dos portainjertos (Citrus aurantium L. y C. Limon L.), que mostraron resistencia a la "pudrición del pie" (Webber et al., 1967).

En el caso del manzano, los primeros trabajos de selec-

ción referentes a portainjertos, fueron emprendidos entre 1912-1913 por M. Hatton, Director de la estación experimental de East Malling en el condado de Kent, Inglaterra (Cotanceau, 1971).

A partir de los 50's en Insrael, se empezaron los trabajos experimentales sobre el desarrollo de portainjertos clonales en aguacate (Persea americana M.), a cargo del Dr. Ben Ya'acov (Brokaw, 1982).

En los últimos años, se han realizado extensos estudios tendientes a encontrar patrones de buenas características (sean clonales ó de semilla), existiendo actualmente, gran cantidad de portainjertos que resuelven varios de los problemas de cada uno de los cultivos frutícolas (Cotanceau, 1971).

## 2. Características Generales de los Portainjertos

En la mayoría de los cultivos frutícolas se ha desarrollado la selección de portainjertos, según las necesidades o problemas que se tengan en cada medio para lograr una mayor producción y con la aplicación de técnicas de fitomejoramiento se pretende obtener portainjertos que reúnan el mayor número de características deseables.

Husman, (citado por Nesbitt, 1974) define en forma resumida el portainjerto ideal, como aquel que tenga el más resistente sistema radicular y conlleve una alta producción de frutas de buena calidad. Sin embargo, estos portainjertos ideales e hipotéticos, ya en forma detallada deben cumplir con las siguientes características: a) Adaptación al suelo y condiciones climáticas del área geográfica de interés; 2) que tengan de preferencia utilización en una amplia zona; 3) ser de fácil propagación, 4) ser de fácil injerta-

ción con variedades; 5) contar con una aceptable compatibilidad con la variedad formando una fuerte unión con la parte injertada; 6) el vigor correcto para inducir al tamaño y maduración de los frutos en la variedad, en un determinado medio ambiente; 7) inmunidad o altos niveles de resistencia a los organismos patógenos y entomológicos; 8) libres de virus.

En cítricos, el origen potencial de resistencia o tolerancia de los problemas de producción están identificados. - La variación genética entre los árboles seleccionados indican que los progresos pueden hacerse mediante el fitomejoramiento. El desarrollo de técnicas de detección de resistencia en plántulas son de gran ayuda en muchas pruebas bajo factores adversos en consideración, de esta forma, las selecciones pueden llevarse a cabo (Hearn et al., 1974)

Es prácticamente imposible que el portainjerto ideal - pueda ser desarrollado; sin embargo, el potencial combinatorio de distintos caracteres deseados en un simple portainjerto tiene perspectivas (Hearn et al., 1974).

### 3.- Importancia de los Portainjertos

Dado que el objetivo principal de cualquier rama productiva (en este caso la fruticultura), es el de incrementar la producción, se debe contar con técnicas que permitan alcanzar la meta establecida.

Así, la utilización de patrones o portainjertos es actualmente de vital importancia para el desarrollo de la fruticultura, ya que de la selección adecuada que de ellos se haga se derivará, la productividad del huerto en alto grado.

El patrón antes de injertársele determinada variedad de-

be tener ciertas características sobresalientes de acuerdo a las necesidades que se exijan en el huerto para tener una buena producción, así; en muchas especies de plantas se dispone de patrones que toleran condiciones desfavorables tales como suelos pesados ó húmedos, o que resisten plagas ó enfermedades que se encuentren en el terreno. En otras especies, se dispone de patrones para controlar el desarrollo con lo cual se puede obtener un árbol injertado compuesto, que tenga un vigor excepcional o que quede achaparrado. -- Ciertos patrones particularmente en especies de cítricos -- tienen un efecto marcado sobre la cantidad, el tamaño y la calidad de los frutos de la variedad injertada (Hartmann y Kester, 1972; Hearn et al., 1974).

Los patrones vigorosos y de crecimiento fuerte, en algunos casos en los cuales, la combinación patrón-injerto es altamente influenciada por el primero, producen plantas más grandes y más vigorosas que dan mayores rendimientos. Por otra parte, los árboles injertados en patrones achaparrados pueden fructificar con mayor abundancia, y como son --- plantados a menor distancia que en los árboles normales. -- producen mayores rendimientos por unidad de área (Hartmann y Kester, 1972).

#### 4.- Propagación de los Arboles Frutales

La propagación de los árboles frutales es la base principal sobre la que descansa la producción; es por ello que se hace necesario conocer tanto los tipos de propagación, como las técnicas empleadas en cada uno de ellos.

Así, tenemos que en fruticultura existen dos tipos de propagación; la sexual y la vegetativa.

##### 4.1. Propagación sexual.

Este tipo de propagación se refiere a la obtención de plantas, provenientes directamente de la germinación de -- las semillas. En general en fruticultura, sobre todo en -- formas tecnificadas, no se recomienda este tipo de propa-- pación (sólo en casos extraordinarios) sin embargo, su em-- pleo para la producción de patrones para algunas especies-- es bastante común, sin que ello signifique que éste sea -- el procedimiento idóneo para la obtención de éstos.

El usar semilla en la propagación de frutales implica recurrir al producto de la unión de células sexuales mascu-- linas y femeninas siendo común que se presente en la -- descendencia diferencias con respecto a las plantas proge-- nitoras, y ésto, aunque ambas células sexuales fueran de -- la misma planta, más aún si ésta es de por sí heterocigóti-- ca (como el aguacate) lo que esta explicado por un nivel -- elevado de recombinación y segregación, diluyéndose la --- transmisión en la descendencia de los caracteres selectos-- de la planta madre (Calderón, 1983; Cotenceau, 1971).

#### 4.2 Propagación Vegetativa

La propagación vegetativa o asexual es la única vía -- factible de multiplicación de árboles frutales que conser-- va las mismas características que el progenitor, constitu-- yendo el conjunto de plantas que reproducen las caracte-- rísticas de la planta madre original, una variedad o clón.

A nivel fisiológico la propagación asexual implica la división mitótica de las células, en la cual, existe una -- duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplas-- ma asociado a la célula progenitora, para formar dos célu-- las hijas. Esto da como resultado que, con algunas excep-- ciones, en cada una de las células hijas se multipliquen -- en forma exacta el sistema cromosómico de las células ma---



dre (Hartmann y Kester, 1972).

La mitosis ocurre en porciones ó áreas específicas de la planta para producir el crecimiento, estas son; el ápice de tallos y raíces, el cambium y las zonas intercalares, también ocurre mitosis cuando se forma callo, en alguna herida de la planta y cuando se inician nuevos crecimientos en porciones del tallo o de la raíz (Rojas, 1982; Ruíz et al., 1979).

El parénquima del callo consiste en células nuevas -- que proliferan de superficies cortadas como respuesta a la herida.

En resumen, la mitosis es el proceso básico que implica el crecimiento vegetativo normal de la cicatrización de las heridas, de la regeneración y de la propagación vegetativa (Ruíz et al., 1979).

En consecuencia las plantas propagadas vegetativamente reproducen toda la información de la planta progenitora y es por ésto que las características específicas de una planta son perpetuadas, estableciéndose un clón (Hartmann y Kester, 1979).

Existen muchos métodos por los cuales pueden propagarse vegetativamente una selección, siendo los más comunes -- por injertación, estacado por hijuelos, acodado, etc. ---- (Hartmann y Kester, 1972).

Las técnicas señaladas permiten practicar tanto la -- fruticultura con variedades auto-enraizadas ó bien aquellas en que la selección enraizada constituye un clón a -- usarse como portainjerto para la variedad deseada, constituyendo así una planta compuesta por dos clones, es decir--

el de la variedad y el otro de portainjerto, siendo este último el concepto en que se basa una de las formas más productivas de la fruticultura.

Además de que la propagación asexual es indispensable en la reproducción de cultivares que no producen semillas viables como algunas bananas, higueras, vides y naranjas; también encuentra aplicación en algunas plantas cuyos frutos las contienen, pero que, si se reprodujeran por semilla aparte de la segregación, las plantas producidas de esta manera presentarían un período juvenil largo, durante el cual no florecerían ni fructificarían y además mostraría características morfológicas inconvenientes (por ejemplo, tener espinas), que no se presentan cuando la propagación se hace con material vegetativo de plantas en estado adulto, etc. - (Calderón, 1983).

La propagación vegetativa presenta también desventajas, tal es el caso, del ataque de los virus que se realiza a nivel celular, de tal modo que cuando una planta está infectada estos se encuentran en la mayoría de sus células de los meristemas apicales, con lo cual, únicamente utilizando la propagación in-vitro en estas células podemos obtener clones libres de virus, de esta manera al propagarse material infectado los virus están presentes en las plantas obtenidas. Otras de las desventajas, que depende en gran medida de la especie frutal con la que se trabaje, son los altos costos de los métodos de la propagación vegetativa.

##### 5. Propagación de los Portainjertos de Aguacate

La forma actual más común de producir plántula de aguacate para su utilización como portainjerto se basa en el uso de semilla, produciéndose así los llamados portainjertos francos, lo cual presenta el inconveniente fundamental-

de la gran heterogeneidad genética de entre la población - de plantas resultante.

En Israel, el Dr. Ben Ya'acov demostró que existen -- grandes diferencias en productividad y vigor, de un cultivar injertado sobre portainjertos francos individuales producidos de la manera antes señalada, diferencias atribui-- bles al origen altamente heterocigótico de los portainjertos producidos de semilla y especialmente a la interacción del vigor constante del injerto con el vigor variable del portainjerto (Ben Ya'acov, citado por Bergh, 1980).

Al respecto, Ben Ya'acov et al. (citado por Sauls, et al., 1976) mencionan que la variabilidad de la población - de las plantas de aguacate provenientes de semilla no permiten la reproducción de tipos seleccionados que muestren características particulares como resistencia a enfermedades, tolerancia a salinidad, etc.

Por lo anterior, es necesario aplicar un tipo de propagación asexual que nos permita obtener portainjertos homogéneos (clones), que al ser injertados con la variedad - deseada nos brinden uniformidad en cuanto a la relación - patron-injerto se refiere (Cotanceau, 1971).

Una forma de mantener cierta uniformidad en las plantas provenientes de semilla, es el controlar la poliniza-- ción y hacer una selección cuidadosa de las fuentes de semilla, conservando la identidad y su origen (Kadman y Ben-Ya'acov, 1980). lo anterior se está haciendo actualmente - en Israel con buenos resultados, empezándose a desarrollar también en los E.U.A.

A continuación mencionamos algunas de las características de los dos tipos de propagación de portainjertos en-

aguacate:

### 5.1. Portainjertos francos

Las principales ventajas de este tipo de propagación radican en el hecho de que la obtención de los patrones -- francos es relativamente simple y de reducido costo (Hartmann y Kester, 1972; Tukey, 1964).

Otra ventaja de gran importancia en los portainjertos francos, es la no transmisión de virus a través de las semillas; ya que en la mayoría de los casos, aún cuando la planta esté atacada por virus, éstos no se encuentran ni en los granos de polen ni en los ovulos, por lo que es posible la obtención de semillas libres de ellos y, que a su vez produzcan patrones sanos (Calderón, 1983).

### 5.2. Portainjertos clonales

La principal ventaja de los portainjertos propagados vegetativamente, es que contribuyen a asegurar la regularidad en el huerto, lo cual es muy deseable ya que representa un importante factor en la rentabilidad, de igual importancia es el conservar las características especiales y las influencias específicas sobre las variedades que se injertan sobre ellos, como pueden ser resistencia a enfermedades, hábitos de floración, crecimiento, etc. (Hartmann y Kester, 1972).

En efecto, por medio del injerto y utilizando patrones propagados vegetativamente, pueden obtenerse poblaciones de individuos totalmente iguales, compuestos de idéntica manera en su parte aérea y en su parte subterránea, lo cual representa la máxima aspiración que se puede tener -- respecto a homogeneidad de un huerto y sobre los comporta-

mientos deseados.

La homogeneidad de un huerto plantado con árboles injertados de la misma variedad sobre el mismo patrón vegetativo debe ser total tanto en vigor como en épocas de floración y fructificación, así como, en calidad y en monto de las cosechas, esto resulta siempre y cuando los tratamientos sean los mismos y los factores del medio ecológico no varíen sensiblemente dentro del propio lote (Calderón, --- 1983).

Una de las desventajas para obtener portainjertos clonales en aguacate es el alto costo para producirlos.

Sin embargo, a pesar de sus inconvenientes y como ya se ha mencionado, la propagación vegetativa del aguacate es necesario para la obtención de patrones clonales, siendo éste el único medio de asegurar la uniformidad de ciertos caracteres genéticos deseables, por lo que existen diversos métodos de la propagación vegetativa que se han tratado de aplicar al aguacate (Alvarez, 1979; Camerón, 1955)

Las técnicas en las cuales se ha trabajado para la obtención de portainjertos clonales son las siguientes:

Enraizamiento de estacas. En este método de propagación la producción de raíces en estacas de tallo con hojas varía con; la variedad, la juvenilidad del material original, con las condiciones fisiológicas de la estaca (incluyendo la presencia o ausencia de inhibidores y promotores endógenos, la reserva de nutrientes, etc.). En términos generales la dificultad que presenta el aguacate para la producción de raíces adventicias hace a esta técnica poco prometedor para las prácticas comerciales de propagación, (Brokaw, 1982; Debergh, 1981; Gustafson, 1969; Hartmann y-

Kester, 1972; Young, 1961).

Acodo. Este es el método complicado que depende de la capacidad de tallo para producir raíces adventicias; en el aguacatero, esta respuesta es generalmente pobre y varía según con la variedad con que se trabaja (Young, 1961)

Injertación-Etiolación. Actualmente se esta desarrollando bastante la técnica basada en la etiolación (basada en el crecimiento de tejido en condiciones de oscuridad), en Israel y E.U.A., también en nuestro país, donde esta técnica esta siendo adaptada en el Colegio de Postgraduados con una variante llamada "Franqueamiento".

Esta técnica consiste básicamente en injertar varetas seleccionadas que se desean enraizar a una plántula proveniente de semilla, una vez que se ha establecido la unión entre éstas y el vástago ha crecido lo suficiente, la parte basal de este último, se somete a la oscuridad; exponiéndose a la luz solamente las puntas de los brotes. Después de 6-8 semanas de enraizamiento de los brotes y éstos se pueden separar de la plántula en la cual se injertaron (Young, 1961).

Cultivo in-vitro del aguacatero. Han sido reportados trabajos en los que se han aplicado técnicas de cultivo in-vitro para la propagación de aguacatero con fines tan diversos, como estudios de la ontogenia floral de la longevidad y resistencia de tejido calloso proveniente del fruto a condiciones extremas de temperatura e iluminación durante el cultivo in-vitro; estudio para el establecimiento de clones de tejido de callo a partir de porciones apicales, de yemas, peciolos, hojas, tallo y raíz sin contarse con avances para lograr su rediferenciación; intentos para reproducir plantas completas a partir de yemas y meriste--

mos apicales, lográndose en estos trabajos el desarrollo y multiplicación de brotes, sin haber tenido éxito en la inducción del enraizamiento (Reyes, 1987). Los estudios antes mencionados se llevaron a cabo en la Universidad de California (E.U.A.). (Levine, 1982).

En México se ha desarrollado desde 1980, un programa para el cultivo in-vitro de aguacate, con fines de producción de portainjertos clonales, habiéndose logrado desde la producción de plántulas, hasta la adaptación de éstas en condiciones de vivero, todo esto a partir de explantes nodales obtenidos a su vez de brotes etiolados (Levine, -- 1982; Reyes, 1987). El programa antes mencionado, esta -- llevándose a cabo en la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT).

## 6. Selección de Portainjertos de Aguacate

Para realizar una buena selección de las plantas de -- aguacate que se utilizan como portainjertos, es necesario -- conocer las características de las plantas de aguacatero -- de los tres grupos ecológicos existentes, así como, el medio ambiente en que se desarrollan mejor las plantas de ca -- da uno de estos tres grupos. Conociendo las ventajas de -- cada grupo, y en combinación con determinada variedad, se -- obtienen individuos compuestos con alta producción.

A continuación se mencionan (según Carvalho, 1965), -- las características medio ambientales y morfológicas de -- los tres grupos de aguacate:

Grupo mexicano.- Sus hojas son más pequeñas que las -- de los otros dos grupos, cuyo contenido es una esencia -- de olor parecido al del anís, lo cual se nota al estrujar -- las hojas con la mano; flores purpúreas, frutos pequeños,

de 30-80 mm. de longitud y de un peso comprendido entre -- los 90 y 180 gr. el pedúnculo es delgado y cilíndrico de diámetro uniforme en toda su longitud. La cáscara o epicarpio es delgada, de 0.8 a 1.6 mm. de espesor y de superficie exterior lisa, corrientemente es de color verde claro, pero puede tener tonalidades más oscuras del verde ó, según las variedades, coloraciones rosas, moradas o casi negras. El mesocarpio esta formado por una pulpa no fibrosa, con un contenido de grasa comprendido entre un 20 y -- 25% y con un marcado sabor a nuez. La forma del fruto es piriforme, y el hueso de pequeño tamaño.

La floración tiene lugar de diciembre a abril, tardando los frutos en madurar de 5-7 meses; la recolección se -- realiza a fines de verano.

Este grupo ecológico procede (aparentemente) de los alrededores de las ciudades de Puebla y Atlixco, es decir de la zona central de México, que esta situada a altitudes que oscilan entre 1000 y 1900 mm. y a los 19° de latitud norte.

Grupo Guatemalteco. Las hojas sin olor a anís y de mayor tamaño que las del mexicano, son de un color verde oscuro, flores poco pubescentes, el tamaño de los frutos puede ser mediano (7 cm. de longitud y 120 gr. de peso) y --- grande (25 cm. y 1500 gr.), los largos pedúnculos tienen forma de truncocónica, aumentando de tamaño desde su inserción a la rama, hasta su unión con el fruto. Los frutos -- tienen forma esférica, ovalada o piriforme. El grosor del epicarpio oscila entre 0.2 y 1.2 mm. y es de consistencia correosa y hasta leñosa; su superficie es a veces granulada, y de color verde opaco, incluso morado, más o menos oscuro en la madurez. La pulpa es algo fibrosa y de 18-20% es su contenido de grasa. La semilla o hueso es de gran -



tamaño y suele llenar toda la cavidad que la contiene. -- Florece entre enero y mayo, y maduran a fines de primavera y durante todo el verano.

Este grupo ecológico se considera nativo de las montañas de América Central; Ecuador, Nicaragua y México se encuentra en alturas comprendidas entre 500-1000 msnm.

Grupo Antillano. Las hojas de tamaño similar a las del grupo guatemalteco, tampoco desprenden olor a anís al ser estrujadas, el fruto presenta formas que varían entre la ovalada y la piriforme, su tamaño es de mediano a grande, entre 8 y 25 cm. de longitud y entre 100 g. y 1 kg. de peso. El pedúnculo, en forma de clavo, es corto, cilíndrico o ligeramente truncocónico, ensanchándose en el punto de unión con el fruto. La cascará es delgada, de aproximadamente 1.5 mm. de espesor, más dura que las de los frutos del grupo mexicano, y de superficie brillante, tersa y correa. El color varía del verde claro al amarillo rojizo. Relativamente, la pulpa contiene poca grasa (entre 3-15%), y tiene un sabor acuoso, más bien insípido. El hueso, aunque de considerable tamaño, no suele llenar la cavidad que lo contiene.

Florece entre enero y abril, tardando de 5-7 meses en madurar; la cosecha se realiza entre julio y septiembre.

Es espontánea en valles, depresiones y tierras bajas de América Central y Norte de la meridional, sin pasar de los 500 msnm.

Para la selección de los portainjertos de aguacate, debemos de tener en cuenta que para variedades del grupo ecológico mexicano y guatemalteco, así como híbridos entre ellos, es conveniente el uso de patrones del grupo mexica-

no debido a su rusticidad, resistencia a bajas temperaturas y a que dan lugar a uniones fuertes.

Para variedades antillanas se recomienda injertar sobre plantas de tipos criollos de su mismo grupo ecológico, aunque también se puede utilizar sin problema alguno portainjertos del grupo guatemalteco, en cuanto a la compatibilidad patrón-injerto.

En términos generales y de acuerdo con lo mencionado por Bergh, (1976) los patrones para guacate, deben seleccionarse en base a un gran número de características deseables que a continuación se enlistan:

- 1.- Conducir a la producción de grupos de alta calidad.
- 2.- Inducir alta productividad a los árboles.
- 3.- Libre del virus de la "mancha de sol".
- 4.- Enanizante o semienanizante.
- 5.- Genéticamente uniforme
- 6.- Fuerte y vigoroso
- 7.- Fácil de propagar
- 8.- Fácil de injertar.
- 9.- Tolerante a Phytophthora y otros organismos patógenos.
- 10.- Tolerancia a la salinidad
- 11.- Tolerancia a clorosis
- 12.- Tolerancia a sequía
- 13.- Tolerante a otras condiciones adversas del suelo.

Las características mencionadas anteriormente se establecieron en base a los problemas (limitantes de la producción), que presenta el cultivo del aguacate, al considerar su interacción tanto con el medio ambiente, como

a la interacción del portainjerto con el injerto. De esta forma, mencionaremos a continuación algunos trabajos de selección de portainjertos, que cubren total o parcialmente las necesidades requeridas bajo ciertas condiciones.

#### 6.1. Portainjertos tolerantes a organismos patógenos

La pudrición radicular en aguacate, es producida por el hongo Phytophthora cinnamomi (P.C.), este agente patógeno es uno de los más temidos por los fruticultores ya que se ha dado el caso de que se ha establecido en áreas aguacateras abatiendo totalmente la producción. La "tristeza del aguacatero" como se le conoce comunmente, se caracteriza por la destrucción de las raíces jóvenes, con lo que resulta un deterioro del funcionamiento de la parte aérea, ya que en el sistema radical se reduce la habilidad de extraer agua y nutrientes que requiere ésta (Pegg et al., --1982).

En los lugares donde ya se ha establecido el hongo, ninguna medida curativa es capaz de erradicar completamente, el hongo del suelo (Carvalho, 1965). En plantaciones donde se encuentra P. cinnamomi, la utilización de portainjertos resistentes o por lo menos tolerantes ofrece el método más satisfactorio para combatir la pudrición radicular. Pegg, et al., 1982.

Varias selecciones de portainjertos fueron descubiertos por el Dr. Zentmyer entre los que destacan por su alta resistencia a P. cinnamomi; Duke 6 y 7, G<sub>22</sub>, G<sub>6</sub> y Hunta---lis. Estos estudios se realizaron en California (E.U.A.).

En México, en 1970 se evaluó la posibilidad de utilizar el canelillo Persea cinerascens, como portainjerto de aguacate, ya que algunos individuos mostraron cierta tole-

rancia al hongo. Sin embargo, esta especie resultó no ser compatible con las variedades comerciales. (García, citado por Gallegos, 1983).

Para 1980 se evaluó al Persea schiediana, como posible patrón para el aguacate, dada su rusticidad y su posible tolerancia a la "tristeza del aguacate". Los resultados preliminares indicaron que es compatible y transmite buen vigor cuando se le injerta la variedad Hass. (Hernández; citado por Gallegos, 1983).

## 6.2 Portainjertos resistentes a salinidad

La presencia de este problema ha motivado la búsqueda de patrones que puedan sobrevivir y producir cosechas en forma económica bajo estas condiciones; una de las primeras alternativas a que se ha recurrido para lograr producir, ha sido el uso de individuos del grupo antillano como patrones, ya que estos presentan la mayor tolerancia a salinidad en relación a los otros dos grupos ecológicos. En estudios comparativos, la variedad Lula mostró cierta tolerancia (Coit; citado por Gallegos, 1983).

En Israel, se han realizado estudios sobre el crecimiento y la producción de plantas sobre patrones mexicanos y antillanos, en suelos salinos, y se observó mayor producción y crecimiento cuando se usaron patrones antillanos - (Ben Ya'acov; citado por Gallegos, 1983); es por esto que a partir de 1960 se popularizó en Israel el uso de patrones del grupo antillano (Ben Ya' acov; citado por Gallegos 1983).

En 1975 se evaluaron en California, varios patrones-- para conocer su resistencia a sales; entre ellos las variedades Huntalas, Lula 3, Mexicola y Fuchs 20. Todas las variedades evaluadas mostraron ser susceptibles, más aún la-

variedad Huntalas. (Patell et al.; citado por Gallegos, -- 1983).

Sin embargo, a pesar que el grupo mexicano no se ha destacado por ser resistente se ha caracterizado en Israel un portainjerto perteneciente a este grupo, el G. A-13, seleccionado a fines de los cincuentas, por ser tolerante a salinidad y de fácil enraizamiento (Kadman y Ben Ya' acov-1980). Asimismo, trabajos realizados en Israel, con plántulas provenientes de semilla de genotipo denominado G --- A-13 mostraron alta variabilidad en la tolerancia a la clorosis inducida por la salinidad, mientras que plantas propagadas vegetativamente, mostraron alta uniformidad y tolerancia a la clorosis inducida por la salinidad (Kadman y Ben Ya' acov, 1980).

Por otra parte, a principios de los 60's fue seleccionado en Israel el portainjerto Maoz a partir de plántulas de semilla del grupo ecológico antillano. Estas plantas han sido probadas en varias regiones con suelos de muy alto contenido de alcalinidad y utilizando en el riego agua-salada, en todos los caos las plantas mostraron alta tolerancia (Kadman y Ben Ya' acov, 1980).

Trabajos recientes realizados en México han mostrado que existen individuos del grupo ecológico mexicano que -- presentan menor susceptibilidad a los transtornos causados por el exceso de sales (Salazar et al., 1982 a 1982 b).

### 6.3. Portainjertos resistentes a alcalinidad

En cuanto a la tolerancia de la clorosis inducida por la alcalinidad en aguacate, se ha realizado una serie de -- trabajos (Bergh, 1975; Economides, et al. 1982) en la cual se afirma que las variedades comunes injertadas sobre por-

tainjertos del grupo antillano fueron las más tolerantes a la alcalinidad, ya que esas mismas variedades (Fuerte y -- Ettinger), injertadas en portainjertos como Duke, Topa-topa y Mexicano, mostraron ser susceptibles.

En Israel se han llevado a cabo diversos estudios sobre la resistencia a la alcalinidad del aguacate. En experimentos preliminares con plantas provenientes de semilla de los diferentes grupos ecológicos del aguacate, las cuales crecieron en envases que contenían una elevada cantidad de caliza (54%), los síntomas de clorosis no se observaron en el grupo antillano, mientras que los grupos mexicano y guatemalteco, mostraron varios grados de clorosis. (Kadman; citado por Kadman y Ben Ya'acov, 1982).

En portainjertos de origen mexicano y guatemalteco, se ha observado mayor susceptibilidad que los del grupo antillano, sin embargo, algunos árboles del grupo mexicano han sobresalido en condiciones alcalinas, tal es el caso del G A-13 (Kadman y Ben Ya'acov, 1980 a) o el G.L. 7, que mostró una tolerancia fuera de serie.

Un excelente representante del grupo antillano, es -- Maoz, (Kadman y Ben Ya'acov, 1980 b), éstos y algunos otros portainjertos del grupo antillano son utilizados hoy en -- día a gran escala en huertos comerciales de aguacate, que contienen 50% o más de caliza (Ca CO<sub>3</sub>).

En nuestro país, se han llevado comparaciones entre grupos ecológicos para obtener patrones tolerantes a suelos calcareos, y se ha encontrado que existen individuos del grupo mexicano que presentan poca susceptibilidad a los trastornos causados por excesos de caliza. (López, -- et al.; citados por Gallegos, 1983).

Otros trabajos realizados en México, tendientes a estudiar el comportamiento de los distintos grupos aguacateros, en los suelos con diferente contenido de caliza bajo condiciones de invernadero, mostraron que las plantas del grupo antillano y mexicano fueron las más aptas, ya que -- mostraron menor grado de clorosis en comparación con el -- grupo guatemalteco. (Carvalho, 1965).

#### 6.4. Portainjertos resistentes a sequía

En nuestro país se han realizado recientes trabajos, -- comparando individuos de los grupos mexicano y antillano. -- En cuanto a su eficiencia en el uso del agua, se mostró -- que existen ejemplares del grupo mexicano que la utilizan -- en forma más eficiente (Macías, et al.; citado por Galle-- gos, 1983). Cuando la condición de sequía se aplico gra-- dualmente, el grupo mexicano fue el que sobresalio. Se se -- ñalan como características que permitieron medir la tole-- rancia a los parámetros: volumen, longitud y número de -- raíces. (López, et al.; citados por Gallegos, 1983).

#### 6.5. Control de deficiencias con el uso de patrones

Comparaciones de patrones de plantas portainjerto del grupo ecológico mexicano, han mostrado la existencia de -- una gran variación en la habilidad de éstos, para captar -- y traslocar varios nutrimentos, tales como zinc, mangane-- so, cobre, fierro y fósforo; por lo que se ha señalado la -- posibilidad de obtener ejemplares sobresalientes en cuanto a esta característica (Mendoza, et al.; citado por Galle-- gos, 1983). Se han observado también individuos del grupo mexicano con tolerancia a la clorosis férrica inducida por excesos de carbonato de calcio. También se encontró que -- estos excesos de carbonato de calcio no limitaron la pre-- sencia de otros nutrientes como potasio, magnesio, mangane

so y zinc, en individuos del grupo mexicano. (López, et al; citado por Gallegos, 1983).

#### 6.6. Fuentes de enanización

A diferencia de otros frutales, para aguacate se ha trabajado poco para buscar la reducción del tamaño de la planta; sin embargo, han habido varios trabajos que han dado lugar a la aparición de plantas con cierto grado de enanismo. Así en 1956 se obtuvo una planta de tamaño reducido en California (MTM); posteriormente de esta, se obtienen varias plantas por autopolinización; al injertarlas con variedades Hass y Fuerte, se logro reducir el tamaño de las plantas y precosidad en la producción (Bergh y Witsell; citados por Gallegos, 1983).

Otros trabajos, mencionan como variedades de poco porte a Wurtz, Rincón, Jalna, Corona, Nowels, XX 2 y DD 33 -- (Bergh; citado por Gallegos, 1983).

En Israel, se han llevado a cabo experimentos y observaciones sobre portainjertos de Maoz en huertos, los cuales han mostrado efectos enanizantes al injertárseles algunas variedades como Ettinger, Fuerte y Hass, en comparación con los árboles injertados sobre mexicanos (Kadman y Ben Ya' acov, 1980 b).

En México, en la colección nacional de tipos criollos (INIA) en Roque, Guanajuato, se han observado algunas selecciones de porte bajo (Hernández, 1980; citado por Gallegos, 1983). En 1981 en este mismo estado se da a conocer la variedad Colin 33. Información preliminar sobre el uso de esta variedad como interinjerto indica el tener cierto grado de efecto enanizante (Salazar; citado por Gallegos, 1983).



### 6.7. Portainjertos que promuevan la productividad

Es en Israel (Ben Ya' acov, 1975) donde se han hecho los mayores esfuerzos para la búsqueda de aquellos portainjertos que asociados a las variedades en uso promuevan en ellas la máxima productividad, en cantidad y calidad; siendo el vigor del portainjerto una de las características -- que podrían favorecer tal resultado y la búsqueda de tales portainjertos es uno de los principales objetivos de la -- parte experimental de este trabajo.

Puesto que el objetivo general de la parte experimental de este trabajo consiste en la selección de plántulas en vivero, mediante estudios de recuperación de éstas, después de someterlas a tratamientos específicos (Descotiledo nado y/o Poda radicular) que las sujetan a estados de tensión; es necesario revisar a continuación la información -- respectiva al funcionamiento normal del desarrollo de las plántulas (incluida la germinación) así como referir la información disponible en relación a previos trabajos relacionados con la aplicación de la forma de selección mencionada.

### 7. Crecimiento y Desarrollo de las Plantas

A partir de la germinación de la semilla, y conforme transcurre el tiempo, la planta va creciendo. Sus células se dividen, expanden y alargan; el efecto por supuesto, es que la planta aumenta en tamaño y peso, es decir, crece. -- El crecimiento bajo este concepto restringido es meramente el aumento en la masa y volumen de la planta y es por tanto un fenómeno cuantitativo, susceptible de medirse expresándolo como aumento de la longitud o el diámetro del cuerpo vegetal.

Paralelamente al aumento en tamaño y número, las células

las sufren modificaciones en la estructura de su protoplasma, en el que aparecen organelos especializados en funciones determinadas, y al fin toda la célula aparece con una serie de estructuras cuya forma esta en relación con su función, con lo que se culmina en la llamada célula especializada o diferenciada. Como un efecto de dicha diferenciación, la planta va desarrollando tejidos y organos a la par que se va modificando y adaptando en cada uno de ellos su metabolismo; lo que implica su maduración.

En sentido estricto, la diferenciación celular orgánica es cuantitativa y depende de la proporción de tales o cuales metabolitos, enzimas, hormonas, etc., pero su expresión cuantitativa es tan complicada, que es difícil conocerla o bien es desde un punto de vista preferible tratarlo como fenómeno cualitativo. En la planta normal, el crecimiento y la diferenciación transcurren paralelamente y, por ello, a menudo parecería tratarse de un proceso unitario que llamamos desarrollo; sin embargo, bajo ciertas condiciones se rompe el paralelismo y es conveniente, para analizar, distinguir entre ambos fenómenos, si bien es cierto que tal distinción no es posible hacerla siempre en el proceso normal del desarrollo. En el cuadro 1 se muestra la integración del desarrollo (Rojas, 1982).

El desarrollo del vegetal puede observarse en un momento dado al estudiar al raíz de una planta, como lo hizo Baldovinos en maíz, en donde aparece claramente la diferencia entre el fenómeno de multiplicación celular, que ocurre a unos dos milímetros de la cofia; el alargamiento celular, que ocurre un poco más arriba, donde las células ya no se dividen, y el fenómeno que no es expresable cuantitativamente en este trabajo corresponde a la diferenciación, que ocurre más arriba aún, donde las células no sufren aumento en número ni en tamaño, pero donde se diferencian en

CUADRO " 1 Integración del desarrollo  
en las plantas

	Crecimiento (Aumento en volumen)	Multiplicación Celular Alargamiento Celular
INTEGRACION DEL DESARROLLO	Diferenciación Orgánica (maduración)	Diferenciación Celular Organización de los tejidos

tre sí. Estas células toman diversas especializaciones, -- por lo que aparecen los tejidos que al organizarse, forman el cuerpo de la raíz.

### 7.1. Germinación

Se llama germinación al fenómeno por el cual el em--- brión pasa, del estado de vida latente en que se encuentra en la semilla, a un estado de vida activa.

En las semillas maduras el embrión se encuentra en es tado de vida latente, durante el cual las células no se re producen, y apenas si efectúan actividades de respiración. Pero tan pronto la semilla se encuentra en quiescencia y - las condiciones son propicias para la germinación, dichas- células comienzan una vida muy activa, se reproducen inten samente y terminan por formar una pequeña planta semejante a aquella de la cual proviene la semilla.

La germinación termina en el momento en que la nueva planta provista de clorofila y de los organos necesarios- (raíz y hojas verdaderas principalmente), es capaz de bas tarse por sí sola, sin depender de organos de almacena- miento como el endospermo ó los cotiledones (Ruiz, et al, 1979).

El proceso de germinación comprende una serie de cam bios bioquímicos, morfológicos y fisiológicos, en los cu les pueden reconocerse ciertos estadios. El primer esta dio comienza por la Imbibición de agua por la semilla se- ca, el ablandamiento de sus cubiertas y la hidratación -- del protoplasma. Este proceso es en gran parte físico y ocurre aún en semillas no viables. El segundo estadio -- principia con la iniciación de la actividad celular e in cluye la aparición de la actividad de enzimas específicas y una elevación de la tasa de respiración. Se piensa que en la iniciación de la germinación, una hormona vegetal - de crecimiento, la giberelina desempeña un papel clave -- (Paleg; citado por Hartmann y Kester, 1972).

La elongación de las células en el eje embrionario - y su conexión con la emergencia de las raíces, son even tos asociados con el inicio de la germinación (Toole, et - al, citado por Hartmann y Kester, 1972). También puede - ocurrir división celular en un estadio temprano pero pare ce ser independiente de la elongación de las células (Ha- ber, y Luippold; citado por Hartmann y Kester, 1972).

Un tercer estadio es la digestión enzimática de los- complejos materiales de reservas insolubles (en su mayor- parte carbohidratos y grasas, pero a veces proteínas), a- formas solubles que son translocadas (cuarto estadio) a - las zonas de crecimiento activo. El quinto estadio es la asimilación de esas sustancias en las regiones meristemá-

ticas proporcionando energía para las actividades celulares y de crecimiento, así como para formación de nuevos componentes celulares. En el sexto estadio la plántula crece por el proceso ordinario de crecimiento y división de nuevas células en los puntos de desarrollo.

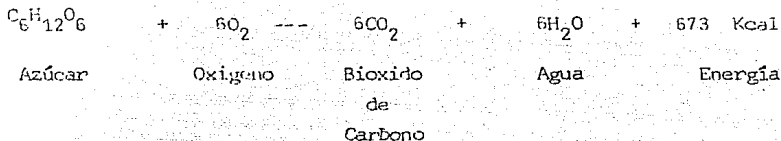
En resumen, la germinación se efectúa en las siguientes etapas: Imbibición, iniciación y aceleración de la actividad enzimática (incluyendo la respiración), digestión, translocación, asimilación y crecimiento (Hartmann y Kester, 1972). A medida que la germinación progresa se va desarrollando la estructura de la plántula, en base al embrión y en un principio a expensas de las reservas de la semilla.

El embrión consiste en un eje embrionario portador de una o más hojas seminales ó cotiledones, en donde se encuentran sus reservas alimenticias almacenadas (aceites, almidones y proteínas), de las que depende directamente la plántula hasta el momento en que las hojas primarias ó verdaderas pueden funcionar fotosintetizando adecuadamente.

El eje embrionario consiste por si mismo de un punto-terminal de crecimiento en la parte inferior, correspondiente a la radícula, el punto de crecimiento del tallo, la plúmula, se encuentra en el otro extremo del eje embrionario, que en el caso del aguacate se encuentra por arriba de los cotiledones (Hartmann y Kester, 1972).

La utilización de las reservas almacenadas en la semilla son utilizadas en el proceso de germinación, donde la respiración juega un papel muy importante.

La cual puede resumirse como lo siguiente:



Este proceso se efectúa en la semilla en tanto que es te viva. En las semillas oleaginosas, las grasas son --- transformadas en azúcares. Como una molécula de ácido gra so tiene menor grado de oxidación que una molécula de azú car, se requiere oxígeno adicional. La energía para el - aprovechamiento de materiales básicos en procesos de creci miento, es proporcionada por medio de las sustancias de re serva de la semilla. Las rutas metabólicas en las semi--- llas parecen esencialmente ser las mismas que en otros te jidos vegetales (Varner; citado por Hartmann y Kester, -- 1972).

En las primeras etapas fenológicas (germinación y --- emergencia) la plántula utiliza la provisión de reservas - de la semilla. Mas tarde depende de la producción de car bohidratos y otros materiales que se obtienen de la foto-- síntesis dada principalmente en las hojas (Hartmann y Kes ter, 1982).

## 7.2 Efectos del descotiledonado sobre el desarrollo de -- las plántulas

Al respecto, aparentemente no existe ningún estudio - en alguna especie frutícola, por lo que los efectos de es te tratamiento se puede interpretar en base a algunas espe culaciones y estudios indirectos. Como se sabe, en él ó - en los cotiledones de la semilla se almacenan sustancias - nutritivas (carbohidratos, proteínas y grasas, etc.), que-

serven para la germinación del embrión, cuando son dadas las condiciones necesarias y siempre que este (embrión), - es viable. De esta forma, el embrión se desarrolla formando una nueva plántula, requiriendo de las sustancias nutritivas almacenadas, hasta que la planta inicia su nutrición autótrofa.

Hay que agregar por último, que las sustancias nutritivas almacenadas en los cotiledones, son gradualmente indispensables para el desarrollo del embrión, es decir, al inicio de la germinación estos nutrientes son de vital importancia para todas las plantas en general, pero, conforme avanza el desarrollo de las plántulas se hacen cada vez menos indispensables. La independencia de las plántulas - con respecto a sus cotiledones, esta influida por los caracteres genéticos que cada planta presente, de esta ración, una plántula de genotipo vigoroso será más tempranamente autótrofa que una planta de genotipo débil. Así el empleo de descotiledonado como tratamiento, para seleccionar plantas vigorosas, podría ser de utilidad.

#### 8. Desarrollo Vegetativo del Brote en Aguacate

En todos los frutales, el crecimiento del tallo tiene lugar principalmente en la parte apical, donde se encuentra el meristemo primario o punto vegetativo, y se le llama crecimiento terminal pero también se alargan los entrenudos, especialmente los que están debajo del ápice y debido a esta circunstancia se indica que también existe un crecimiento intercalar. Sin embargo, se ha observado que este crecimiento va disminuyendo progresivamente hacia la parte basal del tallo, donde el desarrollo en longitud cesa por completo (Ruíz et al, 1979).

Para el caso del aguacate, podemos esquematizar cinco

estados de reposo, parcial o prolongado, según las razones de carácter interno (genético) ó externo (medio ambiente)-del mantenimiento de la latencia. La rama desarrollada en el ciclo de crecimiento anterior posee una yema terminal - que se identifica por ser delgada y de forma alargada, presentándose en las axilas de las hojas. Esta situación responde al estado inicial "A" de la fase vegetativa que continuará con las sucesivas etapas si no entra en reposo.

Al estado "B" le corresponde la iniciación de la actividad meristemática que da comienzo o es una continuación-del desarrollo de las yemas, las cuales presentan una forma más hinchada y las escamas que las cubren empiezan a separarse (por la presión de la división celular que ocurre en el interior de la yema). Las yemas toman una colora--ción amarillenta característica mientras los entrenudos comienzan a alargarse.

El proceso de separación de las escamas continúa y, - en este actual estado "C", comienza a aparecer en el extre--mo del brote un número de nuevas hojitas (entre 4 ó 5), --mientras que las yemas anticipadas adyacentes tienden a --evolucionar (pudiendo también no hacerlo). En general, la dominancia de las yemas apicales es relativa en el aguaca--te.

Cuando el brote juvenil tiene un estado avanzado (las yemas originales ya son hojitas bastante desarrolladas), - se considera que está en la etapa "D". Las hojas no son--totalmente funcionales y poseen una coloración que va del--rojo intenso al rosado.

En el nuevo brote continúa la diferenciación de las - hojas, separándose, aunque todavía conserven la coloración y no sean del todo funcionales. Cuando finaliza la madura--



ción de las hojas se dice que se encuentra en el estado de desarrollo "E". Las hojas toman el color verde característico reiniciándose así el ciclo vegetativo del brote (Rodríguez, 1982).

Al respecto, Davenport (1982) menciona que los árboles de aguacate crecen continuamente en los meses de verano, finalizando en el mes de septiembre y principios de octubre y afirma que el crecimiento del brote puede ser grande ó pequeño.

Venning; (citado por Davenport, 1982), menciona también que los períodos de reposo son caracterizados por un detenimiento en el crecimiento y el acortamiento de entrenudos en el rebrote de ápices. Durante cada nivel de crecimiento sucesivo, la hoja se expande a un tamaño progresivamente mayor, al mismo tiempo que se alargan los entrenudos hasta que la hoja alcanza su tamaño normal. Posteriormente, al término del período de crecimiento vegetativo en la yema apical se establece rápidamente un estado de descanso con una etapa transitoria de desarrollo, bajo la cual, en lugar de formarse hojas normales estas son reducidas en tamaño, dando lugar únicamente a bracteas protectoras de la yema apical. Las etapas de detenimiento del crecimiento del brote, pueden notarse fácilmente si observamos las secciones de nudos comprimidos a lo largo del tallo del aguacate,

Hay que agregar, que las plantas que son sometidas a cierta tensión (podría ser por la aplicación de algún tipo de tratamiento) detienen total o parcialmente (dependiendo de la intensidad de afectación) su crecimiento, presentando períodos de reposo inducido, con el acortamiento respectivo de los entrenudos. Esta característica tal vez podría ser de gran utilidad como parámetro, en trabajos de -

selección de plantas.

### 9. Características del Sistema Radical del Aguacate

La raíz tiene encomendadas dos funciones vitales para el aguacate: el anclaje del árbol así como, la absorción de agua y nutrientes que la planta requiere para su desarrollo y fructificación; siendo la respiración de las células de este órgano la otra característica vital, para el funcionamiento de la raíz y por ende de la planta (Rodríguez, 1982).

La raíz del aguacate es leñosa excepto en los extremos, y relativamente blanda y flexible en las partes adultas, mientras que las partes jóvenes son suaves y se rompen con facilidad; la absorción solo se da por las partes jóvenes, ubicadas siempre en la cercanía de los ápices radiculares, una característica de la raíz del aguacate, es el carecer de pelillos absorbentes, total o parcialmente, (Burgis y Wolfe, 1946; Solares, 1983), lo que origina que la absorción se haga a través de las células corticales de las zonas de crecimiento longitudinal, cubiertas por una caliptra; cuando los tejidos corticales se engrosan radicalmente, las células de la corteza se suberizan y dejan de ser aptas para la absorción, por lo que los daños causados a las raíces en desarrollo limitan considerablemente al árbol. (Solares, 1983).

El sistema radicular del aguacate cumple perfectamente sus funciones cuando se le sitúa en un suelo que las favorezca, ya que consta de un eje primario que profundiza en lo vertical y se ramifica en haces secundarios y terciarios que se extienden horizontalmente en distintas profundidades. La extensión de los haces radiculares no es demasiado grande longitudinalmente, pero algunas ramificacio--

nes alcanzan una distancia casi igual a la zona de goteo, - es decir, hasta el cilindro imaginario que forman los bordes laterales de la copa descendiendo verticalmente al suelo; éstos haces radiculares extensos, son relativamente superficiales (Solares, 1983).

Pocos estudios, aún a nivel mundial, se han dirigido a la selección de genotipos de aguacatero, sobresalientes por su sistema radical, para ser utilizados como portainjertos. Así por ejemplo en un trabajo reciente, Barrera et al. (citados por Gallegos, 1983) comparan las características del sistema radical de plántulas de aguacate (Persea americana) y chinini (Persea schiedeana) reportando un mayor desarrollo relativo en el chinini. Por otra parte, al caracterizar el desarrollo del sistema radicular de plántulas de aguacate antillano, se ha observado una gran variabilidad entre los individuos de una población, misma que puede ser aprovechada para la selección de tipos sobresalientes (Barrera et al.; citados por Gallegos, 1983).

Otros estudios, sobre el sistema radicular, aunque enfocados a otros propósitos proporcionan información valiosa que puede auxiliar en la planeación de investigaciones dirigidas a la selección de portainjertos; así por ejemplo el empleo de la poda radicular, considerada como una práctica hortícola, según algunos autores puede ser conveniente en plántulas frutales al momento del trasplante del vivero al lugar definitivo. Al respecto, Cotanceau (1971) menciona que el corte de la raíz pivotante en las plántulas de vivero, así como el rompimiento de las raíces jóvenes al ser transplantadas, modifican el enraizamiento natural del árbol, obligando a ramificar todas las raíces cortadas. Ruiz et al. (1979) afirma que si se corta el extremo de una raíz, se impide su alargamiento, lo que puede aprovecharse en la horticultura para suspender el creci-

miento de la raíz primaria, lo que trae consigo un mayor desarrollo de las raíces secundarias, las que por ser más superficiales, aprovechan mejor las sustancias minerales de los suelos. En relación con lo anterior, Halma Y Egger (1946) realizaron un estudio, iniciado en 1944, en donde se incluyeron árboles provenientes de semilla del grupo ecológico guatemalteco en su tercer año en el vivero y árboles de 'Fuerte' y 'Naval' injertados sobre portainjertos mexicanos en su séptimo año en el huerto. Fueron observados también, árboles de Topa topa, provenientes de semilla en su tercer año en el huerto y árboles de 'Fuerte' y 'Naval' injertados sobre portainjertos guatemaltecos. Todos estos árboles fueron establecidos en huertos del Colegio de Agricultura de la Universidad de California. El presente trabajo consistió en la remoción de plántulas de aguacate del vivero, en donde, una mayor o menor proporción de las raíces, dependiendo del tamaño y edad de la planta, -- fue necesario cortar. Los árboles podados fueron trans--- plantados, observándose, conforme transcurría el tiempo, - la regeneración radical por la emisión de nuevas raici--- llas. El tiempo aproximado requerido entre la poda y regge neración radical, fue el objeto de esta investigación, don de cada mes las raíces fueron cortadas y su actividad ob-- servada. El seguimiento de este reporte muestra que, bajo condiciones subtropicales la regeneración radical fue más--- rápida cuando la poda fue realizada en primavera.

El hecho de que las plantas podadas radicularmente en los meses de noviembre y febrero, tardaran en recuperarse, no quiere decir que el trasplante de las plántulas de vi-- vero al huerto, durante este período, les cause daño nece-- sariamente. Finalmente, en estos experimentos de prueba - de patrones, las plantaciones hechas en noviembre y enero-- fueron tan productivas como aquellas que se hicieron en -- marzo, abril y mayo.

En alusión a ésto, es de gran interés mencionar que la poda de raíces en árboles jóvenes de cítricos bajo condiciones subtropicales, mostraron un comportamiento estacional análogo (Halma, 1921).

Por otra parte, se han realizado trabajos de poda radical en algunos otros frutales, tal es el caso del nogal. En un estudio realizado por Godoy (1985) en plántulas de nogal de un año, se aplicó tres distintos niveles de poda radicular y tres niveles de evapotranspiración --- (e.t.). Los resultados indicaron que al podar las raíces a 30 cm. y teniendo las plantas una evapotranspiración del 60%, se logra una mayor cantidad de materia seca, tanto en la parte aérea como en la parte radical. Además, se encontró una alta correlación entre el peso seco de las raíces y el peso seco total aéreo (hojas + brotes) ya que a medida que se incrementó el peso seco de las raíces el peso seco total aéreo se incrementó también.

Puede distinguirse en la anterior información la ausencia de estudios, dirigidos particularmente, a la explotación del potencial que ofrecen los viveros, en los que se producen portainjertos francos, para aprovechar las grandes poblaciones de plántulas que en ellos se manejan, con el fin de detectar en ellas, genotipos sobresalientes que pudieran utilizarse como portainjertos clonales.

Por otra parte, en el presente trabajo se pretendió -- utilizar la poda radicular en plantas de aguacate como tratamiento de selección de portainjertos.

Finalmente debe comentarse que la parte experimental de este trabajo esta dirigido a la explotación de vivero de plántulas, de aguacatero mexicano, sobresalientes por su recuperación a la poda radicular y al descotiledonado --

así como a los tratamientos combinados, en los que se aplicará primero el descotiledonado y en forma simultánea o diferida, la poda radicular.

La razón de seleccionar plántulas de la raza mexicana, corresponde a la utilización del mismo material empleado para producir los portainjertos francos, actualmente en uso en México, ya que se espera encontrar menos problemas de compatibilidad, de las variedades más comunes, en suelos con altitud superior a los 500 m.s.n.m. con tipos de esta raza (Carvalho, 1965); los que además poseen una alta adaptabilidad a los suelos habituales en donde está más intensificado el cultivo de las variedades más apreciadas de aguacate; siendo en un principio, para las zonas respectivas, para las que se podrían recomendar los tipos seleccionados.

El descotiledonado para el tratamiento simple y para el tratamiento combinado-diferido, se aplica a plántulas pequeñas en una etapa de desarrollo, en la que presentan una alta dependencia de los cotiledones (detectada en estudios previos no incluidos en esta tesis).

En referencia a la poda radicular simple, se usan plantas de un considerable tamaño, lo cual es necesario, ya que es del conocimiento general, que las plántulas más pequeñas, tienen un mayor potencial intrínseco para regenerar su sistema radicular (Cotanceau, 1971; Carvalho, 1965); y al utilizar plántulas pequeñas se pierde el potencial selectivo para plantas con alta regenerabilidad de dicho sistema.

En cuanto al tratamiento combinado simultáneo, el tamaño de las plántulas tuvo que ser menor que en el caso de

la poda radicular aislada, puesto que el tamaño pequeño es un requisito para que se presente dependencia de los cotiledones, pero a su vez fue mayor que en el caso del descotiledonado simple, con lo que se pretendió sacrificar, en parte, la dependencia de los cotiledones con el fin de que las plántulas, resistieran el tratamiento simultáneo.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 1. Características del lugar donde se realizó el Experimento.

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Desarrollo Frutícola (C.D.F.), Presidente "Manuel González" perteneciente a la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT), el cual tiene una producción aproximada de 55 mil plantas (por cada ciclo anual), el centro está localizado en Huajintlán, Morelos, en el Km. 55 de la carretera federal a Taxco, con una altitud de 889 M.S.N.M. y con una temperatura media anual de 25°C, presenta el mes más caluroso en mayo con una temperatura media de 27.9°C, y el más frío en enero con una temperatura media de 21.9°C, con un máximo de precipitación en el mes de agosto; este lugar cuenta con un clima (AW), tropical seco con lluvias en verano, según Kopen (modificado por Enriqueta García, 1981).

##### 2. Tratamiento de Semilla y Obtención de Plántula

La semilla que se utilizó para la siembra, pertenece al grupo ecológico mexicano, procedente de una mezcla de diferentes árboles originarios de Villa Guerrero Estado de México. Durante la recolección de la semilla se cuida que ésta proceda de frutos en el momento de su madurez fisiológica; ya que en ese momento los embriones están completamente maduros y tienen su mayor poder germinativo; además la fruta corresponde a árboles sanos y robustos.

Los frutos de donde fue tomada la semilla fueron cosechados directamente del árbol y no recogidos del suelo, con el objeto de evitar que estuvieran contaminados con el hongo Phytophthora cinnamomi (Carvalho, 1965).

Las semillas fueron tratadas con agua caliente a una



temperatura de 50-52°C, durante 30 minutos, enfriadas en agua y secadas en un área bien sombreada y ventilada; así también antes de llevar a cabo la siembra, se procedió a realizar el llamado "corte de candado" que consiste en cortar con ayuda de una navaja la parte puntiaguda de la semilla contraria a la base plana, con el objeto de acelerar la separación de los cotiledones en la germinación. Todas las semillas fueron sembradas en semilleros del Centro de Desarrollo Frutícola y pertenecieron al ciclo de producción 1985-1986; la tierra de los semilleros fue previamente desinfectada con bromuro de metilo, (dosis 20-60 gr/m<sup>3</sup>. durante 24 horas), para evitar enfermedades fungosas (Hartmann y Kester), 1972).

Los semilleros fueron regados cada tercer día a capacidad de campo con regadera, evitando el anegamiento del suelo, ya que el aguacate es una especie muy susceptible a las pudriciones radiculares; debido a que la siembra se realizó en verano, fue necesario cubrir los semilleros con paja para protegerlos de la alta insolación y elevadas temperaturas.

Los semilleros de aguacate tardaron en germinar aproximadamente entre 30-35 días, después de este tiempo se dejó que las plantas crecieran por unos 15-20 días más, para posteriormente transplantarlas a tubos de polietileno negro de 25 cm. de ancho por 35 cm. de largo, no sin antes realizar una selección visual para eliminar las plantas albinas, deformes, enfermas, con deficiencias ó daños aparentes,

Las bolsas son colocadas en bloques de 4 ó 6 hileras con una longitud aproximada de 20 metros con espacios entre ellos que permiten la libre circulación con la carretilla.

En cuanto a la fertilización ésta se limita a la aplicación moderada de fertilizantes nitrogenados.

### 3. Aplicación de Tratamientos

Esta fase previa a la selección, consistió en someter lotes de plantas a cuatro condiciones experimentales: --- a) Descotiledonado, b) Poda radicular c) Descotiledonado-- Poda radicular (Diferido) y d) Descotiledonado-Poda radicular (Simultáneo), es decir bajo diferentes combinaciones de los tratamientos de Descotiledonado y Poda radicular.

Este trabajo se realizó en plantas de ciclo de producción 1985-1986, las cuales se preseleccionaron reuniendo los siguientes requisitos; ser las más vigorosas de cada remesa y tener alturas particulares (Cuadro 2) para cada experimento, que corresponden a estados de desarrollo con una alta sensibilidad a los tratamientos de Descotiledonado y Poda radicular; las alturas fueron determinadas en experimentos previos realizados en Palo Alto, Distrito Federal y en Huajintlán, Morelos.

Para cada experimento se utilizaron un total de 300 plantas, 200 para los tratamientos correspondientes y 100 plantas para un lote control individual para cada tratamiento, a los cuales se les hizo un seguimiento de desarrollo, midiendo aproximadamente cada mes la altura y el diámetro basal de cada una de las plantas, tanto las tratadas como las de control, con el fin de obtener bases cuantitativas para la selección.

#### 3.1 Descotiledonado

En este tratamiento se utilizaron plantas de 10-15 cm de altura, para poder realizarlo fue necesario quitar, par

te de la tierra superior del cepellón hasta dejar visibles los cotiledones, posteriormente con ayuda de una navaja, - se realizó el corte de los cotiledones de cada una de las plantas sometidas al tratamiento, aplicando el fungicida - Agrymicin 100 (500 gr. de Agrymicin en 1 litro de pintura-vinílica) en la herida hecha por el corte de los cotiledones.

### 3.2. Poda radicular

En este tratamiento se utilizaron plantas entre 35-40 cm. de altura. Para la realización de este tratamiento, - las plantas se sacaron del cepellón y se procedió a quitarles la tierra adherida a las raíces hasta dejarlas completamente desnudas, para posteriormente efectuar un corte -- transversal con ayuda de unas tijeras, tratando de afectar el 50% del total de la longitud de las raíces primarias, - una vez hecha la poda de raíz las plantas fueron regresadas a su cepellón original.

### 3.3, Descotiledonado - Poda radicular (diferido)

En este caso se combinaron los tratamientos de Descotiledonado y Poda radicular, pero en forma diferida, utilizando plantas de 10-15 cm de altura.

Para llevar a cabo el primer tratamiento (Descotiledonado) se procedió de la misma manera que en el tratamiento 1.

El segundo tratamiento (Poda radicular), se realizó - aproximadamente un mes después de haber hecho el Descotiledonado y para ello esas mismas plantas fueron sometidas al tratamiento de Poda radicular procediendo de la misma manera que en el tratamiento 2.

### 3.4. Descotiledonado - Poda radicular (simultáneo)

Para la realización de este tratamiento, se utilizaron plantas de 20-25 cm de altura.

Para llevar a cabo este tratamiento las plantas fueron sacadas del cepellón para desnudar completamente las raíces realizando entonces el corte de los cotiledones con ayuda de una navaja y la raíz con unas tijeras tratando de afectar el 50% del total de la longitud de la raíz primaria, regresando posteriormente las plantas a su cepellón original.

### 4. Recuperación y Selección

A las plantas de todos los tratamientos se les hizo un seguimiento de desarrollo durante 6 meses midiendo aproximadamente cada mes la altura y diámetro basal de las plantas tratadas y sus controles; todo lo anterior para poder seleccionar las plantas con buena recuperabilidad en cada uno de los 4 tratamientos. Después de cada medición se identificaron a todas aquellas plantas que estuvieron por encima de la media de la población, tanto en altura como en diámetro basal y de esta manera transcurridos los seis meses ya en forma definitiva se seleccionaron las plantas más sobresalientes dentro de cada tratamiento.

Así, al término del seguimiento del desarrollo individual de cada una de las plantas tratadas, se obtuvieron los siguientes grupos:

- a) Plantas cuyo promedio individual fue superior al poblacional desde la primer selección.
- b) Plantas cuyo promedio individual fue superior al poblacional desde la segunda selección.

- c) Plantas cuyo promedio individual fue superior al poblacional desde la tercera a la quinta selección
- d) Plantas segregadas (en cada selección ó a partir de cualquiera de las seis selecciones).
- e) Plantas eliminadas por muerte debida al tratamiento ó por enfermedad.

Todo lo anterior fue hecho comparativamente en base a las plantas control, las cuales no recibieron tratamiento.

Finalmente se trató de comprobar si existe correlación alguna entre el grado de desarrollo o de regeneración del sistema radical y el desarrollo de la parte aérea de la planta; para lo cual se escogieron 4 plantas del control (1 grande, 1 chica y 2 intermedias), y de cada uno de los tratamientos mencionados, para desnudar completamente la raíz de cada una de las plantas con ayuda de agua, dañándola lo menos posible. Finalmente se tomaron fotografías que pudieran servir de evidencias.

Cuadro 2.- Alturas relativas de las plantas de aguacate al aplicarles los tratamientos.

TRATAMIENTO	ALTURA PROMEDIO DE PLANTAS EN CM.	No. DE PLANTAS TRATADAS	No. DE PLANTAS CONTROL
DESCOTILEDONADO	10-15	200	100
PODA RADICULAR	35-40	200	100
DESCOTILEDONADO PODA RADICULAR (DIFERIDO)	10-15	200	100
DESCOTILEDONADO PODA RADICULAR (SIMULTANEO)	20-25	200	100

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Efecto de los Tratamientos sobre el Crecimiento en Altura y Grosor Basal

Como puede verse en los cuadros 5, 7, 9 y 11 y en las figuras 1, 2, 3 y 4 los tratamientos aplicados a las plantas fueron de efectos drásticos (figuras 5 y 6), en comparación con su respectivo lote de plantas control. Se pueden observar los efectos del tratamiento claramente, ya sea por la altura (del cuello al ápice) o por el diámetro basal (grosor), aunque al presentar estos dos parámetros cierta analogía, podría ser de más conveniencia, el utilizar a la altura como única forma cuantitativa, puesto que en escalalinea presenta mayor amplitud y mayores valores de sus intervalos de dispersión, con lo que se facilita el seguimiento del desarrollo de las plantas; sin embargo, los resultados del seguimiento de los tratamientos, podrían corroborarse o inclusive generar información complementaria, al cuantificarse también el diámetro basal, como más adelante se verá.

Por otra parte, al utilizar en las figuras 1, 2, 3 y 4 las mismas escalas, se muestra que el tratamiento de descolledonado fue el que tuvo menor efecto sobre la detención del desarrollo; siguiendo el tratamiento combinado/simultáneo; y con poca diferencia del anterior, el tratamiento combinado/diferido; siendo el tratamiento de poda radicular -- simple el que causó mayor afectación al lote correspondiente de plantas tratadas.

Cuadro 5. Comportamiento en el desarrollo promedio de la altura (del cuello al ápice de las plantas) y diámetro ( $\emptyset$ ) basal, en plantas de aguacate mexicano (Persea americana M.), sometidas al tratamiento de descotiledonado.

Fecha de toma de Lectura	No. de Selección	Parámetro (cm)	Lectura tratamiento (a)	Promedio control (b)
21/XI/85	0	altura	12.90	12.60
		basal	0.35	0.33
14/I/86	1	altura	16.90	17.10
		basal	0.45	0.44
11/II/86	2	altura	18.20	20.14
		basal	0.45	0.47
13/III/86	3	altura	22.62	26.07
		basal	0.48	0.55
18/VI/86	4	altura	29.67	34.35
		basal	0.58	0.65
16/V/86	5	altura	43.34	50.47
		basal	0.67	0.76
17/VI/86	6	altura	64.18	76.79
		basal	0.79	0.87

Cuadro 7. Comportamiento en el desarrollo promedio de la altura (del cuello al ápice de las plantas) y diámetro basal, en plantas de aguacate mexicano (Persea americana M.), sometidas al tratamiento de poda radical.

Fecha de toma de Lectura	No. de Selección	Parámetro (cm)	Lectura tratamiento (a)	Promedio control (b)
14/XII/85	0	altura	37.53	37.70
		Ø basal	0.70	0.65
21/I/86	1	altura	36.83	37.24
		Ø basal	0.71	0.88
25/II/86	2	altura	41.02	74.75
		Ø basal	0.75	0.98
25/III/86	3	altura	46.79	83.99
		Ø basal	0.77	0.98
29/IV/86	4	altura	53.37	96.10
		Ø basal	0.83	1.15
27/V/86	5	altura	65.26	114.34
		Ø basal	0.84	1.12



Cuadro 9. Comportamiento en el desarrollo promedio de la altura (del cuello del ápice de las plantas) y diámetro basal, en plantas de aguacate mexicano (*Persea americana M.*) sometidas a los tratamientos de descotiledonado - poda radical, diferido.

Fecha de toma de Lectura	No. de Selección	Parámetro (cm)	Lectura tratamiento (a)	Promedio control (b)
7/XI/85	0	altura	13.23	12.8
		Ø basal	0.36	0.32
4/XII/85	1	altura	16.03	15.21
		Ø basal	0.44	0.38
14/I/86	2	altura	16.32	20.36
		Ø basal	0.43	0.54
11/II/86	3	altura	16.19	23.28
		Ø basal	0.42	0.57
13/III/86	4	altura	19.18	29.96
		Ø basal	0.43	0.66
18/IV/86	5	altura	26.86	39.86
		Ø basal	0.51	0.72
16/V/86	6	altura	24.78	33.34
		Ø basal	0.60	0.88

Cuadro 11. Comportamiento en el desarrollo promedio de altura (del cuello al ápice de las plantas) y diámetro basal, en plantas de aguacate mexicano (Persea me-  
ricana M.) sometidas a los tratamientos de descotileonado - poda radicu-  
lar, simultáneo.

Fecha de toma de Lectura	No. de Selección	Parámetro (cm)	Lectura tra- tamiento (a)	Promedio control (b)
12/XII/85	0	altura	22.09	21.93
		Ø basal	0.43	0.40
21/I/86	1	altura	24.54	27.98
		Ø basal	0.49	0.56
25/II/86	2	altura	26.94	37.21
		Ø basal	0.52	0.65
25/III/86	3	altura	28.6	47.03
		Ø basal	0.56	0.74
25/IV/86	4	altura	36.29	64.23
		Ø basal	0.61	0.85
27/V/86	5	altura	45.64	82.71
		Ø basal	0.71	1.03

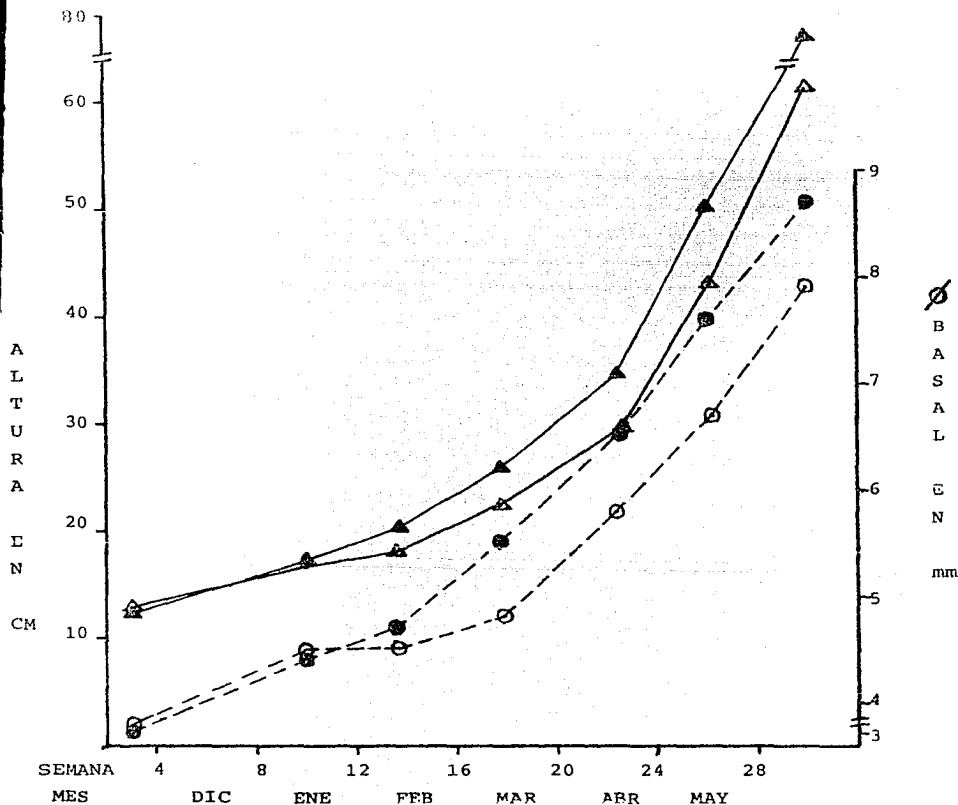


Figura 1. Variación de la altura y diámetro basal durante la recu-  
pación de las plantas de aguacatero sometidas al trata-  
miento de descotiledonado.

Plantas de triollo mexicano del ciclo 1985/86, fueron descotiledonadas el 21 de noviembre de 1985, utilizando el lote inicial de 200 plantas para el tratamiento y 100 como control, cuando tenían una altura entre 10-15 cm. Se hicieron mediciones aproximadamente cada mes, en altura (—) (desde el cuello hasta el ápice), y en diámetro basal (---) para comparar el desarrollo entre plantas tratadas ( $\Delta$ ,  $\circ$ ) y plantas control ( $\bullet$ ,  $\circ$ ).

Experimento llevado a cabo e Huajintlán, Morales, con plantas de aguacatero procedentes de semilla.

A  
L  
T  
U  
R  
A  
  
E  
N  
c  
m.

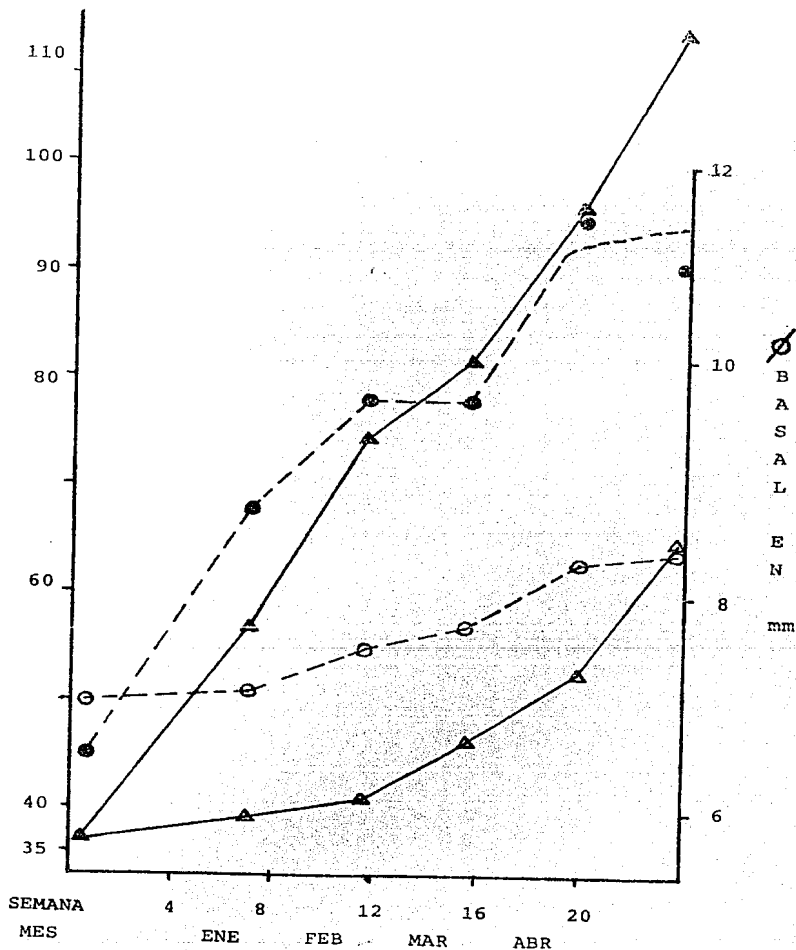


Figura 2. Variación de altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas de aguacatero, sometidas al tratamiento de poda radical.

Plantas de criollo mexicano de 35-40 cm. de altura, les fué cortada la raíz (aproximadamente el 50% de su longitud total), el día 4 de diciembre de 1985, comparando el desarrollo de altura (—), (desde el cuello al ápice) y el diámetro basal (---), entre plantas tratadas (▲, ●) y plantas control (▲, ○). (Ver datos complementarios, figura 1).

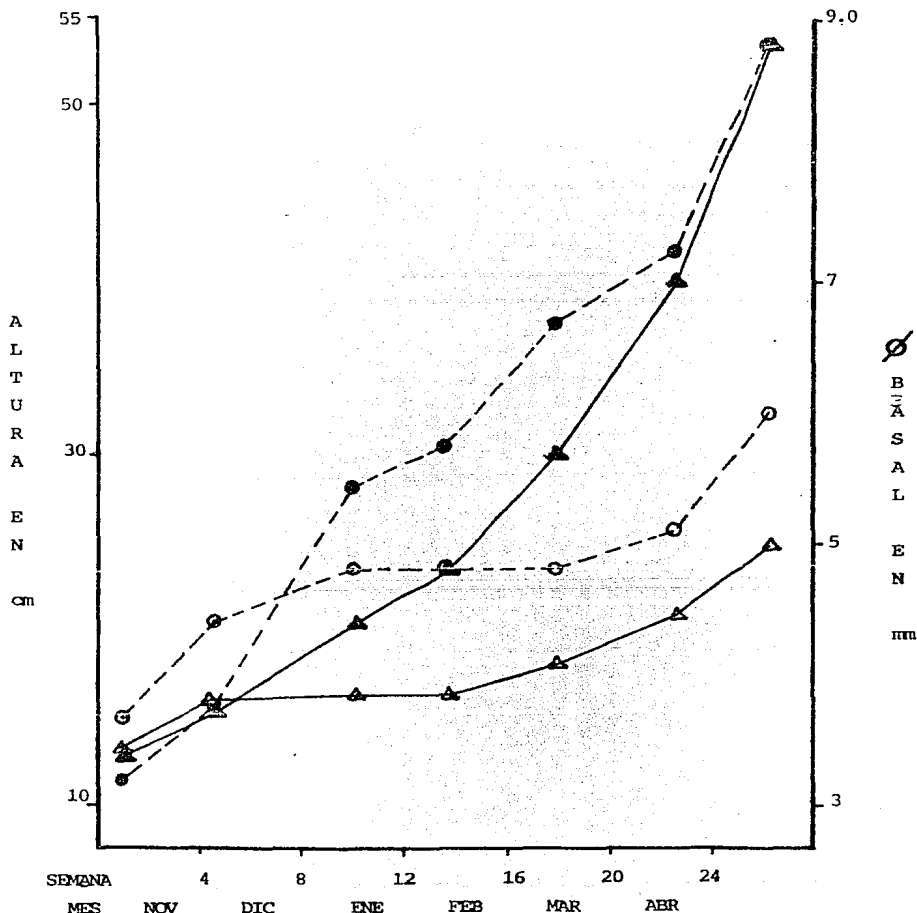


Figura 3. Variación de altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas de aguacatero sometidas al tratamiento de descotiledonado y poda radicular diferido.

Plantas de criollo mexicano de 10-15 cm. de altura, se les cortaron los cotiledones el 2 de noviembre de 1985, posteriormente se les cortó la raíz (aproximadamente el 50% de su longitud total) el día 4 de diciembre de 1985. Comparando el desarrollo de su altura (—) y diámetro basal (---), entre plantas tratadas ( $\Delta$ ,  $\circ$ ) y plantas control ( $\bullet$ ,  $\bullet$ ) (Ver datos complementarios figura 1).

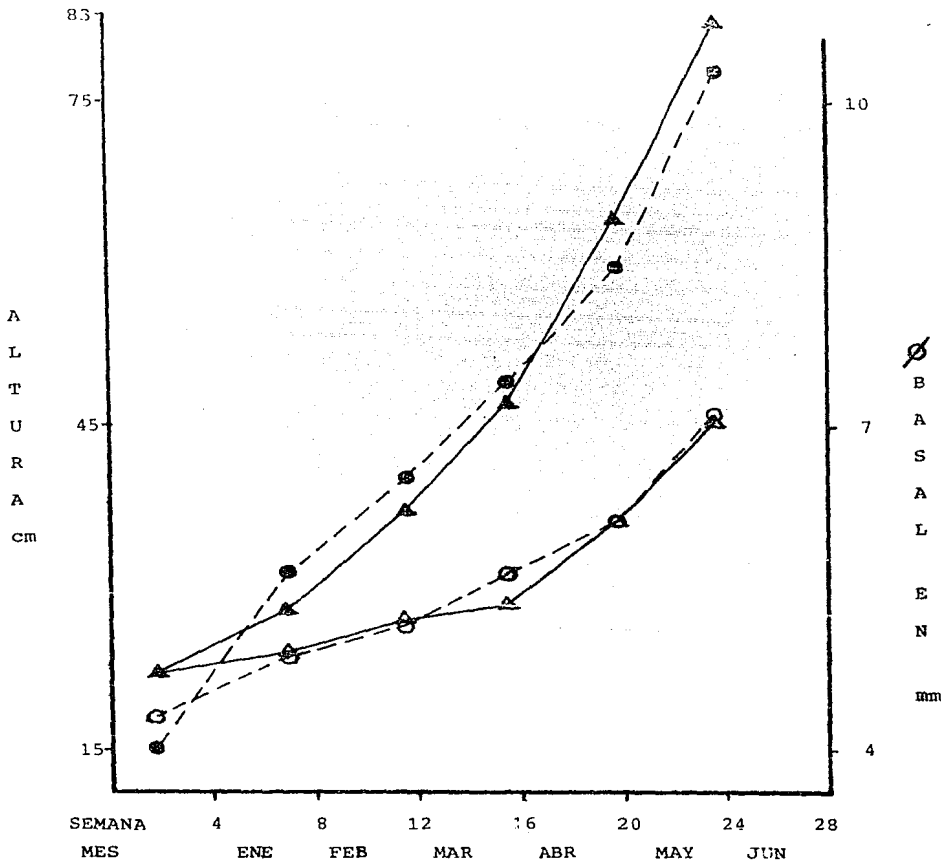


Figura 4. Variación de la altura y diámetro basal durante la recuperación de las plantas sometidas a tratamiento de descotillado poda radical simultáneo.

Plantas de cricillo mexicano de 20-25 cm. de altura, se les cortaron los cotilédones y aproximadamente el 50% de la longitud total de la raíz el día 12 de diciembre de 1985. Comparando el desarrollo de altura (—) y diámetro basal (---), entre las plantas tratadas (Δ, ○) y plantas control (▲, ●) (Ver datos complementarios figura 1).

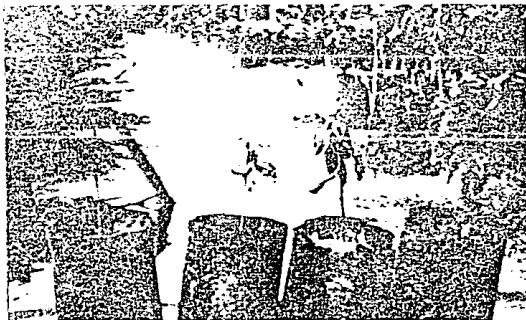


Figura 5. Marchitamiento y defoliación en plántulas de aguacate (*Persea americana* - M.) como consecuencia de la tensión causada en ellas, por la aplicación del tratamiento de descotilledonado, cuando tenían una altura promedio inicial de 10-15 cm.



Figura 6. Marchitamiento y defoliación en plantas de aguacate (*Persea americana* M.) como consecuencia de la tensión causada en ellas, por la aplicación del tratamiento de poda radicular, cuando tenían una altura promedio inicial de 35-40 cm.

## 2. Variación de la Altura y del Diámetro Basal en el Transcurso de la Selección

Los resultados de la variación del cociente, de los valores promedios entre las plantas tratadas y las plantas control (ya sea en altura ó en diámetro basal), a lo largo del seguimiento del desarrollo (Cuadros 14 y 15) muestran cierta analogía de dicha variación para el cociente, entre ambos parámetros en cada uno de los tratamientos. La comparación de la secuencia de valores a lo largo de las mediciones efectuadas, hasta el término del seguimiento del desarrollo, indica la finalización de la caída drástica del crecimiento en la tercera selección para el tratamiento de descotiledonado simple, en la segunda para la poda radical simple y el tratamiento combinado/simultáneo, mientras que para el tratamiento combinado/diferido dicha caída termina hasta la cuarta selección.

## 3. Tendencia de Variación de Valores de los Intervalos de Dispersión (Desviación Estándar) de la Altura y Diámetro Basal

Considerando los datos de los cuadros 3 y 4 se puede observar que existe tendencias paralelas, en cuanto a la variación de la desviación estándar entre los parámetros estudiados (altura y diámetro basal), para cada grupo de plantas -- tratadas con su respectivo grupo control; así mismo, se puede encontrar un incremento paulatino de la desviación estándar, lo cual nos indica, un progresivo crecimiento de las -- plantas, implicando también la amplitud del intervalo de dispersión de los parámetros en el transcurso de las selecciones, debido ésto último a una segregación diferencial en -- cuanto a los potenciales de crecimiento entre los individuos de las poblaciones estudiadas, pero reflejando además, el -- crecimiento en valor de dichos intervalos el grado de recuperación de las plantas tratadas.



Cuadro 14. Variación de la razón de la altura del cuello al ápice (tratamiento/control) en cuatro experimentos de selección, en plantas de aguacate mexicano (Persea americana M.)

Experimento	NUMERO DE SELECCION						
	0	1	2	3	4	5	6
Descotiledonado	1.02	0.98	0.90	0.87	0.85	0.86	0.84
Poda - radicular	1.00	0.68	0.55	0.56	0.55	0.57	
Descotiledonado Poda - radicular Diferido	1.03	1.05	0.80	0.70	0.61	0.52	0.46
Descotiledonado Poda - radicular Simultáneo	1.01	0.88	0.72	0.61	0.56	0.55	

Cuadro 15. Variación de la razón de promedios del diámetro basal (tratamiento/control) en cuatro experimentos de selección, en plantas de aguacate mexicano (Persea americana M.)

Experimento	NUMEROS DE SELECCION						
	0	1	2	3	4	5	6
Descotiledonado	1.02	1.02	0.96	0.87	0.89	0.88	0.91
Poda - radicular	1.08	0.82	0.76	0.79	0.72	0.75	
Descotiledonado Poda - radicular Diferido	1.12	1.19	0.89	0.84	0.73	0.71	0.68
Descotiledonado Poda - radicular Simultáneo	1.07	0.87	0.80	0.76	0.72	0.69	

Cuadro 3. Variación de la desviación estandar en altura del cuello al ápice, en plantas de aguacate criollo mexicano (Persea americana M.)

Tipos de Plantas	Número de Selecciones						
	0	1	2	3	4	5	6
Descotiledonado	1.40	3.03	3.88	5.70	8.11	16.15	25.40
Control	1.43	3.08	4.66	6.89	10.25	21.01	22.30
Poda radicular	1.68	4.30	3.90	6.40	10.60	17.39	
Control	1.74	7.60	15.80	18.20	20.60	24.80	
Descotiledonado Poda radicular (Diferido)	1.29	1.60	1.60	1.80	2.70	3.40	4.90
Control	1.41	1.80	3.40	4.40	7.50	12.90	19.41
Descotiledonado Poda radicular (Simultáneo)	1.50	2.20	3.40	4.10	6.90	13.60	
Control	1.51	2.90	6.80	11.40	16.80	23.90	

Cuadro 4. Variación de la desviación estándar del diámetro basal, en plantas de aguacate criollo mexicano (Persea americana M.)

Tipos de Plántas	Número de Selecciones						
	0	1	2	3	4	5	6
Descotiledonado	0.80	0.80	1.00	1.20	1.20	1.60	2.30
Control	0.80	0.80	0.90	1.10	1.10	1.50	1.70
Poda radicular	1.30	1.20	1.10	1.20	1.20	1.40	
Control	0.80	2.10	1.50	1.40	1.90	2.00	
Descotiledonado Poda radicular (Diferido)	0.60	0.60	0.60	0.70	0.80	0.80	0.80
Control	0.50	0.50	0.90	0.90	1.30	1.60	2.00
Descotiledonado Poda radicular (Simultáneo)	0.60	0.60	0.80	0.70	0.80	1.10	
Control	0.80	0.80	1.20	1.40	1.80	2.40	

La comparación entre los grupos de plantas tratadas -- con sus respectivos controles señala siempre mayores valores de dispersión para los lotes control que para los tratados, lo cual era de esperarse, al no verse afectado su crecimiento normal, en contraste con las plantas tratadas que mostraron los efectos del tratamiento correspondiente.

A su vez la comparación de la tendencia del diferen--- cial de los valores de dispersión entre los lotes de plan-- tas tratadas en relación con sus respectivos controles, --- muestran tendencias definidas; propias de cada tratamiento, ya que dicho diferencial siempre es menor para el caso del- descotiledonado, le sigue con una mayor magnitud la del tra tamiento combinado/simultáneo, después los valores de la po da radicular simple y al último los del tratamiento combinado/diferido. De la misma manera, se puede distinguir en -- forma paracla al incremento del anterior valor del diferen cial de dispersión con respecto a los controles, un crecien te grado de afectación por los tratamientos enumerados en el orden señalado antes.

La comparación de dichos valores, también indica que - la recuperación más significativa, se dió a partir de la -- quinta selección, cuando los diferenciales de dispersión -- respecto a los controles tienden a hacerse menores en forma notable, en comparación con la cuarta selección, aunque un- componente de este efecto debe ser la eliminación de plan-- tas sobre todo en lo correspondiente a los tratamientos de- poda radicular simple y combinado/diferido.

4. Tendencia de la Velocidad de Crecimiento del Brote Durante la Recuperación de las Plantas Tratadas.

La variación de las tazas de crecimiento (cm. ó mm./mes) en cuanto altura y diámetro basal, tanto de los lotes de plantas tratadas como de sus lotes control se presentan en las figuras 7, 8, 9 y 10, puede encontrarse que en términos generales se presentan tazas de crecimiento en altura progresivamente mayores, aún para los tratamientos, aunque se presentan algunas excepciones, como en los primeros datos obtenidos al inicio del tratamiento combinado/diferido; o como sucedió en el dato obtenido para el mes de febrero en el lote control del experimento de poda radicular simple. Las explicaciones respectivas a los casos anteriores podrían ser que en el caso de las plantas bajo el tratamiento combinado/diferido, la cercanía temporal con la que se aplicaron el descotiledonado y la poda radicular, dieron lugar después de un crecimiento vigoroso posterior a la aplicación del descotiledonado, dándose una disminución drástica posteriormente a la aplicación de la poda radicular diferida. En el caso del grupo control del tratamiento de poda radicular simple, tales plántas crecían vigorosamente, pero en febrero se dificultó mantener el riego regular que se venía dando, por tanto, a causa de la falta de agua se presentó el comportamiento indicado, mientras que en el caso de las plantas tratadas, su tasa de crecimiento en dicho mes aún era muy baja, no afectándole la sequía, puesto que su ya de por sí reducida tasa de crecimiento siguió incrementándose aunque en forma muy escasa por lo que respecta a la altura (figura 8).

En contraste, la velocidad de crecimiento expresada en grosor basal fué, como puede verse en las gráficas mencionadas, el parámetro más afectado por los tratamientos aplicados, como puede observarse para el comienzo del trata

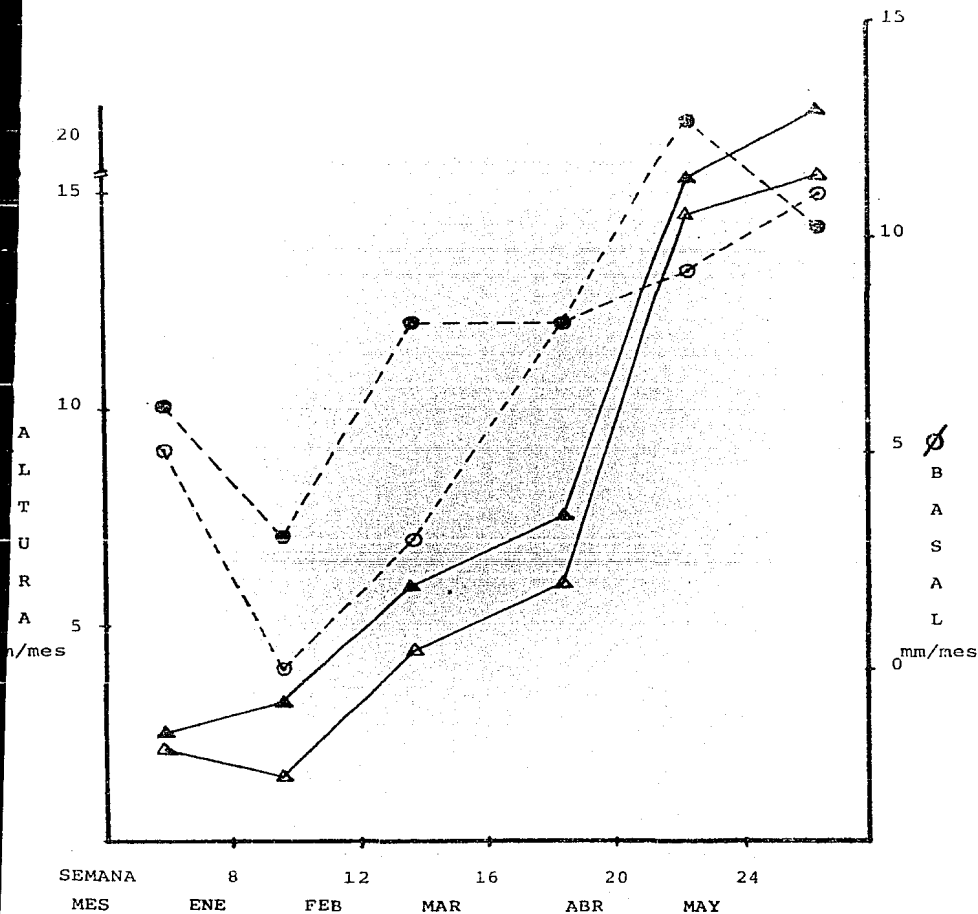


Figura 7. Variación de la velocidad de crecimiento, en altura del cuello al ápice del tallo (mm/mes) y diámetro basal (mm/mes), durante la recuperación de plantas de aguacate en siembras al descollado.

Los valores de la velocidad de crecimiento corresponden al cociente, -- del aumento en tamaño (en altura o en diámetro) que tuvieron las plantas en determinado intervalo de tiempo (aproximadamente un mes). Comparación de las velocidades de crecimiento, en altura del cuello al ápice del tallo (—) y diámetro basal (---), entre plantas control ( $\Delta$ ,  $\odot$ ) y plantas tratadas ( $\triangle$ ,  $\circ$ ). (Datos complementarios, ver figura 1).

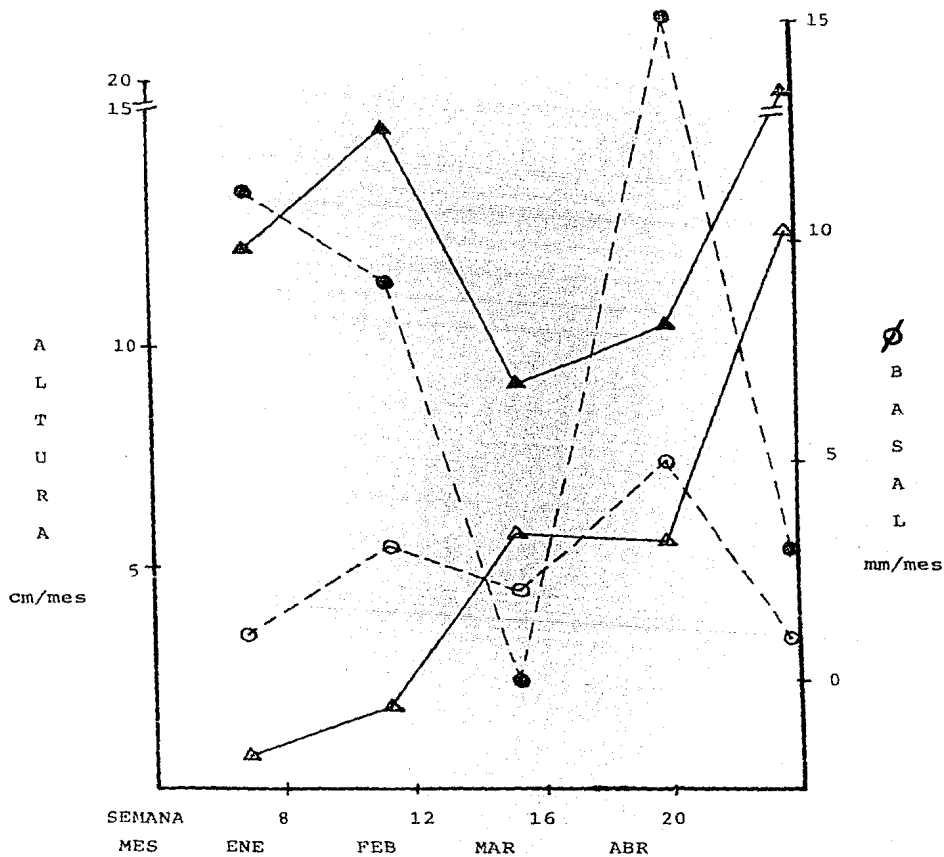


Figura 6. Variación de la velocidad de crecimiento en altura (cm/mes) y diámetro basal (mm/mes), durante la recuperación de plantas de aguacate sometidas a la poda radical.

Comparación de las velocidades de crecimiento en altura (—) y diámetro basal (---) entre plantas control (▲, ●) y plantas tratadas (△, ○). (Datos complementarios, ver figura 7).



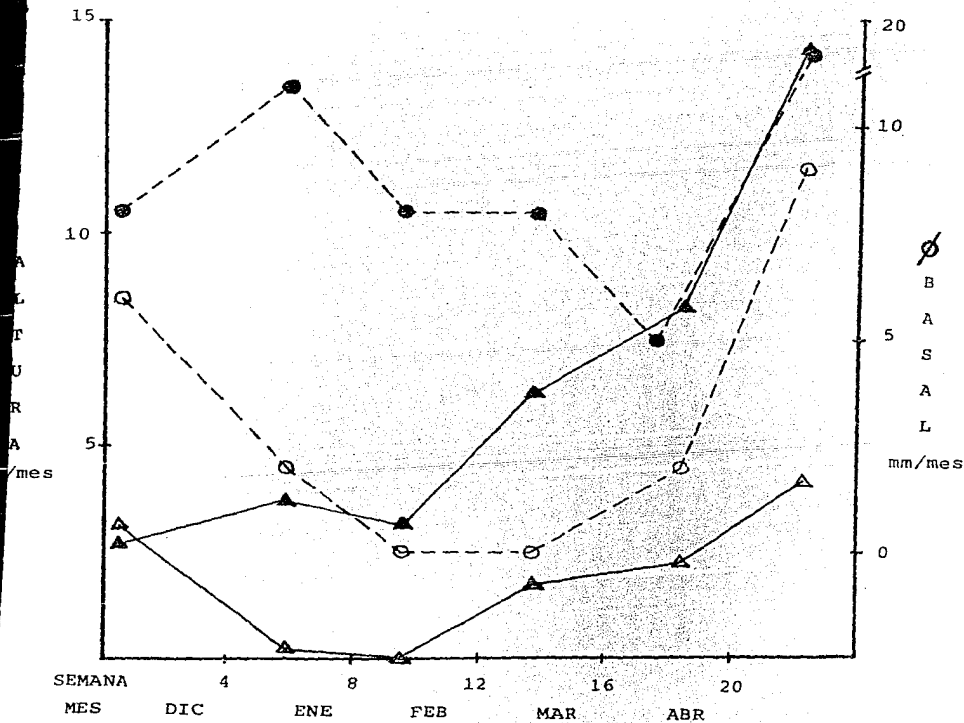


Figura 9. Variación de la velocidad de crecimiento en altura (cm/mes) y diámetro basal (mm/mes), durante la recuperación de plantas de aguacatero sometidas al descollado - poda radical diferido.

Comparación de las velocidades de crecimiento en altura (—) y diámetro basal (---) entre plantas control (▲, ●) y plantas tratadas (△, ○). (Datos complementarios, ver figura 7).

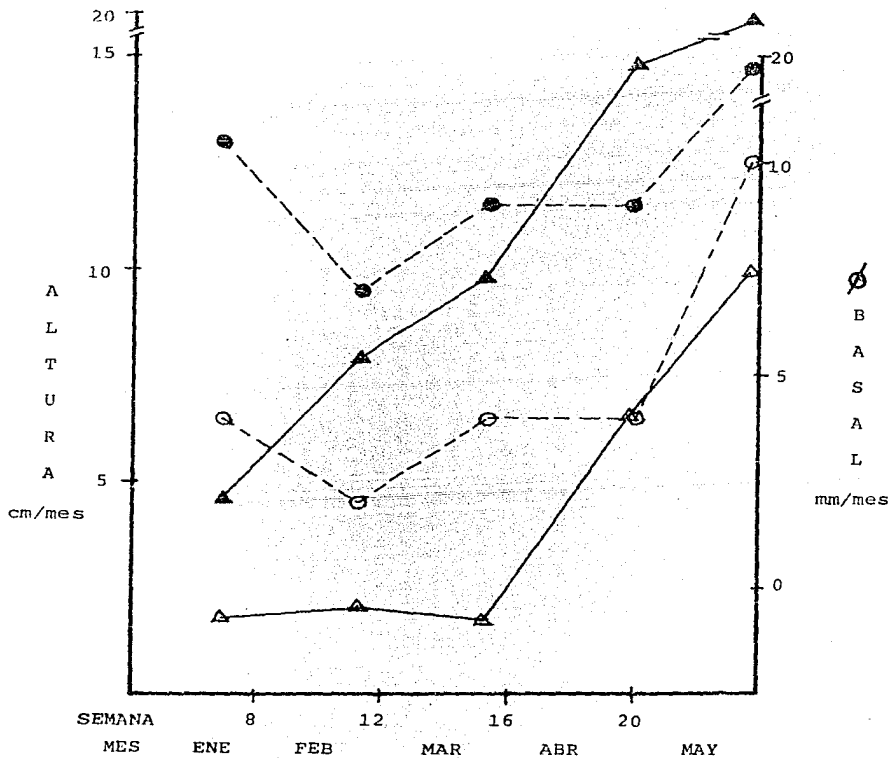


Figura 10. Variación de la velocidad de crecimiento en altura (cm/mes) y diámetro basal (mm/mes), durante la recuperación de plantas de aguacatero sometidas al descotiledonado - poda radical, simultáneo.

Comparación de las velocidades de crecimiento en altura (—) y diámetro basal (---), entre plantas control (▲, ●) y plantas tratadas (△, ○). (Datos complementarios, ver figura 7).

miento combinado/diferido; así como también se puede distinguir un efecto de desaceleración del crecimiento por la disminución de la temperatura correspondiente a los meses invernales, ésto para el caso de los tratamientos de descotiledonado y el combinado diferido, también ésto se puede afirmar ya que se presentó en los controles, y sin manifestarse la caída drástica para las tasas de crecimiento en altura para los grupos de plantas de los tratamientos mencionados.

Las figuras 7, 8, 9 y 10 confirman los resultados de la relación en cuanto al grado de afectación de los grupos de plantas tratadas de acuerdo al tratamiento que se les aplicó en forma análoga como se indica para los resultados de crecimiento acumulado de las figuras 1, 2, 3 y 4.

##### 5. Selección, Segregación y Eliminación de Plantas

En los resultados resumidos en los cuadros 6, 8, 10, 12 y 13 puede distinguirse un mayor número de plantas seleccionadas, para los tratamientos de descotiledonado y el combinado/simultáneo, lo cual puede explicarse en el primer caso -- por la menor tensión relativa en comparación con el tratamiento de poda radicular que es el que mayor tensión produce en las plantas; en el tratamiento combinado simultáneo puede deberse al hecho de que aunque se aplicó la poda radicular, ésto se hizo en forma simultánea, no manipulándose las plan-

Cuadro 6. Tendencia del número de plantas seleccionadas, segregadas y eliminadas; durante el desarrollo del tratamiento de descotiledonado

Selección número	Plantas seleccionadas	% de plantas seleccionadas	Número de plantas segregadas	Plantas eliminadas número acumulativo	%
0	0			0	0.0
1	62	31.0	120	18	9.0
2	61	30.5	109	30	15.0
3	63	31.5	99	38	19.0
4	52	26.0	88	60	30.0
5	51	25.2	88	61	30.5
6	55	27.5	83	62	31.0

Cuadro 8. Tendencia del número de plantas seleccionadas, segregadas y eliminadas; durante el desarrollo del tratamiento de poda radicular.

Selección número	Plantas seleccionadas	% de plantas seleccionadas	Número de plantas segregadas	plantas eliminadas número acumulativo	%
0	0				
1	38	19.0	88	74	37.0
2	38	19.0	70	92	46.0
3	29	14.0	66	106	53.0
4	30	15.0	53	117	58.5
5	26	13.0	56	118	59.0

Cuadro 10. Tendencia del número de plantas seleccionadas, segregadas y eliminadas; durante el desarrollo del tratamiento combinado/diferido

Selección número	Fecha de toma de lectura	Plantas seleccionadas	% de plantas seleccionadas	Número de plantas segregadas	plantas eliminadas número acumulativo %	
0	7/XI/85	0				
1	4/XII/85	73	36.5	124	3	1.5
2	14/I/86	65	32.5	88	47	23.5
3	11/II/86	63	31.5	75	62	31.0
4	13/III/86	53	26.5	65	82	41.0
5	18/IV/86	40	20.0	53	107	50.4
6	16/V/86	32	16.0	49	119	59.5

Quadro 12. Tendencia del número de plantas seleccionadas, segregadas y eliminadas; durante el desarrollo del tratamiento combinado/simultáneo

Selección número	Fecha de toma de lectura	Plantas seleccionadas.	% de plantas seleccionadas	Número de plantas segregadas	Plantas eliminadas número acumulativo	%
0	12/XII/85				0	0.0
1	21/I/86	67	33.5	110	23	11.5
2	25/II/86	62	31.0	98	40	20.0
3	25/III/86	50	25.0	107	43	21.5
4	29/IV/86	33	16.5	116	51	25.5
5	27/V/86	32	16.0	116	52	26.0

Cuadro 13. Resultados finales de los cuatro experimentos de selección llevados a cabo con plantas de aguacate criollo mexicano (Persea americana M.).

Experimento	Selección final de plantas	Porcentaje final de plantas seleccionadas	Total de plantas segregadas	Total de plantas eliminadas número %	
Descotiledo-nado.	37	18.5	101	62	31.0
Poda-radicu-lar.	19	9.5	63	118	59.0
Descotiledo-nado. Poda-radicu-lar Diferido	19	9.5	62	119	59.5
Descotiledo-nado. Poda-radicu-lar -- Simultáneo.	27	13.5	121	52	26.0



tas dos veces (como en el tratamiento combinado/diferido), además de que la poda se aplicó en una etapa temprana del desarrollo en la que pudieron las plantas tratadas haber -- presentado aún, una alta regenerabilidad del sistema radical. El anterior comportamiento se complementa con los resultados respecto al número de plantas eliminadas, que en forma congruente corresponden a los valores más bajos para estos dos tratamientos.

En el lado opuesto se tiene a los otros dos tratamientos: el de poda radical y el combinado/diferido, para -- los que se presenta un menor número de plantas seleccionadas y mayor cantidad de plantas eliminadas, la explicación en estos casos podría ser la siguiente: en el caso de la -- poda radical las plantas tratadas presentaban un brote de considerable tamaño y foliación, que después de la poda de raíz las hacía muy susceptibles a presentar desbalance hídrico, además de que se sometieron involuntariamente a un período de sequía, que castigó aún más a este grupo de plantas; en lo concerniente al tratamiento combinado/diferido, probablemente haya sido el hecho de haber sometido plántulas pequeñas tan sensibles al descotiledonado a una segunda manipulación para aplicarles la poda radical, cuando que -- aún no se recuperaban del descotiledonado mismo.

En resumen, se confirma al considerar en conjunto a -- las plantas seleccionadas, segregadas y eliminadas (cuadros 6, 8, 10, 12 y 13) que la mayor afectación la padecieron -- las plantas sometidas a la poda radical simple, siguiendo le entonces con grados paulatinamente menores de afectación los grupos de plantas correspondientes a los tratamientos; -- combinado/diferido, combinado/simultáneo y por último el de descotiledonado.

El análisis de estos parámetros señalan una disminu-- ción generalizada a lo largo de las selecciones, para el nú

mero de plantas segregadas y seleccionadas, ésto a expensas de un aumento gradual del número de plantas eliminadas.

Los resultados anteriores no garantizan por sí solos -- el que los tratamientos aplicados permiten seleccionar la -- clase de plantas que se mencionan en los objetivos de este -- trabajo y menos si consideramos; las poblaciones tan peque-- ñas que fueron utilizadas para intentar la selección. Sin-- embargo, existen evidencias de que estos tratamientos pueden dar buenos resultados en la búsqueda de plantas que por su - eficiencia y/o alta regenerabilidad del sistema radicular se utilicen como portainjertos figuras 11, 12, 13 y 14.

Debe comentarse también que en apariencia no existen -- trabajos prece--entes de este tipo de selección y que en este trabajo preliminar destacan los siguientes resultados genera-- les, que permitirán efectuar mejores selecciones en futuros-- trabajos: i) se ha detectado que las diferencias de compor-- tamiento y en particular en cuanto al vigor de crecimiento, -- entre las plántulas de una población de vivero normalmente - utilizada para la producción de portainjertos francos, permí-- ten encontrar condiciones de selección de genotipos sobresa-- lientes; ii) el descotiledonado y la poda radicular, son - tratamientos que inducen a la tensión fisiológica en las --- plántulas, favoreciendo la posibilidad de seleccionar fenoti-- pos destacados; iii) los tratamientos mencionados permiten - eliminar las plantas débiles; iv) la combinación de trata--- mientos permitió someter las plántulas a estados de tensión-- más profundos con respecto a tratamientos simples, lo que po-- dría sugerir en futuros trabajos selecciones más estrictas; - v) fue posible el seguimiento del desarrollo post-tratamien-- to con fines de selección, a través de los parámetros de al-- tura y grosor.

Es importante también destacar, en esta parte del traba--

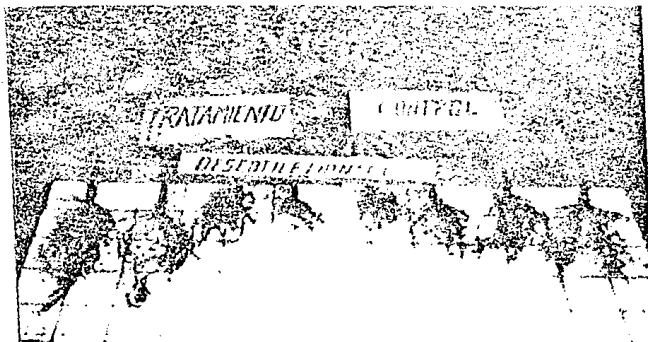


Figura 11. Comparación en plantas de aguacate (Persea americana M.)-- de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de descotillado.

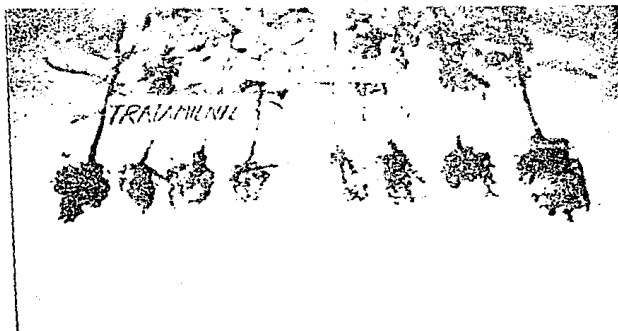


Figura 12. Comparación en plantas de aguacate (Persea americana M.)-- de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de poda radical.

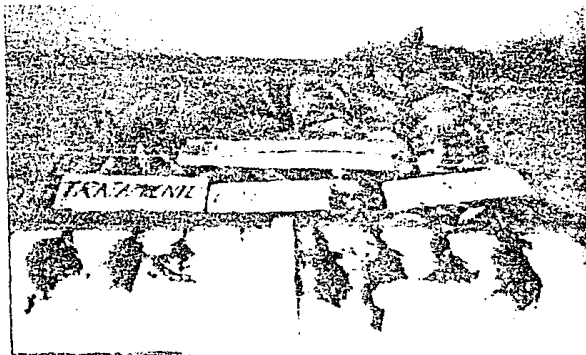


Figura 13. Comparación en plantas de aguacate (*Persea americana* M.) de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de descotiledorato/poda ra dicular diferido.

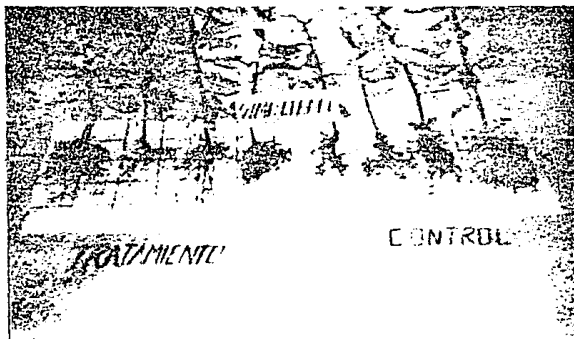


Figura 14. Comparación en plantas de aguacate (*Persea americana* M.) de los sistemas radiculares de plantas tratadas y plantas control, al finalizar el experimento de descotiledorato/poda ra dicular simultáneo.

jo que la consecución de algunos de los objetivos fijados - quedarán, para lograrse en futuros trabajos en los cuales se dé continuidad al presente estudio; sin embargo fue necesario plantear tales objetivos para el mejor entendimiento de la naturaleza y proyección de este trabajo, por lo cual es conveniente comentar que este estudio corresponde al desarrollo de portainjertos vigorosos formando parte de un programa en el cual a través de una serie de proyectos (de los cuales este trabajo corresponde al inicio de éstos) se pretende obtener portainjertos clonales. Así en los -- otros trabajos y dando continuidad al presente, se tendrán que obtener y probar las plantas de un sistema radical de fácil regenerabilidad; así como, la captación de genotipos que asociados a las variedades de uso comercial optimicen su producción.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo y a los resultados obtenidos en cada uno de los diferentes experimentos de selección; las conclusiones a las que se llegó fueron las siguientes:

- Se desarrollo una metodología, que permitió seleccionar aquellas plantas de más rápida recuperación a los tratamientos de descotiledonado y/o poda radicular.

- Los tratamientos de descotiledonado y/o poda radicular inducen a la tensión fisiológica en las plántulas, lo que nos permitió seleccionar fenotipos destacados así como eliminar los individuos débiles.

- Los niveles de tensión en los diferentes experimentos estuvieron determinados por el tamaño relativo que tenían las plántulas al aplicarles el tratamiento correspondiente.

- Entre más severos sean los efectos de un determinado tratamiento de selección, se tendrán menor número de plantas seleccionadas, pero con mayor tolerancia al tratamiento aplicado. De esta forma, en el presente trabajo los efectos del tratamiento de poda radicular se manifiestan en forma inmediata y drástica, en cambio los efectos del descotiledonado se dan paulatinamente causando menor tensión que la poda radicular.

Perspectivas.

La utilización del descotiledonado y/o poda radicular para la selección de plantas vigorosas que puedan emplearse-

como portainjertos clonales según parece puede tener futuro, sin embargo estas aseveraciones son a priori ya que hacen -- falta una serie de pruebas (compatibilidad, facilidad de pro pagación, etc.). Así el primer paso ya se ha dado, sin em bargo sería conveniente realizar experimentos parecidos que puedan afirmar o refutar estos resultados.

En el tratamiento de poda radicular se debe prestar es pecial atención para la selección de plantas vigorosas con perspectivas de utilizarse como portainjertos clonales, pues to que la recuperación de estas plantas debe basarse forzo samente, en la recuperación que se de en el sistema radicu -- lar de las mismas. Para el caso del descotiledonado simple, la recuperación de las plantas puede estar influenciada por un eficiente sistema foliar lo que permitiría a su vez, el - desarrollo del sistema radicular que es esencialmente la par te de la planta que nos interesa en este trabajo. De cual--- quier manera el tratamiento de descotiledonado en aguacatero puede resultar de mucha utilidad a nivel vivero para la eli minación de plantas muy débiles puesto que es de fácil apli cación y uniformaría en gran porporción la población hetero cigótica proveniente de semilla, además se ahorraría en insu mos (fertilización, mantenimiento de sanidad, mano de obra, - etc.) y se mejcraría la calidad de las plantas.

En cuanto a los tratamientos combinados (diferido y si multáneo) sería conveniente desarrollar trabajos similares - en los que se varíe el tamaño relativo inicial de la planta a tratar, ésto con el objeto de detectar la etapa de creci-- miento en donde se puedan presentar estados de tensión más - profundos con respecto a los tratamientos simples (descotile donado y poda radicular), lo que podría permitir selecciones más estrictas.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvarez de la Peña F.J. 1979. El aguacate. Ministerio de Agricultura; publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España.
- 2.- Ben - Ya acov A. 1975. Avocado rootstock in use in Israel. Yearbook Calif. Avocado Soc. 59 : 66-68
- 3.- 1971. Avocado rootstock - scion relation-ships: a long-term, large - scale field research project. Yearbook Calif. Avocado Soc. 55 : 158-162
- 4.- Berg B. O. 1980<sub>a</sub> Factors affecting avocado fruitfulness. Proceedings of the first international tropical fruit-short course: the avocado, p. 83-87
- 5.- 1980<sub>b</sub> Avocado breeding and selection. Proceedings of tropical fruit short course: the avocado, p. 87-89.
- 6.- 1975. In advances in fruit breeding. Purdue U.P. - Wes/lafayette, Indiana.
- 7.- Brokaw W. H. 1982. Clonal rootstocks: personal observation and peek into the future. -- Yearbook California Avocado Society p. 81-92
- 8.- Burgis D.S. and H.S. Wolfe 1946. Do avocado roots develop root-hairs? Yearbook Calif. Avocado Soc. p. 77-78.
- 9.- Calderon E. A. 1982. Fruticultura General. ed. LIMUSA, México, D.F.
- 10.- Cameron S. 1955. Propagation of avocado - rootstocks. Ann Meet. - California Avoc. Soc. -- 39 : 113-117



- 11.- Carvalho F. 1965. El aguacate. ed. Ra.-- México, D.F.
- 12.- CICTAMEX, 1985. Tres años de actividad del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Memorias 1982 1985. Coatepec, Harinas Méx.
- 13.- CONAFRUT 1984. Aguacate, cuadros de producción por entidades federativas de la república mexicana. -- Subdir. de planeación y operación frutícola. CONAFRUT México, D.F.
- 14.- 1980, El aguacate, el mercado exterior frutícola Nov. 3. CONAFRUT México, D.F.
- 15.- 1975. Comercialización de las principales especies frutícolas. 34 - CONAFRUT, México, D.F
- 16.- Cotanceau M. 1971. Fruticultura. ed. Oikos S.A.
- 17.- Davenport T.L. 1982. Avocado growth and development. Proc. Fla. State. 95 : 92-96
- 18.- Delplace E. 1974. Arboricultura Frutal. ed. GG S.A. Barcelona España.
- 19.- Economides C.V. and C. Gregoriou. 1982. Growth and yield of "Fuerte" and "Ettin--ger" cultivars of avocado on four rootstocks in Cyprus. Crop Res. (Hort. Res.) vol. 22 : 13-17
- 20.- Eggers E.R. 1942. Effects of the removal of the seed coats on avocado seed germination. Yearbook Calif. Avocado Soc. 31: 41-43

- 21.- Persini A, 1975, El Cultivo del Aguacate. ed. DIANA México, - D.F.
- 22.- Gallegos E.R. 1983. Algunos aspectos del - aguacatero y su producción en Michoacán UACH México.
- 23.- Grajales M.O. 1983. Fisiología vegetal. -- UNAM. FES-C.México.
- 24.- Godoy A.C. 1985. Niveles de humedad y - poda de raíces sobre - el desarrollo vegetati - vo de nogales trans-- plantados. Primer Con - greso Nacional de la - Sociedad Mexicana de - Ciencias Hortícolas.
- 25.- Halma F.F. and E.R. Eggers 1946. Seasonal effect on the regeneration of avocado roots. Yearbook California. Avocado Soc. p. 75-76
26. 1921. Effect of season on -- the regeneration of -- sour orange roots. California Citograph.
- 27.- Hartmann T. y E. Kester 1982. Propagación de plantas ed. CECSA, Méx.
- 28.- Hearn J.C., J.D. Hutchinson and C. H. Barret, 1974. Breeding citrus roots-tocks. Hort. Science- 9 (4) : 357-363
- 29.- Ibar L. 1983. Cultivo del aguacate - ed. AEDOS Barcelona, - España
- 30.- Kadman A. and Ben-Ya'acov 1982. Selection of avocado - rootstocks for calca- reous soils. Journal - of Plant Nutrition 5 - (4-7).
- 31.- 1980<sub>a</sub> G.A.-13 selection of -- avocado rootstock. -- Hort. Science 15 (2): 205.

- 32.- 1980<sub>b</sub> Maoz avocado rootstock - selection. Hort. Sci 15 (2) 207.
- 33.- Labanauskas C.K., L. Stolzy and G.A. Zentmyer. 1980 Rootstock, soil oxygen, and moisture effects on growth and concentration of nutrients in avocado plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. P. 118-125
- 34.- Levine B.S. 1982. Desarrollo metodológico para la propagación vegetativa in vitro del aguacatero. TESIS UNAM-CONA FRUT.
- 35.- Lockard R.G. and G.W. Scheneider 1982. Stock and scion growth - relationships and the dwarfing mechanism in -- apple. Horticultural reviews p. 315-349.
- 36.- Nesbitt S.B. 1974 Breeding resistant grape rootstocks. Hort. Sci.- Vol. 9 (4)
- 37.- Pegg K.G. and L.I. Forsberg 1982. Avocado root rot. Queensland Agricultural Journal. Jul-August.
- 38.- Primer Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A.C., 1985. Resúmenes de ponencias.- Hermosillo Son. México.
- 39.- Reyes C, 1982. Diseño de experimentos - aplicados, ed. Trillas.- México.
- 40.- Reyes M.S. 1987. Ensayo preliminar de la aclimatización a inverna- deros de plántula de -- aguacate (Persea americana Mill) producida in vitro. Tesis UNAM-CONA- FRUT.
- 41.- Rodríguez S.F. 1982. El aguacate. ed. AGT edi- tor S.A. México, D.F.

- 42.- Rojas G. M. 1982. Fisiología general aplicada, Mc: Graw-Hill de México, México, D.F.
- 43.- Ruiz O.M., D.P. Nieto y I.R. Larios, 1979. Botánica, ed. ECLALSA - México, D.F.
- 44.- Salazar G.S., M.W. Borys y A.S. Erriquez, 1982<sup>a</sup> Caracterización de plantas sobresalientes de aguacate a condiciones de salinidad. Noveno Congreso Nacional de Fitogenética (Resúmenes) N.A.A.A.N. Saltillo, Coah. p. 103.
- 45.- 1982<sup>b</sup> Crecimiento de plantas de aguacate en condiciones de salinidad. Noveno Congreso Nacional de Fitogenética (Resúmenes) U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. p. 104.
- 46.- Samish R.M. 1962. Physiological approaches to root-stock selection. Hort. Congress Nice. Vol. 2.
- 47.- Sánchez C.S. 1985. Tres años de actividad del centro de investigaciones científicas y tecnológicas del aguacate en el Estado de México, CODAGEM, México.
- 48.- 1982. Colín V-33 una nueva variedad. SAIMEX-SARH México.
- 49.- Sauls J. W., R.L. Phillips y L.K. Jackson 1976. Proceeding of the first-international tropical fruit short course, the avocado, Fruit crops development, University of Florida Gainesville p. 24 33.
- 50.- Schneider G. W and C.C. Scarborough 1982. Cultivo de árboles frutales. ed. CECSA México, D.F.

- 51.- Solares M, 1983, El cultivo del aguacate Editores mexicanos unidos, México, D.F.
- 52.- Tukey H.B. 1964 Propagation of dwarfing, rootstocks and dwarfed-fruit trees. Comstock - Publishing Associates.
- 53.- Young L. 1961, Vegetative propagation in avocados by means of marcottage and the --- rooting of cuttings YB. Calif. Avoc. Soc. 45 : 63-66