

B
23



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán**

**Obtención de Arboles de Olivo
(Olea Europea) mediante el enraza-
miento de estacas leñosas y semile-
ñosas; Dos Pruebas de Posición en el
Sustrato y Tratamiento Hormonal,
bajo Condiciones de Vivero.**

TESIS

Que para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola

PRESENTA

Aarón Camacho Trujillo

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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

	PAGINA
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS-----	iv
RESUMEN-----	1
I. INTRODUCCION-----	3
Objetivos-----	5
Hipótesis-----	6
II. REVISION DE LITERATURA-----	7
2.1. Antecedentes históricos-----	7
2.2. El olivo (<u>Olea europea</u>)-----	9
2.2.1. Generalidades-----	9
2.2.2. Características-----	11
2.2.3. Clima y suelos adecuados-----	13
2.2.4. Propagación-----	14
2.2.5. Poda-----	20
2.2.6. Plagas y enfermedades-----	22
2.2.7. Recolección y rendimiento-----	26
2.3. Reguladores del crecimiento-----	30
2.3.1. Generalidades-----	30
2.3.2. Auxinas-----	31
2.3.2.1. Características-----	31
2.3.2.2. Mecanismo de acción-----	33
2.3.2.3. Tipos de auxinas-----	35
2.4. Propagación por estacas-----	36

2.4.1. Generalidades-----	36
2.4.2. Tratamiento de las estacas con fitohormonas	38
2.4.3. Estacas leñosas y semileñosas-----	46
2.4.4. Efecto de la posición de las estacas en el sustrato-----	48
2.4.5. Efecto de la época del año en que se toman las estacas-----	49
2.4.6. Condiciones ambientales durante el enraiza- miento-----	51
2.4.7. Efecto de la juvenilidad en el enraizamien- to-----	54
III. MATERIALES Y METODOS-----	59
3.1. Descripción del área de estudio-----	59
3.1.1. Ubicación del experimento-----	59
3.1.2. Condiciones climáticas-----	61
3.1.3. Condiciones edafológicas-----	61
3.1.4. Vegetación-----	62
3.2. Diseño experimental-----	63
3.3. Materiales-----	67
3.4. Establecimiento del experimento-----	68
3.4.1. Preparación y fumigación del sustrato-----	68
3.4.2. Colecta-----	68
3.4.3. Estacado-----	69
3.4.4. Características de los enraizadores utili- zados-----	71

3.4.5. Parámetros de evaluación-----	71
3.4.6. Toma de datos-----	72
IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS-----	73
V. CONCLUSIONES-----	89
VI. BIBLIOGRAFIA-----	93
VII. APENDICE-----	98

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pag.
Cuadro 1. Resultados de los ensayos de estaquillado herbáceo con variedades de diversos orígenes. 1975-----	41
Cuadro 2. Resultados de la aplicación de auxinas a estacas de olivo, por Thimann y Behenke. 1950-----	45
Figura 1. Efecto de la juvenilidad, la época de enraizamiento y la aplicación de 4,000 ppm de AIB en el porcentaje de enraizamiento de estacas de olivo-----	56
Figura 2. Efecto de la concentración de AIB en el porcentaje de enraizamiento, tanto de estacas juveniles como adultas de olivo, establecidas el 9 de Abril y el 28 de Septiembre de 1973.-----	57
Figura 3. Efecto de la juvenilidad y del número de hojas por estaca de olivo, sobre el enraizamiento y el número de raíces por estaca cnraizada, tratadas con 4,000 ppm de AIB-----	58

Figura 4.	Ubicación del experimento "Enraizamiento de <u>es</u> tacas de olivo" en Xochimilco, México, 1988-----	60
Figura 5.	Ubicación y establecimiento de los tratamien- tos en la cama de estacado del vivero "Neza-- hualcōyotl". México, D.F. 1988-----	65
Cuadro 3.	Distribución de los 12 tratamientos de enraiza- miento de estacas de olivo con sus repeticio- nes, completamente al azar. México, D.F. 1988-----	66
Cuadro 4.	Resultados del comportamiento en general del experimento, por tratamiento. Xochimilco, Méxi- co. 1988-----	73
Cuadro 5.	Promedios del número y tamaños de raíces de las estacas enraizadas de olivo. Xochimilco, México. 1988-----	74
Figura 6.	Porcentajes de enraizamiento, promedio del nú- mero de raíces y promedio del tamaño de raíces----	76
Figura 7.	Comportamiento de la temperatura media mensual y de la precipitación total mensual, durante el ciclo invernal de los años 1987 y 1988-----	78

- Cuadro 6. Temperatura media mensual y precipitación total mensual de la estación de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, de los años 1987 y 1988---- 79
- Cuadro 7. Análisis de varianza del Diseño Completamente al Azar, para el enraizamiento de estacas de olivo. Xochimilco. México. 1988----- 85
- Cuadro 8. Porcentajes de enraizamiento y promedios por tratamiento del enraizamiento de estacas de olivo. Xochimilco. México. 1988----- 86

RESUMEN

El propósito fundamental del trabajo es determinar una metodología adaptable, útil y eficaz para la obtención de árboles de olivo mediante la multiplicación vegetativa en el vivero Nezahualcōyotl, perteneciente a la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural (COCODER), dependiente del Departamento del Distrito Federal, utilizando estacas leñosas y semileñosas; diferente presentación del enraizador y con dos pruebas de posición de la estaca en el sustrato.

Con la metodología generada, con los árboles propagados de esta forma y con la intervención de la COCODER, se rehabilitará la zona olivarera de Tulyehualco, con el fin de apoyar las actividades de protección y conservación ecológica en el Valle de México.

De acuerdo a las condiciones y características, tanto del vivero como del experimento a realizar, se optó por utilizar el Diseño Completamente al Azar, estableciendo 12 tratamientos y 5 repeticiones de 20 estacas cada una, para así determinar el efecto al utilizar estacas leñosas y semileñosas, enraizador líquido y en polvo y colocadas en posición horizontal y vertical en el sustrato.

Los parámetros de evaluación considerados en el presente estudio son: número de estacas con raíz, número y tamaño de raíces por estaca, número de estacas con callo, número de estacas con brotes, número de estacas vivas sin efecto y número de estacas muertas.

De los resultados obtenidos, los de mayor significancia estadística son:

Con el análisis de varianza efectuado se encontro que el experimento es altamente significativo lo que indica que sí se tienen efectos en los tratamientos.

La utilización de estacas leñosas es el mejor método de propagación del olivo, pues se obtienen porcentajes elevados de enraizamientos y es posible adaptarlo a las características del vivero en tanto que la utilización de estacas semileñosas presentaron bajos o nulos porcentajes de enraizamiento.

Por los resultados del experimento parece ser que la época invernal no es la adecuada para coleccionar y enraizar estacas de olivo.

Con la colocación de las estacas leñosas en posición horizontal se incrementan los porcentajes de enraizamiento, en tanto que la colocación de estacas semileñosas en ésta posición, tiene respuestas mínimas.

sí se notó un incremento de estacas enraizadas con el uso del enraizador QF, solo que es preferible la utilización del enraizador en forma líquida, por su pronta y eficaz asimilación por la estaca, y por que no causa problemas de podredumbre y compactación en la base de las estacas, como lo ocasiona el enraizador en polvo.

I INTRODUCCION

Las zonas rurales del Distrito Federal son consideradas como una de las pocas alternativas para conservar el equilibrio ecológico de la Ciudad de México, pues ellas son generadoras en gran medida de los principales elementos de la vida, como son el oxígeno y el agua, sin olvidar que podrían ser una fuente importante de productos alimenticios de origen agropecuario.

Dentro de éstas zonas se encuentran huertos o pequeñas áreas de árboles de olivos, que fueron plantados hace muchos años, algunos de los cuales, aún sin los cuidados necesarios han tenido una mediana producción, otros más con fructificación escasa o nula y muchos más han muerto. Tal es el caso de los legendarios y centenarios olivos de Tulyehualco, los cuales presentan un aspecto cadúco, de claro envejecimiento, no tanto por la edad, sino por falta de cuidados y atenciones, habiendo sufrido vandalismo, desatención y lamentable descuido.

Dichos olivos fueron introducidos por Frailes Jesuitas, Dominicos y Franciscanos, provenientes de España de las zonas de Extremadura y Suroeste de Andalucía. Hasta hace pocos años era frecuente encontrar en los mercados de la zona venta de aceitunas negras cuyos frutos provenían de los árboles existentes en el rumbo, algunos de los cuales continúan produciendo, lo que indica con certeza que las condiciones edafoclimáticas del área de Tulyehualco han sido las idóneas para el buen desarrollo de ésta especie.

El presente trabajo surge por la inquietud y la necesidad de rehabilitar estas zonas de árboles de olivos, mediante la reforestación con árboles propagados en las instalaciones del Vivero "Nezahualcōyotl" de la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural.

El experimento consiste en la multiplicación vegetativa del olivo Olea europea, mediante la utilización de estacas leñosas y semileñosas; diferente enraizador y posición en el sustrato.

Es importante aclarar que la metodología de propagación vegetativa a establecer se adaptó a los recursos y características del vivero, para que de ésta manera sea factible y útil con lo cual se justifica su implementación. Así mismo se llevó a cabo en la época invernal que es cuando se efectúan los enraizamientos de las estacas de las demás especies del vivero, esto con el fin de uniformizar y optimizar las actividades de producción de frutales.

En el estudio también se trata de determinar la eficiencia real del enraizador comercial QF en presentación líquida y en polvo, pues se ha estado utilizando en el Vivero en las propagaciones por estacado tanto de especies frutales como forestales, encontrándose resultados satisfactorios al elevar el porcentaje de enraizamientos.

Con la introducción de ésta especie se lograría doble beneficio, y a la vez que con el establecimiento de huertos y reforestaciones se conservarían las áreas verdes, los agricultores y campesinos

tendrían una fuente de ingresos más con la venta de la fruta.

Con esto se lograría la participación de los pobladores de las comunidades rurales para que coadyuven al desarrollo económico-social de la zona y mejoren sus condiciones de vida al elevar la productividad y el ingreso. Con lo cual sería más factible lograr el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente.

En base a lo anterior se establecen los siguientes objetivos:

1. Obtención de árboles de olivo Olea europea, mediante la propagación vegetativa, para de ésta forma conservar las características genéticas de la especie, para utilizarlos en la zona olivarera de Tulyehualco, Distrito Federal.
2. Multiplicación vegetativa del olivo utilizando estacas leñosas y semileñosas; enraizador líquido y en polvo y ; estacadas en posición vertical y horizontal.
3. Determinar una metodología de propagación vegetativa, eficaz y adaptable a las posibilidades y recursos del Vivero "Nezahualcōyotl" para la obtención de un mayor número de estacas enraizadas de olivo.
4. Con los resultados obtenidos, se promoverá la introducción de esta especie a los programas y metas de producción de árboles frutales de la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural, con el fin de apoyar las actividades de protección y conservación ecológica.

Las hipótesis consideradas para este experimento son:

1. La propagación vegetativa del olivo mediante la utilización de estacas leñosas, es el método más fácil efectivo y barato de realizarse.
2. Las estacas leñosas colocadas en posición horizontal permiten incrementar los porcentajes de enraizamiento.
3. Es más eficaz la asimilación y efecto en las estacas del enraizador QF en forma líquida, en comparación con la aplicación del producto en presentación polvo.
4. La colecta y el enraizamiento de estacas de olivo se puede realizar en cualquier época del año.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes históricos

En el Valle de México, el crecimiento demográfico ha causado serios trastornos ecológicos y medio ambientales a través del tiempo. Al respecto se observa que de 1953 a 1980 la mancha urbana ocupó 40,000 hectáreas de suelos planos y agrícolas, la agricultura se desplazó a las partes altas, destruyendo así 23,000 hectáreas de bosques forestales. Agregándole a esto que la demanda del suelo para uso urbano ha incrementado el valor de las tierras ejidales y comunales del Distrito Federal, así han desaparecido 36 ejidos; 20 de ellos fueron absorbidos por la mancha urbana. Esto es ocasionado principalmente por invasiones con asentamientos irregulares, especulaciones y cambios en el uso de la tierra (COCODER, 1982).

El Valle de México ha perdido el 73 por ciento de los bosques, el 99 por ciento de los lagos y el 71 por ciento de los suelos que se encuentran en proceso de degradación avanzada. El clima se ha modificado notablemente, pues la temperatura es de 1.4°C más alta y más baja que hace 50 años, con un adelanto de dos horas en sus máximas. Si este proceso continúa, como es la tendencia, el clima de semi-húmedo se convertirá en desértico. Los bosques del D.F. han perdido el 83 por ciento de su biomasa. La cobertura arborea es apenas un 34 por ciento de la original. La fauna silvestre ha sido arrasada; se han extinguido los pumas, los ciervos, las comadrejas, las águilas, el pez blanco, el charal y los patos. El control biológico entre

las especies ha sido alterado hasta casi nulificarse, permitiendo el surgimiento de varias plagas, tales como la tuza, la rata, los gusanos descortezadores y defoliadores. Estos últimos afectan a los árboles en focos infecciosos que ocupan más de 20,000 hectáreas. Además los 600 incendios anuales, junto con el sobrepastoreo extensivo han impedido que crezcan el renuevo del bosque en buen estado, con 60 por ciento o más de cobertura forestal. En términos generales, a lo largo de su proceso histórico, la Ciudad de México ha sido objeto de un gran crecimiento demográfico, con sus consecuentes repercusiones sobre la ecología pues el medio ambiente ha sido modificado negativamente por efectos de la contaminación, en general de agua, aire, suelo y vegetación (COCODER, 1982).

La COCODER (1983), señala que para la sobrevivencia de la Ciudad, se requiere, no solo obra urbana como hasta ahora se ha venido haciendo, es imperativo revitalizar las especies agroforestales y estos se encuentran en la zona rural del Distrito Federal, en donde son muchas las posibles alternativas de actividades y usos del suelo compatibles con estos objetivos. Entre otros, podemos mencionar: centros deportivos populares y sindicales, áreas de investigación para la comunidad científica, desarrollos habitacionales suficientes, recreación activa y pasiva, zoológico abierto, fruticultura de alta densidad, floricultura, praderas artificiales, producción de especies menores, jardines botánicos, viveros forestales, zonas de reserva biótica, zonas de recarga acuífera, parques nacionales, etc. Inclusive los terrenos más amenazados por el avance de las invasiones y la

mancha urbana, deberán expropiarse y darles un uso como los aquí enlistados.

En base a lo anterior el D.D.F. creó la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural, a fin de implementar acciones para la preservación del equilibrio ecológico y el mejoramiento del medio ambiente, delimitando el área de conservación ecológica en la zona sur del Distrito Federal que involucra las Delegaciones políticas de Alvaro Obregón, Cuajimalpa, Tlalpan, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tlahuac y Xochimilco, implementando un sistema de reordenación y regularización territorial de ésta área basandose principalmente en el uso del suelo y su capacidad de uso potencial.

2.2 El olivo (Olea europea L.- Fam. oleáceas)

2.2.1 Generalidades

El origen del olivo parece haber provenido de la parte Sureste del Asia Central, costas de Grecia y Asia Menor, de ahí se extendió a Italia, Sicilia, la Galia y posteriormente a la Península Iberica. A mediados del siglo XV, fué introducido el olivo en America por los Españoles, alcanzando su máximo desarrollo en el siglo XVI y mediados del XII, hasta 1762 en que por razones comerciales fueron destruidos los olivos por un Decreto del Consejo de Indias firmado por Carlos III suponiendo que el aceite producido en la Nueva España significaría una seria competencia para el mercado de la Metrópoli. De no haber sido por eso, nuestro país seguramente sería en el presente considerado como un país olivícola y tal vez de los primeros

en el mundo y su cultivo sería bien conocido por nuestros agricultores (Márquez, 1950).

En México, en la región de Tulyehualco en el Distrito Federal, persiste una población aproximada de 200 olivos, los cuales, hace aproximadamente 70 años producían unos 575 kg de aceitunas por árbol y que representan el resto sobreviviente de las plantaciones realizadas en el lugar durante la época de la Colonia. El origen de estos olivos, así como de muchos otros establecidos primero en el Valle de México, y posteriormente en distintas ubicaciones del Norte del País, hasta llegar al Norte de California, fué material vegetativo (estacas) traído de España. Deben citarse diversos religiosos como promotores del cultivo y la extensión de ése árbol hacia diferentes partes del País, tales como Fray Junipero Serra, el Padre Kino y Fray Martín de Valencia (Calderón, 1988).

Albert y Rebour (1971), establecen que el área del cultivo del olivo es amplia. El árbol no es exigente respecto a la naturaleza del suelo y da buenos resultados, tanto en secano como en regadio. Esta especie produce aún con cuidados someros; sin embargo responde bien cuando se le dan algunos cuidados, sin exigir ni conocimientos técnicos muy amplios ni excesiva asiduidad. Su multiplicación es fácil y son raros los parásitos que lo atacan. Se deben de elegir las variedades a cultivar de acuerdo a las condiciones y características de la región en que se proponen plantar, y de preferencia deberán cultivarse bajo condiciones de riego las que

sean destinadas al consumo de mesa. Las posibilidades comerciales son amplias aunque las ventas han disminuido notablemente por la competencia de los aceites de semilla y se ha incrementado el consumo de la aceituna en conserva.

2.2.2 Características

El olivo es un árbol de gran longevidad, existiendo especies de varios centenares de años. Si el tronco desapareciera por envejecimiento, los brotes que existen en su base se desarrollarían dando un nuevo árbol y asegurando su perennidad. Presenta gran rusticidad, siendo posible su desarrollo y fructificación en climas subáridos y suelos pobres, aunque en estas condiciones sus producciones son pequeñas y aleatorias. En condiciones favorables entra en producción a los ocho o nueve años, pero cuando las condiciones son difíciles tardan hasta doce o quince años en aparecer las primeras fructificaciones. Otra particularidad es el gran desarrollo que puede alcanzar, pues en regiones en donde no se poda puede alcanzar más de 15 a 20 metros de altura y con troncos de 1.5 a 2 metros de diámetro, pero en estas condiciones su explotación es muy difícil. Su multiplicación es relativamente fácil por vía vegetativa, ya sea por estacas procedentes de ramas, o bien a partir de excrecencias (zuecas) situadas en la base del tronco de los olivos viejos (Loussert y Brousse, 1980).

En la planta joven reproducida por semilla se desarrolla una raíz pivotante y vertical, la cual se modifica rápidamente por los

trasplantes sucesivos y el aparato radical esta formado por raíces adventicias desarrolladas oblicuamente en el terreno, que parten de la base del grueso tronco, el cual es cilindrico, retorcido, con ramas fuertes y robustas. En su base tiene una parte ensanchada llamada peana, de la cual parten las gruesas raíces. En la parte superior el tallo emite ramas retorcidas, sobre las cuales se halla la copa, constituida por el conjunto de hojas coriáceas, lanceoladas y persistentes, ya que pueden durar hasta tres años, sencillas, enteras, sin estipulas y con un corto peciolo. Son de color verde grisáceo por arriba y plateadas en la parte inferior. Las ramas fructíferas son las que se han desarrollado durante la primavera y el otoño del año precedente, que llevarán las flores y más tarde los frutos. Las flores se hallan reunidas mediante inflorescencias en racimo, en número de 10 a 25, son de color blanco amarillento, con dos estambres y un ovario coronado por el estilo. Aparecen avanzada la primavera, en las axilas de las hojas sobre ramos de dos años (Del Bo, 1983).

Loussert y Brousse (1980), señalan que la polinización se realiza por medio del viento y a veces por autofecundación, pero más frecuentemente por fecundación cruzada. De cada inflorescencia la mayor parte de las flores abortan, formando solamente de cuatro a seis olivos, los frutos se forman sobre ramillas despues del primer año de desarrollo y la maduración se inicia a principios de otoño. El fruto es una drupa de mesocarpio carnoso y rico en lípidos y su forma es elipsoidal u ovoidal.

2.2.3 Clima y suelos adecuados

Del Bo (1983), señala que el clima templado es el adecuado para los olivos. Su ciclo vegetativo se inicia a los 10-11°C y la maduración de las drupas es a 20°C aproximadamente. Las temperaturas altas son favorables para la producción si el suelo está provisto de buena humedad. El cultivo se ve limitado, ante todo, por las bajas temperaturas, ya que cuando esta desciende a menos de 8°C se manifiestan daños y si baja a menos de 12°C los daños son graves. La floración que se produce en abril y mayo, es demasiada tardía para que pueda peligrar con las heladas de primavera. En promedio es necesario una temperatura media invernal de 9.5°C para que el olivo fructifique adecuadamente y al cultivarse en ladera da buenos resultados, al igual que muchos árboles frutales.

Albert y Rebour (1971), citan que el olivo es todavía más rustico que el almendro, pues se ha comprobado que resiste las sequías más extremas y un ejemplo de ello lo encontramos en Túnez, País en donde el cultivo de esta especie se encuentra en los límites del desierto, manteniéndose solo con precipitaciones del orden de los 300 a 400 mm anuales, pero con métodos de cultivo adecuados y una tierra ligera y profunda. Por el contrario responde fabulosamente si se le mantiene bien provisto de humedad, sobre todo en julio para sostener la formación de brindillas y la conservación del fruto, y septiembre, para el engruesamiento de las aceitunas y la mejora de su riqueza en aceite.

Respecto al terreno, esta especie se adapta a una gran diversidad de suelos, puesto que se le encuentra tanto en lugares arenosos como en tierras pesadas, es relativamente resistente a la humedad estancada y soporta los cloruros hasta una dosis aproximada de 10 gr de sal por litro de solución del suelo (Albert y Rebourt, 1971). El suelo más adecuado para la propagación del olivo es el seco, de naturaleza calcárea y permeable (Del Bo, 1983).

2.2.4 Propagación

La propagación del olivo es fácil si se practican los métodos tradicionales de propagación, como es el caso de utilizar estacas leñosas, zuecas, injerto, etc., o delicada y exigente de una cierta técnica si se trata de intensificar la producción de plantas, como es el caso de los viveros, en donde se utilizan los pies de semilla injertados y las estaquillas herbáceas (Del Bo, 1983). Es común el empleo de los métodos tradicionales de propagación cuando se va a plantar el olivo en una zona árida y de poca agua para el riego, en cambio cuando se destina a plantaciones modernas de densidad elevada se multiplica intensivamente en vivero con el fin de abastecer los mercados nacionales y de exportación, para lo cual deben satisfacerse ciertas normas como son: selección varietal de acuerdo a planes de desarrollo y exigencias de los mercados; de buena calidad fitosanitaria y adecuada homogeneidad de las plantas para asegurar la uniformidad de la producción del olivar (Loussert y Brousse, 1980).

Todos los métodos de multiplicación pueden resumirse en: reproducción por semilla, denominada también reproducción sexual y reproducción asexual, gemaria, agámica o artificial. Para este caso es importante lo que concierne a la reproducción vegetativa o asexual, para lo cual se tratarán los distintos tipos de esta, pero dándole mayor énfasis e importancia a la propagación por medio de estacas.

Propagación por injerto

Patac. et al (1954), define al injerto como la unión de dos vegetales del mismo género o especie. Una parte denominada portainjerto, pie o patrón, es la encargada de suministrar la savia o los elementos no elaborados y la otra denominada pua o injerto y que es la encargada de perpetuar las características de la variedad que se desea. Al poner en contacto los tejidos de la pua con los del patrón, ocurre la multiplicación activa de las células, simultaneo en ambas, produciendo un grueso tejido de cicatrización o callo, que se origina en la zona central. Cuando se lleva a cabo el injerto sobre acebuche (olivo silvestre) o sobre patrón de variedad cultivada, los injertos más empleados son: de yema común o escudete, de yema con ramas, de canutillo, de placa, de placa en forma de H y de anillo con fleco. Los injertos aplicados en plantas adultas y de uso más común son: de corona simple, de corona compuesta o múltiple, de hendidura con púa simple o doble, de puente, de aproximación lateral, a la inglesa e injerto encubierto.

Albert y Rebour (1971), aconsejan que para invertir en gastos de injertación, que son bastante elevados, debe cumplirse lo siguiente: el terreno debe ser apropiado para el cultivo del olivo, los árboles deben ser sanos y vigorosos y el suelo ha de estar cultivado, pues los árboles abandonados a sí mismos no producen cosechas muy remunerativas.

Loussert y Brousse (1980), indican que la propagación por medio del injerto presenta los inconvenientes de necesitar una mano de obra muy especializada la que es difícil de encontrar, para la obtención del patrón son necesarios tres o cuatro años y además de que se tiene mayor heterogeneidad debido a la procedencia del portainjerto.

Propagación por acodo

Para esta propagación la parte del ramo y de la raíz que ha de servir para formar la nueva planta, se mantiene adherida a la planta madre hasta que se desarrollen las raíces y los brotes. Pueden realizarse acodos subterráneos y aéreos. Los primeros son muy sencillos de realizarse ya sea recepando la planta madre cerca del suelo para que emita chupones los cuales se acodan cuando alcancen una altura de 1,50 m , o solo aprovechando los retoños o chupones que nacen de la base del tronco, procediendo de la misma forma. También se puede llevar a cabo el acodado de sierpe, en el cual se aprovechan los retoños que surgen de las raíces, a las que previamente se les ha practicado una insición. Estos retoños se

aportan y a los dos o tres años se separan de la planta madre. Para el caso del acodo aéreo, Del Bo (1983), señala que para esta técnica se elige una rama, a la cual se le hace una incisión o anillado a ramas de un año o dos, a este corte se le aplican auxinas, se cubre con un tiesto lleno de tierra, musgo, estiercol u otro material que se mantenga húmedo. Una vez enraizado se separa de la planta madre procediendo al trasplante.

Propagación por estacas

Loussert y Brousse (1980), indican que la propagación del olivo mediante la utilización de estacas es muy fácil de realizarse y permite, sin necesidad de ser un técnico muy especializado, obtener buenos olivos en condiciones a veces muy difíciles.

Patac, et al (1954), recomiendan la técnica del uso de estacas para la propagación del olivo, e indican que son fáciles y baratos, por la abundancia de madera en buenas condiciones, procedente de la poda normal, aunque existen variedades como la manzanilla, gordal sevillana y empeltre, que no son fáciles de multiplicar por estaca, y por esto hay que recurrir a otros procedimientos.

Loussert y Brousse (1980), señalan que por lo general se utilizan estacas de ramas leñosas y semileñosas. En el primer caso se seleccionan estacas cuya longitud es de 25 a 30 cm y diámetro de 1 a 5 cm, que generalmente proceden de la poda de olivares seleccionados por su buena producción y estado sanitario. El estacado

de éste tipo de material se lleva a cabo durante los meses de enero y febrero y se pueden colocar en posición vertical y horizontal. Las plantas deben permanecer en vivero, al menos un año antes de ser trasplantadas. Una variante de este tipo de propagación es la llamada estaca plantón, las cuales son estacas leñosas cuya longitud puede sobrepasar los 2 m y su diámetro es generalmente superior a los 8 cm. Estas gruesas estacas se colocan individualmente y de forma vertical, enterrándose un tercio de su longitud, aunque también es común colocarlas horizontalmente en el sustrato.

Patac, et al (1954), aconsejan que las estacas elegidas deben proceder de plantas robustas, lo más rectas posibles, de corteza fresca y jugosa, de la variedad deseada y de buena fructificación. Si se colecta y no se va a estacar directamente es aconsejable y necesaria su conservación en buen estado mediante la estratificación con arena en un lugar húmedo y obscuro. Pero de preferencia es deseable estacar inmediatamente después de la colecta.

La propagación mediante la utilización de estacas semileñosas o herbáceas es ventajosa ya que se producen intensivamente grandes cantidades de plantas en menos espacios, pero la desventaja radica en que es necesario disponer de instalaciones adecuadas (invernaderos) que controlen los factores de crecimiento, como son principalmente, la temperatura y la humedad. Para este tipo de propagación, se utilizan jóvenes ramas de un año en curso de lignificación de árboles madre, escogidos previamente por sus cualidades varietales.

deben ser indemes a todos los ataques parasitarios, en particular de la tuberculosis, y de preferencia, deben tener un mínimo de cuatro a seis años de edad. Despues de colectar los ramos y antes de que pasen 36 a 48 horas, se preparan las estaquillas que tendran una longitud de 10 a 12 cm. Se les aplican los tratamientos con hormonas y fungicidas y se situan en los tablares o mesas de enraizamientos, plantandose en el sustrato a 5 cm de profundidad. Despues de una estancia aproximada de dos meses y medio en el invernadero de nebulización, las estaquillas se trasplantan al invernadero de endurecimiento, para acostumarlas progresivamente a las condiciones del medio exterior. La permanencia de las plantas en éste invernadero es generalmente del orden de los tres meses, para posteriormente pasarlas a las parcelas de crianza en donde a los 12 o 18 meses de crianza, las plantas están lo suficientemente desarrolladas como para poder plantarlas con su cepellón o bien a raiz desnuda, de preferencia durante los meses de noviembre a marzo (Loussert y Brousse, 1980).

Patac , et al (1954), indican que el olivo también es posible propagarlo por medio de zuecas que sería una forma especial del descrito por estacas. Para esto se cortan de la peana o tronco de los olivos las protuberancias, excrecencias o abultamientos que reciben el nombre de zuecas, que son formaciones de tejidos jovenes o meristemos que estan recubiertos por la corteza. Su tamaño es muy variable, de 1 a 7 cm de diámetro, en la superficie presentan yemas u ojos de los que, una vez enterrados salen los brotes, que por la

parte superior producen tallos y por la inferior raíces. Si la zueca se va a plantar directamente en el campo se procurará que al cortarla quede adherida una buena parte de madera y por el contrario, si ésta es destinada a la crianza en vivero, se han de seccionar con el mínimo de madera posible y cortadas limpiamente.

También es posible utilizar estacas de raíz, las cuales proceden de las raíces más gruesas del árbol, que se preparan del mismo modo que las estacas leñosas. Este método sólo es aconsejable cuando se ha procedido al arranque de un olivar que proporcionará abundantes raíces, pero no es recomendable como procedimiento normal de multiplicación, por exigir grandes gastos que hacen onerosa la plantación (Patac. et al, 1954).

Estos mismos autores indican que una variante del sistema de estaca horizontal, lo son las estacas de yema en donde se utilizan todos los fragmentos de ramos de corteza lisa y lustrosa de 2 a 4 cm de grosor obtenidos de la poda de plantas adultas, sanas, vigorosas, productivas y de buena variedad. Los ramos se despojan de sus ramas, se cortan en trozos de 5 a 10 cm de longitud y se estratifican en arena. A fines de marzo o principios de abril se colocarán en las camas de enraizamientos.

2.2.5 Poda

Del Bo (1983), indica que la poda es una operación indispensable y muy importante para la producción del olivo, porque permite a las

diversas ramas bien dispuestas, gozar de aire y luz, con lo cual se permite una fructificación más regular, suprimiendo las alternancias de producción, que dan períodos buenos de recolección y otros más que son escasos.

Patac, et al (1954), citan los objetivos que se persiguen con la poda en el olivo, los cuales se pueden resumir en: formación del árbol durante los primeros años del crecimiento, cuidado cultural con vistas a una mayor producción y el rejuvenecimiento durante el período de decadencia del árbol. Estos autores indican también que es necesario aplicar la poda en forma racional, para lo cual es preciso conocer con exactitud las funciones fisiológicas de cada órgano de la planta, sus relaciones, así como las causas que determinan tales funciones fisiológicas.

Patac, et al (1954), indican que la poda se puede dividir en tres tipos, los cuales corresponden a las fases vegetativas del árbol, así pues, tenemos la primera, que es de formación del árbol realizada en la etapa de crecimiento, la segunda, poda de sostenimiento o fructificación llevada a cabo en la fase productiva del árbol, y la tercera, poda de regeneración que se practica en la fase vegetativa de decadencia.

La poda de formación comprende todo el período del olivo, desde su plantación hasta que alcanza su total desarrollo. EL tronco deberá tener una altura de 1 a 1,50 m, aunque es aconsejable formar el olivo

sobre más de un pie, cuatro como máximo. Con el tronco de este tamaño y un diámetro aproximado de 3 a 4 cm se procede a la formación de la copa que puede ser en forma de vaso, cúpula o pirámide según zona y variedades. La más recomendable y racional es la redondeada, hueca, de vaso o cubilete invertido que proporcione aire y luz favorable para la floración y fructificación. La poda de fructificación se realiza anualmente y en invierno. Se quitan las ramas demasiado próximas, las que penden, se cruzan, débiles y las que ya han fructificado y los chupones. Se deben de equilibrar la proporción entre yemas de madera y fructificación. La poda de regeneración se realiza cuando la producción ya no resulta económica por vejez, daños por heladas, abandono del olivar, etc., la cual debe ser gradual y con precaución.

2.2.6 Plagas y enfermedades

Son diversas las plagas y enfermedades que atacan al olivo, por lo que solo se describirán las más importantes y que más daño causan. Las que son citadas por Del Bo (1983).

Fumagina. Se debe a un hongo que recubre las hojas, las ramas y el tallo de una ligera capa negra y fuliginosa. Las cochinillas propagan esta enfermedad. Se combate con una solución de agua, petróleo y jabón. Se practica también la poda de saneamiento a la copa de la planta.

Hongo yesqueró. Marchitamiento del tejido leñoso del tallo y de las ramas, causado por hongos. También en este caso se efectúa la poda de saneamiento.

Brusca. Produce manchas de color ladrillo sobre las hojas. Se combate con caldo bordelés, en otoño.

Tuberculosis del olivo. Provoca hinchamientos más o menos grandes sobre las ramas jóvenes, que se deterioran y mueren. La causa es una bacteria. Esta enfermedad se manifiesta principalmente en las zonas con heridas por cortes o por el granizo; es necesario podar las ramas enfermas, desinfectar la zona de corte y además, extender sobre el tronco de la planta una solución a base de sulfato de hierro y cal disueltos en agua.

Repilo. Se manifiesta con manchas redondeadas amarillo-verdosas circundadas de negro sobre hojas, ramas y pequeños frutos. Se combate con caldo bordelés administrado al comienzo del otoño y durante el invierno.

Podredumbre de las raíces. Afecta a las plantas que viven en terrenos compactos y poco permeables. Es necesario sanear los terrenos y extender cal viva en las zonas afectadas.

Los parásitos animales que atacan al olivo son los siguientes:

Mosca del olivo. Pone sus huevos en gran número (100-200) en

la pulpa de los frutos, uno por cada fruto. Cuando se abren, las larvas roen la pulpa y dañan irremediablemente la fruta antes de que llegue a su maduración. Esta pierde gran parte de su contenido, que se pudre y se ve invadido por mohos. La mosca del olivo es un parásito muy temible, porque se produce con facilidad (unas cinco generaciones en una sola estación) y puede hacer perder cosechas enteras.

La lucha directa debe hacerse antes de que las moscas hayan puesto los huevos y se usa una mezcla (propuesta por Berlisei) de 3 kg de arseniato potásico junto con 10 kg de melaza disuelta en 90 l de agua; se rocía sobre la planta empezando por el mes de junio y repitiendo la operación una vez al mes. Sin embargo, a veces ésta facilita la propagación de la fumagina y entonces es más adecuado distribuir cinco o seis recipientes con agua que contiene esta solución, sobre el tronco de la planta. Si la mosca ya ha depositado los huevos, se aconseja recoger inmediatamente las olivas, incluso antes de su maduración y llevarlas inmediatamente al molino. La mosca del olivo puede prevenirse pincelando con cal el tronco de la planta.

Prays o polilla del olivo. Es una mariposilla que aparece en abril y pone los huevos sobre las inflorescencias; las larvas que nacen destruyen las flores. A la segunda generación las larvas se desarrollan en los jóvenes frutos y, saliendo cerca del pedúnculo, provocan la caída de la aceituna. Si persiste una tercera generación, los huevos se depositan en el mes de septiembre sobre las hojas.

dañándolas en el período siguiente. El prays, se previene rociando la copa de la planta, ya desde el mes de febrero, con un producto en solución a base de arseniato de plomo; el tratamiento se repite en abril y en mayo con igual solución mezclada con caldo bordelés. Si la planta estuviese ya atacada, se recogen las olivas recién caídas y se facilita su desprendimiento sacudiendo la planta. Además, conviene destruir las hojas caídas, que podrían propagar la infección.

Barrenillos. Las hembras adultas de este insecto excavan galerías en la corteza. Pueden llegar hasta la zona del cambium, secando ramas, ramillas y flores. Es necesario cortar inmediatamente las ramas afectadas y destruirlas mediante el fuego.

Algodón o tramilla del olivo. Es un insecto de color verde claro y poco más de 15 mm de largo, cuyas larvas están protegidas por una especie de capullo algodonoso. Atacan las hojillas, después las inflorescencias y, finalmente, los pequeños frutos. Se quitan y queman las ramas atacadas y, además, se distribuye sobre la copa del árbol una solución formada por 1 kg de extracto de tabaco y 1 kg de jabón blanco, diluido en 100 l de agua.

Pulgón negro. Ataca los brotes, las flores, los frutos y las hojas perforándolas con su aparato bucal. Si se permite que este insecto sobreviva durante dos o tres años, la planta se hace estéril. Se cortan y se queman las ramas infectadas y en primavera se distribuye a las plantas una solución de tabaco, jabón y agua, como

la anterior.

Caparreta de la tizne. Predispone al olivo a la Fumagina, es un coleóptero que perfora las ramillas y hojas con su aparato bucal nutriéndose de sus jugos. Se combate mediante podas de saneamiento y rociando la planta en primavera y al final del verano con polisulfuro de calcio y solución jabonosa de madera de cuasia, que matan las larvas.

Por otro lado Figueroa (1934), además de señalar estas mismas plagas y enfermedades, indica que la Fumagina, la Tuberculosis y el Repilo son las de mayor incidencia en el olivo y las que le ocasionan los daños de mayor importancia.

2.2.7 Recolección y rendimiento

Albert y Rebour (1971), indica que la recolección se efectúa de diferente manera, según el destino de los frutos.

La recolección de aceitunas para elaboración de aceite es de principios de noviembre y dura más o menos, según su tonelaje, a veces hasta marzo. El vareo, parece, a priori, como el procedimiento más económico. Por desgracia es casi imposible el realizarlo con una mano de obra corriente sin producir considerables daños en el ramaje del árbol. Si esta operación se lleva a cabo sin precaución, en la cual se utilizan largas varas no flexibles, el vareo

destruye un gran número de brotes del año. Son precisamente estas formaciones las únicas que darán fruto al año siguiente. Es por ello que, en todos los países evolucionados, se ha abandonado el vareo en favor de la recogida a mano, mucho más costosa, desde luego, pero que no daña a la producción siguiente. Se ha llegado hasta afirmar que el vareo es una de las principales causas de la producción bianual del olivo, lo cual es sin duda un poco exagerado.

El vareo no puede evitarse cuando el follaje de los árboles está demasiado alto, como para ser alcanzado con la mano. En este caso, hay que emplear varetas cortas y flexibles y golpear, tanto como sea posible, paralelamente al ramaje.

Se han ensayado diferentes aparatos de recolección con el fin de economizar la mano de obra. La mayor parte no ha dado más que resultados decepcionantes, bien porque no se muestran suficientemente enérgicos y dejan una parte de la cosecha sobre el árbol o bien porque al contrario tratan demasiado brutalmente el árbol y arrancan con los frutos parte del follaje.

Pequeños peines metálicos manejados a mano, con dientes de forma especial han dado resultados satisfactorios, pero sin embargo, no han conseguido desplazar totalmente el antiguo procedimiento de recogida a mano.

Aceitunas de mesa.— Las aceitunas de mesa no pueden dar buenas

conservas más que a condición de llegar a la fábrica absolutamente intactas, sin ninguna herida. Por ello deben recogerse con muchas más precauciones que las aceitunas para aceite.

La época de recogida varía según el destino del producto. Para la conservación en verde, se espera a que el fruto haya alcanzado su tamaño, pero la aceituna se recoge todavía verde. Un ligero tinte rosáceo, puede tolerarse sin embargo. En la práctica la época de recogida para este fin va de principios de septiembre a finales de octubre.

Las aceitunas negras no pueden recogerse más que en diciembre-enero, cuando su madurez es completa.

Los frutos se separan del árbol a mano, uno a uno, y se colocan en recipientes colgados de la cintura de los obreros, donde se pasan a cajas, con todas las precauciones habituales en las demás especies frutales.

Un destrío severo elimina todas las aceitunas heridas o parasitadas. (Los ataques de *Dacus* son frecuentes en estas variedades.)

Los rendimientos, muy variables en cultivo extensivo, se hacen tanto más regulares cuanto mejores son los cuidados de cultivo y más favorables las condiciones meteorológicas.

El olivo tiene fama de tardar en fructificar. Esto es cierto en la generalidad de los casos, cuando el árbol se encuentra en condiciones de medio desfavorables, intercalando en viñedos o abandonado sin cultivo. Con buen cultivo y un medio natural conveniente, es completamente falso. Como muchos otros árboles frutales, el olivo puede dar sus primeros frutos cinco o seis años después de su multiplicación, pero frecuentemente es preciso esperar diez a quince años para que una plantación de beneficios. En la edad adulta un olivar bien cultivado debe dar como media de 60 a 100 litros de aceitunas por árbol, o sea de 42 a 70 kg de frutos, que equivalen a unos 10 litros de aceite; si bien algunos árboles, en años buenos, sobrepasan los 200 kg de frutos (Albert y Rebour, 1971).

2.3 Reguladores del crecimiento

2.3.1 Generalidades

Las plantas, al igual que los seres vivos, crecen y se desarrollan de una manera ordenada y organizada, que pueden verse afectadas de muchas formas por factores externos. Por ejemplo, algunas plantas solo florecen si el período de luz diario supera cierta longitud crítica, y otras solo si han estado expuestas al frío en una etapa anterior de su desarrollo. Sin embargo es claro que las características esenciales del crecimiento y desarrollo están basadas en la información genética de la planta y por lo tanto están controladas por factores internos. Las llamadas "hormonas reguladoras del crecimiento vegetal" inducen de forma importante en uno de los sistemas de control del crecimiento en las plantas. Estas hormonas vegetales que a veces se elaboran en regiones de las plantas más bien limitadas se sintetizan en células indiferenciadas, y con frecuencia tienen efectos muy distintos sobre la planta (Hill, 1977).

Grajales (1982), define a las fitohormonas como un producto vegetal natural, sustancia orgánica diferente a un nutriente (carbohidrato, proteína, lípido, etc.), que es activa a muy bajas concentraciones (menos de 1 mM), se forman en ciertas partes de la planta y generalmente, es trasladada hacia otros sitios, en los que provoca respuestas bioquímicas, fisiológicas y/o morfológicas. Las fitohormonas son activas en los tejidos en que se producen, así como en tejidos distantes. Hasta la fecha las fitohormonas que se conocen son: Auxinas, Giberelinas, Citocininas, Xantoninas, Acido Abscísico

y Etileno.

Las sustancias naturales del crecimiento existentes en las plantas controlan su crecimiento y desarrollo, como se ha observado en procesos como la iniciación de raíces, el establecimiento y terminación de los períodos de letargo y reposo, la floración, formación y desarrollo de los frutos, abscisión, senescencia y ritmo de crecimiento que se encuentran bajo control hormonal. En muchas plantas agrícolas, estos procesos pueden modificarse en provecho del hombre, mediante la aplicación de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal y tal vez sea posible que con el tiempo todos los procesos fisiológicos de las plantas pueden ser controlados mediante la aplicación de dichas sustancias (Weaver, 1984).

2.3.2 Auxinas

2.3.2.1 Características

El término auxina se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes, y por lo general, esos compuestos son ácidos de núcleo cíclico insaturado o derivado de esos ácidos. Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente y de los efectos fisiológicos que provocan en las células vegetales, el más importante es la elongación celular (Weaver, 1984).

Grajales (1982), define la palabra "auxina" e indica que se deriva del griego "auxein" que significa para crecer, las cuales

fueron descubiertas por Darwin al realizar experimentos sobre fototropismo y geotropismo. Además de las auxinas de origen natural (fitohormonas), se han sintetizado una gran variedad de sustancias con acción fisiológica similar a la del AIA.

En el presente trabajo, el enraizador utilizado está compuesto por ácido indolbutírico y ácido naftalenacético, materiales químicos sintéticos que se han encontrado más dignos de confianza para estimular la producción de raíces adventicias en las estacas. El ácido indolbutírico probablemente es el mejor material para uso general, debido a que no es tóxico en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas (Hartmann y Kester, 1982).

El transporte de las auxinas es polar, es decir, presentan un movimiento basipétado (del ápice morfológico a la base morfológica). Este movimiento se lleva a cabo en segmentos de coleótilos o de tallos (que carecen de tejido vascular) y en las yemas de las hojas. Las auxinas ocasionan los siguientes efectos fisiológicos: fototropismo, geotropismo y dominancia apical y su aplicación es en la promoción de iniciación de raíces en estacas, en la partenocarpia, en la inducción de floración de piña, en la prevención de la caída del fruto precosechado y como herbicida selectivo. Estas sustancias se sintetizan en las puntas de los tallos y raíces, en las hojas jóvenes, en flores, frutos y semillas y se ha detectado que las enzimas para la conversión del triptófano hacia AIA aparecen

a través de toda la planta, pero son activos especialmente en las regiones de mayor actividad metabólica como son; meristemos, hojas en expansión, frutos, etc (Grajales, 1982).

2.3.2.2 Mecanismos de acción

Hasta la fecha ninguna teoría ha resultado totalmente satisfactoria en la explicación de los mecanismos primarios de acción de las auxinas. Heyn, citado por Weaver (1984) señala que la auxina incrementa la plasticidad de las paredes celulares, pero es necesario efectuar más trabajos a fin de descubrir los mecanismos más exactos que se encuentran implicados. Cuando se incrementa la flexibilidad de las paredes, disminuye la presión de ésta alrededor de la célula y la presión de turgencia causada por las fuerzas osmóticas en la savia vacuolar, hace que el agua entre a las células, provocando su expansión".

La plasticidad es provocada probablemente por la ruptura de enlaces cruzados entre las microfibrillas de celulosa de las paredes celulares (Galston y Davies, citados por Weaver, 1984). El aumento en el tamaño de las células ocurre en dos etapas. Primero es un aflojamiento de las paredes celulares, en donde se requiere la presencia de auxinas y oxígeno, y segundo una absorción de agua y la expansión de las paredes celulares (Weaver, 1984).

Es cada vez más evidente que las auxinas, así como otras hormonas actúan controlando el tipo de enzimas producido en las células.

Thimann, citado por Weaver (1984), señala que posiblemente las auxinas pueden funcionar mediante la activación de un tipo mensajero de RNA, el cual provoca la síntesis de enzimas específicas. Estas enzimas generan la introducción de nuevos materiales en las paredes celulares lo que origina su expansión. Es posible que se necesiten enzimas para suavizar las paredes y expandir las células al aplicar auxinas. No se conoce la naturaleza de esas enzimas, pero al aplicar auxinas ocurre cambios a nivel de proteínas (Weaver, 1984).

Sintetizando lo anterior, Grajales (1982), menciona algunos de los hechos más importantes acerca de la acción de las auxinas:

- Es necesaria la síntesis continua de RNA y de proteínas para las respuestas de elongación celular que ocurre en lapsos de varias horas. La habilidad de las auxinas para mejorar el tiempo de elongación celular depende de la síntesis de novo de RNA y de proteínas.

- Algunas respuestas a las auxinas ocurren aparentemente muy rápido para que esté involucrada la activación genética.

- La auxina específicamente se requiere para el aflojamiento de la pared celular y no para el alargamiento celular.

- las auxinas (como las hormonas) son activas a bajas concentraciones (10^{-6} M)

2.3.2.3 Tipos de auxinas

La auxina natural primaria parece ser el ácido indol-3-acético (AIA). También se incluyen como auxinas varios compuestos naturales como el Indolacetaldehído, el ácido Indolpirúvico y el Indolacetonitrilo (Westwood, 1982). Grajales (1982), señala que se han sintetizado una gran variedad de sustancias con acción fisiológica similar a la del AIA, las cuales son las siguientes:

- Ácidos indólicos.- ácido indolpropionico y ácido indolbutírico.

- Ácidos naftalencéticos.- ácido naftalenacético y ácido B-naftoxiacético.

- Ácidos clorofenólicos.- ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D); ácido 2,4,5- triclofenoxiacético (2,4,5-T) y ácido 2 metil-4- clorofoxiacético (MCPA).

- Ácidos benzoicos.- ácidos 2,4,6-Triclorobenzoico, ácido 2,3,6 triclorobenzoico, ácido 2-metoxi 3,6-diclorobenzoico (DICAMBA).

- Ácidos picolínicos.- ácido 4 amino 3,5,6 tricloropicolínico (tordon, picloran).

2.4 Propagación por estacas

2.4.1 Generalidades

En fruticultura el proceso de reproducción asexual es de suma importancia ya que en la mayoría de las especies frutales la composición genética (genotipo), es sumamente heterocigótico y las características que distinguen a esos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semilla. Por este medio se pueden obtener individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas, lo cual es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración. Parece que cualquier célula viva de una planta tiene toda la información genética necesaria para regenerar al organismo completo y similar a la planta de donde procedió, ya que porciones de tallos tienen la capacidad de formar raíces y porciones de raíz pueden regenerar un nuevo tallo y así mismo las hojas pueden regenerar nuevos tallos y raíces (Hartmann y Kester, 1982).

Estos mismos autores señalan que las raíces adventicias en las estacas leñosas perennes, se originan en el floema secundario joven, aunque también pueden originarse en los radios vasculares, el cambium o la médula. El origen y desarrollo de las raíces se efectúa cerca y hacia afuera del cilindro central del tejido vascular en tres etapas que son: la desdiferenciación celular seguida por la iniciación de grupos de células meristemáticas (las iniciales de raíz); la diferenciación de estos grupos de células en primordios de la raíz reconocibles y por último el crecimiento y la emergencia de las

raíces nuevas, incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductivos de la estaca.

Lo primero que ocurre al colocar las estacas en condiciones favorables para el enraice, es la formación del callo en el extremo basal de la estaca, el cual es una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación. Es común que las primeras raíces aparezcan a través del callo, lo que hace suponer que la formación del callo es esencial para el enraizado. Pero la formación de callo y de raíces ocurren de manera independiente. Es difícil predecir la capacidad de enraizamiento entre especies y variedades, por lo cual se deben tomar en cuenta los diversos factores tanto internos como externos que actúan en el momento de colocar las estacas para su propagación, como son: la condición fisiológica y la edad de la planta madre, tipo de madera escogida para las estacas, época del año en que se toman las estacas, tratamientos con reguladores del crecimiento y otros materiales, las condiciones ambientales durante el enraizamiento y el medio o sustrato de enraizamiento, entre otros (Hartmann y Kester, 1982).

Loussert y Brousse, (1980) indican que mediante la propagación por estaca, por lo general, las plantas que se originan, son idénticas a las plantas de la cual procede, es poco costoso rápido y sencillo, no es necesario de técnicas especiales, como en el caso del injerto, no se tienen problemas por incompatibilidad y se tiene mayor

uniformidad por no haber una variación que a veces resulta en las plantas injertadas, debido a la variabilidad de los patrones obtenidos por semilla. Por experiencias anteriores, en la propagación del olivo se ha encontrado que este método es el más fácil, rápido y menos costoso para obtener un mayor número de estacas enraizadas.

2.4.2 Tratamiento de las estacas con fitohormonas

Aproximadamente en 1935 Thimann, et al citados por Hartmann y Kester (1982), demostraron el empleo práctico del ácido indolacético para estimular la formación de raíces en estacas. Casi al mismo tiempo se demostró que dos materiales similares, los ácidos indolbutírico (AIB) y naftalenacético (ANA), aunque no ocurrian de manera natural, eran aún más efectivos para ese propósito que el ácido indolacético que se presentaba en forma natural. En la actualidad está bien aceptado y subsecuentemente se ha confirmado muchas veces que la auxina natural o en forma aplicada artificialmente, es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en los tallos y en efecto, se ha demostrado que la división de las primeras células iniciadoras de la raíz depende de la auxina, ya sea aplicada o endógena. Las auxinas más un sinérgico (cofactor de enraizamiento), conducen a la síntesis de ácido ribonucleico (RNA) que interviene en la iniciación de los primordios de la raíz.

Howard (1968), al realizar experimentos con estacas de madera dura de portainjertos de manzano, encontró que el porcentaje de enraizamiento aumenta con el incremento en la concentración de ácido

indolbutírico (AIB). El tratamiento auxínico predispone a las estacas para el enraizamiento utilizando dosis de 1,250 a 5,000 ppm. obteniéndose buenos resultados. Por lo tanto este autor considera que el AIB es esencial para el enraizamiento pero que no es la causa primaria del proceso.

Bovillene y Walrand, citados por Baez (1985), indican que los compuestos químicos aplicados para incrementar los porcentajes de enraizamiento son parte de un complejo interno de enraizamiento, hipotetizando que existe la necesidad de un factor de diferenciación radical, en donde las auxinas solo promueven una reacción preparatoria como es inducir la división mitótica, más no manifiesta una propiedad enraizadora directa.

Fadl y Hartmann, citados por Sepulveda (1983), indican que las estacas sin yemas no forman raíces aún cuando se les trate con preparaciones ricas en auxinas, lo que indica que es necesario un factor distinto a la auxina, probablemente producido en las yemas para la formación de raíces. A este factor que también se produce en las hojas se le dió en nombre de "Rizocalina".

Sepulveda (1983), señala que tal vez las auxinas aplicadas en concentraciones idóneas actúan como aceleradores de la respiración celular y la mitosis. La rizocalina puede ser considerada como un paso en la cadena de reacciones que termina en la diferenciación de tejidos y finalmente en la organización de una estructura radical.

De las sustancias identificadas como cofactores, se pueden citar los flavonoides compuestos, glucosidos que parece intervienen con la auxina para promover el enraizamiento de estacas.

Loussert y Brousse (1980), establecen que a débiles concentraciones hormonales corresponden largos tiempos de inmersión y que a fuertes concentraciones hormonales corresponden tiempos de inmersión cortos (algunos segundos solamente). En la práctica se prefiere utilizar fuertes concentraciones hormonales del orden de 2,000 a 6,000 ppm con tiempos de inmersión que varían de tres a diez segundos.

Estos mismos autores señalan que en Italia, en los viveros de Pescia, para el olivo, se han utilizado, para la variedad Ascolana unas concentraciones de 4,000 ppm con un tiempo de inmersión de cinco segundos.

En el CEDEMETO de Córdoba, se han efectuado igualmente ensayos en un gran número de variedades de olivo, aplicando diversas concentraciones de ácido indolbutírico, con el fin de constatar su comportamiento a la emisión de raíces. algunos de estos resultados pueden observarse en el cuadro número 1.

Cuadro 1. Resultado de los ensayos de estaquillado herbáceo con variedades de diversos orígenes. 1975

Origen de las variedades	Nombre de las variedades	PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO		
		Tratamiento hormonal con AIB		Testigo
		5,000 ppm	2,500 ppm	50% etanol
España	Arbequina	81	75	21
	Carnicabra	65	65	19
	Gordal	43	43	18
	Hojiblanca	55	23	10
	Manzanilla	69	58	16
	Picual	73	79	25
Italia	Ascolana tenera	94	47	8
	Coratine	98	90	31
	Frontoio	95	67	30
	Leccino	100	86	35
	Moraiolo	98	83	33
	Pendolino	78	50	17

En Francia, las variedades Grossane, Lucques y Tanche dan buenos resultados al estaquillado herbáceo, con tasas de enraizamiento del 60 al 80 %. Por el contrario, la variedad Picholine parece más difícil de estaquillar: enraizamiento del orden del 40 %. Las concentraciones utilizadas son del orden de 3,000 a 5,000 ppm para un tiempo de inmersión de cinco segundos. Algunas técnicas de preparación hormonal se basan en las mezclas pulverulentas de AIB y talco, aunque son difíciles de Homogeneizar, se prefieren las soluciones hormonales a los polvos (Loussert y Brousse, 1980).

Fretz, citado por Sepulveda (1983) señala que los reguladores del crecimiento que más comúnmente se utilizan para estimular el enraizamiento es la auxina AIB, la cual tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas, la destruyen en forma relativamente lenta. Un producto químico persistente resulta muy eficaz como estimulante de las raíces. Debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. Los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada.

Otra auxina excelente utilizada con frecuencia en la promoción de raíces es el ANA, sin embargo, este compuesto es más tóxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas de ANA por el peligro de provocar daños a las plantas. El AIB y el ANA resultan más efectivos en la inducción del enraizamiento que el AIA. El AIA es muy inestable en las plantas y se descompone rápidamente en

soluciones no esterilizadas, aún cuando permanece activo en soluciones estériles durante varios meses. Los rayos fuertes del sol pueden destruir en 15 minutos una solución de 10 ppm de AIA (Weaver, 1984).

La presencia de hojas y la aplicación de reguladores del crecimiento (AIB), dieron por resultado una mejor producción de raíces en el olivo (Olea europea), pues parece ser que los materiales nitrogenados y azúcares producidos en las hojas son quizá cofactores del enraizamiento (Hartmann y Kester, 1968).

Weaver (1984), indica que en algunas especies las estacas gruesas que almacenan muchos materiales de reserva, no requieren hojas para enraizar, lo que indica que ya están presentes en la madera suficientes cofactores que estimulan la iniciación de las raíces.

Las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación (Hitchcock y Zimmermann, citados por Weaver (1984), partes iguales de AIB y ANA provocan que un porcentaje más alto de estacas emitan raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizados por separado.

Al tratar estacas de durazno "Sharbati" a concentraciones de 10,000 ppm de AIB, se obtuvieron buenos resultados, en tanto que utilizando el AIB junto con el ANA a concentraciones de 5,000 ppm mejoró grandemente el número de raíces primarias, sobreviviendo un 80 por ciento de las estacas enraizadas (Sepulveda, 1983).

En el enraizamiento de estacas de manzano MM-106 los mejores resultados se encontraron en las siguientes dosis: 2,000 ppm de AIB más 2,000 ppm de AIA; 2,500 ppm de AIB más 1,000 ppm de AIA y 1,000 ppm de AIB más 2,500 ppm de AIA (Villegas, citado por Sepulveda, 1983).

Porlingis y Therios (1976), en experimentos realizados con estacas de olivos, encontraron que las concentraciones de AIB de 2,000 a 6,000 ppm incrementaron los porcentajes de enraizamiento y además mejoraron la calidad y cantidad de raíces.

Velazquez (1957), en ensayos realizados con estacas de olivo, encontro que utilizando el ácido indolbutírico a la concentración de 25 a 50 ppm y el ácido indolacético junto con vitamina B₁, se incrementaba el número de estacas enraizadas y de buena calidad.

Erez y Yablowitz, citados por Baez (1985), indican que para el enraizamiento de estacas de madera dura, es recomendable emplear una solución de 1,000 a 1,500 ppm de AIB, junto con un tratamiento a base de Captán al 25 por ciento.

En el enraizamiento de estacas de madera dura de ciruelo, se obtuvieron resultados satisfactorios al tratar las estacas durante 5 segundos a concentración de 2,500 ppm de AIB.

Thiman y Beheke (1950), aplicando auxinas a estacas leñosas y semileñosas de olivo y probando concentraciones y tiempos de inmersión

encontraron los siguientes resultados que se describen en el cuadro número 2.

Cuadro 2. Resultados de la aplicación de auxinas a estacas de olivo por Thiman y Behenke. 1950

	Dosis (En ppm)	Tiempo de inmersión (Horas)	% de estacas enraizadas	Características
Testigo	0	0	0	Brotos herbáceos
Tratam.	500 IAA	5	20	
Testigo	0	0	0	Madera joven
Tratam.	500 IAA	24	70	
Testigo	0	0	0	Madera vieja
Tratam.	200 IAA	16	39.5	
Testigo	0	0	3.5	Variedad Manzanilla.
Tratam.	500 IBA	24	70.5	Realizado en el mes de Abril, con calor en el fondo de 25°C e higró- metría del 90 al 100 %. Muestreo a los 70 días.

2.4.3 Estacas leñosas y Semileños

La utilización de estacas leñosas es uno de los métodos de propagación más fáciles y menos costosos. Las estacas de madera dura son fáciles de preparar, no son fácilmente percederas, de ser necesario, pueden enviarse a distancias largas y no requieren equipo especial durante el enraizado. Las estacas se preparan en la estación de reposo (fines del otoño, el invierno, o comienzos de la primavera), de madera del crecimiento de la estación anterior (de un año), aunque en el olivo y algunas variedades de ciruelos se usan estacas de dos o más años. Las estacas de madera dura con más frecuencia se usan en la propagación de plantas leñosas caducifolias, aunque es posible propagar ciertas especies siempre verdes como el olivo, por medio de estacas de madera dura sin hojas (Hartmann y Kester, 1982).

Estos mismos autores citan que para la propagación del olivo se utiliza un tipo de estaca de madera dura, llamada de cachiporra, la cual se planta en el suelo en posición horizontal a una profundidad de varios centímetros. De las yemas latentes pueden originarse uno o más brotes. Las raíces adventicias se desarrollan ya sea del nuevo brote, de la estaca original o de ambos. Para este tipo de estacas, de ordinario, se usa madera de uno o dos años, de 2.5 a 5 cm de diámetro.

También es común que el olivo se propague mediante la utilización de estacas semileñosas o madera semidura, pero para esto es necesario que se hagan enraizar en condiciones que reduzcan el mínimo la pérdida

de agua. En la propagación comercial, de ordinario, se utilizan los tratamientos con reguladores del crecimiento y calor en el fondo.

Calderón (1983), señala que el olivo es susceptible de ser estacado mediante la utilización de madera dura y que incluso se tienen buenos resultados el empleo de estacas de madera más vieja, de dos o tres años. También indica que ha podido comprobarse un enraizamiento más eficiente con estacas de talón, las cuales pueden estar representados por el pedazo basal de cada rama con un trozo de madera de la rama anterior, ya sea una simple sección longitudinal o tramo completo de varios centímetros de longitud. Sin embargo como es lógico comprender, el número de ellas con que en un momento dado se puedan contar, suele ser reducido y siempre menor al de estacas comun y corrientes.

Loreti y Hartmann (1964), en experimentos sobre enraizamientos de estacas de olivo, han encontrado que al enraizar estacas hojosas de tallo de un año de edad, las porciones basales del tallo enraizan con más facilidad que las secciones terminales.

Loussert y Brouse (1980), señalan que las estacas semileñosas de olivo enraizan bien y permite producir intensivamente plantas en grandes cantidades y en espacios limitados, siempre y cuando se disponga de instalaciones adecuadas (invernaderos) que permitan la actuación de los factores de crecimiento de las jóvenes estaquillas (temperatura y humedad).

2.4.4 Efecto de la posición de la estaca en el sustrato

Loussert y Brouse (1980), indican que el olivo se puede multiplicar fácilmente mediante la utilización de estacas basandose en el hecho de que esta especie tiene poder para emitir fácilmente, a partir de sus tejidos leñosos, nuevas raíces llamadas adventicias. Estas estacas pueden colocarse en posición vertical y en posición horizontal. En ésta última pueden desarrollarse muchos brotes y emitir raíces a lo largo de la estaca dando de esta forma varias plantas.

Albert y Rebour (1971), indican que se han tenido resultados buenos al poner a enraizar ramas gruesas de 25 cm de longitud y cuyo diámetro y peso mínimos son, respectivamente, de 4 cm y de 400 gramos y colocadas en posición horizontal.

El sistema de estaca horizontal es muy aplicado para los viveros, por ser muy seguro y dar una gran cantidad de plantas. Este sistema consiste en colocar horizontalmente, en zanjas de unos 30 cm de profundidad, trozos de ramas de 40 a 80 cm de longitud y del grueso de los garrotes, es decir, de 5 a 10 cm de diámetro. De la estaca surgen brotes que tendran cada uno sus raíces; se cortan y se trasplantan (Patac, et al., 1954).

Hartmann y Kester (1982), señalan que un método muy antiguo de propagación del olivo, es mediante la utilización de estacas de madera dura y colocadas en posición horizontal, lo que ha tenido enraizamientos satisfactorios.

Patac, et al., (1982), indican que el olivo es posible propagarlo mediante la utilización de estacas duras y semiduras y que al colocarlas en posición horizontal solo se persigue que se obtengan mayor número de plantas. También aconseja que las estacas colocadas en posición horizontal sean de madera dura. Además indican que el tipo de madera a utilizar dependerá en gran medida de la disponibilidad del material a propagar así como de las instalaciones con que se cuente.

2.4.5 Efecto de la época del año en que se toman las estacas

La época del año en que se hagan las estacas puede, en algunos casos, ejercer una influencia extraordinaria en el enraizamiento de las mismas y puede proporcionar la clave para un enraizamiento exitoso. Desde luego que no es posible hacer estacas en cualquier época del año. Al propagar especies deciduas, las estacas de madera dura pueden tomarse en la estación de reposo. Las estacas de madera semidura o aquellas de madera suave con hojas, pueden prepararse durante la estación de crecimiento usando madera succulenta o parcialmente madura. Las especies siempre verdes, tanto de hoja ancha como de hoja angosta, tienen durante el año uno a más períodos de crecimiento y se pueden obtener estacas en diversas épocas relacionadas con esas temporadas de desarrollo (Hartmann y Kester, 1982).

Hartmann y Loreti (1965), señalan que el olivo, se puede obtener, bajo niebla, un excelente enraice de estacas con hojas a fines de la

primavera o a principios del verano, mientras que el enraizamiento baja casi a cero cuando se toman estacas similares a mitad del invierno.

Hartmann y Kester (1982), indican que para el enraizamiento de siempre verdes de hoja angosta, son de esperarse los mejores resultados si las estacas se toman en la temporada que va del fin del otoño al fin del invierno. Así mismo indican que en pruebas con cerezos ninguna de las estacas de madera dura tomadas en invierno fue inducida a enraizar, mientras que las estacas de madera suave hechas en primavera, dieron un resultado satisfactorio de enraizamiento en la mayoría de los cultivares.

Ensayos recientes han demostrado que la época de elección de las estacas de olivo influye en el porcentaje de emisión de raíces. Esta noción de época está en estrecha relación con la fisiología del vegetal y depende del clima. El período más favorable se corresponderá con el período de plena actividad cambial. En efecto, es a partir del cambium de donde nacen las raíces de neoformación (Loussert y Brousse, 1980).

Los trabajos de Caprante y Lavida, recogidos por Aubert, citados por Loussert y Brousse (1980), exponen la actividad cambial del olivo en el clima mediterráneo. Entre el 15 de marzo y el 15 de mayo, período de despertar primaveral, es mayor dicha actividad. Después de éste período, cuando las temperaturas sobrepasan los 21 °C y la

insolación diaria alcanza las ocho y nueve horas, el olivo entra en un período de semireposo (disminución de la actividad cambial). A partir de las primeras lluvias de otoño (de finales de agosto a finales de septiembre), dicha actividad recomienza al no ser excesivas las temperaturas. La actividad de la zona cambial es indispensable. Si dicha actividad es débil, incluso nula, la formación de las raíces se entorpecerá; mientras que por el contrario, si es intensa, la posibilidad de formación de raíces será elevada.

Patac et al, (1954), señalan que la época de preparación de las estacas de olivo, es aquella en que las plantas están en su parada invernal, es decir, fines de otoño e invierno, y generalmente se aprovechan las maderas sanas procedentes de la poda normal. La época de plantación varía según la localidad; generalmente se realiza después de la poda, aprovechando el período invernal; sin embargo, en terrenos secos y climas cálidos debe adelantarse a finales de otoño para que dé tiempo al enraizado de las estacas antes de iniciarse los fuertes calores de la primavera y verano.

La importancia de las yemas en la iniciación de raíces se pone de manifiesto también por el hecho de que las estacas enraizan mejor una vez finalizado el reposo de las yemas (Howard, citado por Weaver, 1984).

2.4.6 Condiciones ambientales durante el enraizamiento

Hartmann y Kester (1982), indican que las temperaturas diurnas

del aire de 21° a 27°C, y temperaturas nocturnas de unos 15°C resultan satisfactorias para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies, aunque algunas de ellas enraizan mejor a temperaturas más bajas. Las temperaturas del aire excesivamente elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces, y aumentar la pérdida del agua por las hojas. Es importante que se logre el desarrollo de las raíces antes de que el tallo. Siempre es beneficioso mantener en la base de las estacas una temperatura más elevada que en las yemas.

Estos mismos autores señalan que es aconsejable mantener constante y un poco alta la humedad relativa, con lo cual se reduce la temperatura del aire y de las estacas, lo que tiende a reducir la tasa de transpiración, la cual implica el uso de reservas alimenticias, y entonces estas reservas se utilizarían para promover la iniciación y el desarrollo de las raíces.

Calderón (1983), señala que el enraizamiento de estacas se acelera si la temperatura del suelo es mayor que la del medio ambiente, de alrededor de 25 a 27°C para lo cual es conveniente su calentamiento artificial.

La luz en todos los tipos de crecimiento vegetal, es de importancia primaria, ya que es la fuente de la energía para la fotosíntesis. En el enraizado de estacas con hojas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y el crecimiento

de las raíces. La intensidad y la duración de la luz deben ser lo suficientemente grandes para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean para la respiración. Las estacas de madera dura y sin hojas, los enraizamientos dependen de los carbohidratos almacenados. En general, los días largos o la iluminación continua de la planta madre de donde se tomen las estacas, promueve a un mejor enraizamiento (Hartmann y Kester 1982).

Calderón (1988), considera que el medio de enraizamiento es fundamental para lograr porcentajes elevados de estacas enraizadas, e indica que un medio de enraizamiento ideal proporciona suficiente porosidad para permitir una buena aereación, tiene alta capacidad para retención del agua y a la vez permite buen drenaje. El musgo la perlita, la vermiculita, mezclados con arena de río, desarrollan raíces bien ramificadas. Para el drenaje, también es aconsejable una capa de tezontle en la base de las camas de estacado.

2.4.7 Efecto de la juvenilidad en el enraizamiento

El término juvenilidad está asociado con la fisiología de la edad de la planta más que con la edad cronológica. La fisiología de una planta joven, difiere de la de una planta adulta en el potencial de enraizamiento, ya que estacas tomadas de plantas jóvenes muestran mayor tendencia a formar raíces adventicias que las tomadas de plantas más viejas (Sepulveda, 1983).

Experimentos realizados con manzano, peral, cerezo y algunas siempre verdes de hoja angosta, se encontró que en plantas procedentes de semilla, la capacidad de las estacas para formar raíces adventicias disminuye con la edad, puesto que estacas de un año de edad, enraizaron con facilidad mientras que en las de dos años disminuyó el enraizamiento notablemente (Garner, citado por Sepulveda, 1983).

En estudios realizados sobre el enraizamiento de estacas de coníferas siempre verdes se encontró que en las plantas jóvenes existen ciertos niveles de sustancias naturales vegetales de crecimiento tales como la auxina, y que además interviene algún factor (o factores) del tipo de la "Rizocalina", para la formación de raíces y muchas plantas juveniles y fáciles de enraizar contienen estos compuestos llamados cofactores del enraizamiento los cuales son capaces de estimular la emisión de raíces (Sepulveda, 1983).

El efecto promotor de la juvenilidad en el enraizamiento de estacas de olivo no ha sido investigado ampliamente, aunque es

mencionado por Campi, pero su importancia para la propagación ha sido demostrada en muchas otras plantas, como por ejemplo, en estacas de manzana (Gardner, 1929), estacas de pera (Higdon y Westwood, 1963), cítricos (Ford, 1957), estacas de maple, roble y diferentes coníferas, los cuales han encontrado que tomando estacas de plantas jóvenes enraizaron mucho más fácilmente que con estacas tomadas de plantas adultas (Porlingis y Therios, 1976).

En experimentos realizados con el objetivo de determinar la influencia de la juvenilidad y la época de enraizamiento, se pusieron a enraizar estacas de olivo tanto juveniles como adultas en los meses de Diciembre, Abril, Junio, Octubre y Enero, con aplicación de 4.000 ppm de ácido indolbutírico, encontrándose que los mayores porcentajes de enraizamiento se presentaron durante la temporada de verano y las mínimas durante el otoño y el invierno, tanto para las estacas adultas como para las juveniles. El porcentaje de raíces en estacas juveniles fué muy alto y relativamente constante durante el año, con algunas reducciones en invierno (fig. 1,a). Se observa también que la adición del ácido indolbutírico a las estacas adultas y juveniles ayuda de manera significativa a elevar el porcentaje de enraizamiento.

El número de raíces por estaca (fig. 1,b), muestra una similitud, pues los mayores porcentajes se presentan en la temporada de verano, con estacas juveniles y tratadas con el ácido indolbutírico (Porlingis y Therios, 1976).

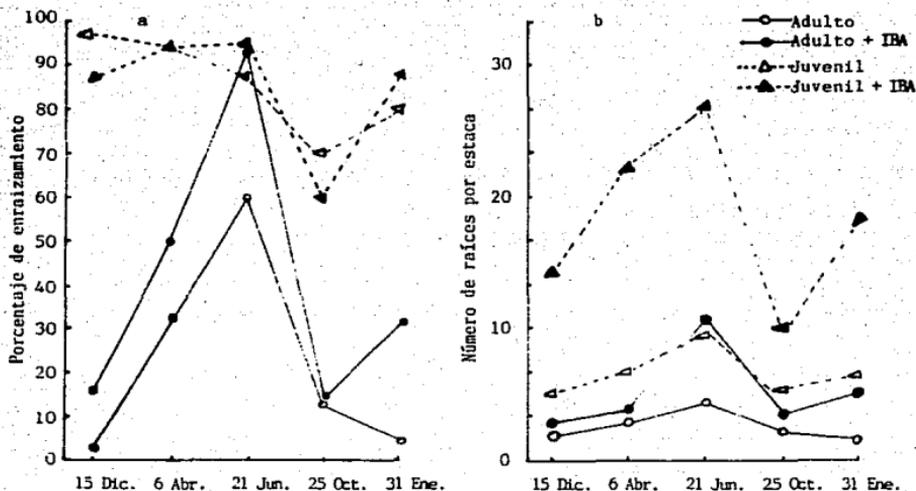


Figura 1. Efecto de la juvenilidad, la época de enraizamiento y la aplicación de 4,000 ppm de AIB en el porcentaje de enraizamiento de estacas de olivo.

Estos mismos autores a fin de evaluar el efecto de la concentración del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas juveniles y adultas de olivo, trataron estas con diversas concentraciones, estableciendo el experimento el 9 de Abril (Fig. 2.a) y el 28 de Septiembre (fig. 2.b), encontrando que en ambos tratamientos, el porcentaje de raíces y el número de raíces a través del estacado fué alto en juveniles como en adultos, aunque sigue siendo un poco mayor cuando se utilizan estacas en estado juvenil.

también se observa que la mayor respuesta tanto al porcentaje de enraizamiento como al porcentaje de número de raíces por estaca es mayor en primavera que en el otoño. Las concentraciones de AIB idóneas para lograr un óptimo enraizamiento es de 0,250 a 4,000 ppm. en tanto que las concentraciones hasta 8,000 ppm incrementa el número de raíces por estaca en los estados juveniles, mientras que en los estados adultos presenta poca o nula respuesta.

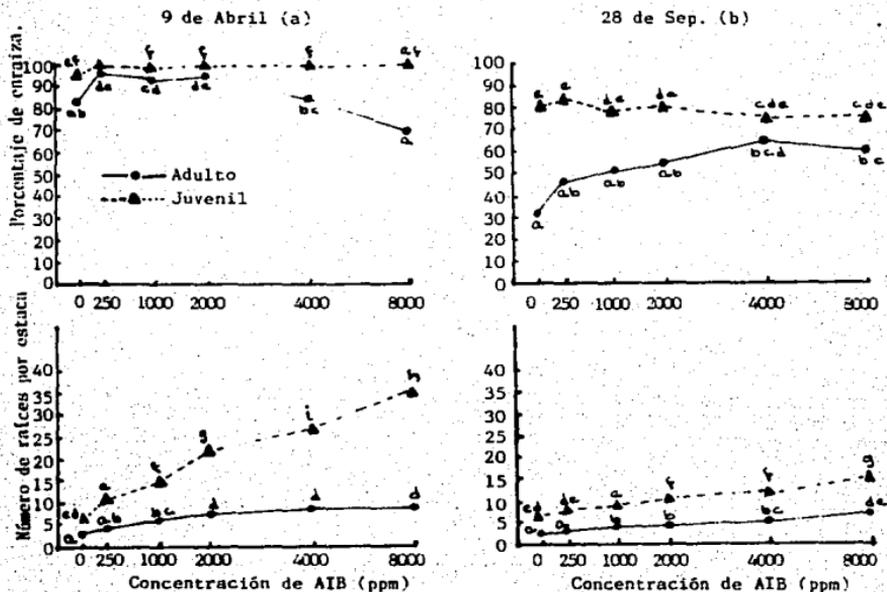


Figura 2. Efecto de la concentración de AIB en el porcentaje de enraizamiento, tanto de estacas juveniles como adultas de olivo, establecidas el 9 de abril y el 28 de sep. de 1973

Porlingis y Therios (1976), tomaron estacas adultas y juveniles de olivos con hojas y sin hojas, las trataron a concentración de 4,000 ppm de ácido indolbutírico y las colocaron para su enraizamiento con el fin de evaluar la respuesta bajo estas condiciones, encontrando que, en general para el experimento, las estacas juveniles muestran el mayor porcentaje de enraizamiento y también el mayor número de raíces por estaca. También se observa que sí es significativa la respuesta de las estacas con hojas tanto para las formas juveniles como para las adultas (fig. 3).

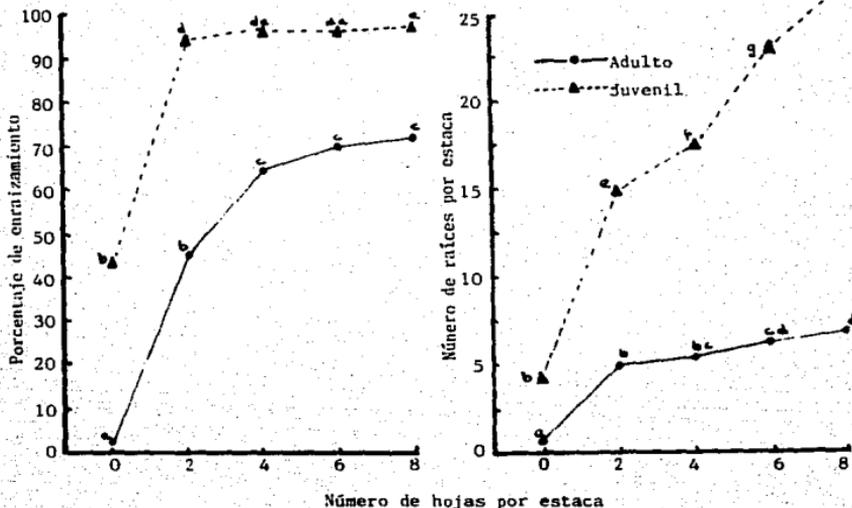


Figura 3. Efecto de la juvenilidad y del número de hojas por estaca de olivo, sobre el enraizamiento y el número de raíces por estaca enraizada, tratadas con 4,000 ppm de AIB

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en las instalaciones del vivero "Nezahualcóyotl" de la COCODER, el cual se encuentra situado en Cienega Grande, en la parte Sureste de la Delegación Xochimilco, entre las coordenadas de los 19° 15' de latitud Norte y los 99° 04' de longitud Oeste. Colinda al Norte con la Delegación Milpa Alta, al Este con la Delegación Tláhuac y al Oeste con las Delegaciones de Tlalpan y Coyoacan.

Se puede dividir el sistema orográfico de Xochimilco en tres importantes zonas:

- a) Zona media laboral de la Sierra del Ajusco (zona cerril, a 2,300 m.s.n.m)
- b) Zona entre Tlalpan y Xochimilco (cerril, a 2,500 m.s.n.m)
- c) Zona de llanura. Llena de área lacustre, inclinada de Sur a Norte, a 2,000 m.s.n.m. En esta última es donde se localiza el vivero "Nezahualcóyotl".

Los tratamientos se establecieron en las camas de germinación, enraizado y estacado que se utilizan normalmente para las demás especies de frutales que se propagan en el vivero. Estas camas son construcciones de madera, a manera de canchales de 1,20 m de ancho, 15 m de largo y 40 cm de altura, cubiertas con techo de láminas a dos aguas.

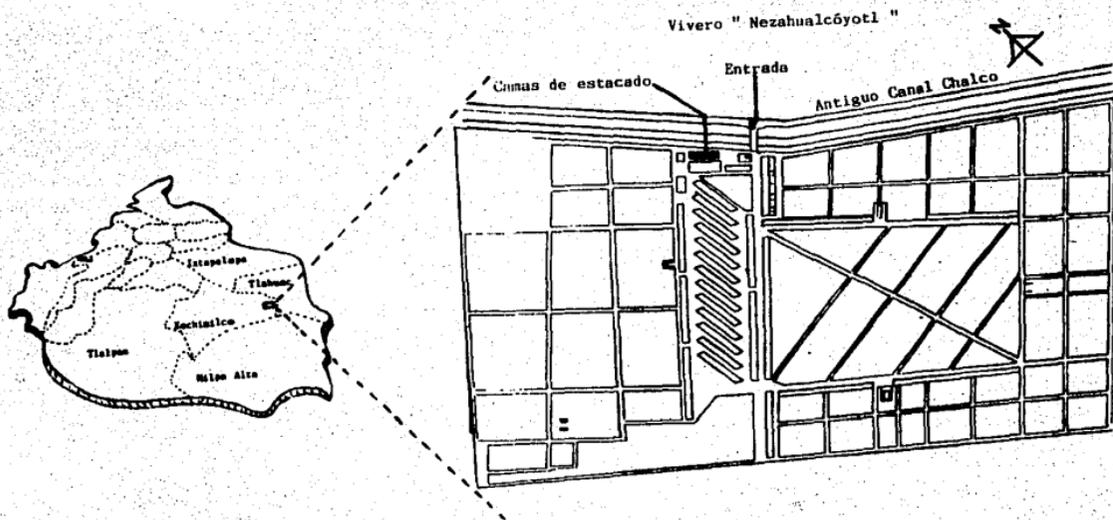


Fig. 4. Ubicación del experimento "Enraizamiento de estacas de olivo"
en Xochimilco, México, D.F. 1968

3.1.2 Condiciones climáticas

En lo que se refiere a la clasificación del clima de la zona, el sistema de Köppen, según modificaciones hechas por Enriqueta García (1965), indica que para las condiciones específicas de la República Mexicana, esta clasificación considera al clima en donde se encuentra ubicado el experimento como de tipo C(W2) (W) B (1), que se define como un clima templado subhúmedo, con un régimen de lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm de la total anual. La temperatura anual, presenta un verano fresco-largo, con una media mensual en el mes más caliente de 18.6° C y una oscilación promedio mensual de temperatura baja de entre 5 y 7° C. Este tipo de clima es muy extremo, pues la diferencia de temperatura entre el mes más frío y el más caliente es mayor de 14° C. La precipitación es de 891 mm en promedio, presentándose de mayo a octubre. Las heladas comienzan normalmente en octubre y terminan en marzo, aunque en ocasiones se extienden hasta mayo.

3.1.3 Condiciones edafológicas

Según datos proporcionados por la residencia de Conservación de Agua y Suelo de la SARH, en un estudio realizado en 1986, determinaron que los suelos que se han formado en la zona, son originados a partir de sedimentos lacustres, teniendo una profundidad al manto freático que varía de 50 a 80 cm, de color café oscuro a negro y de texturas franco-arcillo-arenoso, franco-arcillo-limoso, siendo ricos en materia orgánica, relieve plano y pendiente menor al 20%, nula pedregocidad superficial, erosión nula a incipiente

y drenaje de muy lento a lento. Por otro lado la clasificación interpretativa que se tiene de las tierras se basa en el sistema por capacidad de uso en 8 clases, clasificandolas como tierras de cuarta clase, por los contenidos de sodicidad y/o salinidad y aluminio. Dentro del sistema de unidades FAO/UNESCO, se clasifican como Faozems, y en la clasificación americana (Soil Taxonomy) se clasifican como Histosoles, que son ricos en materia orgánica parcialmente descompuestas, con drenaje deficiente, comunmente se conocen como suelos turbosos.

3.1.4 Vegetación

La vegetación propia de esta zona lacustre esta formada principalmente por ahuejotes (*Salix babilonica* L). Estos se encuentran plantados unicamente en los margenes de las chinampas, que son una zona agricola de tipo mixto. Bordeando los canales se encuentran ailes (*Alnus firmifolia*), y recientemente se han plantado árboles de casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Entre las plantas que se encuentran sobre los canales tenemos: lirio de agua (*Eichornia crassipes* K), ombligo de Venus (*Hydrocotyle verticillata* T), y las más pequeñas, ninfas (*Nymphaca mexicana*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes* L), chichicastle (*Lemna gibba* L) y lentejilla (*Lepidium* L). A la orilla del canal se encuentra: espadañas (*Typha angustifolia* L), hoja flecha (*Sagittaria sagittifolia* L) y el alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* S).

3.2 Diseño experimental

Debido a que hay escasa variabilidad, tanto en las unidades experimentales como en el local donde se llevó a cabo el experimento, se optó por utilizar la distribución completamente al azar, con los tratamientos y repeticiones siguientes.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	Nº DE ESTACAS	TOTAL
A) Estacas semileñosas horizontales sin enraizador.	5	20	100
B) Estacas semileñosas horizontales con enraizador líquido.	5	20	100
C) Estacas semileñosas horizontales con enraizador polvo.	5	20	100
D) Estacas semileñosas verticales sin enraizador.	5	20	100
E) Estacas semileñosas verticales con enraizador líquido.	5	20	100
F) Estacas semileñosas verticales con enraizador polvo.	5	20	100
G) Estacas leñosas horizontales sin enraizador.	5	20	100
H) Estacas leñosas horizontales con enraizador líquido.	5	20	100

I) Estacas leñosas horizontales con enraizador polvo.	5	20	100
J) Estacas leñosas verticales sin enraizador.	5	20	100
K) Estacas leñosas verticales con enraizador líquido.	5	20	100
L) Estacas leñosas verticales con enraizador polvo.	5	20	100

=====

TOTAL : 1,200

Mediante el sorteo de los tratamientos, el experimento se estableció en la unidad experimental de la manera siguiente:

Figura 5. Ubicación y establecimiento de los tratamientos en la cama de estacado del vivero "Nezahualcōyotl". México, D.F. 1988

G	60	E	59	L	58	F	57	F	56
D	51	G	52	C	53	I	54	L	55
A	50	A	49	D	48	G	47	D	46
F	41	K	42	H	43	H	44	C	45
B	40	J	39	K	38	B	37	E	36
H	31	D	32	B	33	K	34	G	35
K	30	C	29	J	28	J	27	A	26
C	21	H	22	E	23	L	24	B	25
I	20	F	19	F	18	A	17	K	16
L	11	I	12	G	13	D	14	J	15
J	10	L	9	I	8	E	7	I	6
E	1	B	2	A	3	C	4	H	5

Los tratamientos están identificados con las letras de la A a la L. Los números corresponden al orden en que se fueron colocando las estacas en la cama, para su registro y control.

En el cuadro siguiente se observa la distribución de los tratamientos con sus repeticiones.

CUADRO 3. Distribución de los 12 tratamientos de enraizamiento de estacas de olivo con sus repeticiones, completamente al azar. México, D.F. 1988

Tratamientos	R e p e t i c i o n e s				
	I	II	III	IV	V
A	50	49	3	17	26
B	40	2	33	37	25
C	21	29	53	4	45
D	51	32	48	14	46
E	1	59	23	7	36
F	41	19	18	57	56
G	60	52	13	47	35
H	31	22	43	44	5
I	20	12	8	54	6
J	10	39	25	27	15
K	30	42	38	34	16
L	11	9	58	24	55

3.3 Materiales

a) Estacas

- Semileñosas. Diámetro de 0.75 a 2 cm
- Leñosas. Diámetro de 2.5 a 4.5 cm

b) Mezcla del suelo (sustrato)

- Arena de río
- Tierra lama
- Insulex

c) Cama de estacado y enraizamiento y cámara de refrigeración

d) Enraizador; Qf (Líquido y Polvo)

Fungicidas; Captán, Tecto y Zineb

Insecticidas; Malathión y Diazinón

Fumigante; Bromuro de metilo

e) Tijeras para podar mango corto, tijeras para podar mango largo, serrotes curvos de jalón pequeño y navajas para injertar

f) Regla de 60 cm, vernier, cámara fotográfica, papel periódico, necahilo, pintura vinílica, cera de campeche y libreta de campo.

La variedad de ésta especie no se tiene bien definida, pero parece ser que la mayoría de los individuos tuvieron su origen en la muy importante y conocida variedad misión.

3.4 Establecimiento del experimento

3.4.1 Preparación y fumigación del sustrato

Con el objeto de contar con las condiciones adecuadas de aereación, humedad y sosten en las camas de estacado, se utilizó como sustrato 1/3 de arena de río, 1/3 de tierra lama y 1/3 de insulex. La arena de río y la tierra lama se desinfectaron el día 11 de diciembre, mediante la fumigación con bromuro de metilo a razón de un frasco de 0.5 libras por cada 3 m y espesor de 30 cm. El tiempo de exposición fué de 48 horas, y se dejó aerear 4 días como medida de seguridad. El insulex por ser material inerte no fue necesario desinfectarlo.

Estos materiales se mezclaron perfectamente, se depositaron en las camas de estacado, se niveló y se le aplicó un riego ligero.

3.4.2 Colecta

La colecta se llevó a cabo en la época invernal, que es cuando se colectan las estacas de las demás especies frutales del vivero, pues uno de los objetivos es de uniformizar las actividades de producción.

Para la colecta se seleccionaron los mejores árboles de la zona de tulyehualco, de preferencia sanos, de buena formación y follaje abundante.

El día 15 de diciembre se realizó la colecta seleccionando

estacas leñosas y semileñosas las cuales se tomaron de las ramas laterales del año anterior y de la parte media del árbol, con el fin de que tengan el equilibrio de poco nitrógeno y abundancia en carbohidratos que favorece un buen enraizamiento.

Las estacas se trasladaron a las instalaciones del vivero " Nezahualcōyotl ", se envolvieron en papel periódico humedecido y se almacenaron en la cámara de refrigeración.

3.4.3 Estacado

Como se trata de la distribución completamente al azar, se sortearon los 12 tratamientos y se determinó su ubicación en la cama de estacado. Cada tratamiento consiste en 20 estacas con 5 repeticiones cada uno de ellos.

El día 16 de diciembre se seleccionaron y cortaron las estacas en las medidas siguientes:

- Estacas leñosas

Diámetro 2.5 a 4.5 cm

Longitud 20 cm

- Estacas semileñosas

Diámetro 0.75 a 2 cm

Longitud 20 cm

Previo al establecimiento se espolvoreo captán a las camas de estacado como medida de prevención de enfermedades fungosas.

Inmediatamente al corte de las estacas se procedió a aplicarles

los tratamientos indicados de la siguiente forma:

En un recipiente se depositó el enraizador en polvo, calculando solo la cantidad a emplear. Se metieron las estacas una por una, empapando completamente las que se colocarían en posición horizontal y espolvoreando de 3 a 4 cm basales los que se colocarían en posición vertical. En seguida se colocó cada tratamiento en hileras cubriéndose con el sustrato.

En otro recipiente se vació el enraizador líquido, se sumergieron completamente las estacas que se colocarían en posición horizontal y solo mojando la base de las estacas que se colocarían en posición vertical. Las estacas se mantuvieron 5 minutos en solución. Se colocaron en hileras los tratamientos y se cubrieron con el sustrato.

Todos los tratamientos se regaron perfectamente y se registraron en cuadros de control para la toma de datos y su análisis.

Es importante aclarar que los enraizadores utilizados son preparaciones comerciales en polvo y líquido adquiridos de la compañía Química Foliar, las cuales se aplican directamente a las estacas en las propagaciones del vivero.

Uno de los objetivos del trabajo es determinar la eficacia de éstos enraizadores, por lo que en los tratamientos se aplicaron como normalmente se hace en el vivero.

3.4.4 Características de los enraizadores utilizados

En los enraizadores utilizados solo cambia la presentación, pues tienen la misma composición y concentración de los siguientes elementos:

- Acido indolbutírico ----- 0.3 % = 3,000 ppm
- Acido naftalenacético ----- 0.6 % = 6,000 ppm
- Clorhidrato de tiamina ----- 0.15 %
- Nicotinamida ----- 0.1 %
- Fósforo como $P_2 O_5$ ----- 24.0 %

La acción conjunta de las fitohormonas aunada al estímulo proporcionado por los factores del complejo vitamínico " B ", constituyen una fórmula eficaz para la inducción del brote de raíces. Además de que la ausencia de fungicidas y la inclusión de una fuente de fósforo de solubilidad controlada, hacen del enraizador QF, un producto de bajo riesgo fitotóxico.

3.4.5 Parámetros de evaluación

Con el fin de evaluar los tratamientos y en base a los objetivos planteados, las características a determinar fueron:

- Número de estacas con raíz
- Tamaño de raíz
- Número de raíces por estaca
- Número de estacas con callo
- Número de estacas con brote
- Número de estacas con callo y brote

- Número de estacas con raíz y brote
- Número de estacas vivas sin efecto
- Número de estacas muertas

3.4.6 Toma de datos

La toma de datos se realizó a los 90 días de establecido el experimento. Para esto se sacaron las estacas, se registraron las medidas y características en cuadros de control, se trasplantaron a bolsas de polietileno y se acomodaron en canteros a la intempérie para que los árboles continuaran su desarrollo.

IV ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Mediante la utilización del Diseño Experimental, Completamente al Azar y en base a los parámetros de evaluación planteados, en el cuadro 4 se observa el comportamiento en general del experimento.

Cuadro 4. Resultados del comportamiento en general del experimento, por tratamientos. Xochimilco, México. 1988

Parámetros	T r a t a m i e n t o s											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
% Enraizamiento	3	2	7	4	1	3	13	25	27	10	16	9
% Callo	3	5	9	10	11	21	23	15	39	16	20	41
% Estacas vivas sin efecto	58	89	38	78	86	53	57	60	34	74	63	50
% Estacas muertas	36	4	46	8	2	23	7	0	0	0	1	0

Así mismo, en el cuadro siguiente se indican las características de las estacas enraizadas de olivo por tratamiento.

Cuadro 5. Promedios del número y tamaños de raíces de las estacas enraizadas de olivo. Xochimilco, México. 1988

Parámetros	T r a t a m i e n t o s											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Estacas con raíz	3	2	7	4	1	3	13	25	27	10	16	9
\bar{X} No. de raíces	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2
\bar{X} Tamaño de raíz (cm)	2.0	2.5	3.7	4.2	4.0	3.0	3.7	3.0	3.0	3.7	3.8	3.1

Como se observa en los resultados registrados en los cuadros 4 y 5, en general, para el experimento, se tienen porcentajes bajos de enraizamiento. Sin embargo un gran número de estacas permanecieron vivas sin efecto y otras más que solo tuvieron emisión de callo.

Los porcentajes más altos de enraizamiento de estacas, lo indican los tratamientos H e I, que corresponden a estacas leñosas colocadas en posición horizontal y con aplicación de enraizador. El tratamiento K, que también tiene buen porcentaje de enraizamiento, está formado por estacas leñosas y colocadas en posición vertical y con enraizador líquido.

Los tratamientos G y J también tuvieron porcentajes de enraizamientos significativos, aunque un poco más bajos que los

anteriores y estos corresponden a estacas leñosas sin enraizador y colocadas en posición horizontal y vertical.

A fin de indicar con mayor claridad el comportamiento en general de los tratamientos de éste experimento, los resultados se indican también en la figura 6.

En primera instancia, se tiene que los tratamientos que tuvieron mayor respuesta a el enraizado son las estacas leñosas o de madera dura, lo que es acorde con lo señalado por Hartmann y Kester (1982), y por Calderón (1983), los cuales exponen que la utilización de estacas leñosas es uno de los métodos más fáciles y menos costosos en la propagación del olivo, obteniendose enraizamientos bastantes significativos. Además indican que las estacas de madera dura son fáciles de preparar y no son fácilmente percederas. En tanto que las estacas semileñosas, en general, presentan porcentajes de enraizamiento muy bajos e incluso muchas de éstas permanecieron vivas pero sin efecto alguno, y otras más que murieron, lo cual corrobora lo indicado por Loussert y Brouse (1980), los cuales señalan que las estacas semileñosas de olivo enraizan bien siempre y cuando se coloquen en condiciones de control de la temperatura y la humedad.

Los bajos porcentajes de enraizamiento obtenidos en la totalidad de los tratamientos, también puede deberse a los efectos de la época del año en que se toman las estacas. Para este caso no se tiene bien definido cuando deben de colectarse las estacas, pues Hartmann y

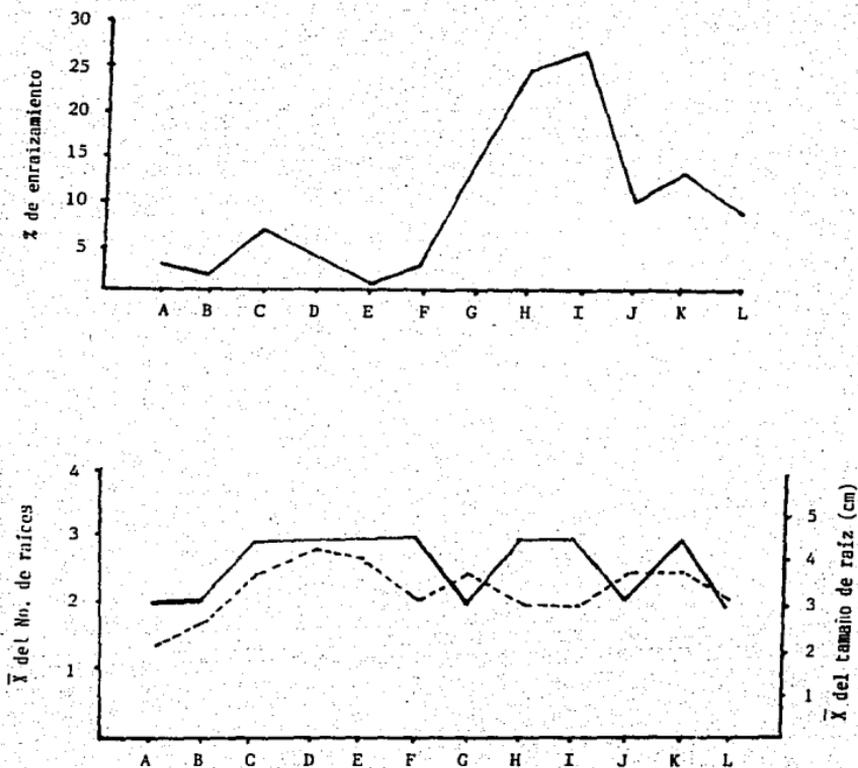


Figura 6. Porcentajes de enraizamiento, promedio del número de raíces (—), y promedio del tamaño de raíces (---)

Kester (1982) y Loussert y Brouse (1980), indican que debe ser en el período de plena actividad cambial, en tanto que Patac et al (1954) señalan que la época de preparación de las estacas de olivo, es aquella en que las plantas están en su parada invernal, es decir, fines de otoño e invierno. Por los resultados obtenidos, parece ser que la mejor época del año para colectar y enraizar estacas de olivo es cuando la planta se encuentra en plena actividad cambial.

Otro factor de suma importancia y que tal vez incidió en los resultados, es la temperatura invernal, que es cuando se realizó el experimento, además de que las camas de estacado se encuentran muy sombreadas, tanto por la cubierta como del lugar donde están colocadas, lo que ocasiona temperaturas aún más bajas que las del exterior las que permitieron que las estacas permanecieran inactivas, o sin efecto, tal vez en condiciones de estratificación. Esto puede ser válido ya que en el cuadro 4 se registra un gran porcentaje de estacas que permanecieron vivas pero sin efecto alguno.

Esto es de interés, puesto que analizando el comportamiento de la temperatura durante los meses que se realizó el experimento (figura 7 y cuadro 5), se observa que se presentaron temperaturas en promedio de 14 a 16 °C, las cuales no son las idóneas para lograr porcentajes elevados en el enraizamiento de estacas de olivo.

Lo anterior está acorde con lo indicado por Hartmann y Kester (1982), que señalan que las temperaturas diurnas del aire de 21 a

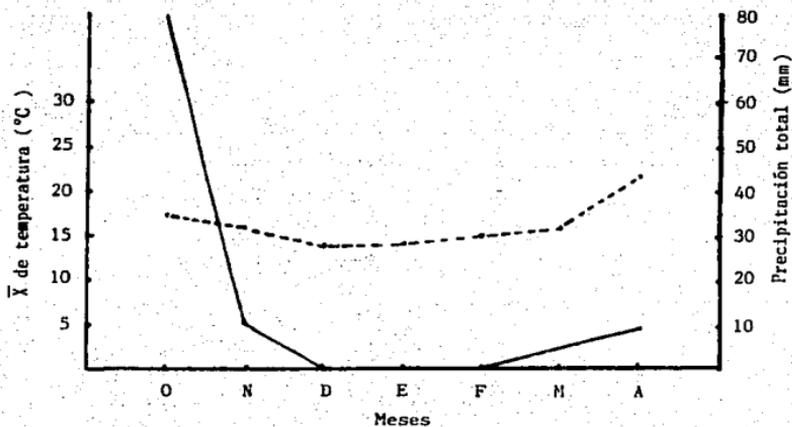


Figura 7. Comportamiento de la temperatura media mensual (—) y de la precipitación total mensual (---) durante el ciclo invernal de los años 1987 y 1988.

Cuadro 6. Temperatura media mensual y precipitación total mensual de la estación de San Gregorio Atiapulco, Xochimilco de los años 1987 y 1988.

NES	Temperatura media (°C)	Precipitación total (mm)
1987		
Enero	9.5	0.0
Febrero	13.3	0.0
Marzo	17.8	0.0
Abril	17.9	34.6
Mayo	17.5	112.3
Junio	16.3	113.8
Julio	16.4	73.1
Agosto	16.5	59.1
Septiembre	17.4	110.6
Octubre	17.2	79.2
Noviembre	16.2	5.6
Diciembre	14.1	0.0
1988		
Enero	14.6	0.0
Febrero	15.0	0.0
Marzo	16.4	5.0
Abril	22.1	10.0
Mayo	18.6	166.8
Junio	13.0	143.2
Julio	17.2	126.4
Agosto	17.2	122.2
Septiembre	18.5	58.2
Octubre	15.5	4.2
Noviembre	14.4	1.5
Diciembre	14.5	0.0

Fuente: SARH. Dirección General. Servicio Meteorológico Nacional.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

27 °C y temperaturas nocturnas de unos 15 °C. resultan satisfactorias para el enraizamiento de la mayoría de las especies. Así mismo Calderón (1982), señala que el enraizamiento de estacas se acelera si la temperatura del medio ambiente es de alrededor de 25 a 27 °C.

Cabe aclarar que muchas de las estacas que permanecieron vivas y sin efecto alguno, y otras más que emitieron solo callo, al trasplantarlas a bolsas de polietileno y colocarlas a la intemperie, emitieron raíces y se desarrollaron normalmente las plantas, lo que indica que tal vez si les afectó la temperatura, tanto del medio ambiente, como de las camas de estacado.

Al analizar los tratamientos a los cuales se les aplicó el enraizador, ya sea líquido o en polvo, se observa que si existe efecto por lo siguiente:

El tratamiento G que corresponde a estacas leñosas colocadas en posición horizontal y sin enraizador tiene porcentajes más bajos de enraizamiento en comparación con los tratamientos H e I que también son estacas leñosas colocadas en posición horizontal pero con aplicación de enraizador líquido y polvo respectivamente.

El enraizador utilizado contiene, entre otros componentes, 3,000 ppm de AIB y 6,000 ppm de ANA, concentraciones que son aceptables para el enraizamiento de la mayoría de las especies a propagar por medio de estacas, lo que está acorde con Hartmann y Kester (1982), que indican que en la práctica es preferible utilizar fuertes

concentraciones hormonales del orden de 2,000 a 6,000 ppm con tiempos de inmersión que varían de tres a diez segundos. Además Loussert y Brouse (1980), encontraron respuestas satisfactorias al poner a enraizar estacas de olivo a concentraciones de 2,500 a 5,000 ppm.

Es importante hacer notar que el enraizador QF utilizado en este experimento se compone de AIB y ANA lo que lo hace más efectivo, ya que como indica Weaver (1984), las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación.

Por lo anterior se deduce que el enraizador si contribuyó a mejorar un poco la emisión de raíces en las estacas de olivo, aunque tal vez el efecto de éste se redujo debido a las variaciones ocasionadas por la época de colecta y estacado de material, a la posición en que se colocaron las estacas y al tipo de material leñoso y semileñoso utilizado.

Es de suma importancia señalar que en los tratamientos en donde se utilizó el enraizador en polvo (C y F), se presentaron grandes problemas de mortandad, pues éste material al adherirse a la base de las estacas se compactó con la humedad formando grumos lo que ocasionó pudriciones de las estacas, además de que impidió la formación y emisión de las raíces. Esto se ha podido comprobar también en estacados realizados con peral, ciruelo y manzano, llevados a cabo en el vivero Nezahualcóyotl. En tanto que las estacas tratadas

con enraizador líquido no se presentaron estos problemas e incluso se obtuvieron mejores resultados en los porcentajes de enraizamiento.

También se observa que los mayores porcentajes de enraizamiento se presentaron en las estacas leñosas colocadas en posición horizontal (tratamientos G, H e I), lo cual coincide con Loussert y Brouse (1980) y Albert y Rebour (1971), que indican que se han tenido buenos resultados al colocar estacas leñosas de olivo en posición horizontal. Hartmann y Kester (1982) también corroboran esto y señalan que la utilización de estacas de madera dura y colodadas en posición horizontal es un método muy antiguo de propagación del olivo el cual ha tenido enraizamientos satisfactorios.

No hay que olvidar que la edad de la planta madre puede ser un factor de mucha importancia para la obtención de porcentajes elevados de enraizamiento de estacas. Los olivos centenarios de Tulyehualco, de donde se tomaron las estacas, presentan un aspecto cadúco, de claro envejecimiento, por la edad y principalmente por el descuido, abandono y mal trato a que han sido objeto. Por lo que considero que este factor también influyó en el bajo porcentaje de enraizamiento obtenido en el experimento. Esto coincide con Hartmann y Kester (1982), los cuales señalan que en experimentos con manzano, peral, cerezo y muchas otras especies, incluyendo siempreverdes de hoja angosta, han demostrado que la capacidad de las estacas para formar raíces adventicias disminuye con el aumento de la edad de la planta madre.

Además de la edad cronológica, los olivos de Tulyehualco presentan un claro desequilibrio tanto fisiológico como nutricional, lo que originó una gran disminución en el potencial de enraizamiento. Esto está acorde con Sepulveda (1983), el cual señala que estacas tomadas de plantas jóvenes muestran mayor tendencia al enraizamiento que las tomadas de plantas más viejas, esto es, el efecto de juvenilidad.

Los resultados de éste experimento muestran una gran similitud con los resultados encontrados por Porlingis y Therios (1976), los que determinaron la influencia de la juvenilidad, la época de enraizamiento y la aplicación de 4,000 ppm en estacas de olivo, encontrando que los mayores porcentajes de enraizamiento se presentaron durante la temporada de verano y las mínimas durante el otoño y el invierno. Las estacas en estado juvenil presentaron mayor respuesta de enraizamiento en comparación con las estacas adultas y se observa también que el tratamiento con AIB ayuda de manera significativa a el enraizamiento de estacas juveniles y adultas.

Por lo anterior es muy posible que la edad fisiológica y el desequilibrio nutricional de las plantas madres de donde se colectaron las estacas, influyera de manera significativa en los bajos porcentajes de enraizamiento, que presenta en general, el experimento, aunado a esto las bajas temperaturas que se presentaron durante la época de enraizamiento de las estacas.

Con los resultados obtenidos y debidamente ordenados, con el objeto de determinar con mayor exactitud el comportamiento de los tratamientos, se procedió a realizar el análisis de varianza de la siguiente forma:

- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = \frac{G^2}{rt}$$

$$F.C. = \frac{120^2}{60} = 240$$

- Suma de cuadrados totales (S.C.T.)

$$S.C.T. = \sum Y_{ij}^2 - C$$

$$S.C.T. = 500 - 240 = 260$$

- Suma de cuadrados por tratamiento (S.C. Trat.)

$$S.C. \text{ Trat.} = \frac{t_i^2}{r} - C$$

$$S.C. \text{ Trat.} = \frac{2,048}{5} - 240 = 169.6$$

Con estos resultados se obtiene el análisis de varianza el cual se indica en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza del Diseño Completamente al Azar, para el enraizamiento de estacas de olivo. Xochimilco, México. 1988

F V	G L	S C	C M	F C	F _t	
					0.05	0.01
Tratamientos	11	169.6	15.42	8.20**	2.00	2.63
Error	48	90.4	1.88			
Total	59	260				

** Altamente significativa al 0.05

Esto indica que sí se tienen efectos en los tratamientos y que estos son altamente significativos. Ahora bien es necesario determinar la variación entre los tratamientos, es decir, definir que tratamientos son los mejores y de ésta forma recomendar su implementación para la obtención de un mayor número de estacas enraizadas de olivo. Para esto se realiza el calculo de la Mínima Diferencia Significativa (M.D.S.), encontrandose lo siguiente:

$$M.D.S. = t_{\alpha, n} \sqrt{\frac{2 S}{r}}$$

$$M.D.S. = t_{0.05, 48} \sqrt{\frac{2 \times 1.88}{5}}$$

$$M.D.S. = 2.010 \sqrt{0.752} = 1.74$$

Cuadro 8. Porcentajes de enraizamiento y promedios por tratamiento, del enraizamiento de estacas de olivo, Xochimilco, México, 1988

Tratamiento	% Enraizamiento	\bar{X} Por tratamiento
I	27	5.4 a
H	25	5.0 a
K	16	3.2 b
G	13	2.6 b c
J	10	2.0 b c
L	9	1.8 b c
C	7	1.4 c
D	4	0.8 d
F	3	0.6 d
A	3	0.6 d
B	2	0.4 d
E	1	0.2 e

M.D.S. (0.50). Valores con las mismas literales son estadísticamente iguales.

Los tratamientos I y H, que corresponden a estacas leñosas, colocadas en posición horizontal y con aplicación de enraizador en polvo y líquido, respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes con respecto a todos los demás, puesto que presentan los más altos porcentajes de enraizamiento. También esto indica que no hay efecto en el tipo de enraizador utilizado (líquido o en polvo), y que los resultados obtenidos se deben a la utilización

de estacas leñosas y colocadas en posición horizontal. Pero se observa que, en general, la utilización de enraizador ya sea líquido o en polvo sí incrementa el porcentaje de enraizamiento en las estacas.

Los tratamientos K, G, J, y L son estadísticamente iguales entre sí, pero además son estadísticamente iguales a el tratamiento C. Esto es importante pues se observa que continúan presentandose los mejores porcentajes de enraizamiento con la utilización de estacas leñosas y que no hay efecto en la posición del estacado. Así mismo esto indica que no hay efecto entre el tipo de enraizador utilizado.

En este caso se observa que el tratamiento C que corresponde a estacas semileñosas con enraizador en polvo y colocadas en posición horizontal, es estadísticamente igual a los tratamientos K, G, J y L, lo cual se puede deber a el azar o a variaciones originadas por el manejo del experimento.

Los tratamientos D, F, A y B son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes con respecto a todos los demás. Como se indica, estos tratamientos presentan bajos porcentajes de enraizamiento como consecuencia de la utilización de estacas semileñosas. También se nota que no hay efecto entre el tipo de enraizador utilizado, así como de la posición en que se colocaron las estacas.

El tratamiento E, que corresponde a estacas semileñosas con con enraizador líquido, es estadísticamente diferente a todos los

demás tratamientos. Este tratamiento presenta el más bajo porcentaje de enraizamiento del experimento, lo que se debe principalmente a la utilización de estacas semileñosas. Además se nota que no hay efecto en el tipo de enraizador utilizado, así como de la posición en que se coloquen las estacas.

V CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se realizó el experimento, al análisis de los resultados y tomando en consideración los objetivos e hipótesis, se concluye lo siguiente:

La utilización de estacas leñosas es el método más aconsejable para la propagación vegetativa del olivo, pues es barato y fácil, no necesitando de instalaciones costosas o especiales y obteniéndose porcentajes elevados de enraizamiento. Este método de propagación es eficaz y adaptable a las posibilidades y recursos del vivero Nezahualcóyotl.

Con las instalaciones y recursos existentes en el vivero Nezahualcóyotl, no se recomienda la propagación del olivo mediante la utilización de estacas semileñosas, pues estas requieren de los tratamientos especiales de control de temperatura y humedad ya que en el experimento, muchas de estas permanecieron vivas pero sin efecto y otras más que murieron.

El experimento se llevó a cabo en la época invernal, que es cuando se efectúan los enraizamientos de las estacas de las demás especies del vivero, con el fin de uniformizar y optimizar las actividades de producción de árboles frutales, pero por los resultados obtenidos, que son, en general, bajos porcentajes de enraizamiento, parece ser que la mejor época del año para colectar y enraizar estacas de olivo, es en el período de despertar primaveral (Entre el 15 de

marzo y el 15 de mayo), que corresponde con el período de plena actividad cambial del árbol donador del material vegetativo, lo que facilita la emisión de raíces. Además en este período las temperaturas se incrementan lo cual es favorable para el enraizamiento de estacas de olivo.

Lo anterior se fundamenta también en el hecho de que muchas de las estacas permanecieron inactivas, sin efecto, y otras más que solo emitieron callo.

La colocación de las estacas leñosas en posición horizontal continua siendo uno de los métodos tradicionales de mucho éxito en la propagación vegetativa del olivo, como lo comprueba los resultados de éste trabajo, ya que sí se obtuvieron porcentajes aceptables al colocar de esta forma las estacas. En tanto que la colocación de estacas semileñosas en esta posición tiene respuestas mínimas.

El uso del enraizador comercial QF sí contribuyó un poco a mejorar la emisión de raíces en las estacas de olivo, solo que el efecto de éste no es muy notorio ya que en el experimento se tienen muchas variaciones debido a los factores de estudio como son; la época de colecta de las estacas, el tipo de material utilizado, la posición de las estacas en la cama de estacado, etc. A este respecto es preferible la utilización del enraizador en forma líquida, por su pronta y eficaz asimilación por parte del material vegetativo así como del fácil manejo, en comparación con la presentación en

polvo ya que éste causa muchos problemas debido que al adherirse a la base de las estacas, con la humedad se compacta formando grumos, ocasionando pudriciones y evitando la formación y emisión de las raíces.

El envejecimiento, descuido y mal trato han originado un gran desequilibrio nutricional en los árboles de olivos de Tulyehualco lo que debió de afectar también el porcentaje de enraizamiento de las estacas.

Con los resultados obtenidos se cuenta con una metodología de propagación vegetativa, eficaz y adaptable a las posibilidades y recursos del vivero Nezahualcóyotl y se recomienda la implementación de esta especie a los programas y metas de producción de árboles frutales de la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural.

Es un hecho comprobado la notable capacidad del olivo para adaptarse a un mosaico de climas, de calidades de suelos, de latitudes y de alturas distintas, demostrado su recio vigor, lo cual también esta corroborado pues, tanto en el Estado de México. (Texcoco, Los Reyes, Ayotla, Temamatla, Amecameca, Chalco, etc.), como en el D.F. (Nativitas, Xochitepec, Tulyehualco, San Juan Ixtayopan, etc.), existen huertos o zonas de árboles de olivos, que fuerón plantados hace muchos años, algunos de los cuales, aún sin los cuidados necesarios, continuan produciendo.

Con los árboles obtenidos, la metodología de propagación

vegetativa generada del experimento y por conducto de COCODER se llevará a cabo la rehabilitación de la zona olivarera de Tulyehualco. Esto con el fin de recuperar la tradición olivarera del área, crear fuentes de trabajo, promover la utilización de zonas no aptas para otros cultivos, establecer reforestaciones permanentes, dada la longevidad del árbol, sugerir el establecimiento de huertos, etc., con lo cual se podría obtener un aumento considerable de la riqueza agrícola regional y por lo tanto de la economía del País en su conjunto.

Este trabajo se considera parte de la revitalización de los espacios agroforestales, de su incorporación productiva a la ciudad y de apoyos e incentivos a los campesinos y agricultores. Esta conservación es indispensable, no solo por su valor económico, sino fundamentalmente por su valor ecológico y recreativo que representa para una gran urbe, que en general, carece de áreas de este tipo, para de esta manera apoyar las actividades de protección y conservación ecológica en el valle de México.

VI BIBLIOGRAFIA

ALBERT, F. y REBOUR H. 1971. Frutales mediterraneos.
Ed. Mureli-Prensa. Madrid.

ARREDONDO, R.M. 1974. Propagación de árboles. Tesis de
Licenciatura. ENA, Chapingo, México.

BAEZ, S.R. 1985. Contenido de carbohidratos durante el
enraizamiento y sobrevivencia de estacas de durazno (Prunus
persica L. Batsch), selección F 8215. Tesis de maestría
en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.

CALDERON, A.E. 1983. Fruticultura general (El esfuerzo del hombre)
Ed. Limusa., México.

CALDERON, A.E. 1988. Diversas comunicaciones personales. México.

COCODER. 1982. Fruticultura intensiva en el Distrito Federal.
Ed. Somos. México.

COCODER. 1982. Memoria de 1978-1982. Ed. Somos, México.

COMISION NACIONAL DEL OLIVO. 1951. El olivo. Boletín número 1
México, D.F.

- COMISION NACIONAL DEL OLIVO. 1956. Programa olivícola para Baja California. Boletín número 4. México.
- DEL BO, L.M. 1983. Cultivo moderno de los árboles frutales. Ed. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.
- GARCIA, E. 1978. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- GRAJALES, M.O. 1982. Apuntes de Fisiología Vegetal. Ing. Agrícola. UNAM. (sin publicar).
- HARTMANN, H.T. y KESTER, D.E. 1982. Propagación de plantas (principios y prácticas). Ed. CECSA., México.
- HARTMANN, H.T. y LORETI, F. 1965. Seasonal variation in the rooting of olive cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 194-98.
- HILL, T. 1977. Hormonas reguladoras del crecimiento. Ed. OMEGA, S.A., Barcelona, España.
- HOWARD, B.H. y NAHLAWI. 1969. Factors affecting the rooting of plum hardwood cuttings. J. Hort Sci., 44: 303-10.

HOWARD, B.H. 1968 The influence of 4 (indolyl-3) buttrric acid and basal temperature on the rooting of apple rootstoch hardwood cutings. J. Hort Sci. 43: 23-31.

LEON, F.J. 1943. Cultivo y explotación del olivo. Ed. Nascimento, Santiago, Chile.

LORETI, F. y HARTMANN, H.T. 1964. Propagation of olive trees by rooting leafy cuttings under mist. Proc. Amer. Soc. Hort Sci., 85: 257-64.

LOUSSERT, R. y BROUSSE, G. 1980. El olivo. Ed. Mondí-Prensa, Madrid, España.

MARQUEZ, G.M. 1950. Perspectivas del olivo en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENA, Chapingo, México.

PAREDES, T.A. 1944. Debe propagarse el olivo en México. Tesis de Licenciatura. ENA, Chapingo, México.

PATAC, L., CADAHIA, P., y DEL CAMPO, E. 1954. Tratado de olivicultura. Sindicato Nacional del Olivo. Madrid, España.

- PORLINGIS, I.C. y THERIOS, J. 1976. Rooting response of juvenile and adult leafy olive cuttings to various factors. Aristotelian University of thessaloniki, Greece. Journal of Horticultural Science. 51: 31-39.
- REYES, C.P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas. México, D.F.
- REYES, H.A. 1982 Monografía de Xochimilco. Centro de Documentación y Análisis. México.
- ROMERO, Q.F. 1974. Zonas aptas para el cultivo del olivo en México. Ed. CONAFRUT.
- S.A.R.H., 1986. Residencia de conservación de agua y suelo. Boletín informativo.
- SEPULVEDA, G.M. 1983. Propagación asexual de plantas. Tesis de Licenciatura. F.E.S-C. UNAM. México.
- THIMAN, K.V. y BEHEKE, J. 1950. The use of auxins in the rooting of woody cuttings. Harvard Forest, M.M. Cabot Foundation, Be terham, Mass.

VELAZQUEZ, G.R. 1957. Propagación del olivo por medio del sistema de raíz aérea. Tesis de Licenciatura. ENA, Chapingo, México.

WEAVER, R.J. 1984. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas., México.

WESTWOOD, M.N. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

VII APENDICE

Cuadro 9. Registro de resultados totales obtenidos por tratamientos y repeticiones, del enraizamiento de estacas de olivo. Xochimilco, México. 1988

Trat.	Repet.	Estacas con raíz	No. de raíces	Tamaño de raíz (cm)	E S T A C A S					
					Con callo	Con brotes y con callo	Con brotes y con raíz	Con brotes	muertas	Vivas sin efecto
A	1	0	0	0	0	0	0	11	0	9
	2	0	1,2	3,1	3	3	2	0	0	15
	3	0	0	0	0	0	0	1	0	19
	4	1	3	2	0	0	0	0	18	1
	5	0	0	0	0	0	0	1	18	1
B	1	0	0	0	0	0	0	7	0	13
	2	0	0	0	0	0	0	1	0	19
	3	0	0	0	2	3	0	2	1	12
	4	0	0	0	0	0	0	3	3	14
	5	2	3,1	2,3	0	0	0	0	0	18
C	1	4	2,3,3,3	6,3,2,5	0	0	0	0	3	13
	2	0	0	0	1	0	0	1	3	15
	3	0	2,3,2	5,2,3	8	0	3	0	0	9
	4	0	0	0	0	0	0	0	20	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	20	0
D	1	0	0	0	1	2	0	3	0	14
	2	1	2,3	3,5	1	2	1	4	0	11

Continuación cuadro 9

	3	0	0	0	0	1	0	1	5	13
	4	1	3,5	6,3	1	1	1	0	0	16
	5	0	0	0	1	0	0	2	3	14
E	1	0	0	0	2	2	0	1	0	15
	2	0	0	0	0	0	0	1	0	19
	3	0	0	0	0	0	0	1	0	19
	4	0	3	4	3	4	1	2	0	10
	5	0	0	0	0	0	0	0	2	18
F	1	0	0	0	0	2	0	1	2	15
	2	0	0	0	3	2	0	1	0	14
	3	0	2,3	4,2	6	0	2	0	0	12
	4	0	0	0	5	0	0	0	13	2
	5	1	3	3	3	0	0	0	8	8
G	1	1	2,2	5,3	1	2	1	1	0	14
	2	2	1,4,3	9,5,6,4	3	9	1	0	0	5
	3	0	0	0	0	1	0	0	0	19
	4	1	3	4	1	4	0	1	3	10
	5	1	1,4,1,1,2,1 1	1,1,5,2,5,1,5 1,5,8,9,1,5	0	2	6	3	4	4

Continuación cuadro 9

H	1	5	1,2,3,5,1 2,5,3	1,1,2,3,5,4 2,3,5	0	0	2	6	0	7
	2	1	1,3,5	2,0,3,2,5	1	0	2	5	0	11
	3	3	4,3,2,3	8,0,4,3,5,2	0	0	1	4	0	12
	4	3	2,1,2,3,2,4	6,0,1,0,1,0 3,2,5	4	3	3	0	0	7
	5	3	3,1,2,1,2	4,2,5,3,4,5,2,5	5	2	2	0	0	8
I	1	6	3,2,3,1 1,1,1,2	3,5,1,5,7,5 1,0,1,5,2,5	4	0	2	2	0	6
	2	3	3,3,1,2,4,1	2,8,3,5,4,3,5	11	0	3	1	0	2
	3	1	3,4,2,5	1,5,2,3,5,4	8	0	3	0	0	8
	4	1	2,3,5,2,3	2,4,2,2,5,3	7	1	4	0	0	7
	5	3	2,1,4,3	1,3,2,3,5	8	0	1	0	0	8
J	1	2	1,3,4	2,0,1,0,3,5	1	2	1	3	0	11
	2	0	0	0	1	0	0	4	0	15
	3	0	1	7,3	0	2	1	4	0	13
	4	0	1	4,0	2	4	1	2	0	11
	5	2	1,1,1,1,1	5,0,4,1,5,6,6,5	1	3	3	8	0	3

Continuación cuadro 9

K	1	3	1,4,3,1	7,3,5,2,1	0	1	1	1	0	14
	2	2	2,1,1,2	8,3,6,6	0	0	2	5	0	11
	3	0	3,5	2,5,3,5	3	4	2	1	0	10
	4	1	1,3,5	5,3,3,5	0	2	2	6	1	8
	5	1	2,3,5	1,2,5,3,5	1	9	2	1	0	6
L	1	0	2	2	6	3	1	0	0	10
	2	1	1,1	2,6	7	0	1	0	0	11
	3	0	0	0	5	2	0	0	0	13
	4	1	2,4,1	2,1,3	11	0	2	0	0	6
	5	3	5,4,2	4,2,6	6	1	0	1	0	9