



18

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

"EFECTO DE RADIX Y RAIZONE EN LA
PROPAGACION DE ESTACAS DE MANZANO
(Pyrus Malus L) VAR. GOLDEN DELICIOUS"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :

SAUL LOVERA BLAS .

M. EN C. MA. M. OFELIA GRAJALES MUÑIZ

279505

CUAUTITLÁN, IZCALLI ESTADO DE MÉXICO.

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Agradezco primeramente a mi Dios, Señor y Salvador Jesucristo. por mostrarme su fortaleza y amor en medio de la debilidad y así permitirme llegar a esta etapa de mi vida en concluir el trabajo. No puedo pasar por alto aquella promesa que me dejó en su santa palabra: Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente, no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas. Josué 1:9.

Agradezco a mis Profesores que dedicaron tiempo para asesorarme:

*Ing. Francisco Cienfuegos Tabarra,
Por sus valiosos comentarios y atinadas observaciones.*

*Ing. Gloria María Solares Díaz
Por darme su valioso tiempo y animarme a continuar con el desarrollo de la tesis.*

*M.C. María M. Ofelia Grajales Muñiz,
Por sus valiosas aportaciones en el contenido y como asesora.*

*Ing. Edgar Ornelas Díaz,
Por sus constantes consejos y recomendaciones en la elaboración del trabajo.*

*M.C. Gregorio Arellano Ostoa,
Por concederme su valioso tiempo y darme su ayuda sin recibir nada a cambio.*

Muchas, pero muchas gracias profesores por que aprendí demasiado de ustedes.

Dedicatoria

Dedico esta tesis:

A mis padres

Francisca Blas U. de Lovera y

Albino Lovera Valencia⁺,

*Por el constante apoyo que me brindaron y
cariño por el cual no hubiera sido posible
alcanzar este nivel de educación.*

A mis hermanos :

Daniel, David, Job, Marcelino, Cristina, Irma, Eva y Adán

Que siempre hemos compartido juntos todos estos momentos.

A mis hermanos en Cristo

Que han orado por mí para que concluya satisfactoriamente este trabajo.

INDICE

Pág.

RESUMEN.....	iv
1. - INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. - OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2. - OBJETIVOS PARTICULARES.....	4
1.3. - HIPÓTESIS.....	4
2. - REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. - CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO.....	5
<u>2.1.1. - ORIGEN GEOGRÁFICO.....</u>	<u>5</u>
<u>2.1.2. - CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....</u>	<u>5</u>
<u>2.1.3. - CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....</u>	<u>6</u>
2.2. - PROPAGACIÓN POR ESTACAS.....	7
<u>2.2.1. - GENERALIDADES.....</u>	<u>7</u>
<u>2.2.2. - CLASIFICACIÓN DE ESTACAS DE ACUERDO A SU FASE DE DESARROLLO.....</u>	<u>8</u>
<u>2.2.3. - FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS.....</u>	<u>10</u>
<u>2.2.4. - VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS.....</u>	<u>11</u>
<u>2.2.5. - PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE MANZANO.....</u>	<u>12</u>
2.2.5.1. - FACTORES INTERNOS.....	16
2.2.5.1.1. - JUVENILIDAD.....	16
2.2.5.1.2. - ÉPOCA DE COLECTA.....	18
2.2.5.1.3. - TIPO DE ESTACA.....	19
2.2.5.1.4. - ESTADO DE NUTRIMENTO.....	20
2.2.5.1.5. - PRESENCIA DE HOJAS Y YEMAS.....	21

2.2.5.2. - FACTORES EXTERNOS.....	22
2.2.5.2.1.- TEMPERATURA	22
2.2.5.2.2.- RADIACIÓN SOLAR	23
2.2.5.2.4.- MEDIO DE ENRAIZAMIENTO.....	25
2.2.5.2.5.- REGULADORES DE CRECIMIENTO ...	25
3.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1.- LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	29
3.2.- MATERIAL GENÉTICO.....	29
3.3.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
3.4.- FECHA DE CORTE Y ENRAIZAMIENTO DE LAS ESTACAS	31
3.5.- CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL EXPERIMENTO	31
3.6.- SUSTRATOS	32
3.7.- APLICACIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALES.....	32
3.8.- VARIABLES A EVALUAR.....	33
<u>3.8.1. NÚMERO DE HOJAS</u>	33
<u>3.8.2. LONGITUD DE RAICES</u>	33
4.- RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS... 34	
4.1. PRIMERA EVALUACIÓN , DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTRACA	34
4.2. SEGUNDA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA.....	40
4.3. TERCERA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA.....	45
4.4. CUARTA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA.....	50
4.5. SEGUNDA EVALUACIÓN, NÚMERO DE HOJAS.....	55
4.6. TERCERA EVALUACIÓN, NÚMERO DE HOJAS.....	59
4.7. CUARTA EVALUACIÓN, NÚMERO DE HOJAS.....	63

5.- CONCLUSION..... 67

6.- RECOMENDACIONES..... 68

7.-BIBLIOGRAFÍA. 69

LISTA DE CUADROS

Cuadro No. 1 Propagación vegetativa

Cuadro No. 2 Distribución de los tratamientos

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 Acido Indolbutírico (IBA)

Figura No. 2 Acido α - Naftalenacético (NAA)

Figura No. 3 Acido β - Naftalenacético

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Primera evaluación, diámetro inferior de la estaca

Gráfica 2 Segunda evaluación, diámetro inferior de la estaca

Gráfica 3 Tercera evaluación, diámetro inferior de la estaca

Gráfica 4 Cuarta evaluación, diámetro inferior de la estaca

Gráfica 5 Segunda evaluación, número de hojas

Gráfica 6 Tercera evaluación, número de hojas

Gráfica 7 Cuarta evaluación, número de hojas

LISTA DE TABLAS

PRIMERA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA

Tabla 1, diámetro inferior de la estaca, correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las 3 repeticiones.

Tabla 2, tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial). Diseño: Ca.A.Var.Dep. y : diámetro inferior de la estaca

Tabla 3, de doble entrada

Tabla 4, tabla de análisis de varianza (considerando al factorial). Diseño Ca.A.Var.Dep. Y: diámetro inferior de la estaca

Tabla 5, cuadro de doble entrada con las medias.

SEGUNDA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA

Tabla 6, diámetro inferior de la estaca, correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las 3 repeticiones.

Tabla 7, tabla de análisis de varianza

Tabla 8, de doble entrada.

Tabla 9, Tabla del Análisis de varianza (considerando al factorial). Diseño Ca. A. Var. Dep. y: diámetro inferior de la estaca

Tabla 10, cuadro de doble entrada con los medios

TERCERA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA

Tabla 11, diámetro inferior de la estaca correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las 3 repeticiones.

Tabla 12, tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial). Diseño: Ca. A. Var. Y: diámetro inferior de la estaca

Tabla 13, de doble entrada.

Tabla 14, tabla del Análisis de varianza (considerando al factorial). Diseño Ca. A. Var. Dep. Y: diámetro inferior de la estaca.

Tabla 15, cuadro de doble entrada con las medias.

CUARTA EVALUACIÓN, DIÁMETRO INFERIOR DE LA ESTACA

Tabla 16, diámetro inferior de la estaca a cada uno de los 9 tratamientos de cada uno de las 3 repeticiones.

Tabla 17, tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial) Diseño: Ca. A.Var. Dep. Y: diámetro inferior de la estaca.

Tabla 18, de doble entrada

Tabla 19, tabla de análisis de varianza (considerando al factorial). Diseño Ca. A. Var. Dep. Y: diámetro inferior de la estaca.

Tabla 20, cuadro de doble entrada con las medias.

SEGUNDA EVALUACIÓN, NÚMERO DE HOJAS

Tabla 21, número de hojas, correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las tres repeticiones.

Tabla 22, tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial). Diseño: Ca. A. Dep. Y: Número de hojas.

Tabla 23 de doble entrada

Tabla 24, tabla de análisis (considerando al factorial). Diseño: Ca. A. Var. Dep. Y: Número de hojas

Tabla 25, Cuadro de doble entrada con los medios

TERCERA EVALUACIÓN, NÚMERO DE HOJAS

Tabla 26 número de hojas correspondiente a cada uno de los tratamientos de cada una de las tres repeticiones

Tabla 27, tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial). Diseño: Ca. A.Var. Dep. Y: número de hojas

Tabla 28, de doble entrada

Tabla 29, tabla de análisis (considerando al factorial). Diseño: Ca. A.Var. Dep. Y: número de hojas

Tabla 30, cuadro de doble entrada con las medias.

CUARTA EVALUACIÓN, NÚMERO DE HOJAS

Tabla 31, número de hojas, correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las tres repeticiones.

Tabla 32, tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial). Diseño: Ca. A.Var. Dep. Y: número de hojas.

Tabla 33 de doble entrada

Tabla 34, tabla de análisis (considerando al factorial). Diseño: Ca. A. Var. Dep. Y: Número de hojas

Tabla 35, Cuadro de doble entrada con los medios

RESUMEN.

Se utilizaron de enraizadores comerciales como el Radix (10,000 ppm) y el Raizone plus (1,200 ppm) con el propósito de un rápido enraizamiento en las estacas de manzano variedad Golden Delicious, el cual se evaluó bajo condiciones de microclima permitiendo así el control de la humedad, temperatura y luminosidad necesaria en el interior de este, para un mejor enraizamiento. Los factores físicos prevalecientes en el microclima permitieron un equilibrio como consecuencia de la aplicación de riegos controlados en la época de verano, donde se había establecido el experimento. En la época de verano se presentaron diversas limitantes como la presencia de nubosidad ocasionando una variación en la luminosidad por un rango de varios días muy amplio, y así se dio una menor evaporación de la humedad que contenía el suelo. Por lo tanto dada las condiciones prevalecientes en el microclima ya mencionadas, permitió el brote de enfermedades ocasionado por la presencia de hongos que alteraron el proceso de enraizamiento principalmente en la etapa de desarrollo de callosidad en la base de la estaca. Esta alteración del enraizamiento de las estacas ocasionó que se dio un 65% aproximado de estacas muertas para la última evaluación de los dos parámetros a evaluar. Es por esto que ya no se pudo seguir con las evaluaciones que se tenían por objetivo llegar a la brotación de raíces.

Por otra parte es importante comentar que los sitios de mayor influencia se presentaron en desarrollo de callosidad y número de hojas fue la parte basal y media para los dos parámetros a evaluar. Gracias a la utilización de los productos enraizadores se pudo saber que los enraizadores en contacto con las estacas requieren de factores óptimos y de épocas estacionales, humedad y temperatura para asegurar un alto porcentaje de enraizamiento.

1. INTRODUCCIÓN.

La ubicación geográfica del territorio nacional, combinado con otros factores como es el relieve accidentado, hacen posible la presencia de climas y microclimas muy variados, que permite la diversidad de especies frutícolas. Esto ha hecho posible, que la fruticultura en México, tienda a incrementarse en producción y/o superficie; con la cual tenemos huertos con diferente grado de tecnificación.

Sin embargo, la información que se tiene es restringida, obligándonos a consultar literatura extranjera que sin embargo muchas veces no es del todo confiable ya que trata de situaciones ecológicas, económicas, sociales y culturales diferentes a nuestro país.

La fruticultura a nivel nacional ocupa un lugar importante especialmente las especies caducifolias, tanto por la superficie plantada, que es de 170,000 has como por su volumen y valor de la producción, siendo el manzano el principal frutal de clima templado, fríos y algo húmedo, del cual en México se encuentran plantadas cerca de 58,000 has, siendo el 30%.

La utilización de insumos (fertilizantes, pesticidas y reguladores de crecimiento) permite elevar la productividad en huertos frutícolas. El aprovechamiento de la energía solar para la elaboración de fotosintatos, así como la precocidad en las cosechas, se ha probado con durazno y manzano. La manzana es un frutal de gran valor nutritivo, además de que se le atribuyen propiedades curativas o al menos preventivas de enfermedades.

Dicha planta es totalmente independiente como consecuencia de una reproducción asexual (estaca) que se efectúa de un segmento de la planta, que a través de división mitótica, va a generar un nuevo organismo, ya que cada célula es diploide, la cual se considera una multiplicación y no una reproducción, donde los organismos, son genéticamente idénticos al que lo produjo.

En adición el agua y minerales absorbidos del suelo y los carbohidratos producidos fotosintéticamente, la planta requiere de otros compuestos orgánicos como las fitohormonas, que son sustancias sintetizadas en pequeñas cantidades en una parte del organismo y transportadas a otra parte de este, produciendo alguna respuesta fisiológica, funcionando como un "mensajero

químico" y regulando así su desarrollo. Entre los grupos más importantes están las auxinas, giberelinas, citocianinas, ácido abscisico y etileno (Galveston, 1980).

Diversos trabajos señalan que los enraizadores comerciales pueden ayudar eficazmente a promover el desarrollo de raíces, brotes y hojas en frutales para originar plantas independientes que permitan su rápida propagación y por lo tanto su pronta comercialización por el productor, permitiendo buenos ingresos económicos y así abatir la migración a las grandes ciudades y al país vecino del norte. Los enraizadores comerciales han sido utilizados particularmente en el caso del durazno, manzano, pera o naranja, sin embargo existen pocos estudios del efecto de estos productos sobre estacas de manzano y los efectos de la luminosidad, temperatura y humedad, por eso se ha retomado parte de investigaciones para comprobar hasta donde los enraizadores y estos factores físicos son eficientes para el enraizamiento de las estacas.

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán", en el Laboratorio de Fisiología Vegetal bajo condiciones de microclima con la intención de controlar la luminosidad, temperatura y humedad del ambiente, utilizándose estacas de manzano (*Pyrus malus L.*), de la variedad Golden Delicious, para propagarlas con los enraizadores comerciales Raizone plus y Radix (10,000 ppm), debido a que estos productos son los de mayor uso comercial, y por sus diferentes presentaciones en el mercado. Por otra parte, el trabajo experimental tuvo una duración aproximadamente de dos meses donde consistió en todo el proceso de preparación de las estacas, hasta la última evaluación tanto en longitud de raíces como en el número de hojas.

La importancia del cultivo ocasionó que se tenga atención sobre la variedad Golden Delicious para ser propagada por medio de estacas con el objeto de probar el mejor enraizador comercial en diferentes sitios de la estaca apical, media y basal y como consecuencia se obtendrá la igualdad de las características genéticas, botánicas, organolépticas, de gran adaptación, alta producción, resistente a plagas y enfermedades que requiere el productor en confiabilidad para su reproducción y en la comercialización como planta independiente o como fruta en los diversos mercados del mundo y del país. Aunque en la parte central y en otras zonas de la República lo tienen como huertos familiares que ofrecen propiedades antes mencionadas, independiente

de algunos estados que son de alta producción como Zacatlán, Puebla, zonas frías de Coahuila entre otros. Esta producción tecnificada es a consecuencia de la alta rentabilidad del frutal de la var. Golden Delicious particularmente.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el mejor enraizador comercial Radix (10,000 ppm) o Raizone plus en el enraizamiento de estacas de manzano (*Pyrus Malus L.*)var. Golden Delicious, bajo condiciones de microclima.

1.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Evaluar si el Radix (10,000 ppm) o Raizone plus aceleran la iniciación de raíces y la longitud de las mismas durante el enraizamiento de estacas de manzano, bajo condiciones de microclima.

Definir si el Radix (10,000 ppm) o Raizone plus promueven el número de hojas en el enraizamiento de estacas de manzano, bajo condiciones de microclima.

1.3. HIPOTESIS.

Si, se utilizan enraizadores comerciales, en la propagación de estacas de manzano, entonces se promoverá en un menor tiempo la iniciación de raíces en la variedad Golden Delicious, debido a que estos productos son a base de Auxinas, las cuales se sabe que aceleran la inducción en el proceso general del enraizamiento de estacas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO.

2.1.1. ORIGEN GEOGRÁFICO.

El manzano es originario de las partes templadas de Europa, de la región del Cáucaso y de Asia Central. Se encuentra principalmente en las regiones montañosas poco elevadas, de nuestros bosques; no resiste el aire seco ni los calores fuertes; de aquí que se le encuentre más al Norte que el peral. (D. Tamaro, 1979)

Se cree que el manzano es una fruta "moderna", donde una mezcla de especies nativas Malus pudieron dar un fruto de tamaño y calidad atractivos para el hombre. En informaciones recientes se especula que ni los romanos, ni los griegos fueron pueblos que hubiesen explotado dicho fruto. Se piensa que ambos grupos adquirieron, por herencia, los conocimientos sobre el manzano de otros pobladores desconocidos hasta ahora. Los primeros pasos en la proliferación de este frutal pudieron iniciarse en el medio-este o sudeste de Europa con la tecnología utilizada por griegos y romanos. (Ramírez, 1993)

Se ha publicado en otras obras que el origen del manzano Malus pumila L. es, Transcancasia Central; mientras que en el Asia Central se originaron el Malus sylvestris L. y el Malus Iedzwerzhiana L. (Ramírez, 1993).

La Golden Delicious es variedad americana, con un área de adaptación muy amplia, es la manzana preferida en muchos países y la de mayor cultivo en los últimos años.

2.1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.

La clasificación taxonómica del manzano (Sinnot y Wilson, 1975), es la siguiente:

Reino: Vegetal	Orden: Rosales
División: Traqueofitas	Familia: Rosácea
Subdivisión: Pteropsidas	Género: <u>Pyrus</u>
Clase: Angiospermas	Especie: <u>malus</u>
Subclase: Dicotiledóneas	

Algunos autores consideran a malus como un subgénero. Aparentemente, se reconocen dos especies: Malus sylvestris y Malus doméstica.

Escobar (1981), considera la especie malus, L., como un subgénero del género Pyrus, aunque muchos autores mencionan al manzano con el nombre científico de Pyrus malus.

En México, las consideradas nativas, se les conoce en los Estados de Querétaro, Aguascalientes, Durango, Jalisco, Puebla, encontrándose también las manzanas ácidas conocidas como el perón de Canatlán, Zacatlán, Panochera, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca. Han sido introducidos gran cantidad de cultivares de los Estados Unidos y en menor cantidad de Inglaterra, Francia e Italia.

2.1.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Su altura es de 6 a 10m, con raíces de 3 a 8 m; su tronco generalmente es ondulado y tiene ramas gruesas, copa ancha y poco regular; la raíz del manzano es típica, rastrera, ramificada, con derivaciones secundarias extendidas y una masa de raicillas que, en conjunto, forman la cabellera, poseen cofia y pelos absorbentes y alcanzan una longitud vertical de 1.5 a 2.0 m y una longitud horizontal de 3.0 a 6.0 m (Ramírez, 1993)

La absorción de nutrientes se realiza a través de los pelos absorbentes. Las raíces almacenan en su tejido sustancias de reserva que serán necesarias para el primer desarrollo primaveral; el almacenaje de dichas sustancias empieza cuando termina el periodo de gran desarrollo, a finales de junio, llega a un punto máximo cuando termina el crecimiento de los frutos y continua hasta la caída de las hojas.

El tallo es un órgano que se desarrolla a partir del embrión de la semilla; al principio es herbáceo y efectúa cierta acción fotosintética, función que

posteriormente pierde al hacerse leñoso y constituirse en el tronco definitivo; presenta corteza cubierta de lenticelas, lisa, unida, de color cenizo verdoso sobre las ramas, y escamoso y gris pardo sobre las partes viejas. La altura del tallo es variable y depende de los sistemas de circulación y del método de cultivo; alcanza a medir de 2.5 a 6.0 m .

Las hojas del manzano son caducas, alternas, acuminadas de color verde oscuro por el haz y leñoso y blanquecino por el envés y lo doble de largo que el peciolo, de cuatro a ocho nervios alternados y bien desarrollados.

La inflorescencia del manzano presenta un corimbo formando de tres a ocho flores, cada botón floral tiene en su base dos yemas de madera como característica; los botones florales pueden ocupar una posición lateral sobre la madera de dos años, o una posición terminal en la ramilla de dos años. Las flores son del grupo pentámero, con los estambres en la parte alta del pistilo; el ovario presenta cinco alvéolos formados por la testa y el tegumento que son propios.

El embrión contiene la radícula, el talluelo y dos cotiledones que envuelven la plúmula; estos cotiledones son utilizados como reserva nutritiva para su desarrollo. (Ramírez, 1993)

La manzana Golden Delicious es de color amarillo dorado, más larga que ancha, con la carne blanca amarillenta firme, fina, jugosa, perfumada y muy sabrosa. El pedúnculo es largo, la piel delgada y resistente, cubierta con lenticelas grisáceas; suele sufrir la carepa (Álvarez, 1988).

2.2. PROPAGACIÓN POR ESTACAS.

2.2.1. GENERALIDADES.

La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y es posible porque en muchas de éstas los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración. Las porciones de tallo tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las partes de raíz pueden generar un nuevo tallo. La propagación asexual es indispensable en la reproducción de cultivares que no producen semillas viables, como algunas

bananas, la higuera, los naranjos y las vides. En algunas especies la propagación es fácil, rápida y económica por medios vegetativos que por semilla. (Hartmann, 1980).

Dentro de la propagación asexual u orgánica, la multiplicación por estacas es el método más barato, rápido y costeable aun con 25% de enraizamiento, se pueden propagar gran cantidad de plantas en espacios pequeños.

La reproducción asexual se efectúa a partir de un segmento de planta que a través de división mitótica genera un nuevo organismo, ya que cada célula en la planta es diploide, por ello no se trata de una reproducción sino de una multiplicación donde los nuevos organismos serán genéticamente idénticos al que los produjo. Al conjunto de individuos propagados asexualmente se les denomina clon y sólo se presentan cambios en el genotipo si ocurre una mutación de yema natural o provocada. Debe señalarse que si esta mutación es favorable podría obtenerse a partir de este individuo un clon con dicha característica por multiplicación asexual ya que no involucra meiosis. Un clon puede ser considerado como una variedad mientras sea propagado asexualmente ya que conserva caracteres fijos de generación en generación aún cuando sea heterocigótica (De la Loma, 1979).

En la producción de especies frutícolas es fundamental la práctica de multiplicación asexual, ya que se trata de especies altamente heterocigóticas. (Calderón, 1977). La propagación asexual de las plantas puede realizarse por los métodos: propagación por embriones apomíticos, por estolones, por hijuelos, acodos, separación, división, por estacas, injerto, injerto de yema, y la micropopagación (Hartmann y Kester, 1975).

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE ESTACAS DE ACUERDO A SU FASE DE DESARROLLO

Este material vegetativo presenta diferentes características según el tamaño, edad, por el origen y procedencia de la planta madre, así como el contenido de hojas, por lo que su clasificación es la siguiente de acuerdo con Hartmann y Kester, 1975:

- 1) Estacas de raíz (frambuesa roja, rábano picante).
- 2) Estacas de tallo (comúnmente usadas en la fruticultura).

- a) De madera dura: estacas tomadas de especies de hoja caduca durante la temporada de letargo y de especies siempre verdes de hoja angosta (Higuera, Vid, Uva, Membrillo, Rosal).
 - b) De madera semidura: (Limonero, Olivo, Camelia, Manzano).
 - c) De madera suave: se toman en temporada de crecimiento mientras las plantas son suculentas o cuya madera ha madurado parcialmente (lila, forsitis, weigela).
 - d) Herbáceos: los que se toman de plantas Herbáceas (Geranio, Coleus, Crisantemo).
3. Estacas de hoja: Begonia rex, Bryophyllum, Violeta Africana.
4. Estaca de hoja con yema: Zarzamora, Hortensia.

La raicilla forma la primera raíz, la raíz primaria de la planta joven. La raíz primaria puede seguir creciendo y forma el sistema de raíz robusto que permite introducirse en el suelo con facilidad de la planta madura. En otras especies, especialmente en las monocotiledóneas, la raíz primaria no persiste, y raíces adventicias nacidas de la parte mas baja del tallo forman un sistema de raíz fibrosa. Es frecuente que la raíz se extienda lateralmente mucho mas que las ramas aéreas y la superficie total de la raíz es superior a la del tallo. La función de la raíz es de fijar al vegetal al suelo la absorción del agua y minerales del suelo y la conducción de estas substancias al tallo (Villeg, 1988)

Las raíces son aquellas que salen de partes aéreas de la planta, de tallos subterráneos o de raíces relativamente viejas. Todas las raíces que no sean las que se originan del eje embriónico y sus ramificaciones formadas en secuencia normal, puede considerarse adventicias. A veces salen brotes nuevos (brotes de agua) de punto de crecimiento latente o yemas que no son adventicias, si no que se originaron junto con la rama en la que ocurren. Esos brotes son comunes en ramas viejas de plantas leñosas y pueden ser estimulados al tener un crecimiento activo si se remueve la porción terminal.

En Golden Delicious es de color amarillo dorado, más larga que ancha, con la carne blanco-amarillenta firme, fina, jugosa, perfumada y muy sabrosa. El pedículo o rabo es largo o muy largo, y la piel, delgada y resistente cubierta con lenticelas grisáceas; suele sufrir la carepa o ressetting.

2.2.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS.

Arcila y Valencia (1976), mencionan que la formación de raíces en estacas, está influenciada por factores endógenos (genéticos, nutricionales y actividad vegetativa), factores exógenos (medio de enraizamiento, época de recolección, tratamiento físico y químico) y factores ambientales (temperatura y humedad). Existen otros factores que aumentan el porcentaje de enraizamiento, principalmente en estacas de pera como son: tratamientos normales de AIB, juvenilidad, tamaño de la estaca, anillado y acallamiento (Higdon y Westwood, 1963).

El enraizamiento por estacas es el método más importante para propagar arbustos ornamentales, tanto de especies caducifolias (caso del manzano), como de especies perenifolias de hojas ancha y angosta.

La regularidad del proceso de la división celular garantiza que cada célula hija recibirá exactamente el mismo número y tipo de cromosomas que tenía la célula progenitora. Si por trastornos del proceso de división celular una célula recibe un mayor o menor número de cromosomas del que le corresponde, la célula resultante ostenta anomalías manifiestas, a veces sin posibilidad de supervivencia. Aunque se divide longitudinalmente dos mitades de hecho cada cromosoma original permanece intacto y provoca la síntesis de una réplica exacta de sí mismo inmediatamente adyacente a él durante la fase S precedente. El cromosoma creado es idéntico en estructura y función al anterior, además de que, al principio, están tan unidos que no se distinguen. A medida que progresa la mitosis y se contraen los cromosomas, se va haciendo más manifiesto la línea de separación entre ellos.

El término mitosis en sentido estricto se refiere a la división de núcleos en dos núcleos hijos, y se aplica el término citocinesis a la división del citoplasma para formar dos células hijas, cada una de las cuales contiene uno de los dos núcleos. La división y la división citoplasmática, aunque siempre bien sincronizadas y coordinadas, son procesos separados y netamente distintos. Toda división mitótica es un proceso en el que cada fase va seguida imperceptiblemente de la siguiente. Sin embargo, para fines descriptivos la mitosis se divide en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. Entre

las divisiones mitóticas se considera que el núcleo está en reposo o interfaces (Villegas, 1988).

2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ESTACAS.

2.2.4.1 LAS VENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS SON:

- a) Obtención de homogeneidad y gran número de individuos a partir de una sola planta madre.
- b) Bajo costo, rápido y simple.
- c) Conservación de las características clonales.
- d) Reducción del período de juvenilidad, siendo la entrada en producción más precoz y obteniéndose generalmente plantas de un tamaño menor que el normal.
- e) Ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos de sus partes vegetativas (como ocurre en el injerto).

2.2.4.2 DESVENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS

La principal desventaja es que las raíces emitidas no son tan grandes en las capas profundas del suelo como el que ofrecen las plantas obtenidas por semillas y por lo tanto son menos resistentes a ciertas condiciones desfavorables.

En la actualidad, es bien conocido que el tratamiento de estacas con algunos reguladores de crecimiento vegetal acelera la formación y aumenta el número de raíces por estacas, sin embargo, muchas plantas no responden a dicho tratamiento o responden pobremente, mientras otros no lo necesitan, pero responden acelerando significativamente el enraizamiento, siempre y cuando se tomen en cuenta las dosis óptimas. (Ciro, 1977; González, 1983).

Para las plantas difíciles de enraizar, con el objeto de obtener mejores resultados se han tomado en cuenta otros factores como la constitución del sustrato que debe ser poroso y ligero en su estructura física, método de aplicación y concentración de reguladores de crecimiento o bien, aplicaciones de carbohidratos y de vitamina B1 (Pearse, 1943).

2.2.5. PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE MANZANO.

Consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y es posible que muchos de éstos órganos vegetativos tengan capacidad de regeneración. Las porciones de tallo tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las de raíz pueden regenerar un nuevo tallo.

Estaca de tallo, en la propagación de estacas de tallo se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la expectativa de que las condiciones apropiadas formarán raíces adventicias y se obtendrán plantas independientes (Hartmann y Kester, 1983). En el cuadro No. 1 se presentan los experimentos y avances de enraizamientos de partes vegetativas más recientes en diferentes países.

CUADRO No. 1. PROPAGACIÓN VEGETATIVA.

Experimento, título y fecha	Tratamientos	Partes Vegetativas Usadas	Parámetros estadísticos	Resultados
Propagación vegetativa de (<i>Pyrus malus</i> L.) (1980)	I BA	Tallos	Porcentaje de enraizamiento.	Al utilizar 2.0 mg/l de I BA a los 18 días se tiene un 88% de enraizamiento y a los 28 días se llegó al 100% y al utilizar 1.0 mg/l de I BA se logró un 79%.
Propagación vegetativa (<i>Pyrus malus</i> L.) (1982)	ANA	Tallos	Porcentaje de enraizamiento.	Concentraciones mayores se incrementaron pero el desarrollo y longitud de las raíces se ve inhibido, teniendo niveles de 0.1 mg/l y ANA promueven un buen desarrollo y crecimiento de raíces.

Continuación...

Propagación vegetativa al enraizamiento in vitro Manzano (Pyrus malus L.) (1998)	IBA	Raíces	Procedimiento de enraizamiento.	El IBA ocasiono una excesiva formación de callos en la base de los brotes, obteniendo después de 3 o 4 semanas de 3 a 5 brotes por subcultivos.
Propagación vegetativa al enraizamiento in vitro Manzano (Pyrus malus L.) (1980)	IBA	Ápices	Porcentajes de enraizamiento.	Se obtuvo un mayor crecimiento en los brotes con líquido que en medio sólido.
Propagación vegetativa al enraizamiento en vitro Manzano (Pyrus malus) (1982)	ANA	Tallos (brotes)	Porcentaje de enraizamiento.	Concentraciones mayores al porcentaje de brotes enraizados se incrementa, el desarrollo y long. de raíces se ve inhibido. El 0.1 y 0.2 mg/l de <u>ANA promueven buen desarrollo</u> y crecimiento de las raíces.
Propagación vegetativa al enraizamiento in vitro Manzano (Pyrus malus L.) (1982)	IBA	Tallos	Porcentaje de enraizamiento.	Se presentó un desarrollo excesivo de callos en la base de la estaca y después de 3 a 5 raíces de 32 a 53 mm de longitud.

Continuación..

Propagación vegetativa Manzano (Pyrus malus L.) (1979)	IBA	Tallos	Porcentaje de enraizamiento. Número de raíces. Longitud de Raíces.	Se promovió el enraizamiento y la calidad del sistema radicular siendo el 91.68, y el 100 % del enraizado de los clones M106, M104 y M106 respectivamente.
Propagación vegetativa de Manzano (Pyrus malus L.) (1978)	IBA AIA	Tallos	Porcentaje de enraizamiento.	No se encontraron diferencias significativas en el experimento.
Propagación vegetativa de: <u>Cupresus sempervirens L.</u> (1997).	Auxínico (IBA)	Tallos	% de enraizamiento	1) 41.73% de enraizamientos. 2) El genotipo influyó en los parámetros.
Propagación vegetativa de: <u>Dalbergia sisso Rox.</u> (1996).	Auxínico (IBA) (NAA)	Estacas apicales.	Por ciento de enraizamiento. Número de raíces. Longitud de raíces. Azúcares, proteínas y almidones en las partes vegetativas.	1) Enraizamiento y enraizamiento de 5, 10 y 15 días de intervalo. 2) Cambios de azúcares totales, proteínas y almidones. 3) Los cortes en primavera y monzón, y en los de invierno <u>no</u> .

Continuación..

Propagación vegetativa de: <u>Shorea leprosula</u> <u>Miq.</u> (1996).	Sistema de humedad y no húmedo.		% de enraizamiento	Porcentaje de enraizamiento obtenido en 53% y 55% en húmedo y no húmedo.
Propagación vegetativa de: <u>Milicia excelsa.</u> (1996).	(IBA)	Tallos de 6 cm.	% de enraizamiento	1) 1.6% de tratamiento en el área. 2) El (IBA) aumentó el número de raíz en un 80%.0 3) Significativo en el porcentaje de enraizamiento final (menor de 0.05 ANOVA).
Propagación vegetativa de: <u>Eucalyptus nitens.</u> (1995).	(IBA)	Tallos	% de enraizamiento.	Los cortes de 11 años el enraizamiento disminuyó 7% en Febrero y 0% en Noviembre. Los cortes de 3 años enraizaron mejor con 30 y 56% para Marzo y Septiembre.
Propagación vegetativa de: <u>Ulmus laevigata.</u> 1996.	Auxínico (IBA) (NAA)	Tallos	% de enraizamiento	El 2% de IBA y NAA aumentaron el porcentaje de enraizamiento. Los cortes de partes basales fueron tratados con 0.5% de NAA y 1% de IBA, lográndose mejor los cortes apicales.

Información Especial et. al 1998. Propagación Vegetativa. FES- Cuautitlán. UNAM

2.2.5.1. FACTORES INTERNOS

2.2.5.1.1. JUVENILIDAD.

La juvenilidad es uno de los factores internos más importantes, aun cuando los auxinas incrementen el potencial de enraizamiento de un gran número de estacas. Muchas plantas es su etapa juvenil contienen sustancias denominadas "cofactores de enraizamiento", los cuales son capaces de estimular la iniciación de raíces (Heuser, 1975).

Estacas de plántula de durazno (*Prunus persica* L.) Batsch de una edad de 23 días, enraízan mejor que cuando tienen 79 días de edad bajo condiciones de nebulización, en tres semanas y sin aplicación de auxinas ni poda de hoja (Okie, 1984). La fase juvenil en plantas de madera se caracteriza por una gran facilidad para formar raíces adventicias e incapacidad para formar flores (Zimmerman, 1972). Esta condición fisiológica juvenil permanece durante toda la vida de la planta, en el cuello del tronco (Barchertr, 1976; Heuser, 1975).

Ali y Westwood (1968), citado por Westwood (1982), señalan que los tejidos juveniles contienen más promotores de enraizamiento que los adultos. Las estacas juveniles también carecen de yemas florales, que en algunas especies inhiben el enraizamiento (Higdon y Westwood 1963), enraizaron estacas de plantulas adultas de pera del cultivar old Home, sobre sus propias raíces y sobre el portainjerto Membrillo A; además estacas de plantas juveniles del mismo cultivar sobre sus propias raíces, el mayor porcentaje y sobrevivencia fue de 91% en estacas juveniles, seguido de estacas adultas injertadas sobre Membrillo A con 62%; el mas bajo porcentaje lo obtuvieron estacas adultas sobre sus propias raíces con 42%; en los resultados presentados se considera a la juvenilidad como un factor fundamental en el enraizamiento de estacas. El hecho de que las estacas del cultivar injertado sobre membrillo A, tengan un mayor porcentaje de enraizamiento, obedece a un efecto de anillado entre la pera unión Membrillo A, lo que restringe el movimiento hacia abajo de asimilados y que es más claro en los resultados de estacas procedentes de brotes anillados con un 22% de enraizamiento y sobrevivencia de las estacas de brotes no anillados con cero porcentaje de enraizamiento.

En plantas perennes las estacas jóvenes pueden producir brotes adventicios y enraizar con facilidad. (Wolstenholme, et al., 1979), trabajando con muchas

especies, han demostrado que la habilidad para formar raíces en estacas disminuye con el aumento de la edad (desde la germinación de la semilla). No obstante, la porción más baja de una planta proveniente de semilla (la más próxima al sistema radicular), permanece juvenil, y los "brotes hidratados" y "chupones" que aparecen de ésta área retienen la capacidad para iniciar raíces, de otro modo, se dificulta el enraizamiento de plantas.

En plantas que enraízan con dificultad, la edad de la planta madre de donde se toma el material puede ser un factor muy importante para el enraizamiento, es decir tanto en las estacas de tallo como en las de raíz tomadas de plántulas jóvenes en su fase de crecimiento juvenil enraízan con mayor dificultad que aquellas tomadas de plantas más viejas en fase de crecimiento adulto, (Calderón, 1988; Hartmann y Kester, 1975).

Se registró que las variedades resistentes a heladas tienen un alto contenido de azúcares en las ramas y yemas; en la variedad susceptible a helada el contenido de azúcares es bajo especialmente en la corteza, encontró relación con disturbios en la dormancia y un incremento en la respiración. Los carbohidratos se acumulan, la presión osmótica aumenta, las paredes de las células engruesan y los brotes se vuelven más rígidos, el porcentaje de agua tiende a decrecer y la actividad celular de los meristemos disminuye.

Se menciona que cualquier factor que incrementa la madurez de los tejidos aumenta normalmente la resistencia al frío y los factores que retrasan la madurez como: exceso de nitrógeno, aplicación de nitrógeno, riesgo y laboreo tardíos, defoliación precoz, cosecha excesiva y poda precoz, incrementan los daños por congelación (Westwood, 1982).

Por otro lado, las temperaturas altas pueden resultar benéficas. Calderón (1977), señaló que cuanto más altas sean las temperaturas medias después de reposo, mayor precocidad habrá en la floración, y que en las primaveras frescas dan lugar a floraciones tardías y prolongadas.

Se encontró que el manzano tiene desarrollo vegetativo óptimo y buena fructificación con temperaturas medias del mes de julio, del orden de 17.0 a 26.8 ° C. Se indica que las estacas de nudo de duraznos "Reliance" y "Redhaven" colectados el 10. de mayo enraizaron exitosamente durante dos semanas con aplicaciones de AI B.

Al momento del corte, se deben considerar la condición fisiológica de la planta madre, Guenkov (1976), afirma que para la formación de los órganos y la realización normal de todos los procesos biológicos o fisiológicos para crecer y desarrollarse, las plantas no deben sufrir escasez alguna de sustancias nutritivas, Hartmann y Kester (1981), menciona que se deben seleccionar regiones de las ramas que tengan un alto contenido de carbohidratos pero citan que esto no implica que éste asociado con la facilidad de enraíce.

2.2.5.2.2. ÉPOCA DE COLECTA.

Hartmann y Kester (1975) indican que la época del año en que se colecten las estacas puede, en algunos casos, ejercer una influencia en el enraizamiento de las mismas y puede proporcionar la clave para un enraizamiento exitoso. Al proporcionar especies deciduas, las estacas de madera dura pueden tomarse en la estación de reposo teniendo así una mayor probabilidad de éxito en el enraizamiento.

Desde poco antes de la caída de hojas en el otoño hasta el inicio del desarrollo de yemas en primavera. La explicación a que se debe, es que las estacas que se colectaron en la época de reposo dan más éxito.

Esto es debido durante el reposo o la latencia el metabolismo fisiológico esta muy disminuido y el crecimiento esta detenido por lo que hay suficientes materiales nutritivos, tales como materiales de reserva, azúcares, así como también hormonas del crecimiento, como las auxinas, giberelinas y citocianinas, que estarían a disposición de la estaca para enraizamiento. Por otra parte las estacas de madera semidura o aquellas de madera suave con hojas, pueden prepararse durante la estación de crecimiento usando maderas suculentas o parcialmente maduras en la estación de crecimiento, debido a que las hojas que contiene presentan la capacidad fotosintética que facilita la producción de los nutrientes requeridos para sostener el crecimiento y dar lugar al enraizamiento (Hartmann y Kester, 1975).

Las especies siempre verdes, tanto de hoja ancha como de hoja angosta, tienen durante el año uno o más periodos de crecimiento y se obtienen estacas en diversas épocas relacionadas con esas temporadas de desarrollo. Algunas especies como el trueno, se pueden hacer que enraícen con facilidad, con estacas tomadas en cualquier época del año. (Hartmann H.T. Brooks, 1958)

En otras, como el olivo, se pueden obtener bajo niebla, un excelente enraíce de estacas con hojas a fines de la primavera o a principios del verano, mientras el enraizamiento baja casi a cero cuando se toman similares a mitad del Invierno. Las estacas de madera suave de especies deciduas tomadas en la Primavera o Verano, tienden a enraizar con facilidad que las estacas de madera dura tomadas en Invierno. Las estacas de madera dura de especies deciduas se pueden hacer en cualquier época, desde poco antes de la caída de las hojas en otoño hasta el inicio del desarrollo de las yemas en primavera. En especies de enraíce fácil, influye poco la época en que se tomen las estacas durante la estación de reposo. Las yemas en desarrollo rápido a veces tienden a promover la formación de raíces, mientras que las yemas en "periodo de reposo" pueden inhibir su desarrollo. Cuando las estacas de madera dura de especies deciduas se toman y se plantan en el vivero al inicio de la primavera, después que el periodo de reposo de las yemas se ha interrumpido por las heladas de Invierno, a veces se tiene un fracaso completo, ya que las yemas se abren con rapidez al llegar a los días calientes. (Hartmann y Kester, 1975).

Los carbohidratos se acumulan, la presión osmótica aumenta, las paredes de las células engruesan y los brotes se vuelven más rígidos, el porcentaje de agua tiende a decrecer y la actividad celular de los meristemos disminuye.

Se señaló que cualquier factor que incrementa la madurez de los tejidos aumenta normalmente la resistencia al frío y los factores que retrasan la madurez como: exceso de Nitrógeno, aplicación otoñal de Nitrógeno, riego y laboreo tardíos, defoliación precoz y cosecha excesiva.

2.2.5.1.3. TIPO DE ESTACA

Al igual que en la mayoría de los factores que afectan el enraíce de las estacas, es imposible definir el tipo de material que sea mejor para todas las plantas, recomendándose para algunas plantas leñosas, hacer estacas de madera dura cortando ramas largas y obteniéndose de cuatro a ocho estacas de cada una.

La composición química de las estacas se presenta con variaciones diferentes de la base a la punta, observándose variación en la producción de raíces y en muchos casos el mayor porcentaje de enraizamiento se obtiene en estacas

procedentes de la porción basal de la rama, dependiendo de la estación del año en donde es colectada. (Juscafresa, 1983).

Se puede tener una diversidad de tipos de material para estacas como las perennes leñosas, ya que hay mayor probabilidad de tener éxito en ramas terminales muy suculentas de crecimiento del año, hasta las estacas de madera dura de varios años de edad (Juscafresa, 1983).

Se observó en estacas de Ginkgo biloba L. que no es necesario la elección de una porción específica de la estaca en la rama (basal, media o apical) ya que se logró un enraizamiento sin que dicho factor influya, a partir del primer mes de tratamiento (Valdéz, 1984).

2.2.5.1.4. ESTADO DE NUTRIMENTO

La nutrición de la planta madre puede ejercer una fuerte influencia en el desarrollo de las raíces y tallos de la estaca. Este efecto puede estar relacionado con el estado fisiológico de la planta y puede asociarse con ciertas relaciones Carbono -Nitrógeno (Hartmann y Kester, 1989).

Se ha encontrado durante el estado nutricional de la planta la presencia de un importante factor que induce a los tallos a que puedan formar raíces. Niveles altos de glucosa fortalecen el desarrollo de las raíces y a niveles altos de Nitrógeno afectan el número de raíces que se forman. Por lo tanto a niveles bajos de Nitrógeno, determinan un incremento en el número de raíces producidas (Janick, 1979).

Entre los factores endógenos considerados más importantes para la emisión de raíces adventicias en las estacas, es la nutrición de la planta madre. En esta debe existir equilibrio en el contenido de Carbohidratos con relación al Nitrógeno, puesto que tallos verdes y suculentos pobres en Carbohidratos y ricos en Nitrógeno se pudren sin producir raíces, de modo que el estado nutricional de los retoños ejerce una influencia definitiva para el éxito del enraizado en las estacas a experimentar. (Hartmann 1988, Pearse 1943).

La planta madre manejada en condiciones de nutrición completa proporciona gran número de raíces en las estacas, comparadas con los que tienen deficiencia de Fósforo, Potasio, Magnesio y Calcio, elementos vitales que

permiten la sobrevivencia siendo de gran importancia para el enraizamiento de estacas en diversas especies (Hartmann 1988; Pearse 1943).

El contenido vitamínico de su pulpa se encuentran las vitaminas B1, B2, Niacina, B6, Vitamina A y Ácido Máfico. También es considerado como alimento preventivo de deficiencias y se le atribuyen propiedades diuréticas y antidiarréicas, se puede consumir en fresco, jugos, conservas, mermeladas, sidras y otros derivados. (Souty, 1965).

2.2.5.1.5. PRESENCIA DE HOJAS Y YEMAS.

No es necesario eliminar las hojas en las estacas ya que tienen una polaridad con las raíces y aunque la presencia de éstas en las estacas es un fuerte estímulo para la iniciación de estas, y para la realización de la actividad fotosintética que elabora los carbohidratos necesarios para el desarrollo de la planta, la presencia de hojas y yemas en las estacas ofrecen efectos estimuladores que se deben principalmente a la producción de la sustancia natural llamada auxina. Estos órganos tienen un papel importante como fuente productora de esta sustancia; la pérdida de agua a través de las hojas puede reducir el contenido de la misma en las estacas hasta un nivel que le provocaría la muerte, (Hartmann y Kester 1975 y Grajales 1985).

Went (1929), determinó que para el chícharo es significativo para la formación de raíces; que las estacas presentaran cuando menos una yema, ya que sin estos órganos no formaría raíces aún aplicando auxinas, (Sanchs, 1882 citado por Garrido 1978).

En Arándano Azul (*Vaccinium atrococcum*) las estacas de madera con yemas florales no enraízan tan bien como aquellos obtenidos con yemas foliares (O'Rouke, 1940). La remoción de las yemas florales antes de colocarlas a enraizar no aumentó el porcentaje de enraíce, por lo tanto, no es la presencia de yemas florales la responsable, sino una condición fisiológica o anatómica previa relacionada con la presencia de yemas florales (Hartmann y Kester, 1975).

En la fruticultura es común el uso de estacas originadas de ramas en crecimiento, suculentas, en actividad fisiológica y con brotes verdes y hojas

(contienen de 3 a 4 yemas y hojas) .Este tipo de estacas son usadas tanto en especies caducifolias y perennifolias de difícil enraizamiento.

Se estuvo experimentando con estacas de Zarzamora var. Thornfree, se obtuvo un enraizamiento máximo 95.3% en estacas con 5 yemas y un bajo porcentaje 14.5% con una sola yema esto indica que se debe tener máximo 5. (Rosati y Faedi, 1977).

2.2.5.2. FACTORES EXTERNOS.

2.2.5.2.1 TEMPERATURA.

Para tener éxito en lograr el enraizamiento de estacas con hojas, las condiciones ambientales requeridas son: temperaturas adecuadas de 18° a 27° C. Temperaturas diurnas del aire de 21° a 27° C y nocturno 15° C permitiendo un buen enraizamiento de estacas que a temperaturas más bajas. Las temperaturas del aire excesivamente elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con relación a las raíces y presentándose pérdidas de agua por las hojas.

Es importante el papel de la temperatura y el tiempo que se debe mantener ésta, dependiendo de la época de corte, no sólo para obtener un buen enraizamiento, sino también para un buen establecimiento de las estacas ya enraizadas (Garrido, 1978).

Se afirma que para la regeneración de raíz en el crecimiento de los renuevos de "tulipero" (*Liriodendron tulipifera* L.) se incrementa con la temperatura de 10 a 21° C combinados con auxinas en cualquier tipo de suelo. Cuando el aire y la temperatura se enfriaron de 15.5 a 21° C y cuando la temperatura del aire se mantuvo a 21° C, la del suelo varió de 10 a 21° C, la regeneración de la raíz, el crecimiento del vástago, la temperatura del suelo incrementada y el AI B realizan un enraizamiento exitoso.

Para un desarrollo exitoso de raíces en las varetas, la temperatura del sustrato se debe conservar a una temperatura de 21 a 27° C durante la noche (Hartmann y Kester, 1981).

Se encontró que el manzano tiene desarrollo vegetativo óptimo y buena fructificación con temperaturas medias del mes de julio, del orden de 17.0 a 26.8° C.

2.2.5.2.2. RADIACIÓN SOLAR.

Uno de los factores que tiene un papel importante para la obtención de resultados en el enraizamiento de estacas es la luz. En todos los tipos de crecimiento vegetal es de importancia primaria, ya que la energía radiante de la luz solar es la fuente de energía para el proceso fotosintético en la iniciación y el crecimiento de las raíces, la intensidad y la duración de la luz deben ser lo suficientemente amplias para tener una gran acumulación de carbohidratos para la realización de la respiración. (Hartmann y Kester, 1981).

Las estacas de madera dura sin hojas, van a depender de los carbohidratos almacenados, al no haber presencia de luz en el tallo y en la región de formación de las raíces, conduce a la iniciación de ellas, considerando que días de iluminación continua será más efectiva que en los días cortos.

Al ser sometido el tejido de tallo a completa oscuridad, se favorecerá la iniciación de raíces adventicias, usándose en especies de difícil enraizamiento. El mecanismo de la etiolación no es claro en la promoción del enraizamiento, aunque puede considerarse a la fotoinactivación de uno o más factores naturales del enraizamiento en el tejido, del tallo (Hartmann, et al., 1981).

La utilización de insumos (fertilizantes, pesticidas y reguladores de crecimiento) permite elevar la productividad de huertos frutícolas. El aprovechamiento de la energía solar para la elaboración de fotosintatos, así como la precocidad en las cosechas, se ha aprobado con durazno y manzano, (Emerson et al., Hudson et al., 1974).

2.2.5.2.3. RELACIÓN DE AGUA.

Las dimensiones del depósito de reserva disponible para la planta se determina, en su mayor parte, por el tipo de raíz. Su distribución indica la forma de extraer la humedad; la mayoría de las plantas tiene una gran superficie de absorción en su raíz. Cerca del extremo en crecimiento de raíz o raicilla existen muchos pelos que están en contacto directo con las partículas del suelo

y con los espacios de aire donde obtienen oxígeno. Mediante la fuerza osmótica y otras, los pelos de su raíz extraen la humedad de la película acuosa que envuelve cada partícula del suelo. (Servicios de Conservación de Suelos Departamento de Agricultura de los E.U.A., 1983).

Existen dos fenómenos que explican cómo la planta obtiene la enorme cantidad de agua que consume y transpira: primero por el movimiento capilar del agua hacia la raíz de la planta, y el segundo por el crecimiento de las raíces en la tierra húmeda. (Servicios de conservación de suelos Departamento de Agricultura de los E.U.A., 1983)

En especies de enraizado lento, se debe controlar la transpiración de las hojas hasta la formación de raíces por ello la presión del vapor de agua de la atmósfera que la rodea se debe mantener igual a la presión del agua que existe en los espacios intercelulares de la hoja para que el experimento tenga éxito. (Calderón A., E. 1985).

El agua en la célula vegetal llega a alcanzar hasta 95% del peso total del citoplasma, el cual al deshidratarse deja de ser activo debido a que la mayoría de las macromoléculas (carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos), están hidratados en su estado natural y con la deshidratación pierden sus propiedades físico químicas (Grajales, et al., 1986).

El movimiento del agua en la planta constituye el medio de transporte que permite circular de sustancias nutritivas disueltas en el xilema y floema; mediante trazadores radioactivos se ha comprobado que el flujo de agua es bidireccional, lo que hace suponer que la transpiración no es esencial para el transporte de minerales hacia las hojas, pero puede ayudar a la absorción y transporte de los mismos (Grajales, et al., 1986).

Los invernaderos y otras estructuras cerradas, permiten que la humedad sea aprovechada, ya que se aumenta el contenido de vapor de agua.

Las investigaciones han mostrado que es posible permitir que la temperatura del invernadero aumente unos pocos grados antes de que los ventiladores sean abiertos suponiendo que se mantenga de 500 a 1200 ppm de dióxido de carbono en el aire. El cierre de los ventiladores a mayores temperaturas para

conservar el calor, también puede llevar a problemas de enfermedades por hongos (Raymond, F. citado por Roy and Larzon, 1988).

En adición el agua y minerales absorbidos del suelo y a los carbohidratos producidos fotosintéticamente, la planta requiere de otros compuestos orgánicos incluyendo a las fitohormonas, que son sustancias sintetizadas en pequeñas cantidades en una parte del organismo y transportadas a otra parte de este, produciendo alguna respuesta fisiológica, funcionando como un "mensajero químico" y regulando su desarrollo, los grupos más importantes son las auxinas, giberelinas, citoaninas, ácido abscísico y etileno (Galveston, 1980).

2.2.5.2.4. MEDIO DE ENRAIZAMIENTO.

Los factores ambientales juegan un papel muy importante en el enraizamiento de estacas dando buenos resultados, la temperatura en las camas de enraizamiento debe oscilar entre 20° y 27° C con una diferencia de 2° a 3°C, con relación a la atmósfera, permitiendo la división celular en la parte basal, y reducir el consumo energético en la parte apical (Pérez, 1982). Se ha reportado que en estacas suaves con hojas, la temperatura del sustrato debe ser de 23 a 27°C y de 21°C en la parte aérea (González, 1983).

De acuerdo con Maldonado (1986), existen tres funciones en el medio de enraizamiento que son:

- a) Mantener la estaca en su lugar en el periodo de enraizado
- b) Que tenga humedad la estaca
- c) Que la base tenga suficiente aireación y una alta capacidad para retención de agua en el sustrato, además de un buen drenaje.

2.2.5.2.5. REGULADORES DE CRECIMIENTO.

Las auxinas son reguladores del crecimiento, que poseen la propiedad particular de estimular la pared celular acompañada de entrada de agua a la célula, y como consecuencia de ello inducen alargamiento celular, Sivori, *et al.*, (1980), (citado por Suárez 1986).

También se consideran como fitohormonas como el caso de los ácidos indolpropiónico, indolbutírico, naftalenacético, 2, 4-diclorofenoxiacético, (Grajales, 1985; Leszek, 1989).

Las concentraciones altas (más de 10,000 ppm) de reguladores del crecimiento auxínico, puede originar anomalías en las raíces y necrosis en los tejidos. Las auxinas en altas concentraciones atrofia a las raíces adventicias que probablemente sirva como herbicida y además uno de los mejores estimuladores de enraizamiento es la auxina AIB (ácido indolbutírico) con actividad débil de tal manera que los sistemas de enzimas destructores de auxinas son lentos, (Weaver 1985; Hartan, 1988).

El AIB es más estable y poco soluble quedando más tiempo en el punto de aplicación, es decir, pasa lentamente en los diferentes tejidos de la planta. El AIB y el ANA son más efectivos en la inducción de raíces que AIA, Weber (1985), Leszek (1989), Beauliev (1973).

El AIB produce raíces fuertes y fibrosas y el ANA (ácido naftalenacético) posee las mismas características que el anterior, su empleo es más delicado por su acción estimulante en la promoción de raíces y más cuando este no es la dosis óptima. Se debe de evitar las altas concentraciones de ANA para evitar daños a la planta (Hitchcock y Zimmermans, 1942).

La auxina se descubrió en la década de los 20's. Esta se presenta en cantidades tan pequeñas que es necesario aplicar métodos especiales para demostrar su presencia. (Darwin, C.R. 1880)

Los compuestos con actividad auxínica son orgánicos; todos ellos poseen hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes y algunos de ellos contienen, además, nitrógeno y cloro; algunos tienen estructuras simples, pero la mayoría son complejas. (Weaver, 1984).

En las figuras 1,2 y 3 se proporcionan las fórmulas estructurales, nombres y abreviaturas de algunas auxinas y precursores auxínicos, donde estas tres están consideradas como compuestos que tienen actividad auxínica siendo orgánicos (auxinas naturales); todos ellos poseen hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes y algunos de ellos contienen, además,

nitrógeno y cloro; algunos tienen estructura simple, pero la mayoría son complejos.

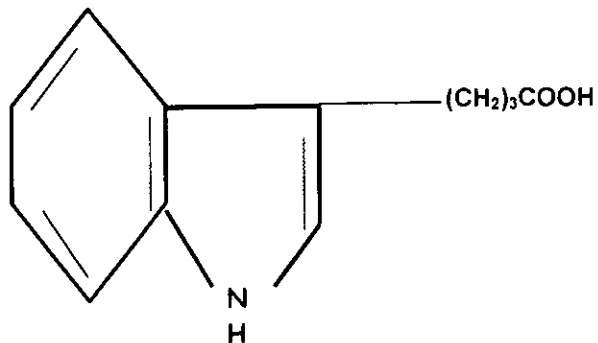


Figura 1. Acido Indolbutírico (IBA)

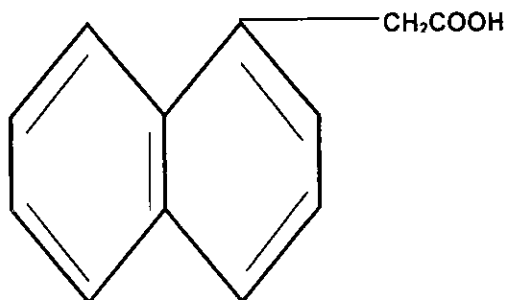


Figura 2. Acido α -naftalenacético (NAA)

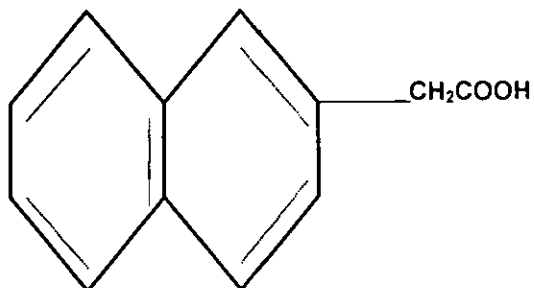


Figura 3. Acido β -naftalenacético

En los tejidos vegetales existen solo cantidades muy pequeñas de hormonas. Las auxinas tienen la capacidad de incrementar el índice de prolongación de las células de los coleótilos y tallos, influyen también en otros procesos fisiológicos, como en el desarrollo de los frutos y la formación de raíces.

Una concentración baja de auxinas estimula la prolongación de las células y si es extremadamente alta puede provocar inhibiciones. No obstante, la cantidad de auxinas obtenidas de extractos de plantas, no es por lo general bastante grande para provocar la inhibición. Las auxinas presentan características pronunciadas de transporte polar por el interior de las plantas. Al realizarse los primeros experimentos en la aplicación de las auxinas a un lado de un coleótilo decapitado, éstas presentaron una reacción hacia abajo y produjeron la dilatación celular, ocasionando que el coleótilo se doblara. Esto motivó a realizar pruebas de curvatura del coleótilo de avena, para determinar las auxinas. La prueba de curvatura consiste en realizar en un cuarto oscuro, a temperatura controlada, a fin de que el material de la planta no sufra curvaturas fototrópicas durante el manejo. La inducción fototrópica puede evitarse haciendo pasar la luz a través de un filtro rojo anaranjado que corte las longitudes de onda menores de 550 m μ .

El órgano vegetal propio de las plantas superiores, que sirve para fijar al organismo en el suelo y para absorber de éste el agua y sales minerales conocido como raíz, no se entiende considerándose a las más jóvenes mucho más sensibles a las auxinas que los tallos o coleótilos. La prueba de formación de raíces sí que no son sensibles a los inhibidores. La inhibición del crecimiento del radical en la base fisiológica de este método de análisis, en el que frecuentemente se utilizaron raíces de maíz, pepino y berro. El crecimiento de la mayoría de las raíces se inhibe, incluso con concentraciones muy bajas de auxinas.

La determinación química de compuestos indólicos (IAA y sus derivados) producen varias reacciones químicas en las que los colores característicos indican la presencia de los compuestos indólicos en las soluciones de auxinas o los cromatogramas de papel o capa delgada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán" en un microclima que se implantó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal, ubicada en el Km 2.5 de la carretera Cuautitlán-Teoloyúcan, municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Se ubica en la longitud 99° 11' 42'' W y Latitud 19° 41' 35 N a una altura de 2252 mts. sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 14.7°C y una precipitación anual de 607mm. (Estación Meteorológica. F.E.S-C, 1997).

3.2 MATERIAL GENÉTICO.

Este material vegetal se obtuvo en los huertos familiares del poblado de Sn. Andrés Chiautla, edo. México, utilizandose la variedad Golden Delicious.

Los enraizadores comerciales en polvo utilizados para la propagación de las estacas y sus contenidos fueron los siguientes:

Radix Contiene 10.000ppm de ácido indol 3 Butírico 300ppm de ácido
10,000: Naftalen Acético y 40.000ppm N-triclorometilmercapto-
 4ciclohexen-1, 2,dicarboximida.

Raizone- Contiene 1.200ppm de ácido naftalen acético, 600ppm de ácido
Plus: indol 3 butírico; 50.000ppm de disulfuro de tetrametilfuram y
 30.000ppm de N-triclorometilmercapto-4-ciclohexen-
 1,2,dicarboximida.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial (3 x 3), con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron producto (Radix, Raizone, testigo) y tipo de vareta por la posición que ocupa en la rama (apical, medio y basal); de esta manera se obtuvieron 27 unidades experimentales de $3 \cdot 3 \cdot 3 = 27$. Las variables a determinar fueron el

diámetro del extremo inferior de la estaca, longitud de raíces y número de hojas.

El análisis estadístico permite determinar si hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, para cada factor, donde se realizó un análisis de varianza en las tres variables evaluadas; posteriormente se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (0.10, 0.05 y 0.01) para determinar diferencias entre cada una de las medias de los tratamientos aplicados.

CUADRO 2. DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS.

	1 media testigo
27 media Radix	2 apical Raizone
26 basal testigo	3 basal Radix
25 media Raizone	4 apical Raizone
24 apical Radix	5 media Radix
23 media testigo	6 apical testigo
22 media Raizone	7 media testigo
21 apical testigo	8 basal Radix
20 basal Raizone	9 apical testigo
19 basal Radix	10 basal Raizone
18 basal testigo	11 apical Raizone
17 apical Radix	12 media Radix
16 basal testigo	13 basal Raizone
15 apical Radix	14 media Raizone

Los nueve tratamientos empleados fueron los siguientes:

1) Apical; testigo	6) Media; tratado con Radix.
2) Apical; tratado con Raizone.	7) Basal; testigo
3) Apical; tratado con Radix.	8) Basal; tratado con Raizone.
4) Media; testigo	Basal; tratado con Radix.
5) Media; tratado con Raizone.	

3.4. FECHA DE CORTE Y ENRAIZAMIENTO DE LAS ESTACAS.

La fecha de corte de las estacas de manzano var. Golden Delicious fue el 8 de agosto de 1998 donde se les quitaron las hojas, pero se les dejó de 3 a 4 yemas. La aplicación de los enraizadores se efectuó el 11 de agosto de 1998. Y las evaluaciones fueron en las siguientes fechas:

- 1ª Evaluación 1) 11 de agosto de 1998. (tiempo 0, t_0)
- 2ª Evaluación 2) 24 de agosto de 1998. (tiempo 1, t_1)
- 3ª Evaluación 3) 11 de septiembre de 1998. (tiempo 2, t_2)
- 4ª Evaluación 4) 26 de septiembre de 1998. (tiempo 3, t_3)

Los enraizadores comerciales utilizados en la propagación de estacas de manzano, fueron el Radix y el Raizone. Las estacas de manzano se introdujeron en la bandeja diluida en agua, donde se remojó por 5 minutos en la parte basal de cada estaca para cada tratamiento.

Antes de la aplicación de los enraizadores comerciales se efectuaron tres incisuras en el extremo inferior de la estaca para facilitar la absorción, lo cual permitió un mejor contacto con el tejido y la solución. Por lo tanto es necesario remover el exceso del ingrediente para evitar toxicidad que puede ocasionar la muerte de la estaca.

3.5 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL EXPERIMENTO.

En condiciones de microclima, se utilizó un espacio dentro del Laboratorio de Fisiología Vegetal, colocando el sustrato en bolsas de plástico color negro,

permitiendo el control de la temperatura y humedad. Los riegos se realizaron por la tarde aplicando un litro por maceta, siendo de dos a tres por semana. Para conocer la temperatura prevaeciente, se utilizó un termómetro de mano, presentando temperaturas diurnas entre 23°C a 28°C y por las mañanas de 13°C a 14°C.

En el enraizamiento de estacas, los factores ambientales tienen un papel muy importante para la obtención de resultados satisfactorios. La cama de enraizamiento varía entre 20°C a 27°C, con la diferencia de 2°C a 3°C más que de la atmósfera, con la finalidad de fomentar la división celular en la parte basal y reducir el consumo energético en la parte apical (Pérez, 1982).

3.6 SUSTRATOS.

Los sustratos mezclados utilizados y sus características son las siguientes:

Musgo canadiense: Su composición es de restos deshidratados de plantas de pantanos ácidos del género *Sphagnum* (*S. Papillosum*; *S. capillacum* y *S. palustre*). Con poco peso, respectivamente estéril, con una gran amplitud de retención de agua y un pH de alrededor de 5.5, conteniendo sustancia fungística específica. (Hartmann y Kester, 1975).

Agrolita: Su coloración es blanco grisáceo de origen volcánico, se extrae de los derrames de lava. Su peso es de 100 a 135 g/dm³. se utilizan partículas de 1.5 a 3.1 mm. La Agrolita retiene agua en proporción de 3 a 4 veces su peso, tiene un pH de 7.0 a 7.5 sin capacidad de amortiguamiento (Hartmann y Kester, 1975).

Estos dos sustratos se mezclaron en partes iguales y se depositaron en bolsas con 170 g cada uno.

3.7 APLICACION DE PRODUCTOS COMERCIALES.

Los enraizadores comerciales utilizados en la propagación de estacas de manzano, fueron el Radix y el Raizone. Para la del enraizador se preparó una

solución reguladora de enraizamiento (AIB) a 10,000ppm. Se pesaron 1000mg de cada una de las sustancias (polvo) en la balanza analítica. Posteriormente se disolvieron en 400 ml de agua para cada enraizador comercial. Antes de la aplicación de estos enraizadores se efectuaron tres cortes nuevos en la base de la estaca para facilitar la absorción. Estos se introdujeron en sus respectivas soluciones, dependiendo del sorteo, ya que de esta manera se les asignaba la solución Radix, Raizone ó testigo.

3.7. VARIABLES A EVALUAR.

3.7.1. NÚMERO DE HOJAS.

Se contó el número de hojas que presentaba cada unidad experimental, siendo visibles en las tres ultimas fechas, después de la aplicación de los enraizadores

3.7.2. LONGITUD DE RAÍCES.

El objetivo era medir las raíces, pero la presencia de estas no fue visible, solamente la manifestación de callosidad para las tres últimas de longitud de raíces. Para la medición del diámetro sin callosidad y con callosidad, utilizandose el calibrador vernier para los tipos de estacas apical, media y basal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Primera Evaluación, t_0 Diámetro inferior de la estaca (mm)

Unas de las fases iniciales en el enraizamiento de estacas, consiste en la absorción de agua por la estaca, lo que se eleva su potencial de presión al grado tal que se hincha, aumentando su diámetro y permitiendo la formación de callosidad, hasta raíz. En esta primera evaluación como fue al tiempo inicial de la exposición de los enraizadores, lo único que se observó fué los diámetros iniciales para cada estaca.

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

TABLA 1

Longitud de raíces (mm) correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las tres repeticiones: que se muestran en la tabla 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diámetro de la estaca	T. Api	T. Med	T. Bas	Rad. Api.	Rad. Med.	Rad. Bas.	Rai. Api.	Rai. Med.	Rai. Bas.
R ₁	5	8	8	5	6	8	6	9	9
R ₂	6	8	8	6	8	8	6	10	9
R ₃	6	8	6	7	8	7	6	6	7
Y ₁ totales	17	24	22	18	22	23	18	25	25
\bar{Y}_1 Medias	5.6	8	7.3	6	7.3	7.6	6	8.3	8.3

Para la tabla 1 se aprecia los primeros datos tomados al inicio del experimento. Dichos datos se obtuvieron a la medir el extremo inferior de la estaca con el calibrador vernier, donde se aprecia con mayor diámetro raizone- media, raizone- basal, siguiéndoles el testigo- media, el radix-basal, radix-media y testigo-basal hasta concluir con los nueve tratamientos. Por otra parte las estacas apicales el diámetro siempre fue menor tanto en el testigo como con los enraizadores, quizá porque ya había pasado la etapa de crecimiento y estaba en un metabolismo mas lento.

La manifestación de aumento celular en la parte del extremo inferior de la estaca y al presencia de hojas se da en (t_1, t_2, t_3), por lo que únicamente se dan valores iniciales (t_0) que a través del tiempo se obtuvieron respuestas de los enraizadores y el testigo, con el respecto a los diversos sitios de las estacas.

NOTA: Son tan pocos los datos (29), que no tiene caso efectuar el análisis estadístico por medio de microcomputadora, por lo que se hizo manualmente con calculadora de bolsillo. Ello permite también ilustrar al lector interesado la forma como se hacen los cálculos. Con el procedimiento manual, salen a relucir además, algunos detalles muy interesantes como resultado del análisis.

Ejecutando el análisis de varianza y atendiendo a un modelo estándar o clásico; es decir, sin considerar al modelo factorial, tendríamos, utilizando los datos de la tabla 1, lo siguiente:

TABLA 2

Tabla del análisis de varianza estándar o clásico (sin considerar factorial)

Diseño: Ca A.

VAR. DEP. Y: Diámetro inferior de la estaca.

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	F tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	26.08	3.26	32.6**	2.04	2.51	3.71
Error	18	1.85	0.10				
Total	26	27.93					

Como puede notar los tratamientos son altamente significativos al 1 %, lo cual es ya una ventaja saberlo. Pero como tenemos una estructura Factorial, es conveniente estudiar la variabilidad como un modelo factorial, descomponiendo la fuente de variación tratamiento en: enraizadores, estacas y la interacción (enr. * est.). Los 8 grados de libertad de tratamiento, también se descomponen, así como las columnas SC y CM.

¿Cómo calcular la suma de cuadrados de enraizadores?

¿Cómo calcular la suma de cuadrados de estacas?

¿Cómo calcular la suma de cuadrados de (Enraíz y estacas)?

Respuesta: agrupando los datos de las fuentes de variación (Enraíz y estacas), en una tabla de doble entrada, donde, una entrada corresponde a enraizadores y la otra entrada a estacas, considerando las tres repeticiones: La tabla 3, se obtiene de la tabla 1.

TABLA 3 DE DOBLE ENTRADA

Enraizadores \ Estacas	Estacas			Total de Enraizadores	Medio de Enraizadores	Media Gral.
	Api	Med	Bas			
T	17	24	22	63	21	
Rad	18	22	23	63	21	
Rai	18	25	25	68	22.6	
Total						
Media estacas	5.3	71	70	194	64.6	
Media general	17.6	23.6	23.3			M=21.5

Los cálculos correspondientes para establecer la tabla de A de V, se muestran enseguida:

La F (calculada) y la S.C. del total, se calculan con la información de la tabla 1:

$$F_c = \frac{(194)^2}{27} = 1393.92$$

$$SC_{to} = 5^2 + 6^2 + 6^2 + \dots + 9^2 + 9^2 + 7^2 = 46.8$$

Los cálculos correspondientes a SC (enraizadores), SC (estacas) y SC (interacción), se calculan de la siguiente manera, con los datos de la tabla 3, de doble entrada:

$$SC_{(\text{enraizadores})} = \frac{63^2 + 63^2 + 68^2}{9} - 1393.92 = 1.85$$

$$SC_{(\text{estacas})} = \frac{53^2 + 71^2 + 70^2}{9} - 1393.92 = 22.74$$

$$SC_{(\text{interaccion})} = \frac{17^2 + 24^2 + 22^2 + \dots + 18^2 + 25^2 + 25^2}{3} - 1393.92 - 1.85 - 22.74 = 1.49$$

$$SC_{(\text{error})} = 46.08 - 1.85 - 22.74 - 1.49 = 20.0$$

Es obvio que la $SC_{(\text{tratamiento})}$, es la siguiente:

$$SC_{(\text{trat's})} = 1.85 + 22.74 + 1.49 = 26.08$$

TABLA 4

De acuerdo con los resultados obtenidos se construye la siguiente Tabla del análisis d varianza (considerando al factorial)

Diseño Co.A

Var. Dep. Y: Diámetro inferior de la estaca

Fv	Gl	Sc	CM	Fc	F. tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat's	8	26.08					
Enraiz	2	1.85	0.92	0.83 ^{NS}	2.62	3.56	8.29
Estacas	2	22.74	11.37	10.24 ^{**}	2.62	3.56	8.29
Interacc. Enraiz-estacas	4	1.49	0.37	0.33 ^{NS}	2.29	2.93	4.58
Error	18	20.0	1.11				
Total	26	47.57					

INTERPRETACIÓN

Puede observarse en esta primera evaluación diámetro inferior de la estaca como una estructura factorial, donde no causa efectos a enraizadores ni para interacción enraizador-estaca, pero si causa efecto a estacas, donde es

altamente significativo con los valores de Ftablas, siendo lo contrario con enraizador e interacción enraizador-estaca que fue menor con relación a Ftablas al (0.10, 0.05 y 0.01). Para el caso que nos ocupa, podemos afirmar que las características de las estacas son las que más influyen en la producción de raíces, a nivel de los primeros estadios del proceso, según se aprecia en esta primera evaluación, principalmente los sitios media y basal de la estaca y con relación al producto se presenta el Raizone que permite un crecimiento mayor en la estaca que el testigo y el Radix según la gráfica 1 y la tabla 1.

TABLA DE DOBLE ENTRADA

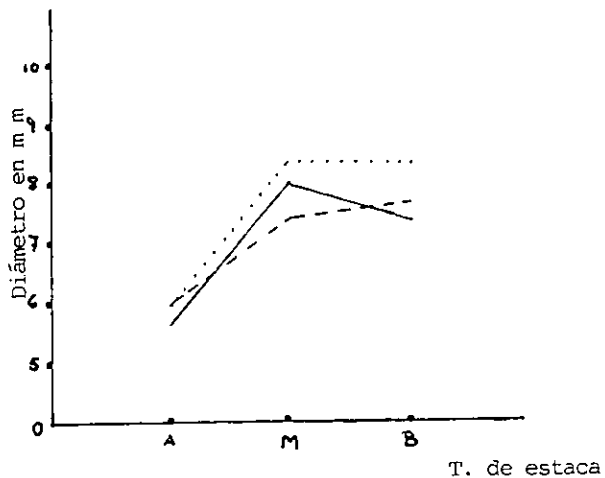
Tabla 5

Medias de cada tratamiento considerando todas las repeticiones.

Enraizadores	Estacas		
	Api	Med	Bas
Testigo	5.6	8.0	7.3
Radix	6.0	7.3	7.6
Raizone	6.0	8.3	8.3

GRAFICA 1

Testigo ———
 Radix - - - -
 Raizone



Prueba de Tukey

$$A_{n-1} = \frac{Sx}{\sqrt{r}} * g(\alpha, n-1, gl, \varepsilon) ; \text{ donde, } Sx = \sqrt{CME} = \sqrt{1.19} = 1.09$$

$$0.63 (4.96) = 3.12$$

$$A = 3.12$$

De la tabla 3 , las medias a comparar las colocamos forma ascendente: 17.6, 23.3, 23.6

Donde, 17.6, es el promedio de la parte apical de la estaca.

23.3, es el promedio de la parte basal de la estaca.

23.6, es el promedio de la parte media de la estaca.

$$23.6 - 17.6 = 6.0 > 3.12^*$$

$$23.6 - 23.3 = 0.3 < 3.12^{NS}$$

$$23.3 - 17.6 = 5.7 > 3.12^*$$

4.2. Segunda Evaluación, t_1 Diámetro Inferior de la Estaca (mm)

Para esta fecha de evaluación se esperaba observar algunas raíces, pero solo se notaron callosidades que reportan una agrupación de células recién divididas, pero aún sin diferenciarse. Por tal motivo en la tabla 6 se enlistan los valores obtenidos.

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

TABLA 6

Rendimiento correspondiente a los 9 tratamientos en cada una de las tres repeticiones:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diámetro inferior de la estaca	T, Api	T, Med	T, Bas	Rad, Api	Rad, Med	Rad, Bas	Rai, Api	Rai, Med	Rai, Bas
R ₁	5	9	8	5	7	8.5	5	9.4	9
R ₂	9	7	8	7	8.5	7.5	6	10.5	9.5
R ₃	5	8	7	7	6.5	8.2	7	6	9
Y ₁	19	24	23	19	22	24.2	18	25.9	27.5
Totales									
Y ₁ Medias	6.3	8	7.6	6.3	7.3	8.0	6	8.6	9.1

Los tratamientos Raizone-media y Raizone-basal presentaron un mayor crecimiento en comparación con el tratamiento Raizone-apical que disminuyó, aún con el mínimo producto, pero con diferente sitio como es el apical. Esto quiere decir que para la primera evaluación como para la segunda evaluación el producto que permite mejor inicio del enraizamiento y desarrollo en callosidad es el Raizone y para los sitios son la parte media y apical con relación. Con al Radix y el testigo y los diferentes sitios presentaron menor desarrollo de callosidad, lo cual para este experimento con las dosis, los diferentes sitios no son recomendables para la propagación de las estacas de manzano, ya que probablemente estos sitios presentaban una disminución de energía por la pérdida de nutrientes, ya que las estacas fueron tomadas después de la floración y fructificación.

Ejecutando el análisis de varianza atendiendo a un modelo estándar o clásico; es decir, sin considerar al modelo factorial, tendríamos, utilizando los datos de la tabla 6 lo siguiente:

TABLA 7

Tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial)

Diseño Ca A

Var. Dep. Y : Diámetro Inferior de la Estaca

FV	Gl	Sc	CM	Fc	F. tablas		
					0.10	8.05	0.01
Trat	8	29.01	3.63	10.08**	2.038	2.51	3.71
Error	18	6.44	0.36				
Total	26	35.45					

Como puede notarse, los tratamientos son altamente significativos al 1%

Como en el caso anterior, dada la estructura factorial es conveniente estudiar la variabilidad (de la variable longitud de raíces), descomponiendo la fuente de variación tratamientos en: enraizadores, estacas y en la interacción enraizadores x estacas, así como también descomponer los grados de la libertad, suma de cuadrados y cuadrados medios.

La SC (enraizadores), SC (estacas) y SC Int. (enraizadores x estacas), se calculan agrupando los datos de las dos fuentes de variación (enraizadores y estacas) en una tabla de doble entrada, como se muestra enseguida, donde una entrada corresponde a enraizadores y la otra entrada a estacas, considerando las tres repeticiones.

TABLA 8 DE DOBLE ENTRADA

Estacas enraizadores				Total de enraizadores	Medio De enraizadores	Medio General
	Api	Med	Bas			
T	19	24	23	66	22	
Rad	19	22	24.2	65.2	21.7	
Raiz	18	25.9	27.5	71.4	23.8	
Total	56	71.9	74.7	202.6	67.53	
Med. Estacas	18.6	23.96	24.9			
Media general						M= 22.51

Los cálculos correspondientes de la tabla de análisis de Varianza, se hacen en forma semejante al caso anterior, por lo que ya no se repiten aquí. Enseguida se muestra la tabla de análisis de varianza

TABLA 9

Tabla de análisis de varianza (considerando la estructura factorial)

Diseño Ca A

Var. Dep. Y: Diámetro inferior de la estaca

FV	GI	S _c	CM	F _c	F _{tablas}		
					0.10	0.05	0.01
Trat's	8	29.01					
Enraizadores	2	2.50	1.25	3.47 *	2.62	3.55	8.29
Estacas	2	22.65	11.33	31.47 **	2.62	3.55	8.29
Interacc. Enraíz - Estacas	4	3.86	0.96	2.66 *	2.29	2.93	4.58
Error	18	6.44	0.36				
Total	26	35.45					

INTERPRETACION

Puede observarse en esta segunda evaluación para diámetro inferior de la estaca, en la investigación analizada como una estructura factorial, causando efecto en enraizadores y en la interacción enraizador- estaca. Por otra parte con relación a las estacas se observa que es altamente significativo en la tabla 9, esto quiere decir que hubo mayor respuesta en las estacas comparándolas con Ftablas al (0.10, 0.05 y 0.01) , por lo que la parte de la explicación agronómica se obtiene en la grafica 2 que se forma de los datos de la tabla 6.

Interesante el resultado significativo para enraizadores, pero al 10 % (nivel de significancia aceptable) y para la interacción (enraizador x estaca), también al 10 %. Interesante porque en la primera evaluación estos dos últimos no resultan significativos, como en el caso anterior (primera evaluación), la interpretación estadística debe complementarse con la agronómica de acuerdo al problema y objetivos que se están investigando. En este caso, el factor estacas, sigue influyendo en la producción de raíces, conjuntamente con el factor enraizadores particularmente la parte media con el Raizone.

Efectivamente, en la gráfica 2 puede notarse que la parte basal de la estaca, se obtiene el mayor diámetro inferior de esta, con el producto Raizone. En la primera evaluación se obtuvo el mismo resultado.

La gráfica 2, se obtiene de la tabla 10. Para obtener la gráfica 2, es necesario de la tabla 8, la tabla 10, que no son mas que las medias o promedios de cada combinación de tratamiento, considerando las 3 repeticiones.

TABLA DE DOBLE ENTRADA

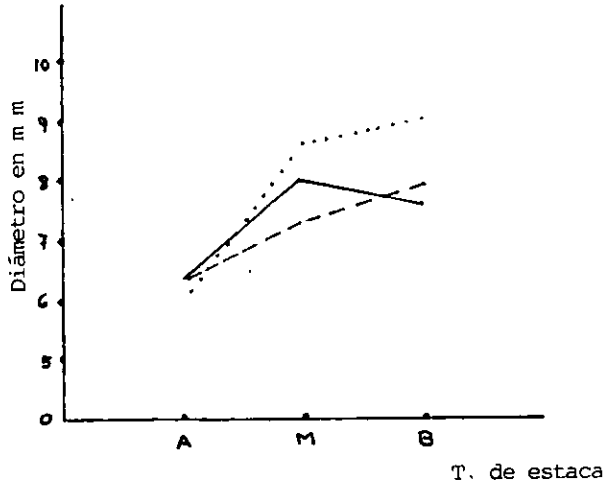
Tabla 10

Media o promedio de cada tratamiento, considerando las 3 repeticiones

Estacas \ Enraizadores	Api	Med	Bas
T	6.3	8.0	7.6
Rad	6.3	7.3	8.0
Rai	6.0	8.6	9.1

GRAFICA 2

Testigo _____
 Radix - - - - -
 Raizone



Prueba de Tukey

$$A = \frac{S_x}{-jT} \cdot * g(\alpha, n - 1, gl \varepsilon) ; \text{ donde, } S_x = \sqrt{CME} = \sqrt{0.57} = 0.75$$

Consecuentemente,
 $A = 0.43 (4.96) = 2.1$
 $A = 2.1$

De la tabla 8 , los medios a comparar, los colocamos en forma ascendente así:
 18.67 , 23.96 , 24.9

Donde 18.67, es el promedio de la parte apical de la estaca
 23.96, es el promedio de la parte media de la estaca
 24.90, es el promedio de la parte basal de la estaca

$$\begin{aligned}
 24.90 - 18.67 &= 6.3 > 2.1^* \\
 24.90 - 23.96 &= 1.0 < 2.1^{NS} \\
 23.96 - 18.67 &= 5.3 > 2.1^*
 \end{aligned}$$

4.3. Tercera Evaluación, t_2 Diámetro Inferior de la Estaca (mm)

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

Tabla 11

Rendimiento correspondiente a los 9 tratamientos en cada una de las tres repeticiones:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diámetro inferior de la estaca	T. Api	T. Med	T. Bas	Rad. Api.	Rad. Med.	Rad. Bas.	Rai. Api.	Rai. Med.	Rai. Bas.
R_1	4.5	9	7.5	8	9	8.5	4	9.5	8
R_2	7	6	7	7.5	8	7	7.5	11	8
R_3	4.5	10	7	6	6	9	8.5	9	9
Y_i totales	16	25	21.5	21.5	23	24.5	20	29.5	25
\bar{Y}_i Medias	5.3	8.3	7.1	7.1	7.6	8.1	6.6	9.8	8.3

Para la tercera evaluación diámetro inferior de la estaca se contempla en la gráfica 3 que los tratamientos Raizone-media y Raizone-basal fueron los que presentaron mayor desarrollo en callosidad, esto es, que tanto en la primera, segunda y esta tercera evaluación los sitios media y basal son considerados los mejores con el producto Raizone. Se debe tomar en cuenta también que este desarrollo se debió a los factores físicos, aunque en esta época del verano presentó días nublados, pero también debemos tomar en cuenta que en la parte apical a medida que las células de la parte alta se dividen y añaden más células nuevas a la parte alta del tallo (Ville, 1988). Esto es que el crecimiento se da de arriba hacia abajo. Por lo tanto en esta parte existe más desgaste de energía tomando en cuenta que las estacas fueron tomadas en un periodo después floración, fructificación y de la cosecha, esto quiere decir que el desgaste de energía fue mayor por el cual se cree que no hubo buenos en este sitio apical.

Ejecutando el análisis de varianza, desarrollando un modelo estándar sin considerar el modelo factorial tendríamos, la utilización de datos de la tabla 11, de lo siguiente:

Tabla 12

Tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial)

Diseño: Ca A

Var. Dep.Y: diámetro inferior de la estaca

FV	Gl	Sc	CM	Fc	F de tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	38.3	4.78	2.12 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Error	18	40.61	2.25				
Total	26	78.1					

Como pudo notarse, los tratamientos no son significativos a ningún nivel de significancia. Como tenemos una estructura factorial, es conveniente estudiar la variabilidad como un modelo factorial, descomponiendo la fuente de variación en: Enraizadores, estacas y en la interacción (enraizador x estacas), así como los 8 grados de libertad de tratamientos y columnas SC y CM.

¿Cómo se calcula la suma de cuadrados de enraizadores, suma de cuadrados de estacas y suma de cuadrados de la interacción (enraizador x estacas)?

Respuesta: agrupando los datos de las dos fuentes de variación (enraizador y estacas), en una tabla de doble entrada, donde, una entrada corresponde a enraizadores y la otra a estacas, considerando las 3 repeticiones:

TABLA 13 DE DOBLE ENTRADA

Enraizadores \ Estacas				Total de Enraizadores	Medias De Enraizadores	Media gral.
	Api	Med	Bas			
T	16	25	21.5	62.5	20.8	
Rad	21.5	23	24.5	69.0	23	
Rai	20	29.5	25	74.5	24.8	
Total	57.5	77.5	71	206	68.6	
Medias Estacas	19.6	25.8	23.6			
Media general						M=22.7

Los cálculos correspondientes a la tabla de A de V. , se hacen en forma semejante al primer caso (primera evaluación), por lo que ya no se repetirá aquí. En seguida se muestra la tabla de análisis de varianza

TABLA 14

Tabla del análisis de varianza (considerando al factorial)

Diseño Co.A.

Var. Dep. Y: Diámetro inferior de la estaca

FV	GI	SC	CM	F _c	F tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	38.3					
Enraiza	2	8.02	4	2.00 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Estacas	2	25.69	12.8	6.40*	2.62	3.55	6.01
Interacc. Enraiz-Estacas	4	4.59	1.15	0.58 ^{NS}	2.29	2.93	4.58
Error	18	36.00	2.00				
Total	26	74.30					

INTERPRETACIÓN

Puede observarse que la investigación analizada como una estructura factorial no causa efecto en enraizadores ni en interacción (enraizador x estaca); pero como en los casos anteriores, si causa efecto en las estacas. Ese efecto en las estacas, principalmente se da en la parte basal y media de las estacas, esto quiere decir que la parte apical presenta menos posibilidad de crecimiento de raíces ya que se alcanza una homogeneidad en casi todas las evaluaciones, tanto el número de hojas como en longitud de raíces. Por otra parte el producto enraizador que influyó en esta tercera evaluación fue el Raizone.

Para obtener la gráfica 3 es necesario tener de la tabla 13, la tabla 15, que son las medias de cada combinación de tratamientos, considerando todas las repeticiones

TABLA DE DOBLE ENTRADA

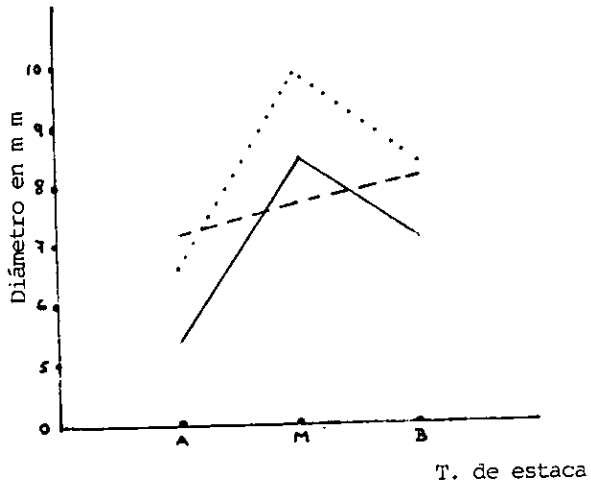
Tabla 15

Medias de cada tratamiento considerando todas las repeticiones.

Enraizador \ Estacas	Api	Med	Bas
T	5.3	8.3	7.1
Rad	7.1	7.6	8.1
Rai	6.6	9.8	8.3

GRAFICA 3

Testigo ———
 Radix - - - -
 Raizone



Prueba de Tukey

$$A_{n-1} = \frac{Sx}{r} * g(\alpha, n-1, gl, \epsilon) ; \text{ donde, } Sx = (ME) = 2.15 = 1.41$$

$$0.86 (4.96) = 4.2$$

De la tabla 13, las medias a comparar las colocaciones en forma ascendente:
 19.6, 23.6, 25.8

Donde 19.6, es el promedio de la parte apical de la estaca.
 25.8, es el promedio de la parte media de la estaca.
 23.6, es el promedio de la parte basal de la estaca.

$$25.8 - 19.6 = 6.2 > 4.2 *$$

$$25.8 - 23.6 = 2.2 < 4.2^{ns}$$

$$23.6 - 19.6 = 4.0 < 4.2^{ns}$$

4.4. Cuarta Evaluación, t_3 Diámetro Inferior de la Estaca (mm)

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

TABLA 16

Rendimiento correspondiente a los 9 tratamientos en cada una de las tres repeticiones:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diámetro inferior de la estaca	T, Api	T, Med	T, Bas	Rad, Api.	Rad, Med.	Rad, Bas.	Rai, Api.	Rai, Med.	Rai, Bas.
R ₁	4	9	7	8	9	9	4	8	8
R ₂	8	6	9	8	9	7	4	7	8
R ₃	4	9.5	6	6	6	7	4	6	7
Y _i totales	16	24.5	22	22	24	23	12	21	23
\bar{Y}_i Medias	5.3	8.1	7.3	7.3	8	7.6	4	7	7.6

En la cuarta evaluación, diámetro inferior de la estaca, de gráficas presenta una mínima diferencia entre cuatro tratamientos mas desarrollados, siendo el testigo-media, Radix-media, Radix-basal y Raizone-basal. Esto quiere decir que no hubo un producto y un sitio en particular que estuviera sobresaliendo, pero si presenta la repetición en dos tratamientos con producto Radix y con sitios de la estaca media y basal. Por otra parte en las evaluaciones anteriores a ésta, prevalecía el Raizone-basal y media como mejor producto y mejores sitios, pero si observamos, los que sobresalen es el producto Radix y repitiéndose los sitios basal y media, esto es que la parte apical, en esta época del verano no presentó un buen desarrollo en callosidad ni para los productos Radix y Raizone ni para el testigo. Esto se debe según (Ville 1988) que en la parte apical de las plantas, presenta un mayor desarrollo de callosidad donde se pierde mayor energía que es canalizada a este sitio. También se debe considerar que a la falta de hojas presenta alteraciones con la polaridad en las raíces y la presencia de órganos foliares permitirán la estimulación para la iniciación de estas y la producción de sustancias naturales llamadas auxinas. Ejecutando el análisis de varianza atendiendo a un modelo estándar o clásico es decir, sin considerar el modelo factorial, tendríamos, utilizando los datos de la tabla 16 lo siguiente:

TABLA 17

Tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial)

Diseño Ca.A

Var. Dep Y: Diámetro inferior de la estaca

FV	GL	Sc	Cm	Fc	F Tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	45.67	5.70	2.20 ^{NS}	2.62	3.55	4.58
Error	18	46.61	2.58				
Total	26	92.28					

Como en el caso anterior, tampoco hay diferencia significativa para tratamientos a ningún nivel de significancia de los tres considerados, como tenemos una estructura factorial es conveniente estudiar la variabilidad (de la variable longitud de raíces), descomponiendo la fuente de variación tratamientos en: Enraizadores, estacas y en la interacción enraizadores x estacas, así como también, los grados de libertad, suma de cuadrados y cuadros medios.

La SC de los tres: enraizadore, estacas e interacción (enraizadores x estacas), se calculan agrupando los datos de las dos fuentes de variación enraizadores y estacas en una tabla de doble entrada, donde una entrada corresponde a enraizadores y la otra entrada a estacas, considerando las tres repeticiones

TABLA 18 DE DOBLE ENTRADA

Enraizadores \ Estacas	Estacas			Total de Enraizadores	Medias De Enraizadores	Media gral.
	Api	Med	Bas			
T	16	24.5	22	62.5	20.8	
Rad	22	24	23	69.0	23	
Rai	12	21	23	56.0	18.6	
Total	50	69.5	68	187.5	62.4	
Medias Estacas	16.6	23.1	22.6			
Media general						M=20.8

Los cálculos correspondientes de la tabla del análisis de varianza, se realizan en forma similar al caso anterior por lo que en esta cuarta evaluación de longitud de raíz no aparece. Enseguida se muestra la tabla de análisis de varianza.

TABLA 19

Tabla de análisis de varianza (considerando la estructura factorial)

Diseño CaA

Var.Dep. Y : Diámetro inferior de la estaca

FV	Gl	SC	CM	F _c	F _{tablas}		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	45.67					
Enraiza	2	9.39	4.69	2.31 ^{ns}	2.62	3.55	6.01
Estacas	2	26.17	13.08	6.44*	2.62	3.55	6.01
Interacc. Enraiz- Estacas	4	10.11	2.52		2.29	2.93	4.58
Error	18	36.55	2.03				
Total	26	82.17					

INTERPRETACION

Se observa en esta cuarta evaluación, para diámetro inferior de la estaca, analizada como una estructura factorial, causando diferencia significativa al 1% y con mayor razon al 5% y 10% en las estacas, lo que indica que los sitios de las estacas que mayor influencia presentaron en el experimento de enraizamiento siendo la parte basal y media. Por otra parte los enraizamientos y la interacción enraizamiento-estaca se manifestaron no significativo con relación al 0.10, 0.05 y 0.01, ya que estos son mayores que la F_c, tanto para la interacción como para las estacas.

La gráfica 4 se obtiene de la Tabla 18 y de esta la Tabla 20, que no son mas que las medias o promedios de cada combinación de tratamientos, considerando las 3 repeticiones.

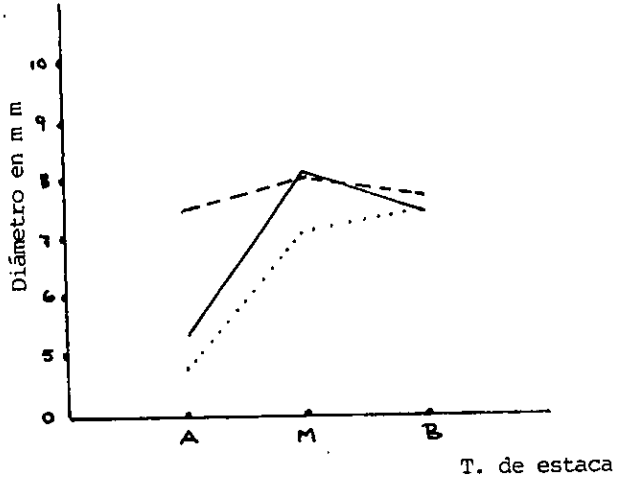
TABLA 20 DE DOBLE ENTRADA

Medias de cada tratamiento considerando todas las repeticiones:

Enraizador \ Estacas	Api	Med	Bas
T	5.3	8.1	7.3
Rad	7.3	8	7.6
Rai	4	7	7.6

GRÁFICA 4

Testigo ———
 Radix - - - -
 Raizone



Prueba de Tukey

$$A = \frac{Sx}{r} * g(\alpha, n - 1, gl, \varepsilon) ; \text{ donde, } Sx = CME = 2.58 = 1.60$$

$$0.92 (4.96) = 4.5$$

$$A = 4.5$$

De la tabla 18, los medios a compara las colocaciones en forma ascendentes:

16.6, 22.6, 23.1

Donde 16.6, es el promedio de la parte apical de la estaca

23.1, es el promedio de la parte media de la estaca.

22.6, es el promedio de la parte basal de la estaca.

$$23.1 - 16.6 = 6.5 > 4.5^*$$

$$23.1 - 22.6 = 0.5 < 4.5^{NS}$$

$$22.6 - 16.6 = 6 > 4.5^*$$

4.5. Segunda Evaluación, Número de Hojas

Nota: la primera evaluación para el número de hojas no se analizó estadísticamente porque se eliminaron las hojas que tenía la estaca tanto en la parte basal como media y apical. La razón por la cual fuera eliminada las hojas fue para promover una mejor brotación de raíces en la estaca del manzano, mediante una mejor utilización de la energía, proporcionando a la vez una mejor emergencia de hojas, que permitió una mejor evaluación para la segunda evaluación y análisis estadísticos.

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

TABLA 21

Número de hojas: Correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las tres repeticiones.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. de hojas	T, Api	T, Med	T, Bas	Rad, Api	Rad, Med	Rad, Bas	Rai, Api	Rai, Med	Rai, Bas
R ₁	7	8	4	0	0	14	12	9	0
R ₂	7	11	6	12	0	2	5	9	5
R ₃	3	9	12	0	0	4	4	7	11
Y ₁ Totales	17	28	22	12	0	20	21	25	16
Y ₁ Medias	5.6	9.3	7.3	4	0	6.6	7	8.3	5.3

En la segunda evaluación, número de hojas se observan tres tratamientos diferentes con relación a un mayor número de hojas presentes en la estaca, siendo el testigo-media, raizone-media y el Radix-basal, si recordamos la nota al principio de esta evaluación número de hojas, se dice que no se analizó estadísticamente porque se eliminaron las hojas tanto en la parte basal, media y apical, lo cual permitirá una mayor aportación de energía para la brotación de hojas y de raíces de esta segunda evaluación. Por otra parte si se observa la gráfica vemos que los mejores tratamientos fueron el testigo-media, Raizone-media y Radix-basal, esto quiere decir que los sitios mejores de estos tratamientos fueron la parte media y basal de las estacas, lo que muestra al igual en las evaluaciones anteriores en longitud de raíces. Por otra parte se observa en la gráfica la falta de desarrollo foliar en uno de los tratamientos Radix-media a consecuencia de la variación de factor físico como la

excesividad de humedad y la poca presencia de luminosidad para la realización del fenómeno de evaporación, por lo tanto, para un buen desarrollo de hojas y raíces, el factor físico óptimo en relación a temperatura debe ser de 18°C a 27°C que a temperaturas bajas, esto es que por la variación de luminosidad a consecuencia de excesiva nubosidad se presentó enfermedades fungosas dentro del microclima ocasionando pudrición en algunos tratamientos como lo es en este análisis de este último tratamiento.

Ejecutando el análisis de varianza atendiendo a un modelo estándar a clásico; es decir, sin considerar al modelo factorial, tendríamos, utilizando los datos de la tabla 21, lo siguiente:

TABLA 22

Tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial)

Diseño CoA

Var. Dep. Y: NÚMERO DE HOJAS

FV	Gl	Sc	CM	Fc	F. tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	181	22.6	1.23 ^{NS}	2.04	2.51	3.71
Error	18	330	18.3				
Total	26	713.2					

Como se puede notar los tratamientos son no significativos al 1%. Pero, como tenemos una estructura factorial, es conveniente estudiar la variabilidad como un modelo factorial, descomponiendo la fuente de variación tratamientos en: enraizadores, estacas y en la interacción (enraizador. x estacas). Los 8 grados de libertad de tratamientos, también se descomponen, así como las columnas SC y CM.

La suma de cuadrados de enraizadores, suma de cuadrados de estacas y suma de cuadrados de interacción (enraizador x estacas), se calcula como en el primer caso.

Se agrupan los datos de la fuente de variación enraizador x estacas, en una tabla de doble entrada donde, una de ellas corresponde a enraizadores y la otra a estacas, tomando en cuenta las 3 repeticiones.

TABLA 23 DE DOBLE ENTRADA

Enraizadores \ estacas	estacas			Total de enraizadores	Medias de Enraizadores	Media General
	Api	Med	Bas			
T	17	28	22	67	22.3	
Rad	12	0	20	32	10.6	
Raiz	21	25	16	62	20.6	
Total	50	53	58	161	53.5	
Med. Estacas	16.6	17.6	19.3			
Media general						M=17.8

Los cálculos de la tabla de análisis de varianza, se hacen en forma semejante en el caso de la primera evaluación de longitud de raíces, por lo que no se incluirán en esta segunda evaluación del número de hojas.

TABLA 24

Tabla de análisis de varianza (considerando la estructura factorial)

Diseño CaA

Var. Dep. Y: Número de hojas

FV	GI	S _c	CM	F _c	F _{tablas}		
					0.10	0.05	0.01
Trat's	8	181					
Enraizadores	8	79.6	39.8	2.17 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Estacas	2	3.6	1.8	0.09 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Interacc. Enraíz - Estacas	4	97.8	24.4	1.3 ^{NS}	2.29	2.93	4.58
Error	18	330	18.3				
Total	26	713.2					

INTERPRETACIÓN

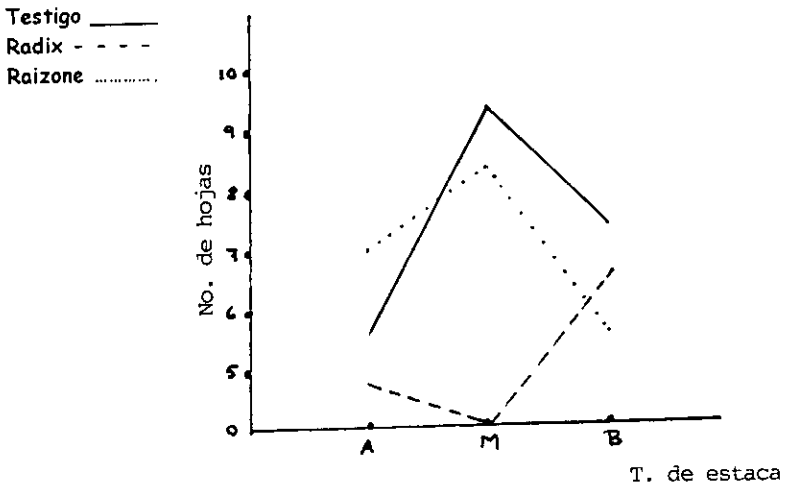
Se observa que la investigación analizada con una estructura factorial, no causa efecto de enraizadores, ni para estacas, ni para interacción de enraizadores-estacas al (0.10, 0.05 y 0.01). Por lo que esta evaluación número de hojas los sitios que prevalecieron con mayor desarrollo fueron la parte media y basal. Con relación al producto Raizone y Radix aunque no fueron significativos, esto es que no superaron el objetivo planteado en la brotación de raíces.

TABLA 25 DE DOBLE ENTRADA

Medias de cada tratamiento considerando todas las repeticiones

Estacas \ Enraizadores	Api	Med	Bas
T	5.6	9.3	7.3
Rad	4	0	6.6
Rai	7	8.3	5.3

GRÁFICA 5



4.6. Tercera Evaluación, Número de Hojas

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

TABLA 26

Número de hojas correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las tres repeticiones.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. de hojas	T, Api	T, Med	T, Bas	Rad, Api	Rad, Med	Rad, Bas	Rai, Api	Rai, Med	Rai, Bas
R ₁	9	11	0	4	0	13	6	10	0
R ₂	9	9	4	15	3	7	8	11	3
R ₃	1	7	10	12	0	7	11	11	13
Y ₁	19	27	14	31	3	27	25	32	16
Totales									
Y ₁	6.3	9	4.6	10.3	1	9	8.3	10.6	5.3
Medias									

Esta tercera evaluación, número de hojas se observa dos tratamientos, que tuvieron un buen desarrollo como el Raizone-media y testigo-media, esto indica que el producto Raizone esta considerado como el mejor producto ya que ha predominado en todas las evaluaciones tanto para longitud de raíces y número de hojas, por otra parte el sitio de la estaca que también predomina en todas y en esta evaluación, es la parte media de la estaca. Ahora en estos tratamientos el crecimiento de hojas fue significativo ya que para este sitio el crecimiento de hojas fue abundante lo que ocasiona que se activara el proceso fotosintético que permite la elaboración de carbohidratos y también la estimulación de sustancias naturales llamadas anixinas, también el intercambio de gases, oxígeno, bióxido de carbono y vapor de agua (Ville, 1988). Por otra parte se presentó una disminución de hojas en uno de los tratamientos como el Radix-media por problemas de enfermedades fangosas ocasionando que los hidratos de carbono sintetizado sirvan de nutrición a los hongos que no pudieron ellos realizar.

Ejecutando el análisis de varianza atendiendo a un modelo estándar a clásico; es decir, sin considerar al modelo factorial, tendríamos, utilizando los datos de la tabla 26, lo siguiente.

TABLA 27

Tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial)

Diseño CoA

Var. Dep. Y: Número de hojas.

FV	Gl	Sc	CM	Fc	F. tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	236.1	29.5	1.7 ^{NS}	2.04	2.51	3.71
Error	18	302	16.7				
Total	26	538.1					

Como puede notarse los tratamientos no son significativos ni al 10%. Pero, como tenemos una estructura factorial, es conveniente estudiar la variabilidad como un modelo factorial, descomponiendo la fuente de variación tratamientos en: enraizadores, estacas y en la interacción (enra. x estacas).

Los 8 grados de libertad de tratamiento, también se descomponen, así como las columnas SC y CM. La forma de cálculo en suma de cuadrados de enraizadores, suma de cuadrados de estacas y suma de cuadrados de la interacción (enraizador x estacas), se obtienen agrupando los datos de las dos fuentes de variación enraizadores y estaca, en una tabla de doble entrada, donde una entrada corresponde a enraizadores y la otra entrada a estacas, considerando las 3 repeticiones.

TABLA 28 DE DOBLE ENTRADA

Enraizadores \ Estacas	Estacas			Total de Enraizadores	Medio de enraizadores	Media General
	Api	Med	Bas			
T	19	27	14	60	20	
Rad	31	3	27	61	20.3	
Rai	25	32	16	73	24.3	
Total	75	62	57	194	64.6	
Med. Estacas	25	20.6	19			
Media general						M=21.5

Los cálculos correspondientes de la tabla de análisis de varianza, se realizarán en forma similar como en el caso de la primera evaluación diámetro inferior de la estaca. Por lo tanto ya no se repetirá en esta tercera evaluación número de hojas.

TABLA 29

Tabla de análisis de varianza (considerando la estructura factorial)

Diseño CoA

Var. Dep. Y: Número de hojas

FV	Gl	S _c	CM	F _c	F _{tablas}		
					0.10	0.05	0.01
Trat's	8	236.1					
Enraizadores	2	11.6	5.8	0.34 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Estacas	2	19.2	9.6	0.57 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Interacción Enraíz - Estacas	4	205.3	51.3	3.07*	2.29	2.93	4.58
Error	18	302.0	16.7				
Total	26	538.1					

INTERPRETACIÓN

Al haberse analizado los resultados que se presentan en la tabla 29 como una estructura factorial, la cual no causó efecto en enraizadores ni para estacas con relación a la Ftablas al (0.10,0.05 y 0.01), esto quiere decir que la Ftablas fue mayor que la frecuencia calculada, por lo que el enraizador que mejor se comporto fue el Raizone aunque solamente desarrollo callosidad y no raíces ni hojas abundantes, por lo que se muestra en la tabla anterior no significativo para el producto. Por otro lado, el sitio que predominó es la parte media de la estaca, por lo que indica en la tabla de análisis de varianza no fue suficiente al no haber respuesta con los otros dos sitios, por lo que fue no significativo tanto para producto y para sitio, lo que muestra que solamente interacción enraizador-estaca que fue mayor en comparación al (0.10,0.05 y 0.01).

Para obtener la gráfica 6, es necesario obtener de la tabla 28, la tabla 30 que son las medias de cada combinación de tratamientos, considerando todas las repeticiones

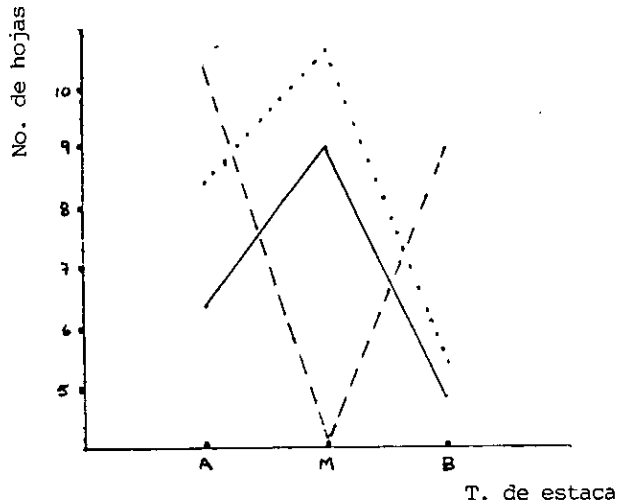
TABLA 30 DE DOBLE ENTRADA

Media de cada tratamiento considerando todas las repeticiones.

Enraizadores \ Estacas		Api	Med	Bas
		T	6.3	9
Rad	10.3	1	9	
Rai	8.3	10.6	5.3	

GRÁFICA 6

Testigo ———
 Radix - - - -
 Raizone



4.7. Cuarta Evaluación, Número de Hojas

Estructura o arreglo factorial (9 tratamientos)

Tabla 31

Número de hojas correspondiente a cada uno de los 9 tratamientos de cada una de las tres repeticiones:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. de hojas	T, Api	T, Med	T, Bas	Rad, Api	Rad, Med	Rad, Bas	Rai, Api	Rai, Med	Rai, Bas
R ₁	9	11	0	4	0	4	4	10	0
R ₂	9	9	4	11	4	7	10	11	3
R ₃	3	7	15	0	0	18	11	11	13
Y ₁	21	27	19	15	4	29	25	32	16
Totales									
Y ₁ Medias	7	9	6.3	5	1.3	9.6	8.3	10.6	5.3

Para la cuarta evaluación, número de hoja se contempla en la gráfica 7, dos tratamientos que sobresalen siendo el testigo-media, Raizone-media, esto indica que el mejor sitio de la estaca es la parte media, y el producto el Raizone, aunque existe una disminución en este mismo sitio pero con el producto Radix, esta disminución fue ocasionada por problemas de hongos endoparásitos, que se desarrolla en el interior de las células del vegetal parasitado, donde se desarrolla su micelio (Salvat 1978). La penetración pudo tener lugar a las incisuras y corte en la base de la estaca, ya que en el interior del laboratorio se tienen experimentos de propagación y de otros con diversas especies de plantas. Por otra parte el desarrollo de las hojas en las estacas es tan importante para el proceso fotosintético y la producción de sustancias naturales llamadas auxinas por la presencia de hojas, esto hace que las hojas no fueron suficiente para dicha producción por lo menos en el producto Radix. (Ville, 1988)

Ejecutando el análisis de varianza atendiendo a un modelo estándar a clásico, es decir, sin considerar al modelo factorial, tendríamos, utilizando los datos de la tabla 31, lo siguiente:

TABLA 32

Tabla de análisis de varianza (sin considerar factorial)

Diseño CoA

Var. Dep.Y: Número de hojas

FV	Gl	Sc	CM	Fc	F. tablas		
					0.10	0.05	0.01
Trat	8	197	24.6	0.72 ^{NS}	2.04	2.51	3.71
Error	18	614.7	34.1				
Total	26	811.7					

Como se puede apreciar los tratamientos no son significativos sin considerar una estructura factorial; por lo tanto se estudiará la variabilidad como un modelo factorial, descomponiendo la fuente de variación tratamientos en : enraizadores, estacas y la interacción (enraizador. x estaca). Los 8 grados de libertad de tratamientos , se descomponen así como las columnas SC y CM.
 ¿Cómo calcular la suma de cuadrados de enraizadores, suma de cuadrados de estacas y suma de la interacción (enraizador x estacas)?

Agrupando los datos de las dos fuentes de variación (enraizador. x estacas), en una tabla de doble entrada, donde, una entrada corresponde a enraizadores y la otra entrada de estacas, considerando las 3 repeticiones:

TABLA 33 DE DOBLE ENTRADA

Enraizadores \ Estacas	Estacas			Total de enraizadores	Medias De Enraizadores	Media general
	Api	Med	Bas			
T	21	27	19	67	22.3	
Rad	15	4	29	48	16.0	
Rai	25	32	16	73	24.3	
Total	61	63	64	188	62.6	
Med. Estacas	20.3	21	21.3			
Media general						M= 20.8

TABLA 34

Tabla de análisis de varianza (considerando la estructura factorial)

Diseño CoA

Var. Dep. Y: Número de hojas

FV	Gl	S _c	CM	F _c	F _{tablas}		
					0.10	0.05	0.01
Trat's	8	197					
Enraizadores	2	37.8	18.9	0.74 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Estacas	2	0.5	0.25	0.009 ^{NS}	2.62	3.55	6.01
Interacción Enraíz - Estacas	4	158.7	39.6	1.5 ^{NS}	2.29	2.93	4.58
Error	18	456	25.3				
Total	26	653					

Interpretación

Como se puede observar en esta cuarta evaluación número de hojas, se analizó como una estructura factorial presentando no significativo para enraizadores, en estacas y para interacción enraizador-estaca comparando con la Ftablas al 0.10, 0.05 y 0.01, por lo que indica que el mejor producto fue el Raizone y el mejor sitio la parte media de la estaca. Por otra parte no fue suficiente los datos arrojados para manifestar significancia en la frecuencia calculada.

Para obtener, la gráfica 7 es necesario obtener la tabla 33, la tabla 35 que no son mas que los medios o promedios de cada combinación de cada tratamiento, considerando las 3 repeticiones.

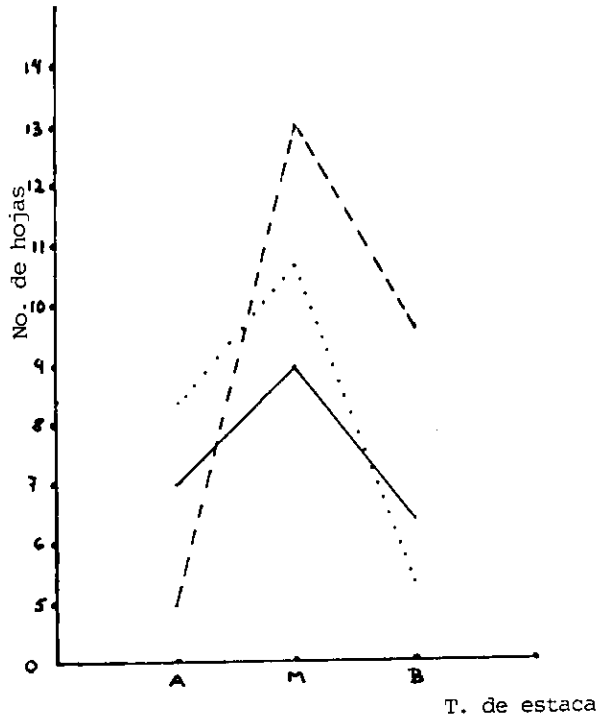
TABLA 35 DE DOBLE ENTRADA

Medias de cada tratamiento considerando todas las repeticiones

		Estacas		
		Api	Med	Bas
Enraizadores	T	7	9	6.3
	Rad	5	13	9.6
	Rai	8.3	10.6	5.3

GRÁFICA 7

Testigo _____
Radix - - - -
Raizone



RECOMENDACIONES.

Probar diferentes dosis de enraizadores comerciales, radix y raizone en la propagación de estacas de madera dura, con el fin de obtener mejores resultados a diferencia de especies herbacias.

Seleccionar estacas en la época de reposo, poco antes del desarrollo de yemas y brotación de hojas para evitar un desgaste de energía, permitiendo así una mayor probabilidad de enraizamiento.

Se debe de tomar en cuenta que las estacas a utilizar para el enraizamiento de cualquier especie, presenten características de juvenilidad y sanidad para asegurar un buen porcentaje de enraizamiento.

La utilización del lugar en el enraizamiento de estacas, debe de estar libre de otras especies que puedan promover la presencia de agentes patógenos o insectos que sirven como transmisores de enfermedad limitando la formación de raíces y hojas.

La utilización del microclima permitirá un mejor control de la temperatura y la humedad siempre y cuando se manipule correctamente ya que si no, éste acarreará problemas de enfermedades fungosas por la exagerada evaporación a consecuencia de la luminosidad y los riegos aplicados.

VII. BIBLIOGRAFIA.

-----, 1983. Aspectos generales de la fruticultura en México . Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Alvaréz Requejo Sergio. 1988. El manzano. Ed. AEDOS. Barcelona , España. P: 344-347

Arcila P., J. Y A.G. Valencia. 1976. Enraizamiento de estacas de café (*Coffea arabica* L.) Cenicafé (Colombia) 27(3): 135-39.

Arias J., e. 1984. Propagación de frutales caducifolios por medio de estacas. CONAFRUT.México. p: 25.

Barchert, R.1976. The concept of juvenility in wood plants. Acta Horticulturae. 56: 251-62.

Calderón A.,E. 1985. Fruticultura general, el esfuerzo del hombre. Ed. Limusa. México. Pp:546-563.

Información Especial et al. 1988. Propagación Vegetativa.F.E.S. Cuautitlán U.N.A.M.

Ciro D.,J. 1977. Estudios de algunos factores que afectan el prendimiento de estacas de *Populus alba* L; *P. Balsamifera* Duroi; *P.canadensis* M; y *Acer negundo* L. TESIS (Ingeniero agrónomo). Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Darwin C., R. 1880. The power of movement in plants.

D. D.Tamaro. 1979. Tratado de fruticultura. Ed. Gustavo Gili. Barcelona. P:492.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Emerson. Et al. 1975., Hudson. et al. 1974. High density "tre walls". Hort Science. 10 (6): 550. Escobar, R. 1981. Enciclopedia Agrícola y de conocimientos afines. Tomo 111. De. Escuela Nacional de Agricultura de Ciudad Juárez. Chihuahua, México. Pp:695.
- Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 1998. Estación Meteorológica. Ingeniería Agrícola. Cuautitlán, México.
- Grajales M., O. 1985. Apuntes de la materia de bioquímica de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES. Cuautitlán. Cuautitlán. México.
- Grajales M., O. 1985. Apuntes de la materia de Fisiología de la carrera de Ingeniería Agrícola. F.E.S. Cuautitlán, México.
- Grajales M., O y E. Martínez. 1987. Apuntes de fisiología vegetal de la carrera de Ingeniería Agrícola. F.E.S-C. Cuautitlán, México.
- González S., E. Et al. 1983. Propagación de frutales. Departamento de fitotécnia. Sección de fruticultura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. P: 276
- Galveston, A: Davies P.: Satter, R. 1980. The Life of the green plant. 3rd. Edición Prentice Hall. USA. Pp: 464
- Hartmann H., T. Brooks, R.M. 1958. Propagation of stockton Morello Cherry rootstock by sofwood cuttings under mist sprays. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71pp: 127-134.
- Hartmann, H: Flocker and kofranek. 1981. Plant Science. Prentice Hall De. USA.
- Hartmann, H. Y Kester D.E. 1980. Propagación de plantas, principios y prácticas. Ed. Continental. México.

- Hartmann, H y Kester, D.E. 1975. Propagación de plantas, principios y prácticas. Ed. Continental. México.
- Hartmann and Kester. 1983. Plant propagation principles and practices. 4th edition by prentice-hall in englewood cliffs. New Jersey, USA.
- Hartmann T., H y Kester. 1989. Propagación de plantas, principios y prácticas. Ed. Continental. México.
- Hartmann T., H. et al. 1988. Plant Science. Growth, Development and utilization. Editorial Prentice Hall. Pp: 299-342
- Heuser W., CH. 1975. Juvenility and rooting cofactors. Acta Horticulturae. 56, pp: 251-62
- Higdon R., J and M.N. Weswood. 1963. Some factors effecting the rooting of hardwood pear cuttings. Amer. Soc. Hort. Sci. 83, pp: 193-98
- Janick, Julies. 1979. Horticultura científica e Industrial. Ed. Acribia. Zaragoza España. Pp: 272- 273.368.
- Juscafresa, B. 1983. Arboles frutales, cultivo y explotación comercial. Ed. Aedos. Barcelona. Pp: 199-200
- J. Weaver., R. 1984. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. México
- J. Weaver., R. 1985. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. México pp: 144-157

- L.E., Garrido. 1978. Enraizamiento de estacas de manzano M-106 tratadas con Acido Indolacético (AIA) y Acido Indolbutírico (AIB) en 3 tipos de estacas a una temperatura de 21C en la base. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México.
- Leszek S., J. 1989. Desarrollo vegetal, sustancias reguladoras. Chapingo, México.
- Maldonado A., L.J. 1986. Sistema de producción forestal. INIF. Chapingo, México.
- Okie W., R. 1984. Rapid Multiplication of peach seed lings by herbaceous stem cuttings. HortScience 19(2): 249-491
- O' Rouke F., L. 1940. The influence of blossom buds on rooting of hawdwoore cuttings of blueberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40 p: 332-334
- Paniagua.C., C. 1985 Enraizadores de estacas de híbrido natural almendro- durazno (*Prunus amygdalus Bastsch*) (*P.persica L.*) con Acido Indolbutírico (AIB) y Rutin. TESIS (Ingeniero Agrícola). F.E.S. Cuautitlán. UNAM. Cuautitlán, México.
- Pearse H., C. 1943. The effect of nutrition and phyto hormone on the rooting of vine cuttings. Ann. Bot. 7p: 123-251
- Pérez. 1982. Efectos del ciclo en el enraizamiento de estacas. F.E.S. Cuautitlán. UNAM. Cuautitlán, México.
- Ramírez, H y Hoad G, V. 1981. Effects de growth on the process. Of fruitbud initiation in apple, Acta Horticulturae. 120 pp: 131-136
- Ramírez R., H. 1993. El manzano. Ed. Trillas. México. P: 11-14
- Roy A., Larson. 1988. Introducción a la fruticultura. Ed. AGT. México. pp: 551

- Rosati, P. Faedi, W. 1977. Radiczione di Talee di rovosenza spine. Atti Incontro Fruticolo della soi su lampone, rovo, mirtillo, ribes. Cunao.
- Sánchez., O. 1984. La flora del Valle de México. Ed. Herrero. México.
- Servicios de Conservación de suelos, Departamento de Agricultura de los E.U.A. 1983. Relación entre suelo-planta-agua. Ed. Diana. México. pp: 48-55
- Sinnott, E. y Wilson, K. 1975. Botánica, principios y problemas Ed. Continental. México.
- Sivari M., E. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp: 535-538
- Souty, J. 1965. Cursos Superiores de fruticultura. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Valdéz V., F. 1984 Efectos de Acido Indolbutírico en el enraizamiento de tres diferentes tipos de estacas de la especie arborea (*Ginkgo biloba* L.) TESIS (Ingeniero Agrícola) F.E.S. Cuautitlán. Cuautitlán, México.
- Westwood M., N. 1982. Fruticultura en zonas templadas. Ed. Mundi- Prensa. Madrid, España. P: 461
- Wolstenholme, B.N: Malstrom, H.L. and Rombery, L.D. 1979. Juvenility and its implication: with special reference to pecan. Part I. Pecan Quarterly. 13(4) pp: 4-7.10.
- Zimmerman P., W. 1942. Formative influence of growth substances on plants. Cold spring Harbor Symp. Quan. Biol. 10 pp: 152-159
- Zimmerman R., H. 1972. Juvenility and flowering in wood plants. A. Review. HortScience 7(5) pp: 447-55