

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Propagación por Estacas del Portainjerto de Manzano Robusta

Por:

OMÁN JOSUÉ MORALES VELÁZQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Propagación por Estacas del Portainjerto de Manzano Robusta

POR

OMÁN JOSUÉ MORALES VELÁZQUEZ

TESIS

**Que se somete a Consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

**DR. Andrés Martínez Cano
Presidente del Jurado**

**DR. Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal**

**Ing. Aroldo Isidro Rumayor Flores
Sinodal**

**MC. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, marzo de 2006

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios padre todo poderoso, por acompañarme en todo momento, por darme vida y por ayudarme a terminar mi carrera profesional.

A mi “Alma Mater”, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme cobijado durante todo este tiempo y por hacer cumplir mi meta de llegar a ser un profesionista. Gracias por existir.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT) de Coahuila por el apoyo económico brindado para realizar esta investigación.

A la Secretaría de Pueblos Indios (SEPI) del Estado de Chiapas, por el apoyo brindado para poder llevar a buen término esta carrera profesional.

Al DR. Andrés Martínez Cano, por su gran entrega y dedicación durante el asesoramiento de este trabajo de investigación, revisión del documento, por sus enseñanzas en el salón de clases y por apoyarme en la investigación de frutales en mi Región Sierra de Chiapas. En hora buena, muchísimas gracias.

Al DR. Adalberto Benavides Mendoza por su colaboración en la revisión del documento, por haberme permitido participar en sus proyectos de investigación y por la confianza depositada en mí para presentar ponencias en los congresos de ATICTAC y SOMECH, que gracias a ello me nació el amor por la investigación.

Al Ing. Aroldo I. Rumayor Flores, por su participación en la asesoría técnica para la realización del trabajo de campo, por la donación del material vegetal experimental y por la revisión del documento.

Al MC. José Antonio González Fuentes, por su aceptación como suplente del jurado examinador, por sus enseñanzas acertadas en el área de Ornamentales y por ser un buen amigo.

A Mildred, por su gran apoyo en los trabajos de laboratorio, por ser una persona muy responsable, ordenada y comprometida con su trabajo.

A Rodo por su gran apoyo en los trabajos de campo (en el invernadero).

DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto a **Vicenta Marroquín López** y **Filemón Morales Santizo**, que más que mis Abuelitos han sido mis padres, porque me cuidaron desde niño, me educaron para ser una persona de bien, por depositar en mi toda su confianza para poder terminar mi carrera profesional y por su inmenso amor y cariño que me tienen.

A mis padres Mercedes Velázquez Pérez y Francisco Morales Marroquín, por darme la vida y por los apoyos brindados para mi formación profesional.

Con mucho cariño y afecto a mis hermanas: Leticia, Yeri, Ana. Especialmente a mi Hermano Argenis por convivir con migo desde niños y por el gran apoyo brindado.

A mis tías y tíos: Blanca Flor, Bella, Kuri, Hugo, Julio; especialmente, a Verónica por su gran apoyo incondicional brindado y que fue pieza fundamental para poder culminar mis estudios al comportarse también como una madre para mí.

A mis primos: Aduilges, Rudi, Osni, Belen, Juan Carlos, Luis, Yoeni, Elias y Huguito (gordito).

Muy en especial a Olinda Flor (Olita, mi chiquita), por ser la motivación importante en mi vida, por tu comprensión, paciencia, amor y cariño; estoy seguro que formaremos una bonita familia. Gracias por existir mi amor.

A mi gran camarada y próximamente cuñado Ing. Misael J. Moreno, por ser casi mi hermano y por apoyarnos en las buenas y en las malas para culminar juntos nuestra carrera profesional.

A la familia Moreno Velázquez, por la convivencia que nos ha unido, por confiar en mi y deseo de todo corazón que continuemos así.

A mis amigos: Dr. Chava Pérez por sus sabios consejos y por su gran amor y dedicación al desarrollo de la Fruticultura Mexicana; al DR. Edmundo Peña, por sus enseñanzas, amistad y apoyo; al Ing. Fidel Oyervides por su amistad y enseñanzas.

Al CECyT 17, Bella vista, del Estado de Chiapas, por formarme en el nivel medio superior, en especial a la Ing. Glorinda González Gálvez por sus consejos y por su ardua labor en impulsar la educación en el Municipio.

A todos mis compañeros y ahora colegas de la generación "C", de Horticultura gracias por compartir con migo momentos agradables.

A todos mis amigos.

INDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Propagación por estacas	5
Importancia, ventajas y desventajas de la propagación por estacas	5
Principales factores que influyen sobre el enraizamiento	6
Callo	6
pH	7
Efecto de las hojas y yemas en el enraizamiento	7
Selección del material para estacas	7
Condiciones fisiológicas de la planta madre	8
Edad de la planta madre	9
Tipo de madera seleccionada para estacas	9
Época del año en que colectan las estacas	10
Tratamiento para estacas	11
Reguladores del crecimiento para estimular el enraizamiento	12
Preparaciones comerciales en polvo	12
Solución diluida ó remojo prolongado	13

Solución concentrada ó inmersión rápida	13
Experimentos realizados con tratamiento de auxinas	13
Tratamiento con fungicidas	15
Lesionado	15
Condiciones ambientales durante el enraizamiento	16
Conservación de la humedad con cámaras de nebulización	16
Temperatura	17
Camas calientes	17
Medio de enraizamiento	18
La arena	19
Musgo esfangineo (peat moss)	19
Perlita	20
MATERIALES Y METODOS	21
Localización del experimento	21
Material vegetativo experimental	21
Desarrollo del trabajo experimental	22
Corte y manejo de varetas en campo	22
Preparación del ácido indolbutírico (AIB)	22
Taconeo y tratamiento de las estacas con ácido indobutírico	23
Almacenamiento de las estacas tratadas con AIB	23
Preparación del sustrato para el enraizamiento	24
Colocación de estacas en camas de propagación	24
Manejo del experimento en las camas de propagación	25
Manejo del Riego	25
Temperatura del sustrato	26

Manejo fitosanitario	26
Nutrición	27
Variables evaluadas	27
Análisis estadístico	28
RESULTADOS Y DISCUSION	29
Porcentaje de estacas enraizadas	29
Número de raíces/ estaca	31
Longitud de raíces/ estaca	33
Longitud de brote	34
Porcentaje de estacas muertas	36
CONCLUSIONES	39
LITERATURA CITADA	40
APÉNDICE	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
1	Distribución de tratamientos con AIB.	23
2	Distribución del experimento en las camas de propagación.	25
3	Porcentaje de enraizamiento del portainjerto de manzano robusta, con nebulización y tratamiento de AIB.	30
4	Número de raíces por estacas del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB.	32
5	Longitud de raíces por estaca del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB.	33
6	Longitud de brote por estaca del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB	35
7	Porcentaje de estacas muertas del portainjerto de manzano robusta, con camas de nebulización y tratamiento de AIB	37

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Contenido	Página
1	Preparación de AIB, taconeo y atado, y tratamiento de estacas con AIB.	23
2	Preparación del sustrato con arena, peat moss y perlita	24
3	Termómetro de suelo para monitorear las temperaturas	26
4	Influencia del AIB en el enraizamiento	30
5	Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en el porcentaje de estacas enraizadas.	31
6	Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en el número de raíces por estacas.	32
7	Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en la longitud de raíces por estacas.	34
8	Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en la longitud de brote por estacas.	36
9	Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en el porcentaje de estacas muertas.	38

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó de enero a junio del 2005, en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. El objetivo fue evaluar el efecto del riego nebulizado y el AIB en el enraizamiento de estacas de portainjertos de manzano robusta; para ello se trataron las estacas con AIB a 1500, 2500, 3500 y 0ppm en la parte basal; posteriormente fueron almacenadas en cuarto frío de 5 a 7° C. Una vez encalladas, se establecieron en camas de propagación con sustratos en una proporción de 1:1:1 de arena, peat moss y perlita, con temperaturas de 12° C la mínima y de 22° C la máxima; en un invernadero de vidrio donde se evaluaron tres camas de propagación: cama 1 (riego nebulizado de 15 segundos por cada 2 horas), cama 2 (Riego nebulizado de 10 segundos por cada 2 horas) y cama 3 (sin nebulización, únicamente se regaba diariamente con una regadera manual); lo datos obtenidos fueron analizados bajo un Diseño Estadístico Factorial con arreglo Completamente al Azar, utilizando el Programa Estadístico de la Universidad de Nuevo León. Los resultados obtenidos mostraron que el riego nebulizado a 15 segundos cada 2 horas y el ácido indolbutírico a 1500ppm son las adecuadas para enraizar estacas de portainjertos de manzano robusta al aumentar de:

- 9 a 21% y de 4 a 22.5 %, respectivamente, el enraizamiento en comparación con el testigo; pero al interactuarlos se logró hasta un 30% de enraizamiento.
- 6.2 a 8.4cm y de 3.8 a 8.4cm, respectivamente, la longitud de brote en comparación con el testigo; produciendo plantas vigorosas y de mayor longitud.

Además, disminuyó de un 65.6% a un 44.4%, en comparación con el riego sin nebulización y de 68.3% a 45.8% en comparación con el AIB a 3500ppm el porcentaje de estacas muertas.

INTRODUCCIÓN

Entre los frutales caducifolios, el manzano ocupa el primer lugar en México en cuanto a superficie plantada, existiendo entre 1995-1998 una superficie de 62 686 has con una producción de 460 000 ton, siendo los principales estados productores: Chihuahua, Durango, Coahuila y Puebla, quienes aportan el 76.6% de la superficie y el 86.6 de la producción nacional (cofupro, 2003) y para el año 2003 México aportó cerca del 1% de la producción mundial con una superficie de 67000 hectáreas (FAO, 2003).

El consumo en fresco per cápita a nivel nacional es de 5.5kg/habitante, lo que equivale a 520 000 ton y se estima que para este año 2006 el consumo ascienda a 5.9kg/habitante, lo que demandaría un total de 642,000 ton.; cabe señalar que el 8.5% de la demanda total de manzana en México pertenece a productos industriales tales como jugos concentrados y sidras (cofupro, 2003). También es importante por el número de empleos que genera tanto en actividades en campo como en el proceso de transformación y comercialización (Arredondo, 2000).

De las diferentes especies de fruta dulce, la manzana es la que ocupa el primer lugar respecto a las exportaciones(volúmenes) e importaciones debido en gran parte a su aptitud al transporte de larga distancia, régimen de conservación, capacidad de carga, palatización etc. (cofupro, 2003). Además, el consumo de manzana es muy importante para la salud humana por la calidad nutritiva, ya que contiene carbohidratos y vitaminas que ayudan al buen funcionamiento del organismo (Manus, 2004 y Gómez, et al, 2002).

La producción de manzana se concentra principalmente en las variedades Golden Delicious, Red Delicious y Starkrimson y en menor escala Rome Beauty y Anna.

A pesar de lo antes expuesto, el cultivo del manzano en México presenta muchas debilidades, debido a que las principales zonas de producción se localizan en el norte del país, que son estados con gran carencia de agua que cada vez se sigue bombeando a más profundidades, lo que representa altos costos de producción a tal grado que una huerta manzanera con rendimientos de 50 ton/ha en el Estado de Chihuahua tiene un costo directo anual de explotación de 0.32 dólares por kg. de fruta mientras que para 15 ton/ha desciende a .20 dólares por kg; una huerta con altos rendimientos 35 ton/ha con riego de bombeo y microaspersión, calefacción y sin mallas antigranizo tiene un costo anual de .14 dólares/kg de fruta. Otros costos importantes se refieren a la refrigeración, selección, clasificación, material de empaque, fletes y seguro de transporte por caja de 20kg y es donde el producto adquiere un costo adicional o valor agregado que es pagado por los consumidores. En este sentido se considera que este tipo de costos por caja de 20kg es de 5.7 dólares.

Existen en la actualidad tres niveles tecnológicos muy marcados a nivel productivo mismos que están dados por su rendimiento: la alta tecnología con más de 26 ton/ha, la intermedia 15 ton/ha, mientras que en la baja los rendimientos son menores a 9 ton/ha. El nivel tecnológico considera aquellas explotaciones que cuentan con protección (mallas antigranizo, riegos presurizados, con plantaciones de medias a altas densidades, con maquinaria y equipo de empaque y protección frigorífica propia) el 33% de la actividad vinculada con la producción y comercialización de manzana en México cuenta con alto nivel tecnológico mientras que un 27% se ubica en el segmento medio y el restante 40% en un estándar bajo (cofupro, 2003).

Por lo anterior no somos competitivos, prueba de ello es de que en el período 1998-2000 el volumen anual promedio de importaciones fue de 135 mil toneladas siendo los Estados Unidos (E.U.) el principal abastecedor de manzana con una participación del 72% del mercado total le siguen en importancia Chile, Canadá y Nueva Zelanda, el período de compras a E.U. es de diciembre a septiembre. Se

estima que el 50% del mercado de calidad selecta es abastecido por manzana importada. Con el acuerdo del tratado de libre comercio de 1994 (NAFTA) se estableció un cupo de ingreso con arancel decreciente hasta el año 2003; por lo tanto se estima que el consumo de fruta importada aumentara a mediano plazo debido a 3 factores: la demanda actual esta insatisfecha con la producción nacional, la proyección de la producción interna hacia los años siguientes se mantendrán estables, un crecimiento del consumo per cápita de 6.9kg por habitante por lo que se tendrían que importar 250 mil ton/año (cofupro, 2003).

Agronómicamente, para tener éxito en el cultivo del manzano se plantan árboles terminados, formados por dos partes, la variedad cultivada y el patrón o portainjerto, este ultimo debe reunir ciertas características como por ejemplo vigor, productividad, resistencia a plagas y enfermedades, adaptación a ciertos tipos de suelos, enanizantes, etc. (Martínez 1993). Para la producción comercial de patrones de manzano se utilizan acodos de montículo o trinchera (o de calce y recalce), para realizar esta técnica se llevan hasta tres años, que consiste en podar severamente la planta madre dejando unos centímetros de tronco sobre el suelo para que le salga brotes, posteriormente se aporcan con aserrín o tierra para que le salga raíces y después separarlos de la planta madre para tener una planta terminada lista para ser injertada (Hartman y Kester, 1999, Mondragón *et.al*, 2001 y Boffelli y Sirtori, 2000). Pero en el proceso de injertación únicamente se utiliza de 20 a 30cm del patrón, por que una vez prendido el injerto o variedad, el resto del patrón se desecha.

En este experimento utilizamos el patrón o portainjerto de manzano Robusta (*Malus robusta*), que fue obtenido en Canadá, existiendo en su ascendencia *Malus baccata* y *M. prunifolia*, es muy rústico y resistente a bajas temperaturas, característica que conserva, ofrece cierta resistencia a pudrición del cuello y al tizón de fuego, no suele presentar incompatibilidad con las variedades comerciales y algo muy importante, es un portainjerto de bajo requerimiento de frío (<700 Horas Frío)(Havagge, 2000), por lo que vale la pena evaluarlo en zonas subtropicales o tropicales con variedades de bajo requerimiento de frío.

Con esta investigación se busca hacer enraizar por medio de estacas la parte terminal desechada de los portainjertos de manzano robusta una vez prendido el injerto, utilizando ácido indolbutírico y riego nebulizado, con la finalidad de obtener nuevos patrones para que el productor o viverista sea más competitivo y eficiente al aprovechar al máximo sus recursos; o bien incrementar la superficie del cultivo de manzano con variedades de bajo requerimiento de frío injertados sobre el patrón Robusta en regiones subtropicales o tropicales para que México pueda surtir su mercado local y disminuir sus importaciones de manzanas refrigeradas a costos muy elevados.

Objetivos

Evaluar el efecto del riego nebulizado y la utilización del ácido indolbutírico (AIB) en el proceso de enraizamiento de estacas de portainjertos de manzano Robusta

Hipótesis

Al menos alguna dosis de ácido indolbutírico y el riego nebulizado influirán en el proceso de enraizamiento del portainjerto de manzano robusta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Propagación por estacas

La propagación por estacas o *estaquillado* consiste en separar de un vegetal un órgano o un fragmento de órgano para ayudarlo a subsistir y después a regenerarse; es decir, que vuelva a formar los órganos que le faltan para constituir una nueva planta (Heede y Lecourt, 1989). Este órgano se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces, tallos o ambos produciendo así una nueva planta independiente, siendo genéticamente idéntica a la planta progenitora (Hartmann y Kester, 1999 y Westwood, 1982).

Las estacas pueden ser de tallo, de raíz o de hoja; las tomadas de especies de hoja caduca, durante la temporada de letargo, se denominan "estacas de madera dura", en tanto las que se toman durante la temporada de crecimiento, cuya madera ha madurado sólo parcialmente, reciben la denominación "estacas de hoja", "de madera tierna", de madera suave" o "de madera semidura" (Weaver, 1990 y Westwood, 1982).

En la propagación por estacas, las raíces que se forman son de tipo adventicias, comenzando con una división radial intensa de las células de las haces vasculares en los tallos jóvenes herbáceos, en algunos puntos del periciclo alrededor del cilindro central, o bien en los tallos jóvenes de leñosas; estos primordios crecen hasta salir de la corteza del tallo y una vez que aparecen en el exterior su crecimiento posterior se presenta básicamente por alargamiento celular (Rojas y Ramírez, 1987).

Importancia, ventajas y desventajas de la propagación por estacas.

Es un método muy usado y conveniente para la propagación de algunos frutales en forma directa y para la obtención de patrones de muchas otras (Calderón,

1992). Además de ser una técnica muy importante para la propagación de arbustos ornamentales, tanto de especies caducifolias como de hoja ancha y siempre verdes de hoja angosta; también se usa extensamente en la propagación comercial de muchos cultivos florales en invernadero (Hartman y Kester, 1999)

Las ventajas de esta técnica, es que se puede obtener un gran número de plantas en un espacio limitado, partiendo de unas pocas plantas madres, es económico, rápido, simple, no necesita de las técnicas especiales, se tiene mayor uniformidad por no haber una variación que en ocasiones resulta en las plantas injertadas, debido a la variabilidad de los patrones obtenidos por semilla, la planta progenitora suele reproducirse con exactitud, sin variación genética (Hartmann y Kester, 1999 y Calderón, 1992). El carácter de éstas ventajas se agranda en las especies de fácil enraizamiento, mientras que se hacen poco notorias en aquellas especies de enraizamiento difícil; por lo que presenta algunas mínimas desventajas como: imposibilidad de una resistencia especial de la raíz a condiciones desfavorables y reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades (Calderón, 1992).

Principales factores que influyen sobre el enraizamiento

De los factores que influyen sobre el enraizamiento de las estacas se tienen diversos antecedentes y se mencionan a continuación:

Callo.

Cuando una estaca se coloca en condiciones favorables para el enraizamiento después de cortadas, se desarrolla cierta cantidad de callo en su extremo basal. El callo es una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación. Con frecuencia, las primeras raíces aparecen a través del callo en algunas plantas, esto hace suponer que el callo es esencial para el enraizamiento. Sin embargo, la formación de callo y la formación de raíces son independientes en la mayoría de las plantas (Hartman y Kester, 1999).

pH.

Existen pruebas de que el pH del medio de enraizamiento, puede influir sobre el tipo de callo, lo cual afecta la emergencia de raíces adventicias; en experimentos realizados con estacas de álamo bálsamo, se encontraron que con pH de 6.0 las células del callo eran relativamente grandes, algo suaves y las estacas enraizaban con facilidad. Al aumentar la alcalinidad, las masas de callo fueron menores y las estacas no mostraron raíces, aunque al hacer cortes de ellas se encontraron debajo del callo primordios de raíces bien formadas, que no emergieron debido al callo compacto y macizo, mencionado por (Hartman y Kester, 1999).

Efecto de hojas y yemas en el enraizamiento.

Weaver (1990), menciona que las sustancias de crecimiento de las hojas ó yemas (cofactores de enraizamiento), ejercen cierto control en el enraizamiento de las estacas.

Existen experimentos con estacas de madera dura de los patrones de manzano "Crab C" y el M 26, donde se aumentó el enraizamiento a temperaturas elevadas (18.5°C) durante el almacenamiento invernal (Hartman y Kester, 1999)

Selección del material para estacas

Para la selección del material para estacas, existe un gran número de factores que ejercen marcada influencia sobre su enraizamiento; pero de todos ellos, los que se han considerado de mayor importancia son los que a continuación se mencionan.

Condición fisiológica de la planta madre

Existen pruebas considerables de que la nutrición de la planta madre, así como factores internos, especialmente reservas de carbohidratos; ejercen fuerte influencia sobre el enraizamiento de las estacas.

Wilkinson y Withnall (1970), trabajando con estacas de manzano de diferentes cultivares, obtuvieron bajos porcentajes de enraizamiento, atribuyéndose a ello la falta de vigor de los árboles madre de los cuales fueron tomadas las estacas. La iniciación de raíz, puede proceder si un correcto balance de nutrientes (carbohidratos, particularmente almidón y proteínas) y cofactores del enraizamiento son disponibles.

Calderón (1992), indica que para la obtención de estacas, el vigor del árbol madre debe estar equilibrado, de tal modo que su relación carbono/nitrógeno sea normal y no estén presentes características juveniles, como tampoco síntomas de senectud o de desnutrición. En las Plantas madres, el equilibrio de contenido bajo de nitrógeno y contenido elevado de carbohidratos favorecen el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1999), lo cual puede lograrse en diversas formas como son: (a) reducir la provisión de nitrógeno a las plantas madres, con lo que se reduce el crecimiento de las ramas y se permite la acumulación de carbohidratos; (b) escoger para material de estacas porciones de la planta que estén en el estado nutritivo adecuado. Por ejemplo, tomar ramas laterales en las cuales ha disminuido el crecimiento rápido y se han acumulado los carbohidratos, en vez de tomar ramas terminales suculentas y (c) seleccionar partes de las ramas que poseen alto contenido de carbohidratos. Normalmente, tiende a existir en las porciones basales bajo contenido de nitrógeno y una mayor acumulación de carbohidratos que favorece un buen enraizamiento.

Edad de la planta madre.

En plantas difíciles de enraizar, la edad de la planta madre puede ser un factor dominante para la formación de raíces. Experimentos realizados con manzano, peral, cerezo y otras especies, incluyendo siempre verdes de hoja angosta, han demostrado que la capacidad de las estacas para formar raíces adventicias disminuye con el aumento de la edad de las plantas procedentes de semilla. Las estacas tomadas de plantas de semilla de un año de edad enraizaron con facilidad, pero las plantas que tenían 2 años de edad, el enraizamiento disminuyó en forma considerable (Hartmann y Kester, 1999). También, Calderón (1992), reporta que existen mejores respuestas de enraizamiento, cuando las estacas se toman de árboles jóvenes o rejuvenecidos que cuando se toman de árboles viejos.

Hartman y Kester (1999), señalan que es posible que la relación entre el estado juvenil y el enraizamiento pueda explicarse por el incremento en la producción de inhibidores de las raíces, a medida que la planta aumenta en edad.

Tipo de madera seleccionada para estacas

Actualmente en fruticultura, se usan solamente dos tipos de estacas: Las de madera dura, que son aquellas que constituyen parte de ramas o brotes que tienen por lo menos una temporada completa de crecimiento. Y las de madera tierna, que son aquellas que componen brotes verdes y todavía con hojas, en proceso de crecimiento, succulentos y en plena actividad fisiológica (Calderón, 1992).

Existen estudios exitosos de enraizamiento con estacas de madera dura de nogal pecanero. En ciruelo y chabacano también se cita el uso de madera dura, con resultados favorables de enraizamiento (López, 1983). Ruelas (1976) obtuvo buenos resultados en un estudio realizado con estacas de madera semidura de un híbrido

almendro-durazno y Rumayor (1980) encontró buenos resultados de enraizamiento al utilizar estacas de madera dura de un híbrido durazno-almendro.

Presencia de enfermedades virosas.

Hartman y Kester (1999), menciona que existen experimentos realizados con estacas de madera dura de manzano MM 106, demostrándose el efecto depresor de los virus sobre la iniciación de raíces adventicias. En donde estacas que fueron colectadas de clones infectados por virus, tuvieron un enraizamiento, considerablemente inferior al que se obtuvo en aquellas que se tomaron de material no infectado. La presencia de virus no solo redujo los porcentajes de enraizamiento, sino también el número de raíces que se formaban en las estacas.

Época del año en que se colectan las estacas.

La época del año en que se colectan las estacas puede, en algunos casos, ejercer gran influencia sobre el enraizamiento de las mismas y puede proporcionar la clave del éxito en el enraizamiento. Las estacas de madera suave de especies leñosas caducifolias tomadas en la primavera o en el verano, por lo general, tienden a enraizar con más facilidad que las estacas de madera dura tomadas en invierno; así lo confirmó (Ruelas, 1976) al obtener hasta un 44% de estacas enraizadas el mes de junio de un híbrido de almendro-durazno, especie de difícil enraizamiento. En consecuencia; en plantas difíciles de enraizar, a veces es necesario recurrir al uso de estacas de madera suave o tierna (Hartmann y Kester, 1999 y Calderón, 1992).

López (1983), reporta que Doud y Carlson (1973). En un trabajo realizado con estacas de manzano, durazno, peral, cerezo y chabacano colectadas durante el otoño, invierno y los primeros días de la primavera, propagadas bajo condiciones favorables de enraizamiento, el porcentaje de enraizamiento varió entre las especies, pero generalmente, fue más alto en las estacas tomadas en el otoño y más bajo en las que se tomaron durante el invierno, excepto en el durazno cv. Red Haven en el

cual el porcentaje más alto de enraizamiento correspondió a las estacas tomadas en el invierno.

En un estudio realizado con estacas de madera dura y madera suave de diferentes cultivares de cerezo, se encontraron que ninguna de las estacas de madera dura colectadas en invierno fue inducida a enraizar, mientras que las estacas de madera suave tomadas en primavera, dieron un resultado satisfactorio de enraizamiento en la mayoría de los cultivares. (Hartman y Kester, 1999).

López, (1983), menciona que Howard y Madge, (1971), encontraron que se pueden propagar estacas de patrones a una temperatura de 21°C en la base en primavera, injertándose en el siguiente verano. Se ha confirmado que la disminución en la capacidad de enraizamiento de algunos clones a mediados del invierno, puede sobreponerse aumentando la duración del período de enraizamiento, demostrando que las estacas no pierden su habilidad de enraizar sino que esto es más lento que en primavera.

En M 26, el enraizamiento es generalmente alto en otoño, declinando a más bajos niveles a mediados del invierno antes de aumentar rápidamente a mediados de enero (Howard, 1981).

Tratamientos para las estacas

Antes del descubrimiento de los reguladores sintéticos del crecimiento (auxinas), se señaló que varios compuestos químicos como el permanganato de potasio, dióxido de carbono, etileno y otros gases insaturados incrementaban el enraizamiento de las estacas. Quizás esos materiales lograban dichos resultados al afectar los niveles relativos de auxina en las estacas (Weaver, 1990 y Westwood, 1982). El descubrimiento en 1934 y 1935 de que las auxinas eran de verdadero valor para estimular el enraizamiento de las estacas, constituyó una de las bases en la historia de la propagación (Hartmann y Kester, 1999 y Westwood, 1982). Actual-

mente, el uso de las auxinas promotoras del enraizamiento, se ha extendido a la mayoría de especies de plantas de difícil enraizamiento tales como ciruelo, durazno, manzano, peral, entre otros obteniéndose ya resultados sorprendentes (Calderón, 1992).

Reguladores de crecimiento para estimular el enraizamiento.

Actualmente existen en las plantas cuatro auxinas: ácido indolacético (AIA), indolbutírico (AIB), fenilacético y cloro indolacético; pero las más utilizadas en el enraizamiento de estacas son el AIB y AIA. El AIB, presenta baja toxicidad a las plantas en caso de aplicarse concentraciones excesivas; se ha demostrado que las plantas pueden convertir el AIA a AIB, y que AIB es un producto químico que se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación por lo que lo hace ser el mejor enraizador de estacas (Jankiewis, 2003 y Weaver, 1990).

Las sustancias auxínicas, son ampliamente usadas en estacas de tallo de la mayoría de las especies frutales, y que ofrecen un buen enraizamiento dentro de un elevado índice de seguridad son: El ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB), particularmente los últimos dos (Calderón, 1992).

Existen muchos métodos para aplicar cantidades suficientes de reguladores del crecimiento a las estacas de tallo. Pero los únicos que en la actualidad han llegado a utilizarse amplia y prácticamente son los que a continuación se mencionan (Hartman y Kester, 1999; Weaver, 1990 y Rojas y Rodríguez, 1987):

Preparaciones comerciales en polvo. Los preparados comerciales traen instrucciones completas para su uso, junto con una lista de las plantas que con más seguridad responden a cada preparación. Las especies leñosas, difíciles de enraizar, se deben tratar con las preparaciones más concentradas, en tanto que las especies tiernas, suculentas y de fácil enraizamiento se deben tratar con materiales de menor concentración.

Solución diluida ó remojo prolongado. La parte basal de la estaca (2 a 3cm), se coloca en una solución diluida que varía en concentración de 20ppm para especies de fácil enraizamiento y 2000ppm para las de enraizamiento más difícil. La hormona de crecimiento se disuelve en un poco de alcohol etílico y se le añade agua hasta la concentración adecuada. Las estacas permanecen sumergidas en la solución durante 24 horas, justo antes de insertarlas en el medio de enraizamiento.

Solución concentrada ó inmersión rápida. Se prepara una solución de alcohol etílico al 50% con una concentración variable de 500 a 10,00ppm del regulador. La parte basal de la estaca se sumerge en la solución durante 5 segundos. Luego, las estacas se colocan inmediatamente en el medio de enraizamiento.

Experimentos realizados con tratamientos de auxinas.

Rivero *et al*, (2005), encontraron que a una concentración de 1500ppm de AIB, se tienen la mayor longitud de raíces, número de raíces/estaca y el más alto porcentaje de enraizamiento (32%) en estacas apicales de la especie frutal semeruco (*Malpighia glabra L.*). Además, las altas concentraciones (3500 y 4000ppm) disminuyeron el tamaño de las raíces.

Escamilla, (2002), evaluó el AIB en concentraciones de 400, 800 y 1600ppm en, y una mezcla proporcional en las mismas concentraciones de AIB, AIA y ANA en esquejes de clavel; sus resultados reportan que se logra una mejor longitud de esqueje con 800ppm de AIB, pero con la mezcla el mejor resultado es con 400ppm y observó que a más concentración la longitud de esqueje va descendiendo; en cuanto a longitud de raíces el mejor resultado fue la mezcla a 800ppm; mayor número de esquejes enraizados con 400 y 1600ppm de AIB y un mayor porcentaje de esquejes muertos a altas concentraciones (800 y 1600ppm de AIB).

Maisterrena, (1976), realizó un experimento con olivo cv. Misión y encontró que con 8000ppm del producto (Sederic i.a. AIB) se logra hasta un 85% de

enraizamiento de estacas proximales y con 2000ppm en estacas distantes se logra hasta un 80%.

Por su parte, Quezada (1981), también realizó un experimento con 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000ppm de AIB en vid, pero observó que con 0 aplicaciones de AIB se obtienen los mejores enraizamiento y que al incrementar las concentraciones de AIB se aumenta la muerte de estacas.

En un estudio efectuado con estacas de un híbrido de durazno X almendro, con cierto período de calor basal en cama caliente y tratamiento con AIB a una concentración de 1500ppm, se reporta haber obtenido un incremento en el enraizamiento (Rumayor, 1980).

Ruelas (1976), trabajando con estacas semidura del híbrido de durazno X almendro en verano, encontró que el mejor resultado para enraizar estacas en esa época es con 2000ppm de AIB mezclado con Rutín a 1000ppm. Pero a 4000ppm de AIB + 500ppm de Rutín obtuvo el más alto promedio de raíces y 2000ppm de AIB + 1000ppm de Rutín la mas elevada longitud de raíces.

López (1983). Obtuvo el más alto porcentaje (20%) de enraizamiento, mayor número de raíces/estaca con aplicaciones de 200ppm al follaje antes de cortar + 1500ppm basal de estacas intermedias del patrón de manzano MM 106.

Hartman y Kester (1999), mencionan que algunos experimentos reportan que una concentración de 1500 ppm de AIB es adecuada para el tratamiento de estacas de madera dura de manzano de M9, M26 Y MM106; pero a elevadas concentraciones se pueden provocar quemaduras y muerte de las estacas.

En un estudio realizado con estacas de MM 106, se encontró que los mejores porcentajes de enraizamiento correspondieron a las estacas tratadas con las siguientes concentraciones de auxinas: 2000ppm de AIB más 2000ppm de AIA,

2500ppm de AIB más 1000ppm de AIA y 1000ppm de AIB más 2500ppm de AIA (Villegas, 1978).

Hartmann y Kester (1999), señalan que la aplicación de auxinas en altas concentraciones a las estacas de tallo puede inhibir el desarrollo de las yemas, a veces hasta el punto en que no hay formación de tallo aún cuando la formación de raíces es adecuada.

Tratamiento con fungicidas.

Durante el período de enraizamiento, las estacas están expuestas al ataque de varios hongos. Sin embargo, al tratarlas con fungicidas se logra frecuentemente la supervivencia y un mejoramiento de la calidad de las raíces. El captan puede usarse como una inmersión en polvo después del tratamiento con AIB, o bien el AIB en talco puede mezclarse con el captan en polvo. Este fungicida es en especial apropiado para tratar estacas, ya que no se descompone con facilidad y tiene una acción residual prolongada Hartman y Kester (1999).

Lesionado.

Practicar heridas basales beneficia el enraizamiento de estacas de ciertas especies como rododendros y enebro. En especies frutales ya se tienen algunos antecedentes.

López, (1983), reporta que Couvillon y Erez (1980), trabajando con estacas de madera semidura de diferentes cultivares de durazno, obtuvieron un incremento en el enraizamiento bajo influencia de heridas basales y AIB; en otras investigaciones realizadas por Howard (1973 y 1981), se reporta que estacas de madera dura de ciruelo "Mirobolano B" y "E 340 5. 33" enraizaron mejor con lesiones y tratamiento con AIB. En manzano M 26 (*Malus pumila* Mill), un mejor enraizamiento fue obtenido con heridas basales y tratamiento con AIB a una concentración de 2500ppm.

Después de las lesiones, en ocasiones la producción de callo y el desarrollo de raíces son mucho mayores en los márgenes de las heridas, tal vez esto se debe a una acumulación natural de auxinas y de carbohidratos en el área lesionada y a un incremento en la tasa de respiración (Hartmann y Kester, 1999). Las heridas basales pueden practicarse principalmente en aquellas especies de difícil ó deficiente enraizamiento (Calderón, 1999).

Condiciones ambientales durante el enraizamiento

Conservación de la humedad con cámaras de nebulización.

Aunque la presencia de hojas en las estacas pueda constituir un fuerte estímulo para la iniciación de raíces, la pérdida de agua por la hoja puede ocasionar la deshidratación de la estaca hasta ocasionar su muerte, antes de que pueda efectuar la formación de raíces (Hartman y Kester, 1999). La técnica de nebulización, aspersión fina o mist, ayuda a evitar este problema; que consiste, en pasar agua a presión por boquillas especiales que dividen las partículas del liquido hasta conseguir una niebla bastante fina que cubre y humedece todas la hojas de las estacas (Calderón, 1992).

La técnica de nebulización se aplica principalmente en aquellas plantas de difícil enraizamiento, practicándose durante el verano bajo cajoneras o invernaderos provistos de canalización de distribución de tuberías que permitan aplicar el agua a finas gotitas, en forma de niebla, las nebulizaciones deben ser de corta duración a intervalos cortos de tal manera que las hojas estén permanentemente recubiertas de una película de agua que prácticamente suprime la transpiración (Cuisance, 1988)

La propagación por estacas herbáceas de frambueso y de especies de enraizamiento difíciles, ha sido posible gracias a la técnica de nebulización (Paglietta, 1986).

Temperatura.

Para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de unos 21 a 27° C, con temperaturas nocturnas de 15° C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas. La temperatura elevada del aire, tiende a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de raíces y aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo. En las camas de propagación, algún tipo de calentamiento controlado termostáticamente (camas calientes) aplicado debajo de las estacas es benéfico para mantener la temperatura en la base de las mismas más altas que en las yemas, lo cual en muchos casos estimula el enraizamiento (Hartman y Kester, 1999).

Camas calientes. Consiste en colocar tuberías en zig-zag en el fondo de la cama de enraizamiento, por la que se haga circular agua caliente o aire o vapor de agua a gran temperatura. La difícil manipulación, hace que estos métodos no sean muy empleados. Las camas de propagación de preferencia deben estar levantadas del piso ó, si están en el suelo se deben equipar con tubos de drenaje y asegurarse de que el agua excesiva se drene a la perfección. La profundidad de las camas deberá ser lo suficiente para poder usar unos 10 ó 15cm. del medio de enraíce. El medio de enraizamiento debe regarse de tal manera, que quede completamente húmedo antes de plantar las estacas. Después de haber llenado con estacas una sección de la cama, se debe regar muy bien para que el medio de enraizamiento se asiente alrededor de las estacas (Calderón, 1992 y Hartman y Kester, 1999).

Hartman y Kester (1999), mencionan que se han realizado experimentos con estacas de manzano (M 26, M 7, Crab C, M 16, MM 106, 11M 111 Y M 25), utilizando diferentes concentraciones de AIB y temperaturas de 12, 16, 22 Y 24° C, obteniendo el máximo porcentaje de enraizamiento a temperaturas comprendidas entre 21 y 24°C.

Villegas (1978), en una investigación realizada con estacas de manzano MM 106 con temperatura basal de 16°C y tratamiento con AIB y AIA, reporta haber obtenido bajos porcentajes de enraizamiento, por lo que recomienda no utilizar dicha temperatura para el enraizamiento de estacas de MM 106.

López (1983), menciona que Cheffins y Howard (1982), encontraron que los niveles de carbohidratos en estacas sin hojas de M 25 Y M 26 descendieron durante un período de propagación en la obscuridad con una temperatura basal en el medio de enraizamiento de 21°C. Generalmente, se pierden más carbohidratos de las estacas expuestas a una temperatura ambiente de 14.5°C en comparación con las de 4.5°C; por lo tanto, el enraizamiento fue más alto para las estacas expuestas a una temperatura del aire de 4.5°C en comparación con las de 14.5°C; concluyendo que es necesario coleccionar las estacas de invierno antes de que las yemas lleguen a ser activas para un manejo oportuno ó propagación, en un ambiente con temperatura del aire baja.

En las camas de propagación, es importante mantener en la base de las estacas una temperatura más elevada que en las yemas, ya que se ha señalado que las temperaturas del aire muy elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces y esto traería como consecuencia un aumento, tanto en la pérdida de agua, como de carbohidratos en las estacas, y con ello se tendría una disminución en el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1999, Heede y Lecourt, 1989 y Calderón 1982)

Medio de enraizamiento.

El medio de enraizamiento juega también un papel decisivo en el enraizamiento de las estacas, ya que tiene tres funciones principales: mantenerlas en su lugar durante el período de enraizamiento, proporcionarles humedad y permitir la aireación en la base de estas (Hartman y Kester, 1999).

Al medio de enraizamiento se le denomina *sustrato*. En horticultura, este término se refiere a todo material sólido al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando por lo tanto, un papel de soporte para la planta. Es raro que un material reúna por sí sólo las características físicas, químicas y biológicas más adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo; haciendo necesario en la mayoría de los casos mezclas con otros materiales en distintas proporciones, para adecuarlo a las condiciones requeridas (Abad, 1993).

La arena.

Es el material más barato y de fácil adquisición que ofrece buenas características para formar el sustrato de las camas de propagación, su buen drenaje evita el encharcamiento de agua procedente del riego o nebulización, al ser un material bastante suelto no presenta resistencia al arranque de las plantas una vez logrado el enraizamiento.

A veces es recomendable mezclarlo con algún otro material que permita una mayor retención de agua y que a la vez sea suelto y permita el arranque de las plantas sin perjuicio de las raíces; el musgo, la perlita y la vermiculita son materiales ligeros que pueden mezclarse con la arena, pudiendo usarse los dos últimos en forma aisladas (Calderón, 1992).

Musgo esfanginio (Peat moss).

Es el producto deshidratado de residuos jóvenes o porciones vivientes de plantas de pantanos ácidos del género *Sphagnum*. Es relativamente estéril, ligero y tiene una gran capacidad de retención de agua, siendo capaz de absorber mas de 10 veces su peso en agua, tiene un pH alrededor de 3.5 a 4 y contiene algunas sustancias fungicidas específicas (Hartman y Kester, 1999).

Perlita.

Es un material silíceo de origen volcánico, extraído de los escurrimientos de lava (Resh, 1982). Al ser molido y tamizado se expande por medio de calor a altas temperaturas (mas de 300° C), resultando así, un agregado blanco y ligero, con superficie rugosa capaz de retener de 3 a 4 veces su peso en agua; su uso en horticultura es como mejorador de condiciones físicas de sustratos, esta exenta de elementos nutritivos, no tiene capacidad de intercambio catiónico, tiene un pH neutro que oscila de 6 a 8 y es muy útil para la aireación en mezclas (Adams, 1984 y Hartman y Kester, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento.

Este trabajo de investigación se realizó en el invernadero de Propagación de Plantas del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicado Geográficamente a 25° 23' de latitud norte y 101° 00' de longitud oeste del meridiano de Greenwich con 1743 m.s.n.m; este invernadero es de tipo capilla (De Riego 2005), con las siguientes características: paredes de concreto y vidrio de cristal, el techo está cubierto con fibra de vidrio con una luminosidad del 80 al 90%. El experimento se realizó durante el período de enero a Junio del año 2005.

Diseño experimental

Este trabajo se realizó bajo un diseño estadístico factorial con arreglo completamente al azar con igual número de repeticiones por tratamiento. Los factores fueron:

A = Tipo de riego: Riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas, Riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas y Riego sin nebulización (con regadera manual 1/día).

B = Dosis de ácido indolbutírico: 1500, 2500, 3500ppm y el testigo (0ppm).

Material Vegetativo Experimental

El material experimental consistió en varetas de manzano de 0.5 a 1.0cm. de diámetro del portainjerto Robusta, provenientes de propagación por acodos de la huerta del Ing. Aroldo Rumayor Flores de Agua Nueva, Saltillo, Coahuila, que estaban en bodega a raíz desnuda para injertarse en ese mismo año.

Desarrollo del trabajo experimental

Corte y manejo de varetas en campo.

Las varetas fueron cortadas el 25 de enero del 2005, podando las partes terminales de los portainjerto a una altura de 30 a 40cm sobre la raíz, de las varetas cortadas se hicieron estacas de 20 a 25cm de longitud, las cuales se ataron con hilo rafia, se colocaron en papel periódico húmedo para evitar su deshidratación y se trajeron al departamento de horticultura de la UAAAN para su almacenamiento en un cuarto frío de 5 a 7° C para evitar la brotación prematura.

Preparación del Ácido Indolbutírico (AIB).

Para el tratamiento auxínico se utilizó el método de solución concentrada (Hartmann y Kester, 1999 y Garcidueñas y Ramírez, 1987) o de inmersión rápida (Weaver 1990): se pesaron tres cantidades de ácido indolbutírico en una balanza analítica y se diluyeron en 125ml de etanol, esto se hizo con un agitador eléctrico (figura 1), una vez agitado se aforó con agua destilada hasta llegar a 250ml, las diluciones fueron las siguientes:

- 0.375gr de AIB: 1500ppm.
- 0.625gr de AIB: 2500ppm.
- 0.875gr de AIB: 3500ppm.

Las cantidades de ácido indolbutírico corresponden a un cálculo por medio de la regla de tres simple tomando como base de que una parte por millón (ppm) equivale a 1000 miligramos en un litro de agua, entonces se calculó las concentraciones equivalente a 1500, 2500 y 3500ppm para un litro y por medio de otra regla de tres simple se calculó las cantidades para formar una solución de 250ml.

Una vez preparadas las concentraciones de AIB se colocaron en frascos bien cerrados y se guardaron en un lugar oscuro y en el cuarto frío para evitar la pérdida o liberación del producto auxínico (AIB).

Taconeo y Tratamiento de las estacas con Ácido Indolbutírico.

Se procedió a taconear las estacas que consistió en un corte basal por debajo de una yema con tijeras de podar, después se realizaron atados de 20 estacas para que pudieran ser tratadas (figura 1). Para el tratamiento, se colocaron las concentraciones de ácido indolbutírico en recipientes de boca ancha, en las cuales se sumergieron las estacas por un tiempo de 15 segundos, de tal manera que quedaran mojadas 2cm de la base de las estacas (figura 1), la fecha de tratamiento fue el 4 de febrero del 2005; los tratamientos quedaron distribuidas como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos con AIB

Tratamientos	Número de atados	Número de estacas
T1=1500 ppm	6	120
T2=2500 ppm	6	120
T3=3500 ppm	6	120
T4=Testigo	6	120



Fig. 1. a) Preparación de AIB. b) Taconeo y atado. c) Tratamiento de estacas en AIB.

Almacenamiento de las estacas tratadas con AIB

Las estacas tratadas previamente identificadas, se colocaron nuevamente en papel periódico húmedo, en bolsa de polietileno transparente para conservar la humedad y en caja de plástico, para su almacenamiento en el cuarto frío a

temperatura de 5 a 7° C durante un período de 6 semanas con el objetivo de lograr el enclavamiento. Durante este período de almacenamiento, el manejo consistió en mantener la humedad, la temperatura y la sanidad de las estacas, realizando supervisiones de 2 a 3 veces por semana.

Preparación del sustrato para el enraizamiento.

Previo al término del período de almacenamiento, se preparó el sustrato para el enraizamiento en una proporción de 1:1:1 de arena, perlita y peat moss v/v (figura 2); se utilizaron estos componentes con la finalidad de tener un buen sustrato en cuanto a textura, drenaje, retención de humedad, libre de patógenos y pH adecuado. Se procedió a llenar las camas de propagación que tenían una dimensión de 2.75m de largo X 1.45m de ancho X 0.20m de profundidad, para el llenado se comenzó con la colocación de 5cm de gravilla en el fondo de las camas para facilitar el drenaje de agua y posteriormente el sustrato previamente humedecido.



Figura 2. Preparación del sustrato con arena, peat moss y perlita.

Colocación de estacas en camas de propagación.

Después del período de almacenamiento, se procedió a sacar las estacas del cuarto frío para establecerlas en las camas de propagación de acuerdo a un Diseño Factorial con arreglo completamente al azar (Cuadro 2) donde el Factor A representa las camas de propagación y el factor B representa las dosis de AIB que se evaluaron en cada cama de propagación.

Cuadro 2. Distribución del experimento en las camas de propagación.

Cama 1. Riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas.	Tratamiento	Repeticiones distribuidos al azar	No. de estacas/ repetición
	T1:1500ppm	4	10
	T2:1500ppm	4	10
	T3:2500ppm	4	10
	T4:testigo	4	10
Cama 2. Riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas.	T1:1500ppm	4	10
	T2:1500ppm	4	10
	T3:2500ppm	4	10
	T4:testigo	4	10
Cama 3. Riego con regadera manual (1/día)	T1:1500ppm	4	10
	T2:1500ppm	4	10
	T3:2500ppm	4	10
	T4:testigo	4	10

Las estacas se colocaron en posición vertical, introduciendo de aproximadamente entre 10 y 15cm de la base en el sustrato; esto se realizó el 17 de marzo del 2005.

Manejo del experimento en las camas de propagación.

Manejo del Riego.

En las primeras 3 semanas, los riegos fueron realizados con regadera de mano, con una frecuencia de un riego todos los días por las mañanas, pero para el día 13 de abril del 2005 se comenzó con el riego nebulizado diariamente en las horas más calurosas (9:00 am a 5:00 pm), para evitar la deshidratación; debido a que las estacas ya estaban brotadas y para esto se decidió utilizar la cama 1 para riego nebulizado de 15 segundos, la cama 2 para riego nebulizado de 10 segundos, ambas camas se les dió una frecuencia de nebulización cada dos horas y la cama 3 se siguió regando diariamente por las mañanas con la regadera manual.

Temperatura del sustrato.

Para monitorear la temperatura del sustrato se colocó un termómetro de suelo (figura 3), el cual registro en promedio temperaturas mínimas de 12° C y máximas de 22° C por lo que esta en el rango de temperaturas que reportan Hartman y Kester, 1999 y Calderón, 1992 para tener resultados satisfactorios de enraizamiento en diferentes especies frutales que es de 21 a 25°C.



Figura 3. Termómetro de suelo para monitorear las temperaturas

Manejo fitosanitario.

Durante el desarrollo del experimento en las camas de propagación, se nos presentó el problema de la enfermedad Cenicilla del manzano (*Podosphaera leucotricha*) pero lo controlamos satisfactoriamente con 2 aplicaciones de Tecto 60 a dosis de 1g/l; en cuanto a plagas se tuvo la presencia la mosquita negra (*Bradysia sp*), que es una de las plagas importantes en el cultivo de noche buena, es un insecto pequeño que oviposita en el sustrato y las larvas se alimentan de materia orgánica y de raíces, para el control realizamos una aplicación de Furadán líquido aplicado al sustrato y a todo el invernadero para matar adultos y larvas.

Nutrición.

Debido a que se utilizó sustrato inerte (sin nutrientes) y para que las estacas no se quedaran sin reservas, el 30 de abril se comenzó con un programa de nutrición que consistió en la aplicación de 10g de fertilizante con la fórmula 12-43-12 (NPK) disuelto en 10 litros de agua para cada cama, cada tercer día, utilizando una regadera manual.

Variables evaluadas.

En la primera semana de junio del 2005 se evaluó el experimento, para lo cual se sacaban las estacas con cuidado del sustrato y se colocaban en recipientes con agua para la separación del sustrato de las raíces. Las variables a evaluar fueron las siguientes:

1. Porcentaje de estacas enraizadas. Se contaron las estacas enraizadas, representándolos en porcentajes, tomando como base que 10 estacas (unidad experimental) eran el 100%.
2. Número de raíces/estaca. Se contaron todas las raíces por estaca, se sumaron y se dividió entre el número de estacas enraizadas para representarlo en promedio de raíces por estacas.
3. Longitud de raíces (cm). Para esta variable, se midieron todas las raíces de cada estaca con una regla graduada, se sumaron y se dividió entre el número de estacas enraizadas para tener el dato promedio en cm.
4. Longitud del brote (cm). Se tomó el brote más vigoroso, que por lo general fue el que estaba en posición apical de la estaca, se midió con una regla graduada, se sumaron las longitudes y se dividió entre el número de brotes para tener el dato promedio, representándolo en cm.
5. Porcentaje de estacas muertas. Se contaron el número de estacas muertas y se representó en porcentaje, tomando como base de que 10 estacas eran el 100%.

Las estacas enraizadas se trasplantaron en bolsas de polietileno de color negro, las cuales fueron llevadas y plantadas al invernadero del Ing. Aroldo Rumayor Flores, Agua Nueva, Saltillo, Coahuila.

Análisis estadístico

A los datos de campo de las variables evaluadas, se les sacó la media, se analizó en el Programa Estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León, utilizando un Diseño Experimental Factorial con arreglo Completamente al Azar y se realizó el análisis de varianza con la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

El análisis de varianza se realizó con los datos originales, debido a que al utilizar todas las técnicas de transformaciones, no se logró bajar el coeficiente de variación (C.V.) para cada variable; pero los resultados obtenidos son verídicos, debido a que el material experimental es perenne y que por lo general en estos, siempre se tienen elevados C.V. por que existen muchas variables que no podemos controlar fácilmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza (apéndice), los resultados se muestran a continuación por variables evaluadas.

Porcentaje de estacas enraizadas

De acuerdo a los resultados (cuadro 3), al aplicar riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas, se obtuvo el mayor porcentaje de enraizamiento al encontrarse diferencias significativas en comparación con el riego sin nebulización; este resultado coincide con lo que menciona Paglietta (1986), Calderón (1992) y Hartman y Kester (1999).

Para el caso del ácido indolbutírico (AIB), el porcentaje de enraizamiento más alto fue al aplicar la concentración de 1500ppm (cuadro 3) en la base de las estacas, superando a los demás tratamientos y encontrándose una diferencia altamente significativa en comparación con el testigo, este resultado coincide con López (1983), quien obtuvo hasta un 20% de enraizamiento en patrones de manzano mm106, pero la diferencia es que él aplicó 200ppm de AIB al follaje antes de cortar las estacas, también coincide con Hartman y Kester (1999), quienes mencionan que al tratar las estacas de manzano con 1500ppm de AIB, se obtienen los mejores resultados, pero difieren con Villegas (1978) por que él menciona que obtuvo mejores resultados con 2000 y 2500ppm de AIB, mezclándolos con altas concentraciones de AIA; así mismo, coincide con Rumayor (1980) quien obtuvo resultados similares en el híbrido durazno X almendro con 1500ppm de AIB.

Cuadro 3. Porcentaje de enraizamiento del portainjerto de manzano robusta, con nebulización y tratamiento de AIB.

Factor A (tipo de riego)	Estacas enraizadas (%)
Cama 1. Riego nebulizado de 15 segundos	21.8750 A *
Cama 2. Riego nebulizado de 10 segundos	16.2500 AB
Cama 3. sin nebulización (con regadera manual)	9.3750 B
Factor B (AIB)	
1500ppm	22.5000 A
2500ppm	20.0000 A
33500ppm	16.6667 AB
Testigo	4.1667 B

*Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey $p \leq 0.05$.



Figura 4. Influencia del AIB en el enraizamiento. A) De izquierda a derecha 1500, 2500, 3500 y 0ppm de AIB; B) comparativo entre 0 y 1500 ppm, donde este último presenta un porcentaje de enraizamiento más alto.

En cuanto a la interacción entre el tipo de riego y las concentraciones de AIB (figura 5), se logró un porcentaje de enraizamiento de hasta 30% al interaccionar el riego nebulizado de 15 segundos cada dos horas con 1500ppm de AIB.

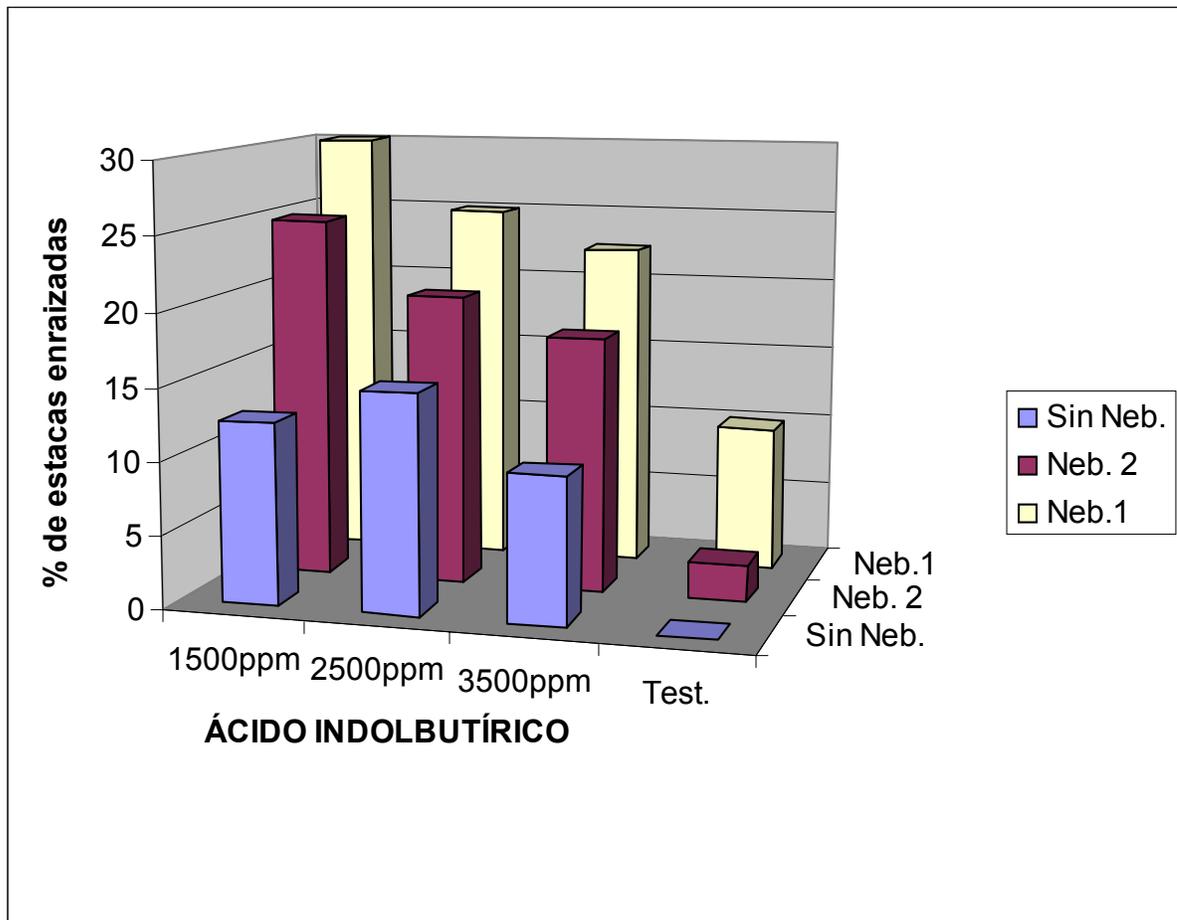


Figura 5. Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en el porcentaje de estacas enraizadas

Número de raíces/ estacas

En los resultados (cuadro 4) se observa tendencia biológica de aumento de raíces/estaca en el tipo de riego nebulizado de 15 segundos en comparación con el riego sin nebulización. Además, se observa que todas las concentraciones de AIB son los mejores al superar al testigo de 2.3 a 6.1 y 7.5 raíces/estaca, aunque estadísticamente no existe diferencia significativa; a 1500ppm se obtuvieron raíces más grandes y vigorosas, aunque ligeramente fue superado por las más altas concentraciones. Pero de manera general, se observa que las concentraciones de AIB ayudan a tener un número elevado de raíces en comparación con el testigo que fue muy inferior (2.3 raíces/estacas); coincidiendo con Escamilla (2002), Ruelas

(1976) quienes obtuvieron mejores resultados con los tratamientos de más elevadas concentraciones; pero difiere con Rivero *et al* (2005), en una especie y bajo condiciones diferentes, donde demostró que a más altas concentraciones se vió afectado el número de raíces.

Cuadro 4. Número de raíces por estacas del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB.

Factor a (tipo de riego)	No. Raíces/estacas
Cama 1. Riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas	7.381250 A*
Cama 2. Riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas	5.145625 A
Cama 3. Sin nebulización	5.192500 A
Factor B (AIB)	
1500ppm	6.140000 A
2500ppm	7.562500 A
33500ppm	7.548334 A
Testigo	2.375000 A

*Medias con misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

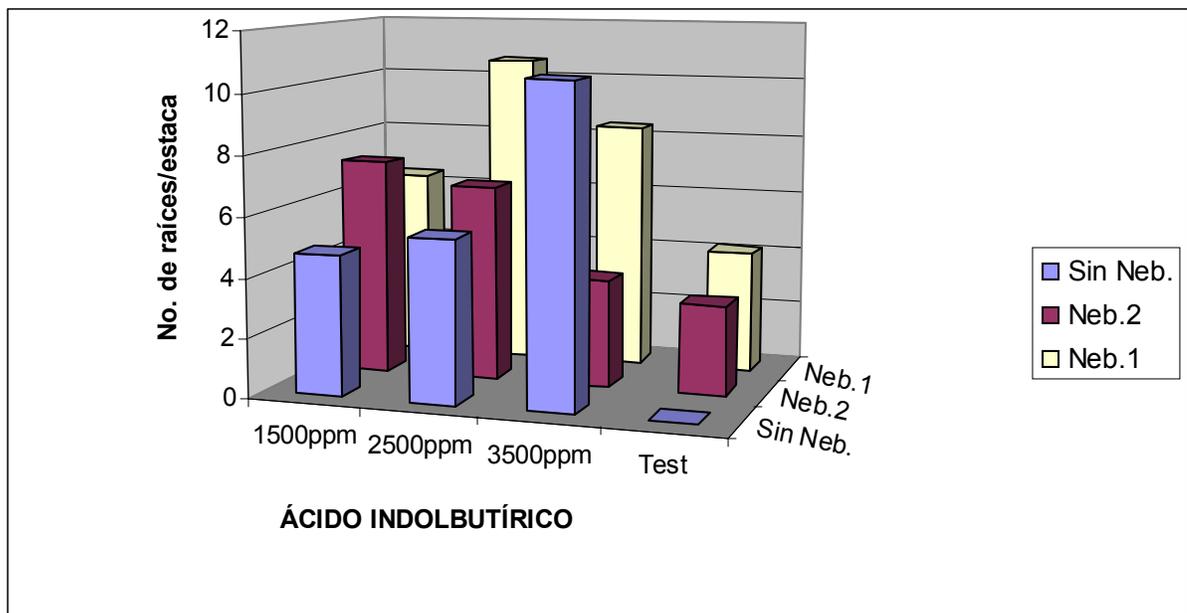


Figura 6. Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en el número de raíces por estaca.

La mejor interacción entre los dos factores (figura 6) de acuerdo al análisis de varianza (apéndice), se obtiene un mayor número de raíces por estaca (10.6) con 2500ppm de AIB y riego nebulizado a 15 segundos cada 2 horas en comparación con la interacción 0ppm y riego sin nebulización; aquí se ve la importancia del AIB y el riego nebulizado en el proceso de enraizamiento.

Longitud de raíces/ estacas

De acuerdo al análisis de varianza (apéndice), en el tipo de riego, nuestros resultados (cuadro 5) indican que al utilizar riego nebulizado de 10 segundos, se aumenta la longitud de raíces/estacas de 2.9 a 4.3cm en comparación al riego sin nebulización aunque estadísticamente no existe diferencia significativa, coincidiendo con Paglietta (1986) y Cuissance (1988). Para el AIB, las mejores concentraciones fueron 1500 y 2500ppm al aumentar de 1.2 a 4.7 y 4.8cm la longitud de raíces en comparación con el testigo, existiendo diferencias estadísticas; Coincidiendo con Rivero et al (2005), Escamilla (2002) y Ruelas (1976).

Cuadro 5. Longitud de raíces por estacas del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB.

Factor A (tipo de riego)	Longitud de raíces (%)
Cama 1.Riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas	3.573375 A*
Cama 2.Riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas	4.284187 A
Cama 3. Sin nebulización	2.903125 A
Factor B (AIB)	
1500ppm	4.7669 A
2500ppm	4.8261 A
3350ppm	3.4823 AB
Testigo	1.2723 B

*Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

Para la interacción entre factores (figura 7), el mejor resultado para longitud de raíces fue 2500ppm de AIB obteniendo 7cm, seguido por 1500ppm de AIB con 6.6cm, ambos combinados con riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas; pero debido a la mínima diferencia se recomienda la menor concentración (1500ppm)

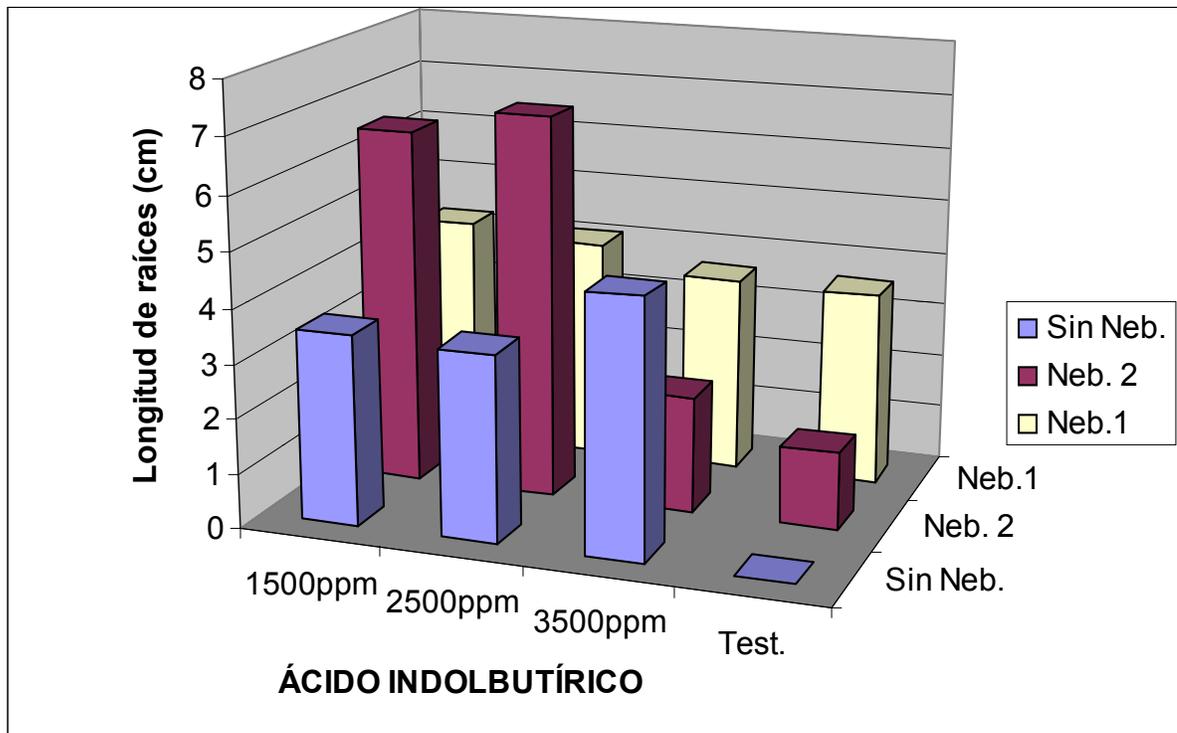


Figura 7. Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en la longitud de raíces por estaca.

Longitud de brote

Para esta variable (cuadro 6), sobresale el riego nebulizado de 15 segundos con una diferencia de 2cm de longitud en comparación con el riego sin nebulización, aunque no hay diferencia estadísticamente, estos resultados coinciden con Paglietta (1986), Cuisane (1988), Calderón (1992) y Hartman y Kester (1999).

Cuadro 6. Longitud de brote por estacas del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB.

Factor A (tipo de riego)	Longitud de brote (cm)
Cama 1. Riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas	8.382687 A
Cama 2. Riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas	6.120500 A
Cama 3. Sin nebulización	6.223625 A
Factor B (AIB)	
1500ppm	8.4150 A *
2500ppm	7.7705 AB
33500ppm	7.6421 AB
Testigo	3.8082 B

*Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

En las concentraciones de AIB, se observa claramente la tendencia biológica de que a 1500ppm se tiene la más elevada longitud de brote, al aumentar de 3.8 a 8.4cm, en comparación con el testigo y los demás tratamientos, existiendo diferencias significativa (cuadro 7) y (figura 4); este resultado coincide con Escamilla (2002) y Hartman y Kester (1999), quien menciona que altas concentraciones de auxinas puede inhibir el desarrollo de las yemas.

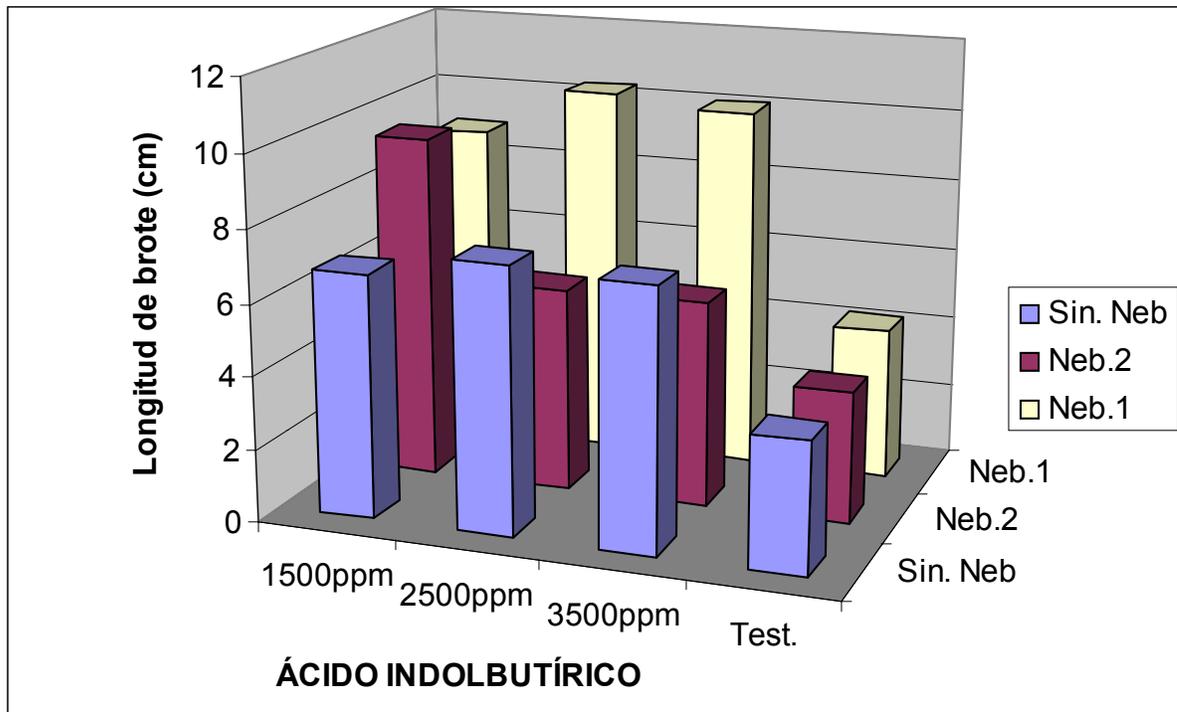


Figura 8. Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en la longitud de brote por estaca.

Como se observa en la Figura 8, las mejores interacciones son las concentraciones de 2500ppm y 3500ppm de AIB con riego nebulizado de 15 segundos, quienes alcanzaron una longitud de brote de 10cm; pero se recomienda la de 1500ppm con nebulización de 10 y 15 segundos que alcanzaron 9.5cm y 9cm respectivamente, por presentar diferencias mínimas en comparación con las anteriores interacciones y por que han resultado ser mejores en las otras variables.

Porcentaje de estacas muertas

Esta variable nos ayudó a explicar el por que obtuvimos muy bajo porcentaje de enraizamiento, ya que al realizar el análisis de varianza (apéndice), nuestros resultados (cuadro 7) indican que el riego nebulizado de 15 segundos disminuye el porcentaje de estacas muertas en comparación con el riego sin nebulización; de igual

manera, se observa que la dosis más baja de AIB es la mejor al disminuir el porcentaje de estacas muertas y a medida que se aumenta las concentraciones de AIB se obtuvo un alto porcentaje de estacas muertas; mostrando diferencias significativas estadísticamente para los dos factores. Coincidiendo con Escamilla (2002), Quezada (1981) y Hartman y Kester (1999).

Cuadro 7. Porcentaje de estacas muertas del portainjerto de manzano robusta con nebulización y tratamiento de AIB.

Factor A (tipo de riego)	Estacas muertas (%).
Cama 1. Riego nebulizado de 15 segundos cada 2 horas	44.3750 B*
Cama 2. Riego nebulizado de 10 segundos cada 2 horas	45.6250 B
Cama 3. Sin nebulización	65.6250 A
Factor B (AIB)	
1500ppm	45.8333 B
2500ppm	52.5000 AB
3350ppm	68.3333 A
Testigo	40.8333 B

**Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

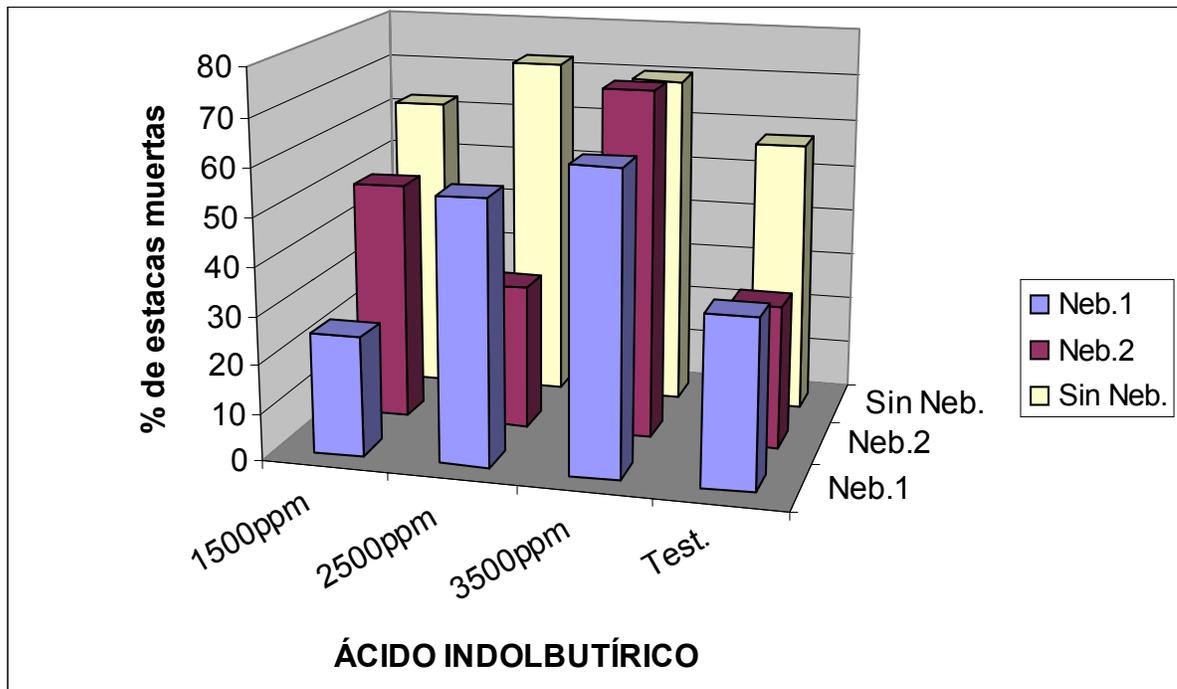


Figura 9. Interacción entre el tipo de riego y la concentración de AIB en el porcentaje de estacas muertas.

En la interacción de factores (figura 9), observamos claramente que la dosis de 1500ppm de AIB con riego nebulizado de 15 segundos se obtiene el más bajo porcentaje de estacas muertas (25%) mientras que con altas concentraciones (2500 y 3500ppm) interactuando con riego sin nebulización se obtienen los más altos porcentajes de estacas muertas (72.5 y 70%), respectivamente.

CONCLUSIONES

El riego nebulizado a 15 segundos cada 2 horas y el ácido indolbutírico a 1500ppm son las adecuadas para enraizar estacas de portainjertos de manzano robusta al aumentar de:

- 9 a 21% y de 4 a 22.5 %, respectivamente, el enraizamiento en comparación con el testigo; pero al interactuarlos se logró hasta un 30% de enraizamiento.
- 6.2 a 8.4cm y de 3.8 a 8.4cm, respectivamente, la longitud de brote en comparación con el testigo; produciendo plantas vigorosas y de mayor longitud.

Además de disminuir de un 65.6% a un 44.4%, en comparación con el riego sin nebulización y de 68.3% a 45.8% en comparación con el AIB a 3500ppm el porcentaje de estacas muertas.

LITERATURA CITADA

- Abad, B.M. 1993. Sustratos, características y propiedades. Curso superior de especialización sobre cultivo sin suelo. FIPA. Almería España.
- Adams, C.R; Bamford, K.M; y Early, M.P. 1984. Principios de hortofruticultura. Acriba. México, D. F.
- Arredondo, H.I. 2000. Guía Técnica para Cultivar Manzano en Chiapas. CEIDPHPACH, San Cristobal de las Casas, Chiapas.
- Boffelli, E. y Sirtori, G. 2000. Guía fotográfica de los injertos. Editorial DE VECCHI. Barcelona, España.
- Calderón, A.E. 1982. Manual del Fruticultor Moderno Vol. 2. Ciencia y Técnica Grupo Noriega Editores.
- Calderón A.E. 1982. Manual del Fruticultor Moderno Vol. 3. Ciencia y Técnica Grupo Noriega Editores.
- Cofupro, 2003. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología: caracterización, problemática y demandas tecnológicas de la cadena productiva de la manzana. Fundación Produce Chihuahua A.C y JJ Consultores S.C. Chihuahua, Chihuahua, México.
- Coque, F.M. y Díaz H.M.B. 1996. Poda de frutales y técnica de propagación y plantación. Mundi-Prensa. Madrid España.
- Cuisance, P. 1988. La multiplicación de las plantas y el vivero. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- De Riego. Especial de Invernaderos. Año 4 No. 18 mayo, 2005.
- Escamilla, G.G.M. 2002. Respuesta al enraizamiento de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus*) a diferentes tipos y dosis de enraizadores. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gómez, C.M.A., *Et al.* 2002. Frutas y Hortalizas: estado actual y nuevas perspectivas en México. CIESTAAM. México, D.F.
- Hartman, H.T. y Kester, D.E. 1999. Propagación de plantas. Editorial CECOSA, México, D. F.

Havagg, E.R. 2000. Temperate fruit crops in warm climates. Kluwer Academic Publishers 2000. Edited by Amnon Erez.

Heede, V.D. y Lecourt M. 1989. El Estaquillado: guía práctica de la multiplicación de las plantas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Howard, B.H. 1981. Plant propagation. Rev. E. Mailing Res. Str. 1980:59-72.

Jankiewicz, L.S. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción. Universidad Autónoma Chapingo y Mundi-Prensa, Texcoco, México.

López, B.E. 1983. Técnica de enraizamiento en manzano MM 106. Tesis Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Maisterrena, V.E. 1976. Uso de enraizador seradix en la propagación de estaquillas herbáceas de olivo en México. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Manus S. R.M. 2004. Jugo Terapia. Gómez-Gómez Hermanos Editores, México, D.F.

Martínez R.O.A. 1993. Algunas características de los portainjertos de manzano. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

Mondragón, J.C; Fernández, M.M.R. y Pérez G.S. 2001. Propagación de plantas de durazno, chabacano y manzano. INIFAP. San Luis de la Paz, Guanajuato, México.

Paglietta, R. 1986. El frambueso. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España.

Quezada, G.A. 1981. Efecto de tres métodos de manejo de estacas y una auxina sobre la propagación vegetativa de vid (*Vitis vinifera*, L) cv SALVADOR. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Resh, H.M. 1982. Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. 2ª Edición. Editorial Mundi-prensa, Madrid, España.

Rivero, M.G.C, et al. 2005. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2005, 22:33-40.

Rojas G.M. y Ramírez R.H. 1987. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. LIMUSA. México, D. F.

Ruelas G.S. 1976. Estudio de los efectos del rutín y el ácido indolbutírico así como su interacción en el enraizamiento de estacas de un híbrido natural entre durazno (*Prunus persicae* L.) y almendro (*P. amygdalus* Batsch.). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.

Rumayor, R.A.F. 1980. E. Evaluación de métodos de enraizamiento de estacas de un híbrido de durazno (*Prunus persicae* Batsch.) y almendro (*Prunus amygdalus* Batsch.). Tesis de Licenciatura. ITESM.

Villegas, M.A. 1978. Enraizamiento de estacas de Manzano MM 106 tratadas con ácido indolbutírico (AIB) y ácido indolacético (AIA) a una temperatura de 16° C en la base. Tesis Licenciatura. UACH. Texcoco, México.

Weaver, R.J. 1990. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Edit. Trillas. México.

Westwood, N.M. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. Edición Mundi-Prensa. Madrid, España.

Wilkinson, E.H. y Withnall, A.M. 1970. Wye research in apple cutting propagation. *Wrower* 74:24-135, 182-183.

APÉNDICE

Cuadro 1 A. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable porcentaje de estacas enraizadas.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	2	1254.166992	627.083496	3.6411	0.035
FACTOR B	3	2383.333008	794.444336	4.6129	0.008
INTERACCION	6	129.166992	21.527832	0.1250	0.991
ERROR	36	6200.000000	172.222229		
TOTAL	47	9966.666992			
C.V. = 82.88%					
TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB					
FACTOR A	FACTOR B				MEDIA
	1	2	3	4	
1	30.0000	25.0000	22.5000	10.0000	21.8750
2	25.0000	20.0000	17.5000	2.5000	16.2500
3	12.5000	15.0000	10.0000	0.0000	9.3750
MEDIA	22.5000	20.0000	16.6667	4.1667	15.8333
COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A					
TRATAMIENTO	MEDIA				
1	21.8750 A				
2	16.2500 AB				
3	9.3750 B				
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05					
TUKEY = 11.3517					
VALORES DE TABLAS:					
q(0.05) = 3.46 q(0.01) = 4.40					
COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B					
TRATAMIENTO	MEDIA				
1	22.5000 A				
2	20.0000 A				
3	16.6667 AB				
4	4.1667 B				
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05					
TUKEY = 14.4337					
VALORES DE TABLAS:					
q(0.05) = 3.81 q(0.01) = 4.74					

Cuadro 2 A. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable número de estacas/estaca.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	2	52.217651	26.108826	0.8425	0.558
FACTOR B	3	215.567505	71.855835	2.3188	0.091
INTERACCION	6	158.769897	26.461649	0.8539	0.539
ERROR	36	1115.568115	30.988003		
TOTAL	47	1542.123169			
C.V. = 94.25%					
TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A					
FACTOR A	MEDIA				
1	7.381250				
2	5.145625				
3	5.192500				
TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B					
FACTOR B	MEDIA				
1	6.140000				
2	7.562500				
3	7.548334				
4	2.375000				
TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB					
FACTOR A	FACTOR B				MEDIA
	1	2	3	4	
1	6.4000	10.6250	8.3750	4.1250	7.3812
2	7.3125	6.6250	3.6450	3.0000	5.1456
3	4.7075	5.4375	10.6250	0.0000	5.1925
MEDIA	6.1400	7.5625	7.5483	2.3750	5.9065
NO SE HACE LA COMPARACION DE MEDIAS PORQUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS NIVELS DE LOS FACTORES A Y B NI EN LA INTERACCION AxB.					

Cuadro 3 A. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable longitud de raíces.

ANALISIS DE VARIANZA						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
FACTOR A	2	15.263123	7.631561	0.9572	0.604	
FACTOR B	3	99.558655	33.186218	4.1625	0.012	
INTERACCION	6	59.217651	9.869609	1.2379	0.310	
ERROR	36	287.018250	7.972729			
TOTAL	47	461.057678				
C.V. = 78.72%						
TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A						
FACTOR A	MEDIA					
1	3.573375					
2	4.284187					
3	2.903125					
TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB						
FACTOR A	FACTOR B				MEDIA	
	1	2	3	4		
1	4.2290	4.0557	3.6145	2.3943	3.5734	
2	6.5642	7.0075	2.1425	1.4225	4.2842	
3	3.5075	3.4150	4.6900	0.0000	2.9031	
MEDIA	4.7669	4.8261	3.4823	1.2723	3.5869	
COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B						
TRATAMIENTO	MEDIA					
2	4.8261 A					
1	4.7669 A					
3	3.4823 AB					
4	1.2723 B					
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05						
TUKEY = 3.1055						
VALORES DE TABLAS:						
q(0.05) = 3.81 q(0.01) = 4.74						

Cuadro 4 A. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable longitud de brote.

ANALISIS DE VARIANZA						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
FACTOR A	2	52.211670	26.105835	1.6437	0.206	
FACTOR B	3	157.954102	52.651367	3.3151	0.030	
INTERACCION	6	50.665527	8.444255	0.5317	0.782	
ERROR	36	571.765381	15.882372			
TOTAL	47	832.596680				
C.V. = 57.68%						
TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A						
FACTOR A	MEDIA					
1	8.382687					
2	6.120500					
3	6.223625					
TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB						
FACTOR A	FACTOR B				MEDIA	
	1	2	3	4		
1	8.9462	10.3208	10.0625	4.2013	8.3827	
2	9.5475	5.6383	5.6762	3.6200	6.1205	
3	6.7513	7.3525	7.1875	3.6033	6.2236	
MEDIA	8.4150	7.7705	7.6421	3.8082	6.9089	
COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B						
TRATAMIENTO	MEDIA					
1	8.4150 A					
2	7.7705 AB					
3	7.6421 AB					
4	3.8082 B					
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05						
TUKEY = 4.3832						
VALORES DE TABLAS:						
q(0.05) = 3.81 q(0.01) = 4.74						

Cuadro 5 A. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable porcentaje de estacas muertas.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	2	4550.000000	2275.000000	7.2639	0.003
FACTOR B	3	5156.250000	1718.750000	5.4878	0.004
INTERACCION	6	3950.000000	658.333313	2.1020	0.077
ERROR	36	11275.000000	313.194458		
TOTAL	47	24931.250000			
C.V. = 34.12%					
TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB					
FACTOR A	FACTOR B				MEDIA
	1	2	3	4	
1	25.0000	55.0000	62.5000	35.0000	44.3750
2	50.0000	30.0000	72.5000	30.0000	45.6250
3	62.5000	72.5000	70.0000	57.5000	65.6250
MEDIA	45.8333	52.5000	68.3333	40.8333	51.8750
COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A					
TRATAMIENTO	MEDIA				
3	65.6250 A				
2	45.6250 B				
1	44.3750 B				
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05					
TUKEY = 15.3082					
VALORES DE TABLAS:					
q(0.05) = 3.46 q(0.01) = 4.40					
COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B					
TRATAMIENTO	MEDIA				
3	68.3333 A				
2	52.5000 AB				
1	45.8333 B				
4	40.8333 B				
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05					
TUKEY = 19.4644					
VALORES DE TABLAS:					
q(0.05) = 3.81 q(0.01) = 4.74					