

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DEL ACIDO INDOLBUTIRICO, ROOTONE Y;  
LESIONADO EN ESTACAS DE TRUENO PUERTO  
RICO (Ligustrum texanum T. var. Silver star)  
EN MONTERREY, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JUAN OCTAVIO CARRILLO AGUILAR

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1985



T

SB435

C3

c.1



1080061260

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO DEL ACIDO INDOLBUTIRICO, ROOTONE Y  
LESIONADO EN ESTACAS DE TRUENO PUERTO  
RICO (Ligustrum hexanum T. var. Silver star)  
EN MONTERREY, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JUAN OCTAVIO CARRILLO AGUILAR

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1985

6571



T  
SB435  
C3

  
Biblioteca Central  
Magna Solidaridad  
F. Tesis

  
BUR  
Frias  
U L  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

040.634  
FA7  
1985  
C.5

EFFECTO DEL ACIDO INDOLBUTIRICO, ROOTONE Y LESIONADO  
EN ESTACAS DE TRUENO PUERTO RICO (Ligustrum texanum T.  
var. Silver star) EN MONTERREY, N.L.

TESIS QUE PRESENTA, JUAN OCTAVIO CARRILLO AGUILAR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

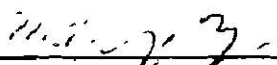
COMISION REVISORA



ING. M.C. RAUL P. SALAZAR SAENZ  
ASESOR PRINCIPAL



ING. M.C. MARGARITO DE LA GARZA DAVILA  
ASESOR AUXILIAR



ING. M.C. MARCO VINICIO GOMEZ MEZA  
ASESOR ESTADISTICO

FEBRERO DE 1985.



A MIS PADRES :

SR. JUAN CARRILLO MARTINEZ

SRA. DOLORES AGUILAR GAONA

Por su apoyo, sacrificio y esfuerzo  
demostrados hacia mí en el transcur  
so de mis estudios profesionales.

A MIS HERMANOS :

MARTIN FEDERICO

ANA GRACIA

JUAN CARLOS

GUADALUPE

LUCILA CONCEPCION

LUIS ALBERTO

A LA MEMORIA DE MI ABUELITA :

SRA. CONCEPCION MARTINEZ ALVAREZ

En agradecimiento inborrable por haberme  
enseñado el sentido de la verdad y el  
trabajo continuo para llegar así al éxito.

A MI TIO:

SR. CRUZ CARRILLO MARTINEZ

Por todo su apoyo que desinteresadamente  
me brindó a lo largo de mis estudios pro  
fesionales.

A TODOS MIS FAMILIARES .



A LOS MAESTROS:

ING. M.C. RAUL P. SALAZAR SAENZ

ING. M.C. MARGARITO DE LA GARZA DAVILA

ING. M.C. MARCO VINICIO GOMEZ MEZA

Por sus indicaciones y asesoría para la  
realización de este estudio, mi más eter-  
no agradecimiento.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Por haber compartido una amis-  
tad sincera a lo largo de nues-  
tros estudios.

# I N D I C E

	PAGINA
1. I N T R O D U C C I O N.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Características botánicas de <u>Ligustrum</u> <u>texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> .....	4
2.2. Propagación vegetativa o asexual.....	5
2.2.1. Naturaleza e importancia de la propa gación vegetativa.....	5
2.2.2. Razones para emplear la propagación vegetativa.....	6
2.3. Propagación por estacas.....	7
2.3.1. Importancia de la propagación por es tacas.....	7
2.3.2. Ventajas y desventajas de la propaga ción por estacas.....	8
2.4. Desarrollo anatómico de raíces y ramas en las estacas.....	9
2.5. Condiciones ambientales del enraizamiento..	11
2.5.1. Temperatura.....	11
2.5.2. Provisión de oxígeno y de humedad...	12
2.5.3. Humedad relativa e intensidad de luz.	12
2.5.4. Area foliar.....	13



	PAGINA
2.5.5. Medios de enraizamiento.....	14
2.6. Selección del material para estacas.....	15
2.6.1. Condición fisiológica de la planta madre.....	15
2.6.2. Edad de la planta madre.....	18
2.6.3. Epoca del año en que se toman las estacas.....	19
2.7. Formación de callo en estacas.....	20
2.8. Lesionado en estacas.....	21
2.9. Substancias del crecimiento de las plantas.	22
2.9.1 Auxinas.....	24
2.10. Tratamiento de las estacas con reguladores del crecimiento.....	27
2.10.1. Método de aplicación.....	28
2.10.1.1. Método de inmersión rápida.....	29
2.10.1.2. Método de remojo prolongado.....	30
2.10.1.3. Método de espolvoreado.....	31
3. MATERIALES Y METODOS.....	32
3.1. Materiales.....	32
3.2. Métodos.....	33
3.2.1. Variables originales.....	37
3.2.2. Variables transformadas.....	39

4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1.	Número de yemas por estaca.....	43
4.2.	Crecimiento de yemas por estaca.....	44
4.3.	Número de hojas y diámetro del tallo.....	45
4.4.	Porcentaje de formación de callo y Número de raíces promedio por estaca.....	46
4.5.	Crecimiento de raíces por estaca.....	46
4.6.	Porcentaje de yemas por estaca.....	47
4.7.	Análisis de correlación.....	47
4.8.	Análisis de regresión.....	52
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1.	Conclusiones.....	55
5.2.	Recomendaciones.....	56
6.	R E S U M E N.....	57
7.	B I B L I O G R A F I A.....	59
8.	A P E N D I C E.....	63

INDICE DE APENDICE

TABLA		PAGINA
1	Datos de temperatura, en grados centígrados, del 23 de Mayo al 7 de Julio de 1984 en el experimento de enraizamiento de trueno "Puerto Rico" ( <u>Ligustrum texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> ).....	64
2	Principales estadísticos para las variables estudiadas en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" ( <u>Ligustrum texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> ).	65
3	Resultados de los análisis de varianza efectuados para las variables estudiadas y su significancia en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" ( <u>Ligustrum texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> ).....	66
4	Presentación de medias por tratamiento para las variables estudiadas, así como el resumen de la prueba de Tukey en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" ( <u>Ligustrum texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> ).....	67
5	Valores de los coeficientes de correlación de 13 variables estudiadas y su significancia en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" ( <u>Ligustrum texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> ).	68
6	Ecuación de predicción y coeficientes de determinación en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" ( <u>Ligustrum texanum</u> T. var. <u>Silver star</u> ).....	69

FIGURA		PAGINA
1	Relación crecimiento total de raíces con crecimiento total de yemas.....	71
2	Relación crecimiento total de raíces con número de hojas.....	71
3	Relación crecimiento promedio por raíz con crecimiento total de yemas.....	72
4	Relación crecimiento promedio por raíz con número de hojas.....	72
5	Relación número de raíces promedio por raíz con crecimiento total de yemas.....	73
6	Relación número de raíces promedio por raíz con número de hojas.....	73
7	Croquis del experimento, aleatorización de tratamientos y dimensiones.....	74



## 1. I N T R O D U C C I O N

Las especies de Ligustrum fueron introducidas a las diferentes partes del mundo por el Japón, esto aproximadamente hace más de un siglo.

Existen diferentes y muy variadas especies de Ligustrum, también llamados aligustres, los cuales son cultivados en la mayor parte del mundo, ya que se consideran de un gran valor ornamental.

Los aligustres son arbustos muy preciados por su sombra utilizados para pasajes, estacionamientos, avenidas, así también en jardinería, para la decoración del jardín.

Los aligustres son de multiplicación fácil, ya sea por se milla o alguna otra parte de la planta esto es, vegetativamen te, estos funcionan mejor por estaca y por injerto. Además tie nen un rápido crecimiento, soportan la poda y se facilita para darle la forma que se desee.

Las flores, de los ligustrums, son de color blanco; apare cen en junio-julio y dan un olor característico, siendo de poco interés.

Sus hojas son casi persistentes, solamente tienden a caer en primavera o durante el invierno cuando se tienen muy bajas

temperaturas.

Son plantas que crecen en todos los tipos de suelos. Toleran la sombra y la sequía. Además presentan resistencia a las plagas (1, 16).

La propagación por medio de estacas y semillas es factible en las especies de ligustrums, en este caso el medio que se trabajó fué el de propagación por estacas. Se deben de tener antecedentes de que tienen facilidad para enraizar, pero cuando presentan cierta dificultad se puede recurrir a la aplicación de auxinas que tienden a acelerar el desarrollo radicular, de las estacas, así también evitan que se pudran y/o enfermen.

Con el presente trabajo se pretende sentar las bases para futuros estudios relacionados con la propagación (por medio de estacas) de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star).

En este experimento se trataron las estacas con productos auxínicos: ácido indolbutírico y rootone "F"; así también como niveles de lesionado (sin lesión y con lesión); para ver así la respuesta al enraizamiento, con la combinación también de los productos auxínicos para comparar: estacas tratadas, lesionadas y no lesionadas; con estacas no tratadas, lesionadas y no, que se utilizaban como testigos.

El objetivo primordial es el de encontrar cual o cuáles son los niveles más apropiados para el fomento de raíces en las estacas y ver si es factible o no la propagación por medio de estacas. Así mismo en cuanto a la producción de plantas a nivel comercial, si es factible esta producción o no.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Características botánicas de Ligustrum texanum T. var.

#### Silver star.

Orden de planta dicotiledóneas, de la familia de las Oleaceas.

De flores tetrámeras, de color blanco, pequeñas, perfectas y bastante densas, normalmente agrupadas en panículas terminales, con cáliz campanulado, con un solo verticilio estaminal formado por dos estambres insertados sobre el tubo de la corola, ovario súpero bicarpelar.

El Ligustrum texanum T. var. Silver star, es una nueva variedad a partir de L. japonicum L. con hojas que tienen en el centro un color verde subido con márgenes plateado-cremoso. De apariencia elegante con ramificación vertical compacta. Hojas que van de 1 a 2 cm aproximadamente de longitud, acuminadas, un poco ovaladas.

Los frutos tienen de una a cuatro semillas de forma abayada que van desde 0.8 a 1.3 cm de diámetro. El color de estos va desde púrpura oscuro a negro.

Su sistema radicular es fusiforme con numerosas raíces secundarias, de un amplio desarrollo (3, 15, 25, 26).



## 2.2. Propagación vegetativa o asexual.

Este método aprovecha la facultad de regeneración que poseen los tejidos de ciertas secciones de los vegetales que dan origen a nuevas plantas (21).

Este tipo de propagación consiste en la utilización de partes vegetativas - tallos, hojas y raíces- que son separadas de la planta madre (5).

### 2.2.1. Naturaleza e importancia de la propagación vegetativa.

La propagación asexual es posible porque en muchos de los órganos vegetativos de las plantas, tienen la capacidad de regeneración. Esto es, que las porciones de tallo tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las partes de la raíz pueden regenerar un nuevo tallo.

El proceso de la propagación asexual tiene importancia, porque la composición genética (genotipo) de la mayoría de los cultivares y plantas ornamentales más valiosas, es altamente heterocigota y las características que distinguen a esos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semillas, además permite la multiplicación en gran escala de una planta individual en tantas plantas separadas como lo permita la cantidad de material paterno.

Se pueden obtener plantas nuevas partiendo de una sola célula. Cualquier célula de una planta tiene toda la información genética necesaria para regenerar el organismo completo (18).

#### 2.2.2. Razones para emplear la propagación vegetativa.

La razón principal para la propagación vegetativa es que muchas plantas si se propagan por semilla, no se asemejan a los progenitores que produjeron la semilla, en cambio, propagadas vegetativamente se asemejan más a los progenitores.

Otras razones para la propagación vegetativa son las siguientes:

a) Ciertas plantas valiosas producen muy poca o ninguna semilla.

b) Otras plantas producen semillas que germinan con dificultad.

c) Algunas plantas son más resistentes a enfermedades, otras son más resistentes a los nemátodos y otras son más vigorosas cuando crecen sobre raíces de especies afines.

d) Algunas plantas se propagan en forma más rápida y económica por medios vegetativos (13).

### 2.3. Propagación por estacas.

Esta consiste en la reproducción de plantas por medio del corte de una parte de la planta y colocarla en un medio adecuado para que produzca raíces, tallos y sus formas modificadas o especializadas que se pueden usar para hacer estacas (10).

En general, la mayoría de los tallos y ramas tienen la facultad de originar raíces cuando se les coloca en tierra húmeda o cualquier otro medio de enraizamiento (perlita, vermiculita, etc.), y es en esta propiedad en que se basan las prácticas de multiplicación de las plantas por estacas (24).

#### 2.3.1. Importancia de la propagación por estacas.

Este es el método más importante para propagar arbustos ornamentales, tanto en especies perennifolias de hoja ancha o de hoja angosta. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial en invernadero de muchas plantas con flores de ornato y se usa en forma común para propagar diversas especies frutales (18).

Es un sistema de multiplicación que da siempre excelentes resultados, más rápidos y seguros que los obtenidos con la reproducción por semilla (7).

### 2.3.2. Ventajas y desventajas de la propagación por estacas.

En las especies que se propagan con facilidad por estacas, este método tiene numerosas ventajas:

- 1) Se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de unas pocas plantas madres.
- 2) Es poco costoso, rápido y sencillo, no necesitando de las técnicas especiales que se emplean para el injerto.
- 3) No se tienen problemas por incompatibilidad entre patrón e injerto o por malas uniones de injerto.
- 4) Se tiene mayor uniformidad por no haber una variación que a veces resulta en las plantas injertadas, debido a la variabilidad de los patrones obtenidos por semilla.
- 5) La planta progenitora suele reproducirse con exactitud, sin variación genética.
- 6) Es la única manera de obtener individuos homogéneos y con ello la rentabilidad de la explotación. No sucede lo mismo en los individuos obtenidos por semilla.
- 7) En algunas especies se obtienen plantas más fuertes, más consistentes. Las procedentes por semilla a veces se alar-



gan y crecen débiles (11, 18, 19).

Desventajas de la propagación por estacas:

1) No se puede lograr enanización y precocidad en las especies.

2) Imposibilidad de dar resistencia especial en la raíz a condiciones desfavorables.

3) Se tiene un bajo prendimiento en algunas especies (6).

#### 2.4. Desarrollo anatómico de raíces y ramas en las estacas.

Cuando los puntos nuevos de crecimiento se inician de una estructura vegetativa como la raíz, el tallo, o la hoja, se le llama raíces adventicias o tallos adventicios.

Las raíces adventicias son aquellas que salen de partes aéreas de las plantas, de tallos subterráneos o de raíces relativamente viejas. Pero no se forman de otras raíces y no tienen origen embrional; el origen de las raíces adventicias, así como su desarrollo se efectúa cerca y hacia afuera del cilindro central del tejido vascular. Al salir del tallo, las raíces adventicias ya han desarrollado una cofia y los tejidos usuales de la raíz, así como una conexión vascular completa con el tallo en que se originan (18, 24).

Las raíces aparecen con más frecuencia en los nudos. Se cortan las estacas debajo de una yema que está siempre al nivel de un nudo. Antes de las raíces se forma el callo, una masa de tejido celular, poco compacto, que cubre totalmente la herida (19).

Aunque con toda probabilidad, la facilidad o dificultad con que las estacas desarrollan raíces adventicias, se debe a factores bioquímicos, no se debe pasar por alto las relaciones de la estructura anatómica del tallo con el enraizado. En algunas plantas hay presentes en el tallo iniciales preformadas de raíz y en otras la producción de raíces sigue ciertos patrones que corresponden a la estructura anatómica del tallo. Es muy probable que el enraizamiento este relacionado con la formación de iniciales de raíz que con la restricción mecánica de un anillo de esclerenquima que se oponga a la salida de raíces. Dentro del tallo, ciertos tipos de estructura o de relaciones de tejidos parecen ser más favorables que otros para la iniciación de primordios radicales (18).

En la mayoría de las especies vegetales la formación de raíces adventicias se produce después de obtener la estaca. Sin embargo, en algunas especies de plantas se presentan iniciaciones preformadas de raíces, durante el desarrollo del tallo, cuya ubicación es generalmente la misma que la de las raíces

ces; iniciales no preformadas de raíces y generalmente se vuelven latentes cuando se cortan las estacas y se le pone en condiciones ambientales favorables, después de lo cual crecen y se desarrollan como raíces adventicias (27).

## 2.5. Condiciones ambientales del enraizamiento.

Para tener éxito en lograr el enraizamiento de estacas, las condiciones ambientales deben de ser apropiadas, para lograr así un buen desarrollo de las estacas. Las condiciones ambientales requeridas son: temperatura, provisión de oxígeno y de humedad, humedad relativa e intensidad de luz, área foliar y el medio de enraice (16).

### 2.5.1. Temperatura.

Puesto que las estacas que requieren hojas el problema central consiste en la producción de raíces de los brotes, el crecimiento de la copa retarda y el crecimiento de las raíces se acelera. El problema, por lo tanto, está en mantener la parte superior fresca y el extremo basal de la estaca, relativamente caliente. En general, esto se logra manteniendo la temperatura del aire relativamente baja y aplicando calor artificial al medio en el cual se colocan las estacas.

La baja temperatura del aire, combinada con la humedad -

alta del mismo, mantiene un grado menor de transpiración (2, 13).

Las temperaturas del aire excesivamente elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces, y a aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que se logre el desarrollo de las raíces antes que el del tallo (18).

#### 2.5.2. Provisión de oxígeno y de humedad.

En el enraizamiento de estacas se utilizan medios de enraice que permiten a los puntos de crecimiento obtener oxígeno abundante y al mismo tiempo, suficiente humedad para una rápida producción de raíces (13).

El equilibrio entre la evaporación y la absorción se debe mantener. Es fácil que se rompa, sobre todo en las estacas con hojas. Se deben de suprimir las hojas, dejar sólo una o dos, y, si son grandes, partirlas dejando sólo la mitad. Tener las estacas protegidas del sol (que excita la evaporación). Mantener las húmedas para que la absorción sea posible enseguida (19).

#### 2.5.3. Humedad relativa e intensidad de luz.

Estos factores afectan tanto la transpiración como la fotosíntesis. Tienen efectos opuestos sobre la velocidad de trans

piración. En general, la humedad relativa alta disminuye la transpiración y una alta intensidad luminosa la aumenta. Puesto que la formación de carbohidratos y hormonas requiere que haya luz y escasa transpiración, cuanto mayor sea la humedad relativa, mayor será la cantidad de luz que las hojas pueden absorber sin marchitarse. Por esta razón, se mantiene un alto grado de humedad relativa (13).

#### 2.5.4. Area foliar.

La cicatrización de la superficie cortada y la producción de raíces requiere una provisión de carbohidratos y hormonas auxínicas. Estas sustancias se forman en las hojas no marchitadas. Para prevenir un continuo marchitamiento se reduce frecuentemente el número de hojas, particularmente en estacas de tallo (13).

Aunque la presencia de hojas en las estacas es un fuerte estímulo para la iniciación de las raíces, la pérdida de agua a través de ellas puede reducir el contenido de agua de las estacas hasta un nivel tan bajo que ocasione su muerte antes que se formen las raíces (18).

Si se hace necesaria la reducción del área foliar de un lote dado de estacas, se reduce sólo lo suficiente para evitar un continuo marchitamiento, conservando un alto grado de hume-

dad relativa a fin de mantener turgentes las hojas conservadas (13).

#### 2.5.5. Medios de enraizamiento.

En la propagación por estacas se usan diversos medios y mezclas de ellos, los cuales tienen varias características en común: a) suficiente consistencia y densidad para que las estacas permanezcan en su lugar, durante el período de enraizado; b) su volumen debe mantenerse constante para evitar un encogimiento excesivo al secarse; c) debe retener la humedad para no tener que regar con demasiada frecuencia; d) suficientemente poroso para que permita una adecuada aireación y fácil drenaje; e) libre de organismos patógenos, plagas y semillas de malezas; f) debe tener un pH adecuado a la planta que se va a propagar.

El medio de enraice puede afectar el tipo de sistema radical que se origina de las estacas.

Los medios más comúnmente usados son: a) la arena en sus distintos tipos y tamaños de las partículas; b) la grava también en diversos grados de trituración; c) la turba formada por restos deshidratados de plantas de pantanos ácidos; d) la vermiculita, un mineral micáceo que se expande notablemente al calentarlo; e) la perlita, material gris-blanco que se extrae

de escurrimientos de lava; f) la tierra de hoja, es un "compost" preparado con hojas de encino, maple, olmo, etc., g) corteza desmenuzada, viruta de madera o aserrín de pino (18).

## 2.6. Selección del material para estacas.

Se debe de tomar en cuenta que el material que se va a seleccionar sea de plantas madres que estén libres de enfermedades, que sean moderadamente vigorosas y productivas y de identidad conocida. Tomándose subsecuentemente con esto, la condición fisiológica de la planta madre, la edad de la planta madre, así como la época del año en que se toman las estacas.

### 2.6.1. Condición fisiológica de la planta madre.

La nutrición de la planta madre ejerce una fuerte influencia en el desarrollo de raíces y brotes de las estacas tomadas de dicha planta (27).

Muchos factores internos, como los niveles de auxina, los cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos, pueden desde luego, influir en la iniciación de las raíces en las estacas.

Con bastante frecuencia el material más adecuado para estacas, en cuanto se refiere a la riqueza de carbohidratos, puede determinarse por la firmeza del tallo. Aquellos que tienen



una concentración inconveniente baja de carbohidratos son suaves y flexibles, mientras que los más ricos en carbohidratos son firmes y rígidos al doblarlos se rompen más bien que se flexionan. Sin embargo, esa firmeza de los tejidos puede confundirse con la firmeza debida a la maduración de los mismos.

En relación que ejerce la nutrición de la planta madre sobre el desarrollo de las raíces de estacas tomadas de ella, en vid, Pearse (1943) citado por Pérez (22) observó que cuando las plantas madres fueron manejadas en condiciones de deficiencia de fósforo, potasio, magnesio y calcio la formación de raíces en sus estacas fué reducida en comparación con plantas con nutrición completa. Al reducir el nitrógeno en las plantas madres aumenta la formación de raíces en las estacas, pero con diferencia extrema se redujó el enraizamiento (22).

En las plantas madres el equilibrio de contenido bajo de nitrógeno y contenido elevado de carbohidratos, que en muchos casos parece favorecer el enraice, puede lograrse en diversas formas:

a) Reducir la provisión de nitrógeno a las plantas madres, con lo que se reduce el crecimiento de las yemas y se permite acumulación de carbohidratos. Esto puede lograrse no aplicando fertilizantes nitrogenados y permitiendo que las

plantas madres crezcan a pleno sol.

b) Escoger para material de estacas porciones de la planta que estén en el estado nutritivo. Por ejemplo, tómesese ramas laterales en las cuales ha disminuido el crecimiento rápido y se han acumulado los carbohidratos, en vez de tomar ramas terminales suculentas.

c) Seleccionar regiones de las ramas que se sabe que tienen un alto contenido de carbohidratos (18).

El contenido de carbohidratos de la planta en el momento en que se forman las estacas, es importante para los procesos subsecuentes de enraizado. De acuerdo a la hipótesis de - - Vejerskow (1976) citado por Pérez (22) el enraizado se puede inhibir por un nivel supraóptimo de carbohidratos, e indican que aún no ha sido posible demostrar por técnicas de aplicación de sacarosa una inhibición significativa del enraizado (22).

En plantas difíciles de enraizar se pueden emplear varios tratamientos para alterar la condición fisiológica y/o nutricional de la planta madre o de porciones de ella. Esos tratamientos, en ocasiones conducen a un aumento en el enraizamiento de las estacas que se toman de ellas y comprenden prácticas tales como ahilamiento (crecimiento de plantas en ausencia de

luz) de las ramas o el alambrado o anillado de las mismas, un poco antes de hacer las estacas (18).

#### 2.6.2. Edad de la planta madre.

La madurez o edad de la planta madre, con la cual se forman las estacas, también tiene importancia ya que es mejor madera de un año, porque al aumentar de edad disminuye la capacidad de enraizamiento. Esto es que las estacas tomadas de plantas jóvenes (en su fase de crecimiento juvenil), enraizan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas (en fase de crecimiento adulto) (10, 18, 27).

Para especies de fácil enraizamiento, la edad de las plantas madres no afecta, pero si en las de difícil enraizado (22).

Es posible que la relación entre el estado juvenil y el enraizado pueda explicarse por el incremento en la producción de inhibidores de las raíces, a medida que la planta aumenta en edad (18).

Muchas formas juveniles y fáciles de enraizar contienen compuestos llamados "cofactores del enraizado", los cuales al extraerse y aplicarse a estacas, son capaces de estimular a la emisión de raíces (22).

La reducción del potencial para enraizamiento a medida

que la planta envejece, también es posible que sea resultado de la disminución en el contenido de fenoles. Los fenoles han sido postulados para actuar en la iniciación de raíces como cofactores de la auxina o como sinergistas. En ciertas plantas, se observan contenidos menores de fenoles en las formas adultas que en las juveniles (18).

### 2.6.3. Época del año en que se toman las estacas.

La época del año en que se hagan las estacas, puede, en algunos casos, ejercer una influencia extraordinaria en el enraizamiento de las mismas y puede proporcionar la clave para un enraizamiento exitoso (18).

La época más oportuna para la obtención de estacas es la que se inicia a primeros de julio y llega hasta fines de agosto o si se quiere hasta los últimos días de septiembre; se usan las partes más lejanas de la raíz, o sea el ápice más tierno o también los renuevos, que son las ramas que se desarrollan en un tronco adulto o en una rama vigorosa (7).

Algunas especies como el trueno, se pueden hacer enraizar con facilidad, con estacas tomadas casi en cualquier época del año.

En algunas especies es de mucha importancia la estación del año en que se toman las estacas, en otras no influye (18).

## 2.7. Formación de callo en estacas.

El callo es la formación de células nuevas sobre tejidos dañados. En la mayoría de las estacas se puede formar callo cicatrizal en la base, antes o al mismo tiempo en que el enraíce se efectúe (10).

El callo puede formarse a partir de la división de células parenquimáticas del floema, de la corteza o de los radios vasculares. En general, se diferencia a partir del cámbium. Las células externas de las masas parenquimáticas se suberizan o se desarrolla en ellas una peridermis. Por debajo de esta capa protectora se desarrolla un cámbium reorganizado que produce nuevos tejidos vasculares. El callo también se desarrolla, al principio de la estación de crecimiento, sobre la sección circular de las heridas (12, 14).

La formación del callo es siempre anterior a la formación de raíces. Pero las raíces no nacen del callo, sino del tejido interno, y al parecer no guardan relación inmediata celular con el callo.

Las estacas que forman callo arraigan mejor que las otras, porque la formación de raíces exige un tiempo y el callo se encarga de proteger la herida y salvar la vida de la estaca (18, 19).

## 2.8. Lesionado en estacas.

Muchos tipos de plantas vasculares responden a las lesiones de tallos o raíces reanudando el crecimiento alrededor del área lesionada y formando un callo que cubre parcial o totalmente el área lesionada antes que el crecimiento se detenga de nuevo. Existen evidencias que las células lesionadas producen sustancias que estimulan a las células circundantes no lesionadas, a la reanudación del crecimiento (8).

Así también, después de las lesiones el desarrollo de raíces es mucho mayor en los márgenes de la herida, hecha en la parte basal de la estaca. Es evidente que en este caso los tejidos heridos se estimulen para entrar en división celular y producir primordios radicales. 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.

Es probable que las estacas lesionadas absorban más agua del medio de enraice que las no lesionadas y que el lesionado permita que los tejidos que se encuentran en la base de la estaca efectúen una mayor absorción de los reguladores de crecimiento aplicados.

En estacas de especies siempre verdes de hoja angosta, el lesionado, puede ser a cada lado de las estacas, en su parte

basal, con la punta de una navaja afilada, cortes que penetran por la corteza hasta la madera y que tengan de 2 a 5 cm de largo.

Para lograr mejores beneficios, después de lesionadas, las estacas se deben de tratar con alguno de los compuestos que estimulan el enraizamiento, en preparación, ya sea de talco o solución concentrada, haciendo que el material penetre en las heridas (18).

#### 2.9. Substancias del crecimiento de las plantas.

Los procesos de crecimiento de las plantas pueden controlarse mediante la acción combinada de varias hormonas. La cantidad de división y expansión celular es controlada por los promotores e inhibidores o sea sus niveles y estos regulan su crecimiento vegetativo. Los inhibidores inmóviles, presentes en órganos como las yemas restringen su crecimiento mientras que permiten que otros órganos crezcan en forma normal.

En el enraizamiento de estacas intervienen en primer lugar sustancias químicas: las auxinas, son los promotores de enraizamiento clásicos y más usados ya que dan buen resultado; las giberelinas, que oponen a la iniciación de las raíces; las citocianinas, en concentraciones muy bajas junto con las auxinas estimulan el primordio de raíz; los inhibidores, tienen



efectos inhibitorios en la formación radicular; y por último, el etileno parece ser estimulador del enraizamiento de estacas (2, 18, 27).

La acción de las hormonas (productos naturales de las plantas) de enraizado está vinculada a factores endógenos sinérgicos o inhibidores. Los casos difíciles podrán ser resueltos por un mejor conocimiento de los factores bioquímicos que intervienen en la aparición de las raíces. En particular, un mejor conocimiento de las variaciones estacionales parece indispensable para un progreso técnico del sistema de multiplicación por medio de estacas y para un uso racional de las hormonas de enraizado (4).

Westwood (1972) citado por Pérez (22), menciona que el balance entre auxinas y otras sustancias constituyentes de los tejidos de las plantas controlan la formación de órganos y es la base para el enraizado. Este balance puede ser logrado por varias combinaciones de factores genéticos, químicos y ambientales.

Los siguientes fenómenos son importantes para el entendimiento del papel de los reguladores del crecimiento en el enraizado: 1) La brotación y el enraizado son fuertemente polares y el movimiento de las auxinas y cofactores es basipétalo princi-

palmente; 2) En general los tejidos juveniles contienen más promotores del enraizado que los tejidos adultos; 3) Aunque haya actividad en las yemas, los tratamientos auxínicos ayudan en el enraizado; 4) Las Giberelinas y las Citocianinas tienden a inhibir en enraizado, mientras que el etileno, morfactinas y ácido absícico pueden mejorarlo; los productos sintéticos como ácido succínico, Cloromequat y ácido triyodobenzoico dan respuestas variables; 5) Tanto el ambiente como la capacidad genética afectan el tipo y cantidad de cofactores del enraizado; 6) Otros factores, tales como patrón e injerto de la planta madre, fotoperíodo, etiolación y técnicas de aplicación de reguladores, efectos de posición y madurez de las estacas pueden afectar en enraizado (22).

Aparte de los reguladores del crecimiento, existen otros factores importantes para el enraizamiento de las estacas, uno de ellos es el que ésta tenga hojas, la temperatura en los propagadores debe ser óptima en cada especie, el que suministre carbohidratos, así como nutrientes en solución, pues se ha observado que sin estos factores, los reguladores del crecimiento pueden no proporcionar resultados satisfactorios (17).

#### 2.9.1. Auxinas.

Auxina es un término genérico que aplica al grupo de com-

puestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente. Se asemejan al IAA (ácido indolacético) por los efectos fisiológicos que provocan en las células vegetales, el más importante de los cuales es la propagación. Los precursores de auxinas son compuestos que se pueden transformar en auxinas dentro de las plantas. Las antiauxinas, compitiendo con ellas quizá por obtener los mismos puntos de enlace sobre una o varias sustancias receptoras. El efecto inhibitorio de algunas antiauxinas puede superarse completamente, mediante un aumento de la concentración de auxinas. En determinadas circunstancias, algunos compuestos pueden ser lo mismo auxinas que antiauxinas (2, 27).

El efecto de la auxina es estimular la producción de raíces adventicias en estacas que van a servir como material para la reproducción, lo cual ha conducido a un uso práctico, importante de compuestos sintéticos afines en las operaciones de jardinería comercial y doméstica (9).

Las raíces de las estacas surgen después de la aplicación de reguladores del crecimiento vegetal y son de origen similar a las producidas normalmente; no obstante, tanto las características de las raíces como su disposición en el tallo pueden va-

riar considerablemente (27).

Las auxinas parecen tener dos efectos principales en este proceso (iniciación de raíces): elevada plasticidad de la pared y participan directa o indirectamente en las reacciones mediante las cuales se depositan nuevas moléculas de celulosa dentro de las paredes. Sin embargo, con el conocimiento creciente de la gran cantidad de reacciones de crecimiento condicionadas por las auxinas se hace obvio que estos compuestos deben desempeñar un papel de algún proceso metabólico fundamental. Por lo tanto, el efecto de las auxinas en el desarrollo de la pared celular se considera en la actualidad no como un efecto directo, sino como una posible expresión final de un proceso metabólico condicionado o regulado por la hormona (20).

Entre las auxinas que comúnmente se utilizan, uno de los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina AIB. Tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructoras de auxinas, la destruyen en forma relativamente lenta. Un producto químico persistente, resulta muy eficaz como estimulante de las raíces. Debido a que el AIB se desplaza muy poco y se retiene cerca del sitio de aplicación (27).

## 2.10. Tratamiento de las estacas con reguladores del crecimiento.

El objetivo de tratar estacas con reguladores del crecimiento es incrementar el "prendimiento", es decir, el porcentaje de estacas que crecen vigorosamente en el vivero o el campo. Los efectos favorables de este tratamiento son: a) estimulación de la iniciación de las raíces, b) un incremento del porcentaje de estacas que formen raíces y c) la aceleración del tiempo de enraizamiento, efectos que conducen a un ahorro de mano de obra y a la liberación más rápida del espacio en los viveros. Las sustancias de crecimiento estimulan de un modo más eficaz el enraizamiento de las especies que echan raíces con facilidad.

Sin embargo, pueden no promover el enraizamiento con especies que normalmente no logran enraizar. Si las estacas echan raíces con facilidad sin tratamiento, no hay necesidad de aceptar los gastos adicionales que dicho tratamiento requiere (20, 27).

Normalmente las estacas de ciertas especies enraizan lentamente, o producen una cantidad muy pequeña de raíces. Ahora es posible lograr en algunas especies, una producción de raíces vigorosas, tratando las estacas con diversas sustancias

sintéticas, tales como el ácido indolacético, ácido indolbutírico, ácido betanaftoxiacético y numerosos ácidos "fenoxi" y benzóicos (23).

Los reguladores del crecimiento pueden modificar tanto el tipo de raíces como el número que se produzcan. El AIB produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas, mientras que los ácidos fenoxiacéticos a menudo producen un sistema de raíces atrofiado y matoso, compuesto de raíces dobladas y gruesas.

Las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación (Hitchcock y Zimmermann, 1940); partes iguales de AIB y ANA provocan que un porcentaje más alto de estacas echen raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizado por separado. Estas raíces presentan algunas características de los sistemas radicales tratadas, ya sea con AIB o con ANA (27).

#### 2.10.1. Método de aplicación.

Existen muchos métodos para aplicar cantidades suficientes de reguladores de crecimiento a las estacas de tallos.

Los productos se aplican en solución, en polvo o en forma pastosa, mezclados con una materia inerte como soporte. Las cantidades a emplear son muy pequeñas, pues sino se ocasiona-

rían serios daños en las estacas que las harían fallar. Estos productos hormonales se encuentran ya preparados por las casas comerciales, y en folletos de propaganda se dan toda clase de instrucciones sobre la forma de empleo (2, 13).

2.10.1.1. Método de inmersión rápida.- En este método, los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente durante 5 segundos en una solución concentrada (500 a 10,000 ppm) del producto químico en alcohol. El producto químico puede absorberse a través de tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en los extremos apical o basal de las estacas. Luego, las estacas se colocan inmediatamente en el medio de enraizamiento. Este método tiene la ventaja de requerir menos equipo en el remojo, que la técnica de remojo prolongado. La cantidad de auxinas aplicadas por unidad de superficie de la base de la estaca, es constante y depende menos de las condiciones extremas, que en el caso de los otros dos métodos. La misma solución puede usarse repetidas veces, pero deberá sellarse herméticamente entre utilizaciones a fin de que no se evapore el alcohol.

Las concentraciones de reguladores de crecimiento inmediatamente inferiores al punto tóxico, resultan óptimas en la promoción del enraizamiento. Dichas concentraciones provocan cier



to hinchamiento en la parte basal del tallo, acompañado por la producción profusa de raíces, inmediatamente arriba de la base de la estaca. Las concentraciones demasiado fuertes pueden inhibir el desarrollo de yemas o provocar el amarillamiento o caída de las hojas, o bien, incluso la muerte de la estaca.

2.10.1.2. Método de remojo prolongado.- En este método se prepara una solución madre concentrada de auxinas, con etanol al 95%, y luego se diluye en agua para obtener la dosis deseada. Las concentraciones utilizadas varían desde 20 ppm en las especies de enraizamiento más difíciles. Las estacas se remojan en la solución durante 24 horas en un lugar sombreado y a la temperatura ambiente, solamente 2.54 cm de su base, colocándolas inmediatamente en el medio de enraizamiento. La cantidad de compuesto químico absorbido por cada corte, depende de las condiciones ambientales y las especies utilizadas. Se absorbe mucha más solución en la corriente de transpiración, en cálidas y secas, que en las frías y húmedas. Por consiguiente, las estacas deberán mantenerse en una atmósfera húmeda durante el período de remojo, de modo que se obtenga una absorción más lenta, pero continua. La cantidad de auxina requerida varía según las especies, la época del año en que se toman las estacas y el compuesto utilizado.

2.10.1.3. Método de espolvoreado.- En este método la base de la estaca se trata con una hormona de crecimiento mezclada con un portador (un polvo inerte que puede ser arcilla o talco). Deben utilizarse aproximadamente 200 a 1,000 ppm de la hormona de crecimiento en las estacas de madera blanda y 5 veces esa cantidad en maderas duras. Se emplean dos métodos principales para preparar la mezcla de tratamiento. Uno de ellos es moler los cristales de auxina a fin de formar un polvo fino y a continuación mezclar ese polvo con el portador. El otro consiste en empapar el portador en una solución alcohólica de sustancia de crecimiento, dejando luego que se evapore el alcohol, a fin de que el portador permanezca en forma de polvo.

Con frecuencia resulta conveniente efectuar antes del tratamiento cortes nuevos en la base de las estacas para facilitar la absorción. La pulgada basal de las estacas se humedece luego en agua y se revuelca en el polvo. Debe retirarse todo exceso de polvo a fin de impedir los efectos tóxicos posibles. A continuación las estacas se plantan inmediatamente, teniendo cuidado de no eliminar por frotación la capa delgada del polvo adherido. Pueden surgir dificultades para obtener resultados uniformes mediante este método, debido a su variabilidad en la cantidad de material que se adhiere a las estacas (27).

### 3. MATERIALES Y METODOS

La realización del presente trabajo se llevó a cabo en "Viveros Guerra", el cual se encuentra ubicado en la colonia Contry en Monterrey, N.L., la situación geográfica del lugar es de 25°19' latitud norte y 100°10' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich; la altura es de 538 msnm.

La investigación se efectuó a partir del día 22 de Mayo hasta el día 7 de Julio de 1984.

La investigación consistió en la aplicación de dos enraizadores comerciales: ácido indolbutírico y rootone; así como el lesionado, en el enraizamiento de estacas de Ligustrum texanum T. var. Silver star.

#### 3.1. Materiales:

Para este trabajo se contó con el material suficiente como fué perlita, como material de propagación colocando una cama de aproximadamente 15 cm de espesor.

También fueron utilizados: tijeras de podar, para obtener las estacas; navajas de un filo, para hacer el lesionado de las estacas; regla, etiquetas, lápices, termómetro de máximas y mínimas, para llevar un registro de temperaturas diarias

(Tabla 1); hojas de toma de datos; así como los enraizadores comerciales: ácido indolbutírico y rootone.

En este experimento se utilizaron 144 estacas de Ligustrum texanum T. var. Silver star, con una longitud entre 15 a 20 cm, las estacas fueron proporcionadas por "Viveros Guerra".

### 3.2. Métodos:

La investigación se hizo bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial mixto (2 x 3); siendo esto dos niveles de lesionado, sin lesión y con lesión; formado también por tres niveles de producto, siendo estos: testigo, ácido indolbutírico y rootone. Teniendo el diseño seis tratamientos con seis repeticiones; formando la u.e.<sup>1</sup> cuatro estacas, siendo igual al número de estacas por tratamiento en cada repetición.

<u>FACTOR</u>	<u>NIVELES</u>
(A) Producto	1 Testigo
	2 Acido indolbutírico
	3 Rootone
(B) Lesión	1 Sin lesión
	2 Con lesión

1 Unidad experimental

Modelo estadístico, considerando la estructura factorial de los tratamientos:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3 \text{ productos}$$

$$j = 1, 2 \text{ lesiones}$$

$$k = 1, \dots, 6 \text{ repeticiones}$$

$$E_{ijk} \sim \text{NI} (0, \sigma^2)$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  Es el valor de la variable estudiada, observado en la u.e. que recibió el i-ésimo nivel del factor A, j-ésimo nivel del factor B en la k-ésima repetición.
- $\mu$  Es el efecto de la media general.
- $A_i$  Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A.
- $B_j$  Es el efecto del j-ésimo nivel del factor B.
- $(AB)_{ij}$  Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B.
- $E_{ijk}$  Es el error experimental asociado con la u.e. que recibió el i-ésimo nivel del factor A, el j-ésimo nivel del factor B en la k-ésima repetición.

**Tratamientos:**

$T_1 = A_1 B_1 =$  Testigo sin lesión.

$T_2 = A_1 B_2 =$  Testigo con lesión.

$T_3 = A_2 B_1 =$  Acido indolbutírico a 500 ppm sin lesión.

$T_4 = A_2 B_2 =$  Acido indolbutírico a 500 ppm con lesión.

$T_5 = A_3 B_1 =$  Rootone sin lesión.

$T_6 = A_3 B_2 =$  Rootone con lesión.

La longitud de las estacas variaba entre 15 y 20 cm con un grosor de 0.4 a 0.6 cm; eliminándose las hojas de la parte basal de la estaca. Se recortaron las hojas, de la parte apical a la mitad con el fin de evitar la excesiva transpiración.

Las estacas fueron preparadas de la siguiente manera: al testigo sin lesión, no se le hizo ninguna modificación; al testigo con lesión se le hicieron cortes con la navaja (tres alrededor de la estaca, en la parte basal aproximadamente 2 cm de longitud) hasta la madera de la estaca. En lo referente a la aplicación del ácido indolbutírico a las estacas, con lesión y sin lesión, y a una concentración de 500 ppm se sumergieron las estacas (de la parte basal, cubriéndolas aproximadamente

2 cm) en la solución por espacio de 30 minutos. Para las estacas tratadas con rootone, las estacas fueron cubiertas por el talco aproximadamente 2 cm de su base, tanto las estacas con lesión como sin lesión.

Las estacas se sembraron de la siguiente manera: se humedeció la cama de siembra, formada con bloques de concreto del No. 6, el área comprendida fué de 1.20 mt por 1.30 mt teniendo dicha cama, en su interior perlita, el espesor de 15 cm aproximadamente; luego se marcaron las distancias requeridas, estas fueron 5 cm entre estacas y de 20 cm entre hileras. Se colocaron un número de 4 estacas en cada u.e. con una separación de 5 cm entre estacas (El croquis del experimento, se puede observar en la figura 7 del Apéndice).

Para la colocación de las estacas, esta se hizo cuidadosamente de tal manera que se evitara que la perlita rozara la estaca tratada, lo cual originaría que se perdiese el enraizador; una vez colocada la estaca se presionaba sobre la superficie donde se colocaba cada una de ellas.

La extracción de las estacas, para su conteo y medición de las raíces, se hacía de la manera siguiente: se movía hacia un lado la perlita, con la mano, hasta que la raíz se hiciera visible (esto con el fin de no lastimar o romper la raíz que



presentaba la estaca).

Se previnieron ataques de hongos y enfermedades, haciendo aplicaciones quincenales de Manzate a una dosis de 2 gr/lt.

Diariamente se daba un riego que mantenía el medio de las estacas húmedo.

### 3.2.1. Variables originales:

X05.- Número total de yemas por estaca. Para su obtención se contaron las yemas por estaca, de cada u.e., y se dividió entre el número de estacas (4) que comprendía cada u.e.

X06.- Número de yemas brotadas por estaca. En esta variable se contaron las yemas brotadas de cada u.e. y se dividió el número de estacas (4) de cada u.e.

X07.- Número de yemas no brotadas por estaca. En este caso se contaron las yemas no brotadas por estaca, de cada u.e. y se dividió entre el número de estacas (4) que comprendía cada u.e.

X08.- Crecimiento total de yemas. En lo referente se midió la longitud de las yemas por estaca, de cada u.e. y se dividió entre el número de estacas (4) que comprendía cada u.e.

X09.- Crecimiento promedio por yema. Para obtenerla se

sumaron los crecimientos de cada yema en una u.e. y se dividió entre el número de yemas brotadas de dicha u.e., este dato se adicionó con el resto de la u.e. y se sumaron, dividiéndose después entre el número de estacas de la u.e. (4).

X10.- Número de hojas. En la cual se contaron las hojas de cada estaca de la u.e., se sumaron y se dividieron entre el número de estacas (4) que comprendía cada u.e.

X11.- Porcentaje de formación de callo. En este caso se contaron el número de estacas que presentaban formación de callo, estas se dividieron entre el número de estacas por u.e. (4) y se multiplicaban por 100 y así se obtenía el valor de esta variable, en porcentaje.

X12.- Crecimiento total de raíces. En esta variable se midió la longitud de las raíces por estaca de cada u.e., y se dividió entre el número de estacas (4) que comprendía cada u.e.

X13.- Crecimiento promedio por raíz. Para obtenerla se sumaron los crecimientos de cada raíz en una u.e. y se dividió entre el número de raíces de dicha u.e., este dato se adicionó con el resto de la u.e. y se sumaron, dividiéndose después entre el número de estacas por la u.e. (4).

X14.- Diámetro del tallo. Para obtenerla se midió el grosor del tallo, de cada estaca de la u.e. y se dividió entre el número de estacas (4) que comprendía cada u.e.

X15.- Número de raíces promedio por estaca. En lo referente se contaron las raíces por estaca, de cada u.e., se sumaron y se dividieron entre el número de raíces de la u.e., este dato se adicionó con el resto de la u.e., se sumaron, dividiéndose después entre el número de estacas (4) de la u.e.

X16.- Porcentaje de yemas brotadas. En la cual se obtuvo dividiendo el número de yemas brotadas por estaca, de cada u.e., entre el número total de yemas por estaca, el producto de esto, multiplicado por 100 para así obtener el porcentaje.

X17.- Porcentaje de yemas no brotadas. Esta variable se obtuvo dividiendo el número de yemas no brotadas, de cada u.e. entre el número total de yemas por estaca, el producto de esto multiplicado por 100, para así obtener el porcentaje.

### 3.2.2. Variables transformadas.

Para este caso se transformaron las siguientes variables: número total de yemas (X05), número de yemas brotadas por estaca (X06), número de yemas no brotadas por estaca (X07), número de hojas (X10), número de raíces promedio por estaca (X15);

fueron sustituidas en las variables: X18, X19, X20, X21, X22 respectivamente. Transformadas a raíz cuadrada de  $X + 1$  ( $\sqrt{X + 1}$ ) donde X es la variable bajo estudio.

En tanto que las variables: porciento de formación de cello (X11), porcentaje de yemas brotadas (X16), porcentaje de yemas no brotadas (X17) fueron sustituidas en las variables AR01, AR02, AR03 respectivamente. Transformadas a arcoseno,  $\sqrt{p}$ , de donde p es la proporción observada.

Los análisis estadísticos se hicieron por medio de computadora utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences); para las comparaciones de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 utilizando la siguiente notación de significancia:

\*\* diferencias altamente significativas al 1% ( $\alpha \leq 0.01$ )

\* diferencias significativas al 5% ( $0.01 < \alpha \leq 0.05$ )

NS diferencias no significativas ( $0.05 < \alpha$ )

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo:

En la tabla 2 del Apéndice se presentan los principales resultados estadísticos de 36 unidades experimentales de las variables estudiadas; donde por ejemplo al considerar la primera hilera de la tabla 2 la variable: número de yemas por estaca (X05) se observa que el valor mínimo fué de 11.250 y se presentó al menos una unidad experimental con 25.500 yemas, observándose un promedio por u.e. de 17.410 yemas, con un coeficiente de variación de 19.913, en forma similar se pueden observar las demás variables.

Se presentaron coeficientes de variación altos en las variables: crecimiento total de raíces (X12) con 270.939, número de raíces promedio por estaca (X15) con 239.966, crecimiento promedio por raíz (X13) con 197.511 y crecimiento promedio por yema (X09) con 109.177.

En la tabla 3 del Apéndice, se resumen los resultados de los análisis de varianza efectuados, en donde se presentan los cuadrados medios y los niveles de significancia, incluyéndose también los coeficientes de variación, así como la media general.

Mostrando significancia el factor producto (F.A.) en su mayoría, con un nivel de significancia de 0.05.

Mostrando así diferencias altamente significativas las variables siguientes: crecimiento total de yemas (X08), crecimiento promedio por yemas (X09), número de hojas (X10), porcentaje de formación de callo (X11), crecimiento total de raíces (X12), crecimiento promedio por raíz (X13) y número de raíces promedio por estaca (X15).

Mostraron diferencias significativas las variables siguientes: número total de yemas por estaca (X05), número de yemas brotadas por estaca (X06), porcentaje de yemas brotadas (X16) y porcentaje de yemas no brotadas (X17).

No mostraron diferencias significativas el resto de las variables.

Se observa, entonces, que el factor producto (F.A.) mostró efecto significativo para las variables relacionadas con el enraizamiento.

Mostrando significancia el factor lesión (F.B.) solo en una variable, la cual resultó ser diámetro del tallo (X14).

No mostraron diferencias significativas el resto de las

variables, relacionadas con el enraizamiento.

En cuanto a la interacción producto - lesión (A x B) no mostró diferencias significativas para las variables estudiadas.

Se mostraron coeficientes de variación altos en las variables: crecimiento total de raíces (X12) con 221.401, crecimiento promedio por raíz (X13) con 170.173, crecimiento promedio por yemas (X09) con 90.069 y crecimiento total de yemas (X08) con 73.678.

También se mostraron coeficientes de variación bajos en las variables: número de yemas no brotadas por estaca (X07), número total de yemas por estaca (X05) y diámetro del tallo (X14), con valores de 8.275; 8.789 y 9.071 respectivamente.

A continuación discutiremos los resultados por variable, para lo cual utilizaremos la tabla 4 del Apéndice en donde se presentan los promedios para todas las variables estudiadas, por combinación de niveles de los factores y por niveles de factor. Además se resume la prueba de Tukey, cuando esta procedió.

#### 4.1. Número de yemas por estaca.

Esto involucra: número total de yemas por estaca, número

de yemas brotadas por estaca y número de yemas no brotadas por estaca, esto es, X05; X06 y X07 respectivamente.

En donde se mostró que en número total de yemas por estaca (X05) y en número de yemas brotadas por estaca (X06) hubo diferencias significativas en el factor producto (F.A.) y en cuanto al número de yemas no brotadas por estaca (X07) no mostró diferencias significativas en F.A.

En lo respectivo a la variable X05; se observó que el testigo mostró una mejor respuesta, con una media de 18.69, sin llegar a ser significativamente diferente al rootone; el AIB<sup>2</sup> fué el que mostró el más bajo promedio con 15.44 siendo significativamente diferente solo del testigo.

En cuanto a la variable X06; se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con una media de 1.98, sin llegar a ser significativamente diferente al testigo; el AIB, fué el que mostró el más bajo promedio con 0.73 siendo significativamente diferente solo del rootone.

#### 4.2. Crecimiento de yemas por estaca.

Esto involucra: crecimiento total de yemas, crecimiento promedio por yema, esto es, X08 y X09 respectivamente.

En donde se mostró diferencias altamente significativas



para ambas variables, en cuanto al factor producto (F.A.)

En lo que respecta a la variable X08; se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con una media de 5.21, siendo significativamente diferente al testigo y al tratamiento con AIB.

En cuanto a la variable X09, se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con una media de 2.54, siendo su comportamiento no significativamente diferente al testigo, pero significativamente diferente al tratamiento de AIB.

#### 4.3. Número de hojas y diámetro del tallo.

Estas variables son X10 y X14 respectivamente.

En donde se mostró, para la variable X10, diferencias altamente significativas en cuanto al factor producto (F.A.) se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con una media de 16.56, sin llegar a ser significativamente diferente al testigo; el AIB fué el que mostró el más bajo promedio con 3.60 siendo significativamente diferente solo del rootone.

La variable diámetro del tallo, X14, mostró diferencias significativas en cuanto al factor lesión (F.B.). Se observó

que sin lesionar la estaca se presenta una mejor respuesta, con una media de 0.51, siendo significativamente diferente al lesionado.

#### 4.4. Porcentaje de formación de callo y Número de raíces promedio por estaca.

Estas variables son X11 y X15 respectivamente, en donde se mostraron diferencias altamente significativas para ambas variables, en cuanto al factor producto (F.A.).

En ambas variables (X11, X15) se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con medias de 70.83 y 1.56 respectivamente, para la variable X11, el testigo mostró un comportamiento no significativamente diferente al tratamiento con AIB, para la variable X15, el tratamiento con rootone, se comportó significativamente diferente a el testigo y al tratamiento con AIB.

#### 4.5. Crecimiento de raíces por estaca.

Esto involucra: crecimiento total de raíces y crecimiento promedio por raíz, esto es, X12 y X13 respectivamente. En donde mostraron ambas variables, diferencias altamente significativas en cuanto al factor producto (F.A.). En ambas variables se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con medias de 1.79 y 0.21 respectivamente, comportándose

se significativamente diferentes a los testigos y a los tratamientos con AIB, respectivamente.

#### 4.6. Porcentaje de yemas por estaca.

Esto involucra: porcentaje de yemas brotadas y porcentaje de yemas no brotadas, esto es, X16 y X17 respectivamente. En donde mostraron ambas variables, diferencias altamente significativas en cuanto al factor producto (F.A.).

En lo que respecta a la variable, X16, se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta, con una media de 10.83, siendo su comportamiento no significativamente diferente al testigo, pero significativamente diferente al tratamiento con AIB.

En cuanto a la variable, X17, se observó que el tratamiento con rootone mostró una mejor respuesta con una media de 89.15, sin llegar a ser significativamente diferente al testigo. El AIB mostró ser significativamente diferente solo del rootone.

#### 4.7. Análisis de correlación.

El objetivo principal de este estudio es el de observar el grado de asociación y conocer el tipo de correlación que existe entre las variables estudiadas. En la tabla 5 del Apéndice se presenta un resumen del análisis de correlación propor

cionándose el coeficiente de correlación muestral y su significancia para todos los pares de variables estudiadas.

Entre la variable: crecimiento total de yemas (X08) y las variables siguientes se presentó un coeficiente positivo y altamente significativo.

- Crecimiento promedio por yemas (X09) (r = 0.7387)
- Crecimiento total de raíces (X12) (r = 0.4838)
- Crecimiento promedio por raíz (X13) (r = 0.7765)
- Número de hojas (X10) (r = 0.8311)
- Número de raíces promedio por estaca (X15) (r = 0.6377)
- Porcentaje de formación de callo (X11) (r = 0.7777)
- Porcentaje de yemas brotadas (X16) (r = 0.7325)

Lo que indica que al aumentar el crecimiento total de yemas se incrementan las variables anteriores, y viceversa.

Para la variable: porcentaje de yemas no brotadas (X17) mostró un coeficiente negativo y altamente significativo,  $r = -0.7201$ , lo que indica que al aumentar el crecimiento total de yemas disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

Entre la variable: crecimiento promedio por yema (X09) y las siguientes variables se presentó un coeficiente altamente significativo:

- Crecimiento total de yemas (X08) (r = 0.7837)
- Porcentaje de formación de callo (X11) (r = 0.6519)

Lo que indica que al aumentar el crecimiento promedio por yema se incrementan las variables anteriores, y viceversa.

Se presentó un coeficiente positivo y significativo en las variables siguientes, en relación con la variable (X09):

- Crecimiento promedio por raíz (X13) (r = 0.3445)
- Número de hojas (X10) (r = 0.3827)
- Número de raíces promedio por estaca (X15) (r = 0.3989)
- Porcentaje de yemas brotadas (X16) (r = 0.3777)

Lo que indica que al aumentar el crecimiento promedio por yema hay un incremento en las variables anteriores, este incremento es en menor grado que las variables en que se presenta una alta significancia.

Se presentó un coeficiente negativo y significativo en la variable: crecimiento promedio de yemas no brotadas (X17),  $r = -0.3659$ , lo que indica que al aumentar el crecimiento promedio por yema disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

Entre la variable: crecimiento total de raíces (X12) y crecimiento promedio por yema (X09) no hubo asociación significativa.

El resto de las variables presentaron un coeficiente positivo y significativo, lo que indica que al aumentar el crecimiento total de raíces hay un incremento en ellas, a excepción de una variable que fué, de un coeficiente negativo y significativo, porcentaje de yemas no brotadas (X17), lo que indica que al aumentar el crecimiento total de raíces disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

Entre la variable: crecimiento promedio por raíz (X13) y la variable porcentaje de yemas no brotadas (X17), mostró un coeficiente negativo y significativo, lo que indica que al aumentar el crecimiento promedio por raíz disminuye el porcentaje de yemas no brotadas, y viceversa.

El resto de las variables presentaron un coeficiente positivo y significativo, lo que indica que al aumentar el crecimiento promedio por raíz hay un incremento en ellas.

Entre la variable: diámetro del tallo (X14) y las variables estudiadas (X08, X09, X12, X13, X10, X15, X11, X16 y X17) no se mostró asociación significativa.

Entre la variable: número de hojas (X10) y la variable porcentaje de yemas no brotadas (X17), mostró un coeficiente negativo y significativo, lo que indica que al aumentar el número de hojas disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

El resto de las variables presentaron un coeficiente positivo y significativo, lo que indica que al aumentar el número de hojas hay un incremento en ellas.

Entre la variable número de raíces promedio por estaca (X15) y la variable porcentaje de yemas no brotadas (X17), mostró un coeficiente negativo y significativo, lo que indica que al aumentar el número de raíces promedio por estaca disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

El resto de las variables presentaron un coeficiente positivo y significativo, lo que indica que al aumentar el número de raíces promedio por estaca hay un incremento en ellas.

Entre la variable: porciento de formación de callo (X11) y la variable porcentaje de yemas no brotadas (X17), mostró un coeficiente negativo y significativo, lo cual indica que al aumentar el porciento de formación de callo disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

El resto de las variables presentaron un coeficiente positivo y significativo, lo que indica que al aumentar el porciento de formación de callo hay un incremento en ellas.

Entre la variable: porcentaje de yemas brotadas (X16) y la variable porcentaje de yemas no brotadas (X17), mostró un coefi

ciente negativo y significativo, lo cual indica que al aumentar el porcentaje de yemas brotadas disminuye el porcentaje de yemas no brotadas.

El resto de las variables presentaron un coeficiente positivo y significativo, lo que indica que al aumentar en porcentaje de yemas brotadas hay un incremento en ellas.

Entre la variable: porcentaje de yemas no brotadas (X17) y las variables estudiadas, se mostró un coeficiente negativo y significativo lo cual indica que al aumentar el porcentaje de yemas no brotadas no aumentan las variables aquí involucradas.

#### 4.8. Análisis de regresión.

El objetivo primordial de este estudio es el de poder predecir el valor probable de la variable dependiente para cada uno de los valores que pueden darse a la variable independiente, midiendo el efecto de una variable sobre otra, esto va en estudio de las variables tratadas en el presente trabajo, que se presentan en la tabla 6 del Apéndice.

En relación con la variable: crecimiento total de raíces (X12), con la variable número de hojas (X10) se presentó un coeficiente de determinación de 36.602, con alta significancia, lo cual indica que al aparecer una hoja, el crecimiento



total de raíces se incrementa 0.09920 cm (Figura 2), seguida de la relación existente entre la variable crecimiento total de raíces (X12), con la variable crecimiento total de yemas (X08) en que se presenta un coeficiente de determinación de 23.411, con alta significancia, lo cual indica que al aumentar 1 cm la longitud total de yemas, el crecimiento total de raíces se incrementa en 0.28877 cm (Figura 1).

En relación con la variable: crecimiento promedio por raíz (X13) con la variable número de hojas (X10), presentó un coeficiente de determinación de 64.084, con alta significancia, lo cual indica que al aparecer una hoja, el crecimiento de raíces se aumenta en 0.01269 cm (Figura 4), seguida de la relación existente entre la variable crecimiento promedio por raíz (X13), con la variable crecimiento total de yemas (X08) en que se presenta un coeficiente de 60.289, con alta significancia, observándose que al aumentar 1 cm la longitud total de yemas, el crecimiento de raíces aumenta en promedio 0.04479 cm (Figura 3).

En relación con la variable número de raíces promedio por estaca (X15), con la variable número de hojas (X10), presentó un coeficiente de determinación de 42.909, con alta significan

cia, lo que indica que al aparecer una hoja, el número de raíces se aumenta 0.02504 (Figura 6), seguida de la relación existente entre la variable número de raíces promedio por estaca (X15) con la variable crecimiento total de yemas (X08) en que se presentó un coeficiente de determinación de 40.670, con alta significancia, observándose que al aumentar 1 cm de longitud total de yemas, el número de raíces se aumenta en 0.08871 (Figura 5).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones.

En base a los análisis estadísticos que se realizaron, se presentan las conclusiones obtenidas en el experimento.

El factor producto mostró un efecto significativo en las variables relacionadas con el enraizamiento, así como las variables relacionadas con el follaje. Mientras que para el factor lesión no se encontró significancia a excepción de la variable diámetro del tallo. La interacción producto por lesión no mostró significancia alguna en las variables estudiadas.

En cuanto a los niveles de lesión (sin lesión, con lesión) no se obtuvo efecto significativo alguno, por lo que es indiferente utilizar cualesquiera de los niveles de lesión para las variables estudiadas.

En lo que se refiere a los tratamientos incluidos en este experimento, el de mejor comportamiento fué el rootone; no así el ácido indolbutírico a 500 ppm, el cual mostró el peor comportamiento, esta respuesta se debió tal vez al tiempo prolongado de remojo de las estacas en la solución, o a la concentración de alcohol etílico en la preparación de la solución.

## 5.2. Recomendaciones.

De los resultados obtenidos se pueden hacer las siguientes recomendaciones.

Si se quiere aplicar alguna sustancia promotora del enraizamiento en trueno "Puerto Rico" se recomienda el uso de rootone, que fué el que mejor funcionó para los fines de este experimento.

Se recomienda también realizar trabajos esto es con diferentes concentraciones de AIB, para el caso de este experimento se recomienda trabajar con concentraciones de 500 ppm en tiempos cortos, alrededor de 10 segundos. Así como efectuar trabajos con diferente número de estacas por unidad experimental y diferente número de repeticiones para llegar a optimizar la parcela útil.

Se recomienda la realización de trabajos similares con la misma especie pero en condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad, ya que las condiciones en que se efectuó el trabajo no fueron muy favorables, ya que solo permitieron un parcial control de la temperatura y la humedad ambiente.

Se sugiere utilizar diferentes medios de enraice y fechas de siembra. Medios como la vermiculita, arena, aserrín, además de la perlita o bien mezclas de estos que pueden utilizarse; asimismo las fechas de siembra para adecuar el momento ideal de siembra para esta especie se sugiere a principios de otoño.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en "Viveros Guerra", ubicado en Monterrey, N.L. La investigación se efectuó a partir del 22 de Mayo al 7 de Julio de 1984.

El diseño experimental utilizado fué el completamente al azar con arreglo factorial mixto (2 x 3) y seis repeticiones; los niveles del factor lesión fueron: sin lesión y con lesión, los tres niveles del factor producto fueron: testigo, ácido indolbutírico a 500 ppm y rootone. La unidad experimental consistió de estacas de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star). La distancia entre estacas fué de 5 cm y entre líneas (surcos) de 20 cm.

Se estudiaron las variables: número de yemas (brotadas y no brotadas), crecimiento de yemas, número de hojas, diámetro del tallo, porcentaje de formación de callo, número de raíces, crecimiento de raíces y porcentaje de yemas por estaca.

Las plagas y enfermedades no fueron problema.

Los tres productos aplicados el mejor fué el rootone siendo significativamente diferente al ácido indolbutírico en todas las variables que mostraron significancia. No se presentó efecto del lesionado. Así mismo para ninguna variable se pre-

sentó interacción significativa.

El crecimiento total de raíces mostró estar linealmente asociado con el crecimiento total de yemas y el número de hojas, y altamente significativa en forma positiva.

Del análisis de regresión lineal se concluye que por cada hoja que aparezca, en la estaca, el crecimiento total de raíces se incrementará en 0.09920 cm. Además al incrementarse 1 cm la longitud total de yemas el crecimiento total de raíces se incrementará en 0.28877 cm.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adriance G., W. 1939. Propagation of Horticultural Plants.  
Mc Graw-Hill Book Company Inc. U.S.A. pp. 265-267.
- 2.- Alvarez, R.S. 1973. Multiplicación de árboles frutales.  
Ed. AEDOS. 2da. Edición. México, D.F. pp. 54-57.
- 3.- Bailey, L.H. 1977. Manual of Cultivated Plants. Mc Millan  
Publishing Co. Inc. New York. U.S.A. pp. 794-796.
- 4.- Bauchesne, R., et al. 1973. Reguladores del crecimiento.  
Oikos-Rau, S.A. Ediciones. Barcelona, España. pp.  
75-80, 91.
- 5.- Berlijn, J.D. 1983. Fruticultura. Ed. Trillas. S.E.P. Mé-  
xico, D.F. pp. 26-28, 74-75.
- 6.- Calderón, A.E. 1978. Fruticultura General. Ed. Fuentes,  
2da. Edición. México, D.F. pp. 547-549.
- 7.- Cecchini, T. 1975. Enciclopedia práctica de floricultura y  
jardinería. Ed. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.  
pp. 97-100.
- 8.- Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. C.E.C.S.A.  
2da. Edición. México, D.F. p. 643.

- 9.- \_\_\_\_\_. 1980. Botánica Básica. C.E.C.S.A. México, D.F.  
pp. 347, 445, 447.
- 10.- Denisen, E.L. 1975. Manual de Horticultura. C.E.C.S.A.  
5ta. Edición. México, D.F. pp. 24-26.
- 11.- D'Escalapon, G.R. 1976. Nuevo tratado práctico de fruti-  
cultura. Ed. Blume. 2da. Edición. España. p. 106.
- 12.- Devlin, R.M. 1975. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. 2da.  
Edición. España. p. 347.
- 13.- Edmond, B.J.; Senn, T.L.; Andrews, F.S. 1967. Principios  
de Horticultura. C.E.C.S.A. 3ra. Edición. México,  
D.F. pp. 184-193.
- 14.- Fahn, A. 1978. Anatomía Vegetal. H. Blume Ediciones. 2da.  
Edición. España. pp. 371-372.
- 15.- Fernald, M.L. 1970. Manual of Botany. D. Van Nostrand  
Company, 8th. edition - illustrated. U.S.A. pp. 1147-  
1151.
- 16.- Gault, S.M. 1977. Diccionario ilustrado en color de ar-  
bustos. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España. pp.  
172-173.
- 17.- Hidalgo, C.H. 1983. Estudio preliminar sobre el enraiza-  
miento de estacas de pimienta negra Piper nigrum en



- Tezonapa, Ver. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L. pp. 12-14.
- 18.- Hartmann, H.T.; Kester, D.E. 1980. Propagación de plantas. C.E.C.S.A. 2da. Edición. México, D.F. pp. 42-47, 273-289, 304-317, 320-333, 369-378.
- 19.- Jollins, N.H. 1971. Prontuario de jardinería. Ed. Zeus. 3ra. Edición. Barcelona, España. pp. 99-104.
- 20.- Meyer, B.S., et al. 1972. Introducción a la Fisiología Vegetal. EUDEBA. 3ra. Edición. Argentina. pp. 415, 422-424.
- 21.- Morín, CH. 1965. Cultivo de frutales tropicales y menores. Ed. Jurídica, S.A. Lima, Perú. p. 24.
- 22.- Pérez, M.V. 1980. Propagación por estacado en verde de un híbrido Almedro (Prunus amygdalus Batsh) Durazno (P. persica L.). Tesis de Maestría en Ciencias (E.N.A.) Chapingo, México. pp. 3-8, 16-17.
- 23.- Robbins, W.W., et al. 1974. Botánica. Ed. Limusa. México, D.F. pp. 316-318.
- 24.- Ruiz, O.S. 1966. Tratado elemental de botánica. 9a. Edición. ECLALSA. México, D.F. pp. 127-128.

- 25.- Sánchez, O.S. 1976. La flora del Valle de México. Ed. Herrero. 3ra. Edición. México D.F. p. 301.
- 26.- Schopmeyer, C.S. 1974. Seeds of woody plants in the United States. Departament of Agriculture. Washington, D.C. U.S.A. pp. 500-502.
- 27.- Weaver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. México, D.F. pp. 19, 143-145, 148, 154-159, 162.

8. A P E N D I C E

TABLA 1.- Datos de temperatura, en grados centígrados, del 23 de Mayo al 7 de Julio de 1984 en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star).

	MAYO	JUNIO	JULIO
Temperatura media máxima	33.7	35.5	37.0
Temperatura media mínima	19.0	19.6	19.6
Temperatura media mensual	26.4	27.5	28.9
Oscilación media mensual	14.7	15.9	17.4
Temperatura extrema máxima	36.0	40.0	38.0
Temperatura extrema mínima	22.0	23.0	20.0

TABLA 2.- Principales estadísticos para las variables estudiadas en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star).

VARIABLE	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	D.S.	MEDIA	C.V.	L.I. <sup>a</sup>	L.S. <sup>b</sup>
X05	11.250	25.500	14.250	3.467	17.410	19.913	16.237	18.583
X06	0.000	5.500	5.500	1.386	1.472	94.135	1.003	1.941
X07	9.250	22.500	13.250	2.953	15.924	18.545	14.924	16.923
X08	0.000	11.925	11.925	2.767	2.959	93.513	2.002	3.895
X09	0.000	7.020	7.020	1.543	1.414	109.177	0.891	1.936
X10	0.000	36.000	36.000	10.070	10.201	98.708	6.794	13.608
X11	0.000	100.000	100.000	33.474	43.750	76.513	32.124	55.076
X12	0.000	8.675	8.675	1.651	0.609	270.939	0.051	1.168
X13	0.000	0.535	0.535	0.160	0.081	197.511	0.027	0.135
X14	0.410	0.580	0.170	0.049	0.493	9.847	0.477	0.510
X15	0.000	6.000	6.000	1.250	0.521	239.966	0.098	0.944
X16	0.000	25.000	25.000	7.003	7.985	87.703	5.616	10.355
X17	75.000	100.000	25.000	7.133	91.922	7.760	89.509	94.336

a,b = De un intervalo del 95% de confianza para la verdadera media de la variable estudiada.

TABLA 3.- Resultados de los análisis de varianza efectuados para las variables estudiadas y su significancia en el experimento de enraizamiento de estacas de true-no "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star).

VARIABLE	F.A.	F.B.	INT. AxB	C.M.E.	C.V.	$\bar{Y}$
X05	0.494*	0.219 NS	0.117 NS	0.141	8.789	4.272
X06	0.593*	0.162 NS	0.006 NS	0.164	26.713	1.516
X07	0.246 NS	0.417 NS	0.124 NS	0.115	8.275	4.098
X08	57.891**	5.770 NS	1.878 NS	4.753	73.678	2.959
X09	16.742**	0.012 NS	0.602 NS	1.622	90.069	1.414
X10	13.709**	1.426 NS	0.393 NS	1.914	46.675	2.964
X11	9025.000**	25.000 NS	800.000 NS	292.500	47.071	36.333
X12	12.652**	5.492 NS	5.037 NS	1.818	221.401	0.609
X13	0.151**	0.021 NS	0.005 NS	0.019	170.173	0.081
X14	0.001 NS	0.011*	0.002 NS	0.002	9.071	0.493
X15	1.082**	0.125 NS	0.125 NS	0.088	25.289	1.173
X16	359.728*	111.906 NS	7.709 NS	71.192	60.776	13.883
X17	343.964*	120.298 NS	8.130 NS	73.912	11.304	76.052

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

TABLA 4.- Presentación de medias por tratamiento para las variables estudiadas, así como el resumen de la prueba de Tukey en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star).

F.A.	F.B.	X05	X06	X07	X08	X09	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17
1	1	18.38	1.92	16.46	2.92	1.29	11.67	50.00	0.07	0.07	0.49	0.00	9.57	90.43
1	2	19.00	1.50	17.50	2.75	1.75	9.21	58.33	0.00	0.00	0.48	0.00	7.61	92.39
1		18.69a	1.71ab	16.98	2.84 b	1.52a	10.44ab	54.17a	0.03 b	0.03 b	0.49	0.00 b	8.59a	91.41ab
2	1	13.88	0.92	12.87	1.10	0.28	4.21	4.17	0.00	0.00	0.52	0.00	6.13	93.35
2	2	17.00	0.54	16.46	0.55	0.08	3.00	8.33	0.00	0.00	0.46	0.00	2.94	97.06
2		15.44 b	0.73 b	14.67	0.83 b	0.18 b	3.60 b	6.25 b	0.00 b	0.00 b	0.49	0.00 b	4.53 b	95.20 b
3	1	18.13	2.21	15.92	6.06	2.73	19.33	79.17	2.93	0.25	0.52	2.21	12.64	87.33
3	2	18.08	1.75	16.33	4.37	2.34	13.79	62.50	0.66	0.17	0.49	0.92	9.02	90.98
3		18.10ab	1.98a	16.12	5.21a	2.54a	16.56a	70.83a	1.79a	0.21a	0.50	1.56a	10.83a	89.15a
1		16.79	1.68	15.08	3.36	1.43	11.74	44.44	1.00	0.10	0.51a	0.74	9.45	90.37
2		18.03	1.26	16.76	2.56	1.39	8.67	43.06	0.22	0.06	0.48 b	0.31	6.53	92.39
-----														
MEDIA		17.41	1.47	15.92	2.96	1.41	10.20	43.75	0.61	0.08	0.49	0.52	7.99	91.92

Letras iguales indican medidas iguales estadísticamente.

TABLA 5.- Valores de los coeficientes de correlación de 13 variables estudiadas y su significancia en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texanum T. var. Silver star).

X16	0.3561*												
X17	-0.3611*	-0.9986**											
X08	0.4838**	0.7325**	-0.7201**										
X09	0.1819 NS	0.3777*	-0.3650*	0.7387**									
X10	0.5335**	0.8998**	-0.8932**	0.8311**	0.3827*								
X11	0.3644*	0.7388**	-0.7152**	0.7777**	0.6519**	0.7706**							
X13	0.7029**	0.5506**	-0.5437**	0.7765**	0.3445*	0.7025**	0.5865**						
X14	0.1206 NS	0.1720 NS	-0.1667 NS	0.3028 NS	0.2836 NS	0.2216 NS	0.0764 NS	0.0454 NS					
X15	0.9343**	0.3832*	-0.3838*	0.6377**	0.3989*	0.5834**	0.4983**	0.7795**	0.1641 NS				
	X12	X16	X17	X08	X09	X10	X11	X13	X14				

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo



TABLA 6.- Ecuación de predicción y coeficientes de determinación en el experimento de enraizamiento de estacas de trueno "Puerto Rico" (Liqustrum texanum T. var. Silver star).

VD	VID	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$		r	$r^2 \times 100$
X12	X05	-0.81603	0.08188	NS	0.17191	2.955
	X06	-0.04033	0.44134	*	0.37043	13.722
	X07	0.42113	0.01182	NS	0.02115	0.045
	X08	-0.24491	0.28877	**	0.48385	23.411
	X09	0.33426	0.19465	NS	0.18194	3.310
	X10	-0.40260	0.09920	**	0.60500	36.602
	X11	-0.14284	0.01719	*	0.34859	12.152
	X14	-1.41319	4.09988	NS	0.12063	1.455
	X16	-0.11942	0.09127	*	0.38713	14.987
	X17	9.01696	-0.09146	*	-0.39512	15.612
	X18	-2.34735	0.69209	NS	0.16879	2.849
	X19	-1.61750	1.46899	*	0.37651	14.176
	X20	0.33232	0.06761	NS	0.01483	0.022
	X21	-1.04605	0.55858	**	0.53350	28.463
X13	X05	-0.18166	0.01508	NS	0.32747	10.724
	X06	-0.03579	0.07920	**	0.68770	47.293
	X07	0.02727	0.00336	NS	0.06221	0.387
	X08	-0.05171	0.04479	**	0.77646	60.289
	X09	0.03044	0.03563	*	0.34454	11.871
	X10	-0.04863	0.01269	**	0.80053	64.084
	X11	-0.04258	0.00282	**	0.59151	34.989
	X14	0.00726	0.14907	NS	0.04538	0.206
	X16	-0.03655	0.01470	**	0.64489	41.588
	X17	1.38032	-0.01414	**	-0.63181	39.919
	X18	-0.44702	0.12355	NS	0.31173	9.717
	X19	-0.28751	0.24296	**	0.64424	41.505
	X20	-0.01292	0.02287	NS	0.05190	0.269
	X21	-0.12989	0.07109	**	0.70248	49.348

TABLA 6.- Continuación.

VD	VID	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$		r	$r^2 \times 100$
X15	X05	0.79878	0.02152	NS	0.19383	3.757
	X06	1.01205	0.10959	*	0.39464	15.574
	X07	1.08942	0.00527	NS	0.04047	0.164
	X08	0.91093	0.08871	**	0.63773	40.670
	X09	1.03276	0.09948	*	0.39894	15.916
	X10	0.91799	0.02504	**	0.65505	42.909
	X11	0.92910	0.00558	**	0.48568	23.589
	X14	0.53203	1.30004	NS	0.16411	2.693
	X16	0.99501	0.02234	*	0.40651	16.525
	X17	3.17724	-0.02180	*	-0.40403	16.324
	X18	0.39313	0.18263	NS	0.19110	3.652
	X19	0.62436	0.36217	*	0.39826	15.861
	X20	1.02499	0.03621	NS	0.03408	0.116
	X21	0.75146	0.14236	**	0.58337	34.033

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

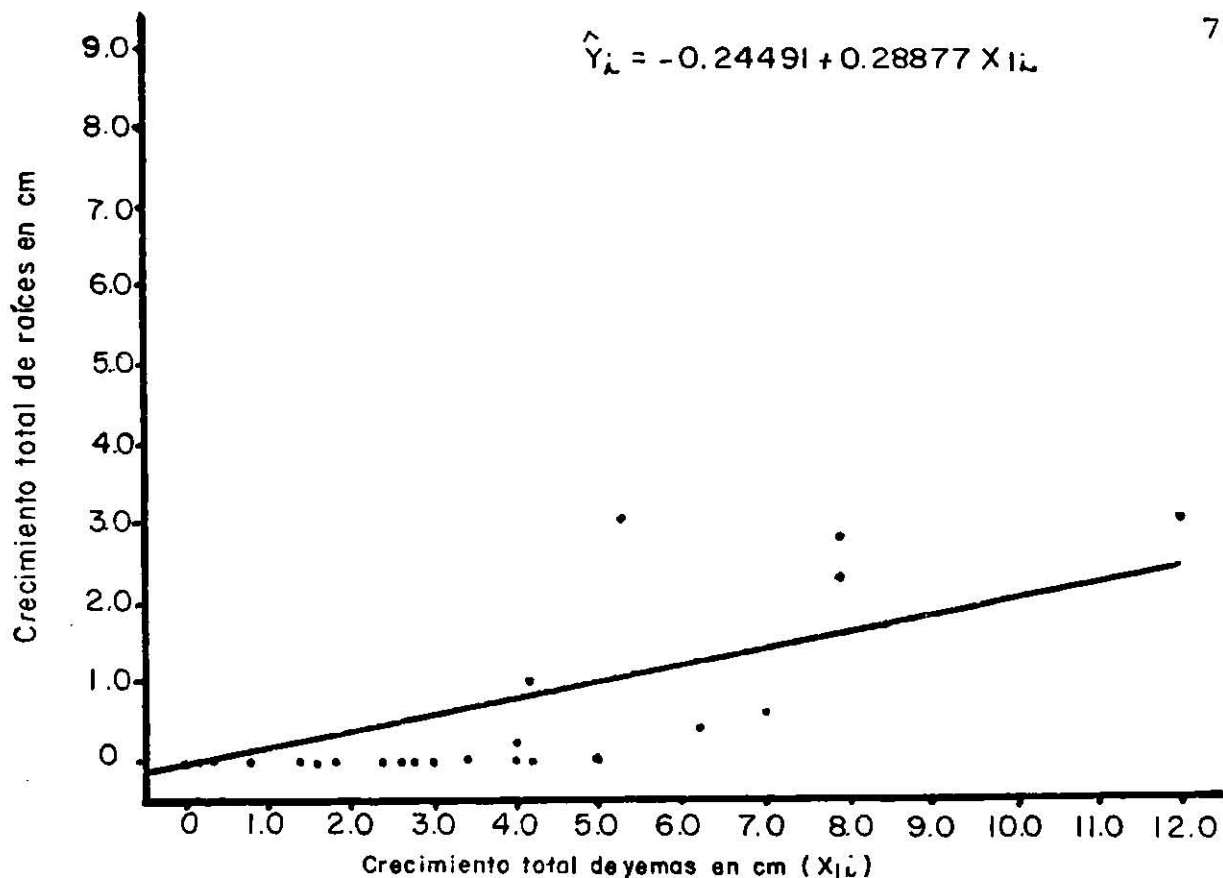


Figura 1 Relación crecimiento total de raíces con crecimiento total de yemas.

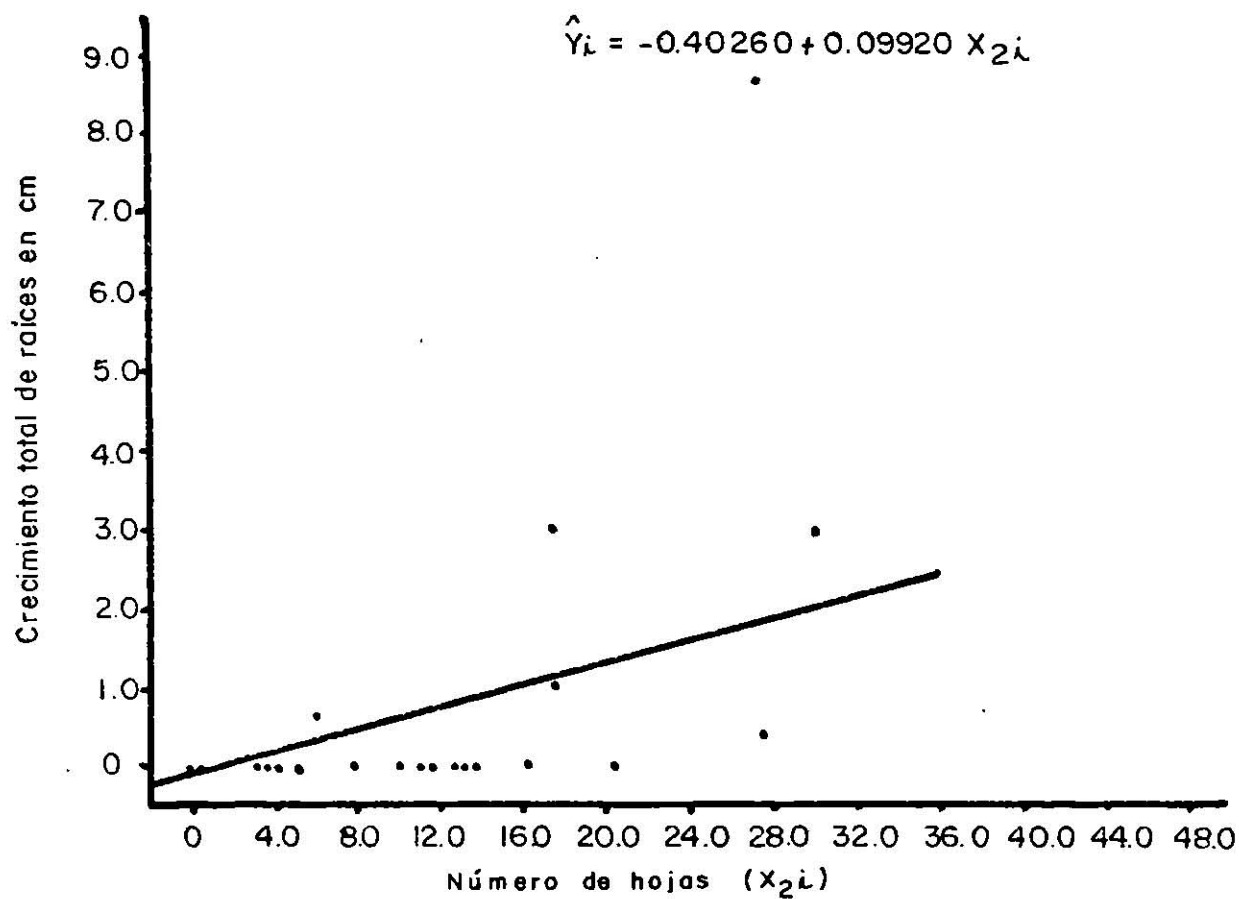


Figura 2. Relación crecimiento total de raíces con número de hojas.

$$\hat{Y}_i = -0.05171 + 0.04479 X_{3i}$$

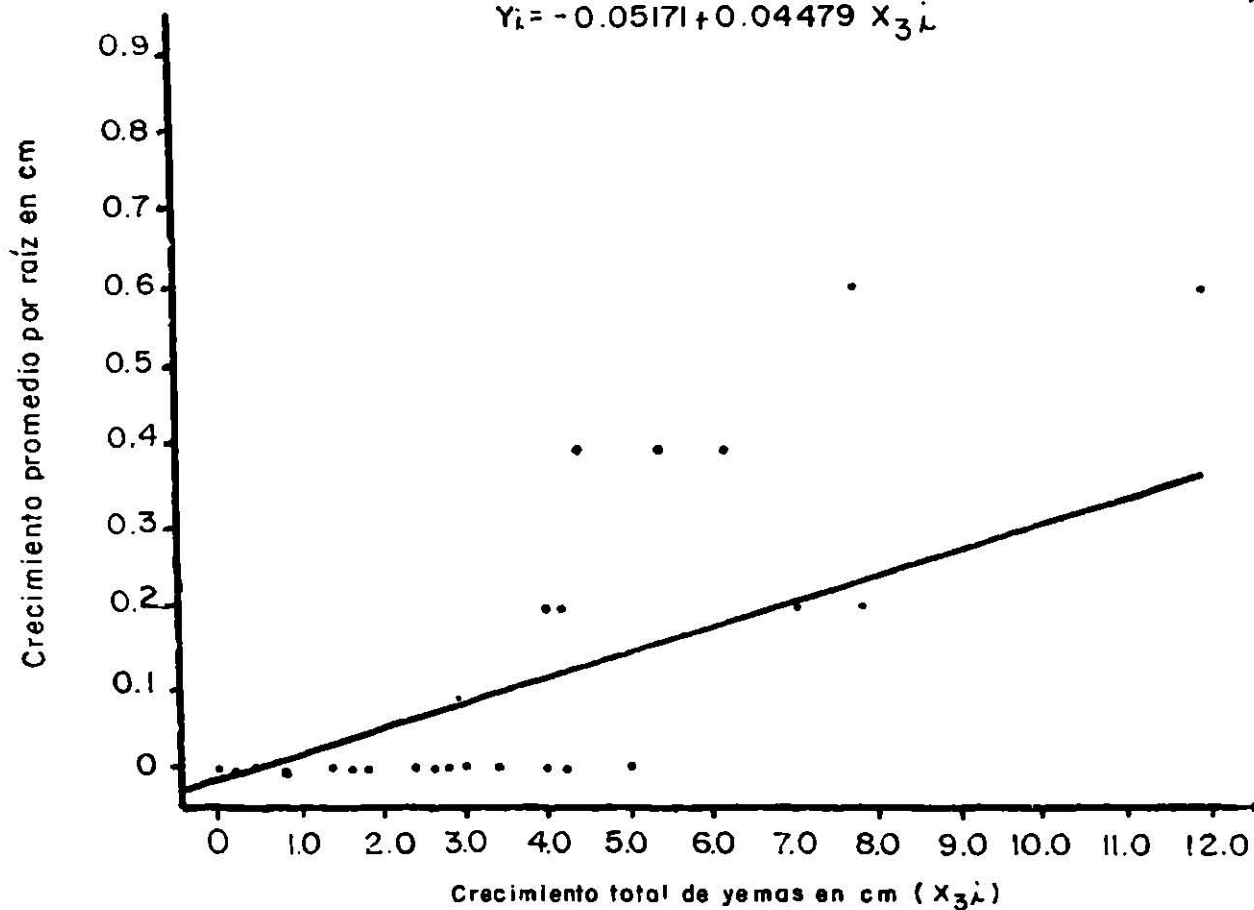


Figura 3. Relación crecimiento promedio por raíz con crecimiento total de yemas.

$$\hat{Y}_i = -0.04863 + 0.01269 X_{4i}$$

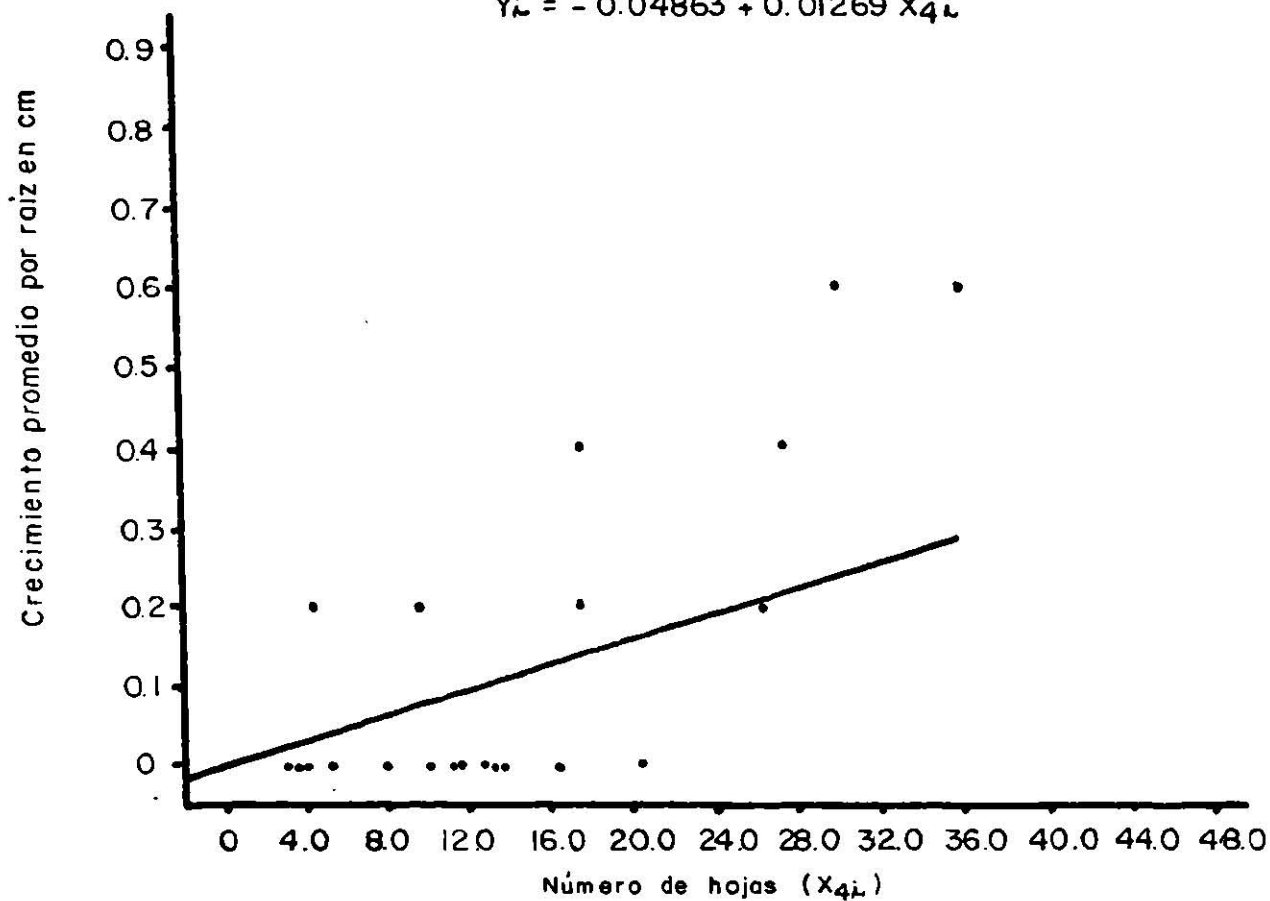


Figura 4. Relación crecimiento promedio por raíz con número de hojas.

$$\hat{Y}_L = 0.91093 + 0.08871 X_{5L}$$

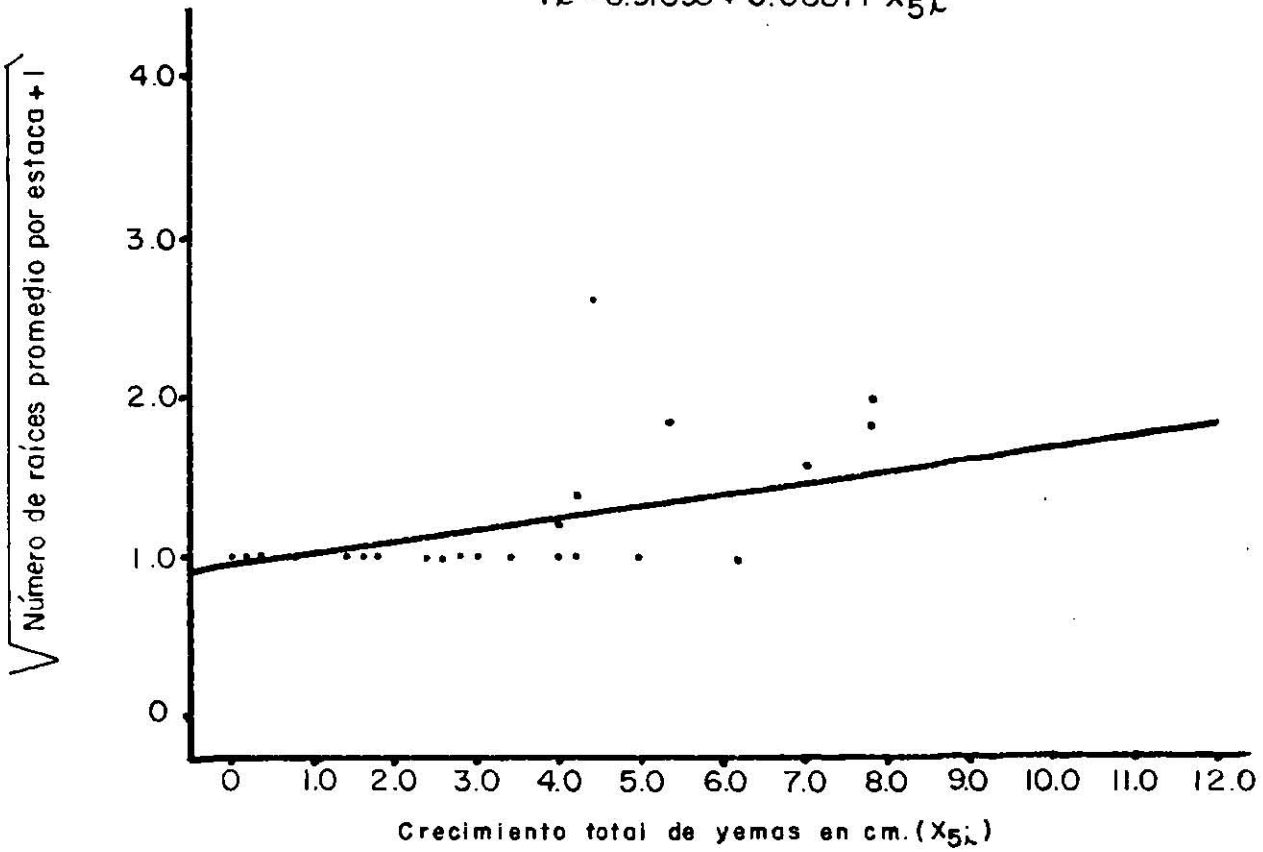


Figura 5 Relación número de raíces promedio por estaca con crecimiento total de yemas.

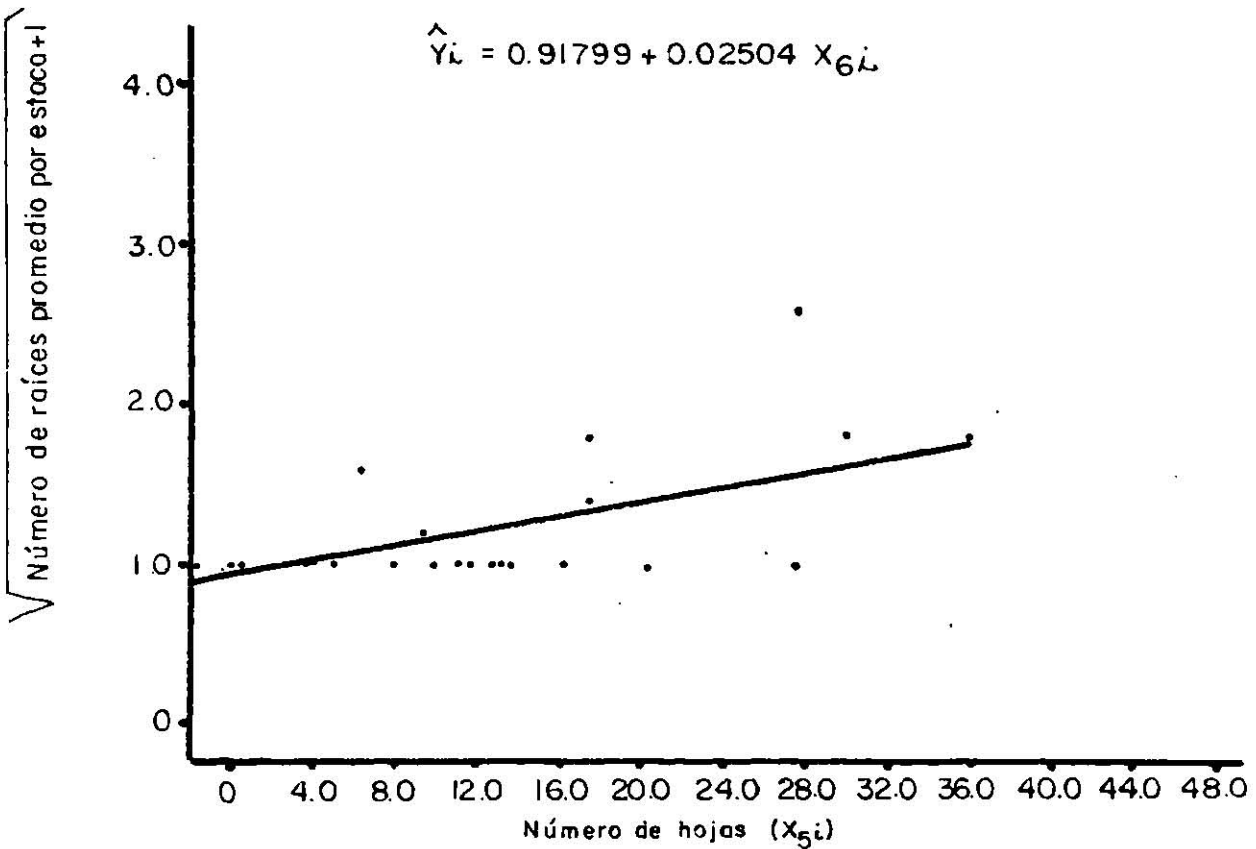
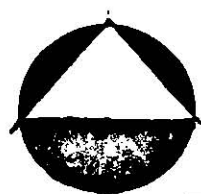
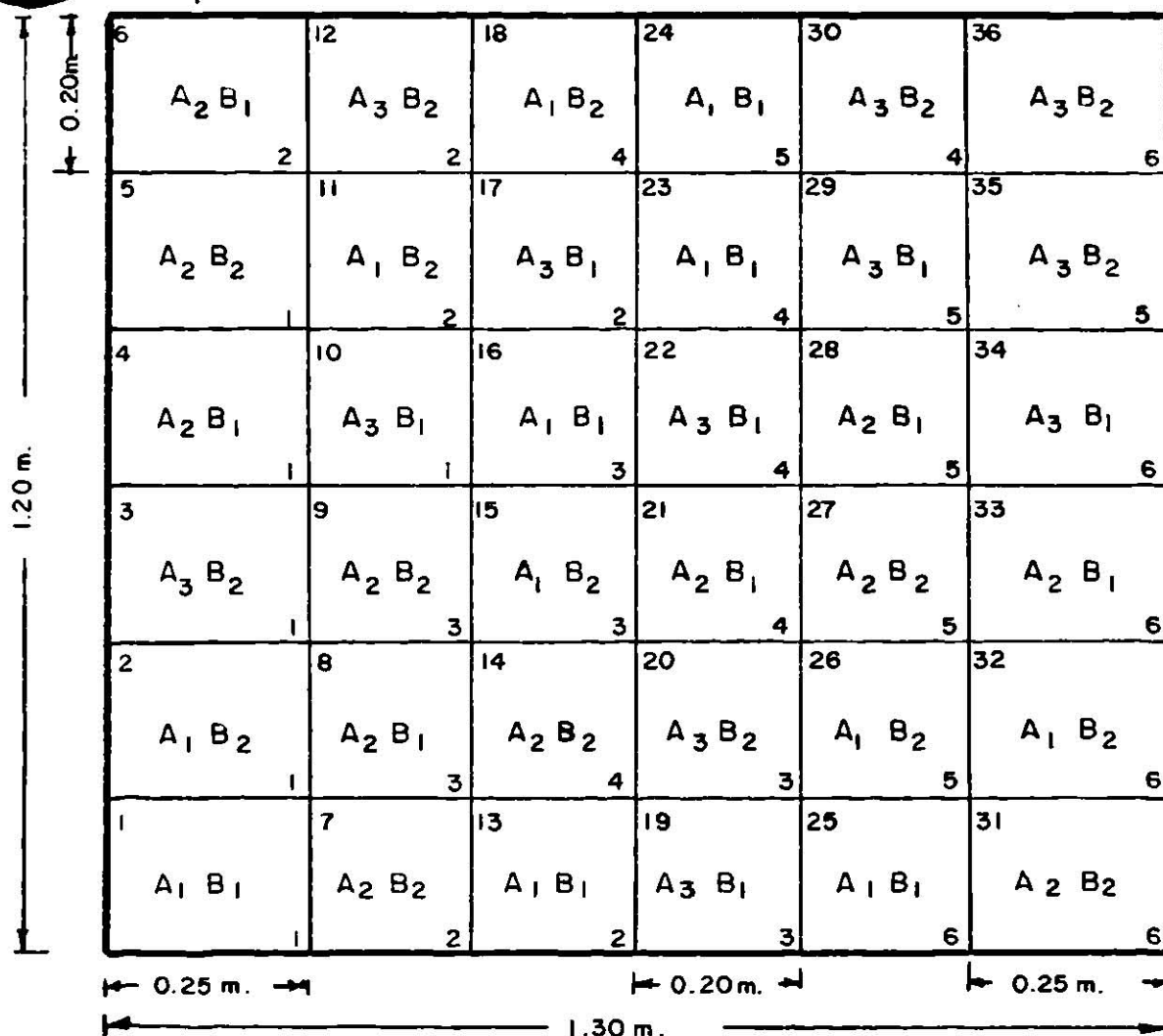


Figura 6. Relación número de raíces promedio por estaca con número de hojas.



Extremo sup. izq. = No. de unidad experimental o parcela

Extremo inf. der. = No. de repetición de los tratamientos



A<sub>1</sub> B<sub>1</sub> = Testigo, sin lesión

A<sub>1</sub> B<sub>2</sub> = Testigo, con lesión

A<sub>2</sub> B<sub>1</sub> = Acido indolbutírico a 500ppm, sin lesión

A<sub>2</sub> B<sub>2</sub> = Acido indolbutírico a 500 ppm, con lesión

A<sub>3</sub> B<sub>1</sub> = Rootone, sin lesión

A<sub>3</sub> B<sub>2</sub> = Rootone, con lesión

Figura 7. Croquis del experimento, aleatorización de tratamientos y dimensiones



