

PROPAGACION VEGETATIVA DEL TOMATE DE ARBOL  
Cyphomandra betacea Sendt EMPLEANDO BIOESTIMULANTES  
BAJO CABINAS DE NEBULIZACION EN TUNJA - BOYACA

JAIRO BOLIVAR MONTENEGRO  
JOSE ALIRIO LARA GARCIA



TUNJA  
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

1990

17016

PROPAGACION VEGETATIVA DEL TOMATE DE ARBOL  
Cyphomandra betacea Sendt EMPLEANDO BIOESTIMULANTES  
BAJO CABINAS DE NEBULIZACION EN TUNJA - BOYACA

29 SEP 1994

ANALIZADO

JAIRO BOLIVAR MONTENEGRO

JOSE ALIRIO LARA GARCIA

TUNJA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

1990

17016

✓  
PROPAGACION VEGETATIVA DEL TOMATE DE ARBOL  
Cyphomandra betacea Sendt EMPLEANDO BIOESTIMULANTES  
BAJO CABINAS DE NEBULIZACION EN TUNJA - BOYACA

✓  
JAIRO BOLIVAR MONTENEGRO  
JOSE ALIRIO LARA GARCIA

Tesis de Grado presentada como  
requisito parcial para optar al  
Título de Ingeniero Agrónomo.

Presidente: GERHARD FISCHER  
I. A., M. Sc.

TUNJA  
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

1990

" LOS AUTORES Y EL PRESIDENTE DE TESIS  
QUIEN ES COAUTOR SON RESPONSABLES DE  
LOS CONCEPTOS EMITIDOS EN EL PRESENTE  
TRABAJO "

DEDICO A :

MIS PADRES : TOMAS (q.e.p.d.) Y ANA  
CECILIA

MIS HERMANOS: MARTHA CECILIA, ANTONIO  
JOSE, MARGARITA ROSA Y ALBA LUCIA, QUE  
POR SU APOYO SE LOGRO LA META DESEADA  
MIS AMIGOS

JAIRO

DEDICO A :

MIS PADRES, HERMANOS Y EN ESPECIAL  
A MARIA EUGENIA, QUIENES CON SU APOYO  
HICIERON POSIBLE LA CULMINACION DE MI  
SUEÑO ANHELADO.

JOSE ALIRIO

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 ORIGEN	3
2.2 CLASIFICACION BOTANICA	3
2.3 DESCRIPCION BOTANICA	5
2.4 ESPECIES	7
2.5 VARIEDADES	8
2.6 REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	8
2.7 ANALISIS QUIMICO Y VALOR NUTRITIVO DEL FRUTO	9
2.8 PROPAGACION	9
2.8.1 Propagación sexual	9
2.8.1.1 Semillero	11
2.8.1.2 Transplante	12
2.8.2 Propagación asexual	12
2.8.2.1 Propagación por estacas	14

	Pág
2.8.2.1.1 Tipos de estacas	16
2.9 ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS DE TALLO	20
2.9.1 Condiciones ambientales durante el enraiza- miento	25
2.9.1.1 Relaciones de agua	25
2.9.1.2 Temperatura	27
2.9.1.3 Luz	28
2.9.1.4 Sustrato	29
2.9.2 Factores que modifican el enraizamiento de las estaquillas	30
2.9.2.1 Elección de las estaquillas	30
2.9.2.2 Condiciones fisiológicas de la planta madre	30
2.9.2.3 Edad de la planta madre	34
2.9.2.4 Tipo de madera elegido para la estaca	36
2.9.2.5 Epoca de preparación	37
2.9.3 Cofactores necesarios para el enraizamiento	38
2.10 SUSTANCIAS DE CRECIMIENTO	42
2.10.1 Hormonas	44
2.10.1.1 Auxinas	47

	Pág
2.10.1.2 Giberelinas	53
2.10.1.3 Citoquininas	55
2.10.1.4 Inhibidores	55
2.10.1.5 Etileno	56
2.10.2 Aplicación de reguladores	56
3. MATERIALES Y METODOS	60
3.1 MATERIALES	60
3.1.1 Localización	60
3.1.2 Estacas	60
3.1.3 Medio de enraizamiento	61
3.1.4 Reguladores de crecimiento	61
3.1.5 Materiales de laboratorio	62
3.1.6 Otros materiales	62
3.2 METODOS	63
3.2.1 Preparación del material	63
3.2.1.1 Recolección de estacas	63
3.2.1.2 Transporte	64
3.2.2 Preparación de concentraciones	64
3.2.3 Inmersión	65

	Pág
3.2.4 Siembra	66
3.2.5 Manejo	66
3.2.5.1 Riego	68
3.2.5.2 Control fitosanitario	68
3.2.6 Encapachado	69
3.2.7 Diseño	69
3.2.8 Parámetros de evaluación	72
4. RESULTADOS Y DISCUSION	73
4.1 NUMERO DE ESTACAS ENRAIZADAS	73
4.2 NUMERO DE RAICES PRINCIPALES	79
4.3 NUMERO DE ESTACAS MUERTAS POR TRA- TAMIENTO	85
4.4 LONGITUD DE RAICES PRINCIPALES	90
4.5 LONGITUD DE RAICES PRINCIPALES 30 DIAS DESPUES DEL ENCAPACHADO	94
4.6 NUMERO DE RAICES SECUNDARIAS 30 DIAS DESPUES DEL ENCAPACHADO	95

	Pág
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.1 CONCLUSIONES	96
5.2 RECOMENDACIONES	98
6. RESUMEN	100
BIBLIOGRAFIA	103
ANEXOS	107

## LISTA DE TABLAS

		Pág
TABLA 1.	Análisis químico por 100 gramos de parte comestible.	10
TABLA 2.	Codificación e identificación de los tratamientos.	71
TABLA 3.	Número de estacas enraizadas.	74
TABLA 4.	Anova número de estacas enraizadas.	77
TABLA 5.	Número de raíces principales.	80
TABLA 6.	Anova número de raíces principales.	82
TABLA 7.	Número de estacas muertas.	86
TABLA 8.	Anova para número de mortalidad.	87
TABLA 9.	Longitud de raíces principales.	91
TABLA 10.	Anova longitud de raíces principales.	92

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. Distribución de tratamientos.	67
FIGURA 2. Plano.	70
FIGURA 3. Barras (P x C x F) Número de estacas enraizadas.	76
FIGURA 4. Barras (Px C x F) Número de raíces principales.	81
FIGURA 5. Barras (P x C x F) Número de estacas muertas.	88
FIGURA 6. Barra (P x C x F) Longitud de raíces principales.	93

## LISTA DE ANEXOS

		Pág
ANEXO 1.	Duncan. Número de estacas enraizadas 5%.	108
ANEXO 2.	Duncan. Número de raíces principales 5%.	109
ANEXO 3.	Duncan. Número de estacas muertas.	110
ANEXO 4.	Número de raíces principales 30 días después de encapachado.	111
ANEXO 5.	Longitud de raíces principales 30 días después de encapachado.	112
ANEXO 6.	Número de raíces secundarias 30 días después de encapachado.	113

## 1. INTRODUCCION

El tomate de árbol Cyphomandra betacea Sendt en la actualidad se proyecta como cultivo de diversificación en zonas de clima frío y templado, es así como técnicos e investigadores plantean la posibilidad de obtener material vegetativo de óptimas calidades, aprovechando para si el medio de estacas con el empleo de bioestimulantes.

Por ser el tomate una planta semiperenne permite aprovechar las ventajas del medio de propagación por estacas para obtener mayor precocidad, lográndose ver a corto plazo su rendimiento y rentabilidad.

Los autores del presente trabajo pretenden implantar esta clase de propagación con el fin de mantener las características fenotípicas y genotípicas de materiales ya establecidos, además algunas recomendaciones prácticas sobre el manejo de materiales con

el uso de estimulantes de enraizamiento, en cuanto a productos y dosis utilizadas para este cultivo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN

Según la mayoría de los autores consultados, el tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (cav.) Sendt, es originario de las Filipinas; pero otros sostienen que es de América Latina, se encuentra diseminado desde Colombia hasta el Norte de Argentina.

### 2.2 CLASIFICACION BOTANICA

Según las órdenes de Engler citado por Pérez (25) y Lozano (20), la clasificación del tomate de árbol es :

Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Tubifloras
Familia	:	Solanáceas
Género	:	<i>Cyphomandra</i>
Especie	:	<i>betacea</i> (cav.) Sendt.

Cyphomandra betacea (Cav.) Sendt presenta un gran número de sinónimos técnicos que Fouque (11), los cita así :

- *Cyphomandra crassifolia* (Kunze)
- *Plonandra betacea* (Miers)
- *Solanum betaceum* (Cav.)
- *Solanum crassifolium* (Ortega)
- *Solanum fragrans* (Hook)
- *Solanum obliquum* (Bert)

El mismo autor (11), menciona varios nombres vulgares como se conoce en algunos países el tomate de árbol.

- Francia : Tomate de la paz
- Alemania : Baum tomate
- Portugal : Tomate Serra o Chimango
- Guatemala : Palo de Tomate
- Venezuela : Tomate Francés
- Perú : Tamarillo

### 2.3 DESCRIPCION BOTANICA

Según Bruecher (3), el tomate de árbol es un arbusto arboriforme y ramificado simpodiamente que alcanza después de varios años una altura de tres a cinco metros. En su segundo año fructifica y continua en forma casi ininterrumpida su producción.

Para Girard y Lobo (13), existe diferencia en la forma de plantas obtenidas por semilla y por estacas; los árboles propagados por semilla crecen en forma erecta y se ramifican a una altura que varía entre 1,50 y 2 metros, alcanzando la copa alturas hasta de 3 a 3,50 metros en plantas adultas. Las plantas propagadas por estaca su ramificación se presenta desde el nivel del suelo limitando su crecimiento a menos de dos metros de altura.

Khalil (18), dice que *Cyphomandra betace* (cav.) Sendt es una planta dicotiledónea, de tallo semileñoso, corteza de color cenizo oscuro. El tallo inicialmente es suculento, tomando luego consistencia leñosa que se ramifica entre los 8 y 10 meses de edad formando ángulo entre el tronco y las ramas que se acercan a los 90° o más; las ramas continúan ramificándose en forma casi paralela al suelo.

Para Escarria (10), las hojas en sus primeros meses de edad son de gran tamaño y pueden alcanzar 60 cm de largo por 30 a 40 cm de ancho, a decir las que nacen en el fuste reduciéndose un poco en las ramificaciones, son de forma oval acorazonada, consistencia coriácea, color verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés.

Las hojas van distribuidas en forma de espiral, poseen un pecíolo redondo, fuerte, de unos 6 a 10 cm de largo que une la lámina con el resto de la planta.

Según Khalil (18), las flores son gajos escorpióides distribuidos generalmente en la terminación de las ramas, de color blanco con franjas de color rosado tenue, con cinco pétalos, cinco sépalos y cinco estambres agrupados sobre el único pistilo del cual sobresale el estigma fácilmente observable. El fruto es una baya biloculada de forma oval alargada de color rojo o amarillo, cuando madura, la pulpa carnososa y agri dulce es amarilla y de un aroma agradable.

Las bayas cuelgan de un pecíolo de cinco centímetros de largo;

desde la apertura floral hasta la maduración completa transcurren 22 semanas, el fruto tiene un promedio entre 300 y 500 semillas las que después de hacerles un secado tienen un peso entre 1,5 y 2,5 gramos. Las raíces son profundas y ramificadas cuando la propagación se hace por semillas. Propagando el tomate de árbol por estacas las raíces son superficiales y bastante ramificadas.

#### 2.4 ESPECIES

Bitter citado por Bruecher (3), dice que el género tiene 40 especies y se encuentra en todo Suramérica. Este género es representado en las montañas tropicales y subtropicales desde el norte de Argentina a Venezuela por numerosas especies silvestres, de las cuales los indios suramericanos han seleccionado y domesticado algunas.

Para el mismo autor (3), nombra a Cyphomandra bolivarensis como la especie más cercana al tomate de árbol ya que este tiene hojas más delgadas, las flores son más pequeñas y más pubescentes, los frutos alcanzan con 7 cm casi la especie cultural pero de co-

lor verde rayado. En la mayoría de las especies de Cyphomandra los frutos tienen congregación de células de consistencia dura desagradables al comer el fruto en fresco.

## 2.5 VARIEDADES

Para Alvarado (1), en el país no se ha tipificado botánicamente, las variedades existentes de Cyphomandra betacea, pero se puede mencionar las denominadas comúnmente como: "criollas" o "común"; de tamaño mediano, forma ovalada apiculada y de color anaranjado cuando madura; "morada" o "híbrida" de tamaño grande, forma ovalada, corteza y pulpa morada y semillas negras; "casana", de forma ovalada y de coloración verde, poco conocida.

## 2.6 REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

Según Velosa (34), el tomate de árbol se produce en nuestro país en forma óptima a una altura de 1.500 a 2.600 m.s.n.m. con temperatura promedio entre 16 y 22°C, humedad relativa entre el 60 y 70%, precipitación bien repartida de 1.500 a 1.800 mm por año. Requiere suelos sueltos, profundos bien drenados y

con buen contenido de materia orgánica (%). Se puede cultivar en suelos planos y pendientes hasta de un 70%, pH (potencial de hidrógeno) no mayor de 6,5.

## 2.7 ANALISIS QUIMICO Y VALOR NUTRITIVO DEL FRUTO

Según Choucair (7), el tomate de árbol es poco conocido dentro de la dieta alimenticia. El análisis bromatológico del tomate de árbol muestran los componentes especificados en la Tabla 1.

## 2.8 PROPAGACION

Según Girard (13), el tomate de árbol puede propagarse sexual y asexualmente .

### 2.8.1 Propagación sexual

Khalil (18), asegura que este método es el más común y eficiente. El autor afirma que para la obtención de la semilla se debe tener en cuenta que la planta madre posea fuerza vegetativa y se encuentre sana; el fruto debe estar maduro, sano y en buen estado fito-

TABLA 1. Análisis químico por 100 gramos de parte comestible.

---

Calorías	30
Agua	89,7 g
Proteínas	1,4 g
Grasa	0,1 g
Carbohidratos	7,0 g
Fibra	1,1 g
Cenizas	0,7 g
Fósforo	22 mg
Hierro	0,4 mg
Vitamina A	1.000 U I
Calcio	6,0 g
Tiamina	0,05 g
Riboflavina	0,03 mg
Acido Ascórbico	25,0 mg

---

FUENTE : Programa de Nutrición. Instituto de Bienestar Familiar.

sanitario; debe tener además forma, color y tamaño normal (6 a 8 cm de largo por 5 cm de ancho), las semillas deben ser las más uniformes y después de extraídas del fruto deben lavarse y secarse a la sombra; posteriormente desinfectarlas para luego ser llevadas al semillero donde se cubre con una ligera capa de arena, aserrín lavado y cubiertas con un techo de hojas o papel.

#### 2.8.1.1 Semillero

Según Escarria (10), el suelo para el semillero debe estar bien pulverizado, desinfectado y con buen contenido de materia orgánica (5 a 10%), debe prepararse el suelo, de 15 a 20 días antes de la siembra; las eras deben tener de 1,20 m de ancho por el largo que se desee de acuerdo con el número de plantas a sembrar, el mismo autor asegura que en un metro cuadrado se puede tener hasta 200 plantas, luego de sembrar la semilla la germinación ocurre entre 20 y 25 días siguientes.

Otro sistema de siembra es en bolsas de polietileno, sembrando de 2 a 3 semillas para luego ralea y dejar la planta más fuerte.

Este sistema tiene la ventaja de conservar intactas las raíces al momento de transplante.

#### 2.8.1.2 Transplante

Escarria (10), dice que esta labor se hace cuando la planta tiene una altura de 20 cm o sea entre un mes y mes y medio después de la germinación.

El trazado en el campo se hace por el sistema de triángulo y con distancias que fluctúan entre 1,60 y 4 metros de acuerdo con estas distancias se obtienen entre 1.800 y 4.000 plantas por hectárea. Al momento del transplante se debe cortar las 3/4 partes de la hoja más desarrollada, sin tocar las nuevas; ésto con el fin de evitar una alta transpiración de las plantas (10).

#### 2.8.2 Propagación asexual

Según Hartmann y Kester (14), la propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas, y es posible, porque en muchas de éstas los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración. Las porcio-

nes de tallo tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las partes de raíz pueden regenerar un nuevo tallo, las hojas pueden regenerar nuevas raíces y tallos.

Weaver (37), dice que casi todos los órganos vegetales como tallos, hojas, raíces e incluso flores y frutos, pueden producir raíces. Los tallos son la estructura de enraizamiento recomendable; debido a que por lo común tienen suficiente tejido no diferenciado. Para permitir la diferenciación de los primordios de las raíces y además sus yemas ya se han formado. Esto resulta favorable, debido a los tratamientos con auxinas que promueven el enraizamiento, no favorecen el desarrollo de brotes.

Por su parte Vozmediano (36), comenta que la multiplicación agámica (asexual) no induce cambios en el genotipo de la nueva planta. Todas las características maternas se mantienen en la planta hija asegurándose así la perpetuación de un clon (material genéticamente uniforme derivado de un solo individuo y multiplicado exclusivamente por vía asexual).

Este método de reproducción asexual presenta para Vozmediano (36), grandes ventajas :

- En poco espacio y con un número reducido de plantas madres se pueden obtener muchas nuevas plantas.
- Es rápido, simple y económico.
- Normalmente se reproduce exactamente la planta madre sin ninguna variación genética.

#### 2.8.2.1 Propagación por estacas

Según Juscafresa y Durán (17, 8), estaca es todo trozo de rama de 1 a 2 años de edad bien desarrollado y provisto de yemas que se corta de la planta madre y se entierra parcialmente, al poco tiempo, emite raíces y se genera una nueva planta.

Para Edmond (9), el estacado consiste en la producción de nuevos individuos a partir de un trozo de tallo, una hoja entera, un pedazo de hoja o un pedazo de raíz que han sido separados de la planta madre.

De estos tipos las estacas de tallo son las utilizadas más am-

pliamente, se clasifican en estacas que no requieren hojas y estacas que requieren hojas al momento de ser separadas de la planta madre.

Afirma Calderón (5), que éste es un método muy usado y conveniente para la propagación de algunas especies de frutales en forma directa y para obtención de patrones de muchas otras. Algunos árboles frutales poseen una gran facilidad para formar raíces a partir de estacas sin ningún tratamiento, en cambio en otros frutales ha existido tal renuencia que el procedimiento nunca se consideró apropiado para ellos, sin embargo, todos éstos frutales pueden ser objeto de una propagación por estacado hoy en día aplicando técnicas convenientes.

Hartmann y Kester (14), dicen que en la propagación por estacas del tallo y estacas con yema y hojas, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema radicular, puesto que ya existe un sistema meristemático o de tallo en potencia (una yema). En esta clase de propagación, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produ-

ciendo así una nueva planta independiente e idéntica a la planta de la cual procede.

Los mismos autores, señalan que este es el sistema más importante para propagar arbustos ornamentales, tanto de especies de caducifolias como de especies perennifolias de hoja ancha o de hoja angosta.

#### 2.8.2.1.1 Tipos de estacas

Esta clasificación la hace Vozmediano (36), según la parte de la planta de donde proceden :

- Estaquillas caulinares con yema, que necesita únicamente de un sistema radicular, dado que su sistema aéreo está potencialmente presente en la yema. Para prepararlas se toman porciones de brotes que llevan yemas laterales o terminales, con el objeto que en condiciones apropiadas desarrollen raíces adventicias y puedan llegar a ser plantas independientes.

Según la naturaleza de la madera las divide en :

- Leñosas : se preparan de la siguiente manera :

Se cortan de longitud uniforme

Se tratan las partes basales con una sustancia de crecimiento

Algunas estacas pueden ser plantadas inmediatamente, pero otras deben ser estratificadas en algún sustrato por algunas semanas.

El material debe tomarse de plantas madres sanas y de brotes no excesivamente vigorosos.

- Semileñosas : se utilizan en numerosos arbustos ornamentales, las estacas tendrán una longitud de 7 a 15 cm dejando las hojas del tercio superior y si éstas son muy grandes hay que cortarlas para reducir pérdidas de agua. Se deben preparar en las primeras horas de la mañana cuando están frescas y turgentes.
- Herbáceas : son las tomadas en pleno crecimiento, tiernas y acuosas. Tanto en especies de hoja caduca como en perennes, este tipo de estacas emiten raíces más fácil y rápidamente

que los otros tipos, pero exigen mayores cuidados y atención.

- Estaquillas de raíz: que origina nuevo sistema aéreo a partir de una yema adventicia .
- Estaquillas de hoja: Deben formar un nuevo aparato radicular y aéreo .

La clasificación del tipo de estacas que presenta Weaver (37), también va de acuerdo con la parte de la planta de la cual se obtiene:

- Estacas de tallo : en la propagación por estacas de tallo se obtienen segmentos de ramas que tienen yemas terminales o laterales que al colocarlas en condiciones apropiadas producen raíces adventicias y en consecuencia plantas independientes .
- Estacas de madera dura: (caducifolios) son fáciles de preparar y poco precederas, se preparan en la fase de reposo. El material se debe obtener de plantas madres sanas y vigorosas que hayan crecido a plena luz. La longitud de las estacas de-

be incluir por lo menos dos nudos, haciendo el corte basal justo debajo de uno ellos y el superior a unos centímetros arriba del otro.

- Estacas de madera dura: (siempre verdes) con frecuencia son lentas para enraizar al igual que con muchas plantas, las estacas tomadas de plantas jóvenes procedentes de semilla, enraizan con mucha más facilidad que las que se toman de árboles viejos.
  
- Estacas de madera semidura: se obtienen de especies leñosas siempre verde de hoja ancha. El material se toma de ramas nuevas inmediatamente después que ha pasado un período de crecimiento y la madera ha madurado en parte. Las estacas se preparan dejando hojas en la parte terminal únicamente, con frecuencia se usan los extremos terminales de la rama para hacer las estacas.
  
- Estacas de madera suave; por lo general enraizan con mayor facilidad y rapidez que las de otros tipos. Siempre se hacen dejándoles hojas, no es conveniente usar ramas suaves y tier-

nas de crecimiento muy rápido, ya que con mucha facilidad se pudren antes de enraizar; los tallos viejos y leñosos enraizan con lentitud. Las ramas de crecimiento mediano, tomadas de porciones de plantas que reciben luz plena son las más apropiadas para este uso.

- Estacas herbáceas: este tipo de estacas se hacen de plantas herbáceas suculentas de invernadero. La mayor parte de las plantas para flores se propagan por estacas de este tipo. Bajo condiciones apropiadas el enraice es fácil y en altos porcentajes, con frecuencia se aplican sustancias que ayudan al enraizamiento para obtener uniformidad y raíces más abundantes.

## 2.9 ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS DE TALLO

Hartmann y Kester (14), afirman que muchas plantas tienen la capacidad de retornar a la condición meristemática (desdiferenciación) y de producir nuevos sistemas de raíz o de tallos o de ambos, ésto hace posible la propagación por estacas. De esta forma una célula vegetativa, viviente, individual, tiene toda la información necesaria para regenerar una planta completa similar a la planta de donde procedió.

Rojas (27), señala que las plantas tienen en muchos casos dos sistemas radiculares. Las raíces normales son las que vienen de la raíz del embrión ya sea directamente (raíz primaria) o indirectamente (raíces secundarias, terciarias, etc.). Las raíces adventicias que vienen de otro órgano generalmente del tallo, como el maíz y en las estacas de árboles.

Para Weaver (37), la mayoría de las raíces adventicias en estacas de tallos de plantas herbáceas, proceden de grupos de células parenquimatosas vivas, de paredes delgadas capaces de tornarse meristemáticas. En las estacas herbáceas esas células se encuentran precisamente fuera de los haces vasculares y dentro de ellos.

A su vez Weaver (37), dice que las raíces iniciales son grupos pequeños de células meristemáticas que siguen dividiéndose y formando grupos compuestos de muchas células pequeñas que se desarrollan más ampliamente para formar primordios nuevos de raíces reconocibles. La división celular continúa y muy pronto cada grupo de células comienza a formar una estructura de puntas de raíces. Se desarrolla un nuevo sistema vascular en el nuevo primordio, que se conecta con el haz vascular adyacente, la punta

de las raíces crecen hacia el exterior a través de la corteza de la epidermis, surgiendo del tallo.

Hartmann y Kester (14), explican que el proceso de desarrollo de las raíces adventicias de las estacas de tallo que puede dividirse en tres fases :

- Iniciación de grupos de células meristemáticas (las iniciales de la raíz).
- Diferenciación de esos grupos de células en primordios de raíz reconocibles.
- Desarrollo y emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductores de estaca.

Villalobos (35), dice que existe un factor intrínseco; la capacidad rizogénica del tejido, depende de su constitución genética, se tienen entonces especies que son fáciles de inducir a la rizogénesis y especies difíciles de enraizar, esta constitución genética va a

ser traducida, por factores. Además de su constitución genética está medida por la regulación endógena que tiene relación con el tejido de compuestos hormonales, principalmente en este proceso, son las auxinas y los compuestos fenólicos, que son los dos grandes componentes del factor hormonal que está directamente relacionado con la rizogénesis.

La rizogénesis es un proceso activo que implica que es oxígeno dependiente, pero éste proceso de rizogénesis, no ocurre en cualquier tejido, tiene otros limitantes; como las que ocurren en un tejido suculento; esto involucra en pensar en una condición de propágulo que tenga un contenido suficiente de humedad para que pueda desarrollarse el metabolismo. Para que ocurra rizogénesis se necesita un tejido que sea receptivo al estímulo, este tejido tiene que ser suculento y turgente, debe tener una capacidad genética de poder ser inducido; el proceso es activo, por lo tanto depende del contenido de oxígeno de que se disponga en el medio en el cual se va a producir el proceso y está regido por la temperatura y por el contenido y presencia de enzimas propias de éste (35).

Según Hartmann y Kester (14), una vez que se han hecho las estacas y se han colocado en condiciones favorables para el enraizamiento, se forma un callo en el extremo basal de la estaca. Este es una masa irregular de células parénquimatosas en diversos estados de lignificación. Este crecimiento del tallo se origina de las células de la región del cambium vascular y el floema adyacente, aunque diversas células de la corteza y de la médula también pueden contribuir a su formación. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del tallo, conduciendo esto a la suposición de que la formación del tallo es esencial para el enraizamiento, sin embargo, la formación del tallo y la formación de raíces son independientes. El hecho de que con frecuencia ocurra de manera simultánea, se debe a su dependencia de condiciones internas y ambientales análogas.

Weaver (37), dice que hay pruebas que el pH del medio de enraizamiento pueda influir en el tipo de callo producido, el cual puede afectar la emergencia de raíces adventicias de nueva formación.

Hurtado y Merino (15), definen el callo simplemente como una hinchazón de color blanco amarillento que se forma en base de

varetas de árboles caducifolios pasados algunos días luego de la aplicación de auxinas.

### 2.9.1 Condiciones ambientales durante el enraizamiento

Según Vozmediano (36), para obtener un buen enraizamiento son necesarias una serie de condiciones ambientales relativas a humedad, temperatura, luz, sustrato de enraizamiento.

#### 2.9.1.1 Relaciones de agua

Para Rines (26), la presencia de hojas favorece el enraizamiento pero hay que cuidar que este aspecto no vaya a causar una pérdida excesiva de agua, hasta un nivel tan bajo que pueda causarse la muerte de las estacas antes de formarse las raíces.

Según Hartmann y Kester (14), a las estacas se les ha cortado la provisión natural de agua que viene de las raíces, pero las hojas todavía transpiran. En especies que enraizan con facilidad, la formación rápida de raíces pronto permite que la absorción de agua compense la cantidad que es eliminada por las hojas, pero

en especies de enraizamiento más lento, la transpiración de las hojas se debe reducir a una cantidad muy baja hasta que se formen las raíces. Para reducir al mínimo la transpiración de las hojas de las estacas, la presión de vapor de agua de la atmósfera que la rodea debe mantenerse tan semejante como sea posible a la presión de agua que existe en los espacios intercelulares de la hoja.

Para mantener la humedad elevada en las cajas de propagación y en invernaderos, es necesario asperjar con frecuencia las estacas así como las paredes y el piso. Para invernaderos y otras estructuras cerradas se disponen de sistemas de operación automática que atomizan el agua en forma de niebla. Esos métodos de humidificación tienen un efecto benéfico principalmente porque aumentan el contenido de vapor de agua en el aire.

Prosigue diciendo el mismo autor, que bajo niebla las condiciones son ideales para el enraizado y crecimiento de estacas con hojas. La transpiración es reducida a un nivel bajo, pero la intensidad luminosa puede ser alta promoviéndose con ella una mayor actividad fotosintética en condiciones de temperatura elevada la tasa

de transpiración aumenta. La intensidad luminosa producida por el sombreado reduce la fotosíntesis, mientras que las temperaturas más altas aumentan la respiración.

Para Kimball (19), la rata de transpiración depende de la humedad relativa del aire que rodea a la planta. Por tanto la difusión del agua hacia afuera a partir de los espacios intercelulares de la hoja cargados de humedad se efectúa netamente cuando el aire circundante es muy húmedo. Si este aire es seco, la difusión avanza mucho más rápido.

#### 2.9.1.2 Temperatura

Weaver (37), comenta sobre la necesidad de evitar una temperatura del aire demasiado alta, pues se incrementa la pérdida de agua y se estimula el desarrollo de las yemas antes del desarrollo de las raíces. La temperatura puede regular la producción de raíces adventicias; por lo tanto es necesario mantener la base de las estacas a una temperatura superior a la que tienen las yemas a lo largo de las estacas, induciéndose así la iniciación de raíces antes que se abran las yemas.

Según Hartmann y Kester (14), en la cama para estacas las temperaturas diurnas de 24°C con temperaturas nocturnas de alrededor de 15°C son satisfactorias para hacer enraizar la mayoría de especies, aunque algunas enraizan mejor a temperaturas más bajas. Se debe evitar una temperatura del aire demasiado alta debido a que tiende a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de raíces y a incrementar la pérdida de agua por las hojas. La temperatura puede regular la producción de raíces adventicias. Es importante que el desarrollo de las raíces proceda al desarrollo del tallo.

#### 2.9.1.3 Luz

Para Vozmediano (36), la iluminación debe ser adecuada y únicamente en el caso del sol muy fuerte convendrá por las mismas razones que se expresaban con la temperatura, colocar alguna sombra que evite una gran iluminación en las hojas jóvenes.

A este respecto, Steponkus (31), señala que en el enraizamiento de estacas con hojas, la luz y por ende la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. El fo-

toperíodo también afecta la iniciación y crecimiento de las raíces adventicias pero aún no se tienen determinadas las condiciones específicas de cada especie, ya que para algunos casos se requieren días largos y para otros son más eficientes los días cortos.

#### 2.9.1.4 Sustrato

Según Vozmediano (36), el objeto fundamental del sustrato es asegurar a más del soporte, un buen drenaje; además es importante para mantener óptimas condiciones de humedad y temperatura para Hartmann y Kester (14), el medio de enraizamiento tiene tres funciones : sostenimiento, proporcionar humedad y permitir la penetración del aire. Un medio ideal será pues aquel que tenga suficiente porosidad para permitir buena aireación y gran capacidad de retención de agua, pero al mismo tiempo que esté bien drenado.

Zimmerman (38), asegura que para la producción de raíces es indispensable la existencia de oxígeno en el medio de enraizamiento aunque los requerimientos de éste elemento varían con las especies.

## 2.9.2 Factores que modifican el enraizamiento de las estaquillas

Weaver (37), dice que a parte de la utilización de reguladores de crecimiento hay otras prácticas recomendadas de propagación como son la selección de buenos materiales para estacas (incluyendo madera de tamaño y edad adecuada); la utilización de un buen método de enraizamiento, el mantenimiento de la edad adecuada y la elección de condiciones apropiadas de : luz, ventilación, temperatura y humedad. Estos son requisitos previos para que la iniciación de las raíces sea óptima.

### 2.9.2.1 Elección de las estaquillas

Para Vozmediano (36), en la preparación de las estacas se consideran varios factores : nutrición y edad de la planta de la madre, tipo de madera elegido y época de preparación.

### 2.9.2.2 Condiciones fisiológicas de la planta madre

Weaver (38), afirma que al escoger material para estacas es

importante usar plantas madres que estén libres de enfermedades, que sean moderadamente vigorosas, productivas y de identidad conocida.

Una práctica recomendable es el establecimiento de bloques de plantas progenitorias como fuente de materia a multiplicar, en donde se mantengan plantas madres en condiciones adecuadas para obtener mejor enraizamiento de las estacas tomadas de ellas.

Vozmediano (36), reporta que numerosos autores han demostrado que el estado de nutrición de las plantas madres ejerce una gran influencia sobre el desarrollo de las raíces y brotes de las estacas tomadas de ellas.

Una baja relación entre el nitrógeno y los carbohidratos (N/CH) en la planta madre favorece el enraizamiento. Esta baja relación Nitrógeno hidratos de carbono, se pueden obtener :

- Reduciendo el suministro de nitrógeno para disminuir el crecimiento y favorecer la acumulación de hidratos.

- Eligiendo para estacas aquellas partes de la planta en escaso crecimiento como brotes laterales, en lugar de los brotes terminales.

Para Pearse (24), el contenido de nitrógeno total aumenta uniformemente de la base al ápice. La porción basal de los brotes posee en consecuencia una relación nitrógeno - hidratos de carbono favorable para el enraizamiento de las estacas.

Respecto a los niveles de nitrógeno de las plantas madres Pearse (24), comenta que hay iniciación de raíces porque ésta actúa en la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas de tal manera que hay un nivel de diferenciación del nitrógeno disponible, debajo del cual se obstaculiza la formación de raíces. En esos casos, la adición de nitrógeno estimulará el enraizamiento.

Reportes de Hartmann y Kester (14), señalan que en las plantas madres el equilibrio de contenido bajo de nitrógeno y contenido elevado de carbohidratos, que en muchos casos parece favorecer el enraizamiento puede lograrse de diversas formas :

- 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. Esto puede lograrse no aplicando fertilizantes nitrogenados y permitiendo que las plantas madres crezcan a pleno sol.
  
- Escoger para material de estacas porciones de la planta que esté en el estado nutritivo adecuado. Por ejemplo tomar ramas laterales en las cuales ha disminuído el crecimiento rápido y se han acumulado carbohidratos, en cambio de tomar ramas terminales suculentas.
  
- Seleccionar regiones de las ramas que se sabe que tienen un alto contenido de carbohidratos. En un análisis químico de las ramas de rosal usadas para hacer estacas el contenido de nitrógeno aumenta uniformemente de la base a la punta. En oposición se observó gradiente descendente de almidón de la base a la punta. Por consiguiente, las proporciones basales de esas ramas tendrán el equilibrio de poco nitrógeno y abundancia de carbohidratos.

### 2.9.2.3 Edad de la planta madre

Vozmediano (36), dice que mientras en las especies de fácil propagación por estaquillado, la edad o las condiciones de la planta madre influye muy poco, en las de difícil enraizamiento constituye un importante factor a considerar.

Gardner (12), afirma que casi siempre las estacas tomadas de plantas jóvenes (en su fase de crecimiento juvenil) enraizan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas (en su fase de crecimiento adulto). La relación entre el estado juvenil y el enraizamiento de las raíces, a medida que aumenta la edad. Por otro lado también puede ser causado por la disminución en el contenido de fenoles que actúan como cofactores de la auxina como sinergista.

Villalobos (35), comenta que el tejido juvenil es más fácil de enraizar que el tejido adulto de manera que en aquellas especies que son difíciles de enraizar, una solución es podar muy drásticamente esa planta y producir un brote que va a ser muy suculento, muy vigoroso y este brote como proviene de una ubicación de tejido

juvenil es el que debe producir un mejor resultado. Este tejido juvenil en la mayor parte de las especies que son difíciles de enraizar es más fácil de enraizar que el tejido que se tomara de partes más alejadas de la parte basal de la planta. El material herbáceo o sea de la temporada de crecimiento de los árboles de la hoja caduca es más fácil de enraizar que el material leñoso.

Weaver (37), reporta diversos métodos para inducir en las plantas adultas un rejuvenecimiento.

- Provocar la salida de los brotes adventicios en trozos de raíz.
- Inducir desarrollo de brotes podada drásticamente la planta madre.
- Injertar formas adultas sobre juveniles.
- Asperjar con giberelinas las fases adultas.

La condición juvenil según Hartmann y Kester (14), se encuentra en tejidos originados de las plantas jóvenes, los que proceden de yemas adventicias de los tallos o de aquellos tratados con gibberelinas. Los tejidos juveniles tomados de plantas jóvenes que se han propagado de material procedente de las plantas en fase adulta no se encuentran en estado juvenil duradero.

#### 2.9.2.4 Tipo de madera elegido para la estaca

Reportes de Vozmediado (36), señalan que se ha comprobado que las estaquillas procedentes de la porción de la base del brote emiten raíces antes y en mayor proporción que las tomadas de la parte apical; aunque esto no es válido para todas las especies. En líneas generales resulta imposible establecer de antemano el mejor tipo de material.

Al escoger el material para las estaquillas se establecen diversas clases que van desde brotes terminales en crecimiento muy tiernos, a las gruesas estaquillas leñosas viejas de algunos años(36).

Hartmann y Kester (14), explican que al igual que con la mayoría

de los otros factores que afectan el enraice de las estacas es importante un tipo de material que sea mejor para todas las plantas. Lo que puede ser ideal en una planta, constituye un fracaso en otra sin embargo, lo que se ha encontrado válido para algunas especies con frecuencia puede aplicarse a otras especies afines. El mismo autor dice que en las estacas tomadas de diferentes partes de las ramas con frecuencia se observa variación en la producción de raíces y en muchos casos el mayor porcentaje de enraice se obtiene en estacas procedentes de la porción basal de la rama. En consecuencia, la capacidad de enraice de las porciones basales de esas ramas deben ser considerablemente mayor que la de las partes apicales. En especies de enraice fácil no hay diferencia en el tipo de madera que se use, pero en especies que enraizan con dificultad, este puede ser factor importante.

#### 2.9.2.5 Época de preparación

Según Vozmediano (36), es posible preparar en cualquier época del año, lo que ocurre para cada tipo de manera y especies a propagar, ya se han realizado algunos estudios tendientes a determinar una época específica del año para su preparación. En

este caso, por ejemplo, se sabe que las especies de hoja caduca deben prepararse durante la época de reposo, mientras que las herbáceas o semileñosas se suelen preparar durante el período vegetativo, usando brotes herbáceos o parcialmente lignificados.

De acuerdo con Hartmann y Kester (14), la época del año en que se hagan las estacas puede, en algunos casos, ejercer un influencia extraordinaria en el enraizamiento exitoso. Para cada planta específica se necesitan pruebas empíricas respecto a la época óptima de tomarlas, la cual con toda probabilidad está más relacionada con la condición fisiológica de la madera que con la fecha dada del calendario.

### 2.9.3 Cofactores necesarios para el enraizamiento

Para Weaver (37), un buen enraizamiento depende de la existencia de factores que en combinación con las auxinas permiten que las estacas formen raíces, la fuente de esos cofactores es por lo común las hojas. De esta forma, la pérdida de las hojas de las estacas reducen considerablemente las posibilidades de enraizamiento.

Estos cofactores pueden ser quizá materiales nitrogenados y azúcares producidos en las hojas, además ciertos compuestos fenólicos como son : el ácido cafeíco, el catecol y el ácido clorogénico que interactúan con las auxinas al inducir la iniciación de raíces.

Ryan (28), determinó que la capacidad de enraizamiento no está dada por el tipo de hojas que abastece la estaca, sino por el tipo de tallos del que surgen las raíces. La diferencia en la respuesta al enraizamiento de algunas variedades se debe a la variación de los niveles de los cofactores de enraizamiento.

Hartmann y Kester (14), dicen que en los estudios de la actividad de diversas sustancias como formadoras de raíces, efectuados por Went en el chícharo, es significativo que para la formación de raíces fuera esencial que la estaca tuviera por lo menos una yema.

Una estaca sin yemas no forma raíces aún cuando se traten con sustancias ricas en auxinas. Esto indica de nuevo que un factor distinto a la auxina, presumiblemente producido por la yema, es necesario para la formación de raíces.

La presencia de factores nutricionales (glucosa) en las auxinas se hace necesaria porque se requiere de una fuente de carbono para la biosíntesis de los ácidos nucleicos y de las proteínas (14).

El suministro de azúcares y compuestos nitrogenados a los cortes, puede reemplazar por completo los efectos promotores de las hojas en la iniciación de raíces.

En algunas especies, las estacas gruesas, que almacenan muchas reservas no requieren hojas para enraizar, pues en la madera ya están los cofactores que estimulan la iniciación de las raíces.

Se sabe que secciones tomadas de plantas jóvenes arraigan a menudo con mayor facilidad que las secciones tomadas de las plantas adultas debido a que en las primeras se encuentra en mayor cantidad un cofactor desconocido diferente de la auxina (37).

En experimentos citados por Hartmann y Kester (14), se ha demostrado que la cantidad de ciertas sustancias ( o sustancia ) de presencia natural formadora de raíces y diferente a la auxina, todavía no identificada, pero esencial para la iniciación de las

raíces, puede ser abundante en algunas plantas y escasa o aún ausente en otras.

En las estacas de algunas plantas, la remoción de las yemas retiene casi por completo la formación de raíces, especialmente en especies que carecen de iniciales de raíz preformadas. Desde hace tiempos se sabe y hay bastantes pruebas experimentales en su apoyo, que la presencia de hojas en las estacas ejerce una fuerte influencia estimuladora en la formación de raíces. Los carbohidratos que resultan de la actividad fotosintética de las hojas sin duda contribuyen a la formación de raíces. Sin embargo, los efectos estimuladores del enraizamiento de las hojas y las yemas se deben principalmente a la producción de auxinas. Se sabe que esos órganos son poderosos productores de auxinas y los efectos se observan directamente debajo de la hoja o yema, siendo indicación que hay implicado un transporte polar del ápice o la base (14).

Parece claro que la auxina es quizá sólo una de varias sustancias que se requieren, para la iniciación de la raíz. Hay otros factores necesarios, tanto hormonales como nutricionales. En cual-

quier caso parece cierto que las hojas o las yemas, o bien ambas, son la fuente de esas sustancias.

## 2.10 SUSTANCIAS DE CRECIMIENTO

Según Rojas (27), existe un desacuerdo respecto al uso de los términos en el campo de las hormonas vegetales y mayor confusión ha existido al sintetizarse compuestos de acción hormonal, sean iguales a las naturales, similares o por completo diferentes en su estructura química. Para evitar confusiones Malaver, Mitchell y Rojas (21,23, 27), coinciden en las siguientes definiciones:

- Fitorregulador: compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo, que actúa en pequeñas concentraciones para activar o deprimir algún proceso de desarrollo y pueden ser naturales o sintéticos.
  
- Hormona: fitorregulador natural que tiene acción en un lugar de la planta distinto de donde se produce. Existen varios grupos de hormonas, el más conocido es el de las auxinas.

- Cofactor: fitorregulador natural con acción catalítica y regulatorio en el metabolismo. Pero cuya acción no es suficiente por sí misma para determinar fenómenos de desarrollo sino que actúan a manera de enzimas.
- Inhibidor : fitorregulador capaz de deprimir algún aspecto del desarrollo, sea actuando de manera independiente o bien contrarrestando la acción de una hormona, como por ejemplo una antiauxina. Son naturales o sintéticos.

Weaver (37), aclara los términos, reguladores de las plantas y fitohormonas de las plantas:

- Los reguladores de las plantas: se definen como compuestos orgánicos diferentes a los nutrientes, que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de una u otra forma cualquier proceso vegetal.
- Las hormonas de las plantas o fitohormonas: son reguladores producidos por la misma planta, que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común

las hormonas se desplazan en el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción.

Vozmediano (36), explica que los reguladores de crecimiento pueden modificar tanto el tipo de raíces como el número que se produzca. Las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación. El empleo de sales de algunos reguladores del crecimiento en vez de ácido puede en algunos casos ser conveniente, debido a que tienen una actividad semejante y son más solubles en el agua que en el ácido.

#### 2.10.1 Hormonas

Para Rojas (27), el término hormonas empleado correctamente se aplica en exclusivo a los productos naturales de las plantas, sin embargo, el término regulador no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también hormonas. La acción de los fitorreguladores hormonales es la misma o muy parecida a la de hormonas naturales.

Weaver (37), señala que la palabra hormona fue acuñada por los

especialistas en Fisiología Animal (Bayliss y Starling en 1904). En la actualidad se reconocen cuatro tipos generales de hormonas de las plantas : auxinas, giberelinas, citoquininas e inhibidores.

Bonner y Galston (2), definen las hormonas vegetales o fitohormonas como agentes químicos, sustancias orgánicas activas aún en pequeñas cantidades, que se forman en un determinado tejido y órgano que pasan de él a otros lugares donde provocan efectos especiales sobre el crecimiento.

Thimann (33), escribe que para distinguir hormonas vegetales de reguladores de crecimiento, se puede decir que todas las hormonas regulan el crecimiento pero no todos los reguladores de crecimiento son hormonas. Varias clases de reguladores de crecimiento como las auxinas, citoquininas, giberelinas, inhibidores (ácido absicico) y el etileno, influyen sobre la iniciación de las raíces. De éstas, la auxina es la que mayor efecto tiene sobre la formación de raíces en las estacas.

Vozmediano (36), comenta que las hormonas de enraizamiento son sustancias de la familia fisiológica de las auxinas siendo las más empleadas las siguientes :

- Acido indolacético (AIA), muy activo pero presenta dos inconvenientes : por un lado su molécula es muy poco estable, se destruye fácilmente por oxidación y por otro es relativamente soluble y su molécula emigra rápidamente a los tejidos de la planta.
- Acido indolbutírico (AIB), este es más estable y menos soluble, su molécula emigra menos rápido a los diversos tejidos de la planta por lo que se mantiene más tiempo en su punto de aplicación siendo en consecuencia de acción más localizada.
- Acido naftalenacético (ANA), con características similares al IBA su empleo es más delicado porque el margen entre sus niveles de actividad y toxicidad es estrecho. Es mas activo que el AIA y el AIB, pero es más tóxico para las plantas.

Continua Thimann (33), señalando que existen sustancias más activas pero su toxicidad no permite emplearlas prácticamente para el enraizamiento, y sus dosis eficaces están comprendidas entre límites muy estrechos :

- Acido 2,4 - Dicloro fenoxi-acético (2,4-D)
- Acido 2,4,5 - Tricloro fenoxiacético (2,4,5-T)
- Acido 2,4,5 - Tricloro fenoxi propionico (2,4,5-TP)
- Acido 2,4,5 - Tricloro butírico
- Acido 2,4 - Dicloro fenoxi butírico

Respecto a la utilización de este tipo de sustancias, Weaver (37), comenta, que al aplicarlos en concentraciones muy elevadas tienden a producirse raíces muy gruesas y atrofiadas; de esta forma el 2,4-D promueve el enraizamiento de ciertas especies, pero por lo común tiende a inhibir el desarrollo de los brotes y a originar daños en los tallos, sobre todo cuando se aplica el producto en altas cantidades. El ácido 2,4,5-T puede ser de mayor utilidad que el 2,4-D ya que no afecta el desarrollo normal de los tallos ni causa anomalía en las raíces, siempre que se use en concentraciones muy bajas.

#### 2.10.1.1 Auxinas

Según Calderón (4), es el nombre genérico dado a los compuestos de origen natural o sintético, caracterizado por su capacidad pa-

ra producir división y elongación en las células.

Street (32), afirma que las auxinas constituyen el grupo de reguladores más ampliamente estudiados desde hace más tiempo y que poseen efectos más básicos y diversos sobre el crecimiento de las plantas.

Según Córdoba (6), las auxinas fueron las primeras hormonas de crecimiento vegetal descritas y estudiadas de una manera coordinada y posteriormente han sido observadas en todos los representantes del reino vegetal, desde bacteriofitas hasta monocotiledóneas.

Según James (16), las auxinas trabajan sobre diversas actividades fisiológicas: el crecimiento del tallo, formación de raíces, inhibición de las yemas laterales, supresión de la caída de hojas, flores y frutos ya que inhiben la formación de la zona de abscisión en pecíolos y pedúnculos.

Las auxinas de presencia natural son sintetizadas principalmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes. De manera normal se mueven a través de la planta del ápice a la base. Parece que

La base fisiológica de la iniciación de las raíces adventicias puede residir en el nivel de auxinas y otros constituyentes de la planta.

Para James y Miller (16, 22), las auxinas están localizadas en las hojas tiernas, flores, inflorescencias, pedúnculos, extremos de raíces (donde pueden producirse o han sido translocadas), en el polen y en el endopermo de la semilla.

Calderón (5), señala que desde el punto de vista químico, las auxinas son generalmente ácidos con un núcleo no saturado o bien derivados de ellos como los precursores que pueden ser convertidos en auxinas dentro de la planta y las antiauxinas que inhiben la acción de las auxinas debido a que compiten por ellas y por los mismos sustratos receptores.

Según Malaver (21), los efectos de las auxinas en vegetales son múltiples y de gran importancia, intervienen de manera esencial en la elongación o alargamiento celular, en la respiración, en el metabolismo energético, en la transferencia de la energía de la respiración al proceso de formación de la pared celular y en el cambio del tipo de ARN de enzimas y proteínas como base de muchos efectos auxínicos.

Como centro de síntesis de auxinas para Córdoba (6), han sido descritos numerosos órganos implicados en el crecimiento vegetal. Así, diferentes segmentos del coleóptilo de avena, preferentemente las más aplicables conservan intacta la capacidad de sintetizar ácido Indol-3-acético a partir del aminoácido triptófano. Segmentos aplicables, radicales y caulinares, primordios foliares, hojas en expansión y tejidos neoformados en procesos infecciosos presentan la misma capacidad, hecho que no es sorprendente si se piensa en que todos éstos tejidos están actualmente elongando sus células.

Tejidos maduros no sólo pierden su auxina ya sintetizada sino también su capacidad de sintetizar nueva auxina.

Según Rojas (27), existen tres grupos auxínicos :

- Derivados del Indol, de los que se usan mucho el ácido Indolpropionico (IPA) e indolbutírico (IBA) y el indolacético (AIA), esta auxina no se utiliza mucho por su gran movilidad en la planta.

- Derivados del Naftaleno: siendo de amplio uso los ácidos naftilpropiónico, ácido naftalenacético (ANA) y naftoxiacético (Noxa o BNOA).
- Derivados Fenoxi: de los que se usan mucho los fenoxi-clorados como los herbicidas selectivos (2,4-D; 2,4,5-T; MCPA) pero que en ocasiones tienen también aplicación como hormonas.

Según Villalobos (35), la auxina, el ácido indolacético se encuentran los tejidos en dos formas : una forma libre que es activa y una porción de auxina que se denomina ligada y que se presenta ligada a moléculas de azúcares o moléculas de proteínas; esta última no es fisiológicamente activa en el proceso de la rizogénesis. Cuando se está midiendo auxina total en un tejido, podemos encontrar una concentración alta y pensar que es un tejido que puede tener una capacidad rizogénica porque uno de sus factores que es la auxina está alta, sin embargo lo que interesa realmente, es la auxina libre, fisiológicamente activa para este proceso. Uno de los factores de control hormonal endógeno es la auxina endógena y principalmente la auxina libre.

Hay varias teorías sobre cuál sería la acción que ejerce la auxina en el tejido y que lleva como respuesta final la rizogénesis .

La acción de la auxina se puede interpretar de la siguiente manera : la auxina endógena en el tejido la podríamos encontrar en dos formas: una auxina libre y una auxina ligada; de la auxina ligada ya no se puede depender para este proceso. De la auxina libre se obtendría una señal que nos llevaría un RNA que daría la orden de producir nueva proteína, a la vez hidrólisis de almidón de reserva de tejidos donde se ha hecho el corte, donde se está produciendo una alta respiración; este almidón en los ciclos correspondientes convertidos en azúcares es respirado y se tiene la energía necesaria.

Villalobos (35), comenta que la auxina no tendría una acción directa sino que sería una acción indirecta y varios autores la han relacionado con la permeabilidad de la membrana; se ha avanzado en el hecho de haber preparado la estaca, hecho una herida y en ella se ha producido un aumento en la tasa respiratoria y preparado un sistema para que produzca a la larga una inducción del sistema radicular.

Explica Calderón (5), que se han propuesto varios mecanismos acerca de la acción del AIA sobre los ácidos nucleicos, según uno de ellos actúa removiendo la capa de histonas que envuelve a la cadena de DNA y descubre el mensaje que sin su acción quedaría deprimido.

Para el mismo autor (5), otra hipótesis supone que el AIA actúa a nivel de la traducción del mensaje, precisamente sobre el enlace del aminoácido con el ATP que lo activa para unirse al RNA mensajero.

Las evidencias experimentales apoyan la idea que el AIA promueve o reprime la síntesis de fracción del RNA mensajero por un mecanismo aún no conocido. Lo que sí está comprobado es que la aplicación de auxinas en dosis apropiadas, se traduce en un enraizamiento más rápido, en la formación de mayor cantidad de raíces y de mayor longitud.

#### 2.10.1.2 Giberelinas

Son sustancias naturales, fueron aisladas por primera vez en

el Japón (1939), su efecto es promover el alargamiento de los tallos.

Hartmann y Kester (14), afirman que estos reguladores de crecimiento se oponen a la iniciación de raíces, impiden la división celular en los tejidos maduros, que son un requisito previo necesario para la creación de condiciones meristemáticas y la formación de las iniciales de las raíces.

Weaver (37), afirma que las giberelinas estimulan el crecimiento de los brotes, compitiendo así por obtener los productos asimilados que requieren la iniciación de raíces.

De igual forma señala el mismo autor (37), que en concentraciones elevadas, las giberelinas han inhibido la formación de raíces adventicias, debido a un efecto local directo que impide la división temprana de células que intervienen en la transformación de tejidos de tallos maduros a una condición meristemática.

La regulación de la síntesis del ácido nucleico y proteínas están influenciados por las giberelinas, según Hartmann y Kester (14),

por esa interferencia pueden suprimir la iniciación de raíces. Además se sabe que estas sustancias pueden bloquear la actividad de auxinas en el desarrollo del primordio de la raíz.

#### 2.10.1.3 Citoquininas

Skoog (29), demostró que el tipo de diferenciación que se produzca en un meristemo dependerá de la producción entre auxinas y citoquininas u otras sustancias, que estimulan la división celular cuando ésta proporción es intermedia, se forma un callo simple pero sin diferenciación.

Hartmann y Kester (14), aseguran que por lo común las citoquininas estimulan el desarrollo de brotes y se oponen al enraizamiento, aún cuando en bajas concentraciones se estimulan la iniciación de raíces.

#### 2.10.1.4 Inhibidores

Según Spiegel (30), estas sustancias tienen diversos efectos en la iniciación de raíces. Muchos son inhibidores, pero algunos pueden ser promotores.

#### 2.10.1.5 Etileno

Muchos autores señalan que al igual que el propileno, el acetileno y el monóxido de carbono son estimuladores de la iniciación de raíces.

#### 2.10.2 Aplicación de reguladores

Según Vozmediano (36), el objeto de tratar las estacas con reguladores de crecimiento, es incrementar el prendimiento, es decir, el porcentaje de estacas que crecen vigorosamente en el vivero o en el campo. Los efectos favorables de este tratamiento son :

- Estimulación de la iniciación de las raíces.
- Incremento en el porcentaje de estacas que forman raíces.
- Disminución del tiempo de enraizamiento.

Estos aspectos conducen a un ahorro de mano de obra y a la liberación más rápida de espacio en los viveros.

La mayoría de las plantas herbáceas responden bien al tratamiento con reguladores de crecimiento. En ocasiones se producen efectos tóxicos iniciales, como son la pudrición de los tallos y daños en las raíces.

Los métodos que en la actualidad han logrado utilizarse amplia y prácticamente según Vozmediano (36), son :

- Inmersión rápida: los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente cinco segundos en una solución concentrada (500 - 10.000 ppm) del producto químico en alcohol. Luego las estacas se colocan en el medio de enraizamiento.
- Remojo prolongado: se prepara una solución madre concentrada de auxinas, con etanol al 95%, luego se disuelve en agua para obtener la dosis deseada.

Las concentraciones varía desde 20 hasta 200 ppm. Se remoja una pulgada de la parte basal de la estaca durante 24 horas en un lugar sombreado y a temperatura ambiental; colocándolas inmediatamente en el medio de enraizamiento.

Hartmann y Kester (14), anotan que la cantidad de compuesto químico absorbido por cada corte, depende de las condiciones ambientales y las especies utilizadas. Las estacas deberán mantenerse en una atmósfera húmeda durante el período de remojo, para obtener una absorción más lenta y continuada.

- Método de espolvoreo : Vozmediano (36), dice que la base de la estaca se trata con una hormona de crecimiento mezclada con un portador (polvo fino inerte que puede ser arcilla o talco), se utilizan 100 a 200 ppm de la hormona en las estacas de madera blanda y cinco veces esta concentración en maderas duras.

Antes del tratamiento resulta conveniente efectuar nuevos cortes en la base de la estaca para facilitar la absorción. La parte basal de la estaca se humedece en agua y luego se coloca en contacto con el polvo evitando que quede algún exceso de éste y así impedir los efectos tóxicos posibles. Luego se plantan inmediatamente, cuidando de no eliminar por frotación la capa delgada de polvo. La variedad en la cantidad de material que se adhiere a las estacas, pueden provocar resultados diferentes cuando se utiliza este método.

- Otros métodos: experimentalmente se han utilizado otras técnicas para la aplicación de reguladores de crecimiento :
  - Sumergir partes foliares de las estacas en auxinas.
  - Asperjar el follaje en solución auxínica (antes o después de retirar las estacas de la planta madre).
  - Inyectar solución de auxinas en las estacas.
  - Introducir auxinas en los tallos mediante el filtrado al vacío.
  - Asperjar auxinas en el suelo para que lo tomen las plantas.
  - Insertar espigas empapadas de auxinas en orificios perforados sobre los tallos de las plantas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1 Localización

El trabajo se realizó en el invernadero, localizado en la UPTC bajo las siguientes coordenadas :

Latitud	:	5° 32' 2" N
Longitud	:	73° 24' 5" W
Altitud	:	2.690 m.s.n.m.

##### 3.1.2 Estacas

Fueron recolectadas en un cultivo situado en Fusagasugá (Cundinamarca), que está a una altura de 1.728 m.s.n.m., una temperatura promedio de 19°C. Se tomaron estacas apicales, en un buen estado sanitario, con longitud de 10 cm.

### 3.1.3 Medio de enraizamiento

Se utilizaron camas de arena lavada de 1 x 2 m y una profundidad de 15 cm, cada una estaba prevista de diferente tiempo de riego, totalmente cerrada para mantener temperatura y humedad relativa.

### 3.1.4 Reguladores de crecimiento

En este ensayo se probó el efecto de tres bioestimulantes sobre el enraizamiento de estacas de tomate de árbol, frente al testigo absoluto.

Los productos utilizados fueron :

- Acido Indolbutírico (IBA)
- Acido 2,4 - diclorofenoxi - acético (2,4-D)
- Rotone, cuya composición es :

Naftalenacetamida	0,20 %
Acido Indolbutírico	0,10 %
Thiram (Tetramethyl Thiuramdisulfide)	0,04 %
Ingredientes inertes	95,66 %

### 3.1.5 Materiales de laboratorio

Para realizar las labores de preparación de soluciones inmersio-  
nes y pesaje se utilizaron :

- Vasos de precipitado 500 ml
- Beaker de 250 ml
- Probetas de 200 y 500 ml
- Pipetas de 20 y 0,5 ml
- Balanza

### 3.1.6 Otros materiales

Se emplearon otros materiales como :

- Malla polisombrica
- Tijeras de poda
- Bolsas de polietileno negro
- Polietileno blanco
- Madera
- Arena lavada

- Vidrio
- Láminas de eternit
- Hierro de diferentes calibres.
- Registros de paso
- Tuberías en diferentes diámetros
- Nebulizadores
- Válvula solenoides
- Temporizadores
- Válvula de cheque
- Filtros
- Reloj digital
- Hidroflo
- Bomba de 0,33 HP
- Tanques de reserva de agua .

## 3.2 METODOS

### 3.2.1 Preparación del material

#### 3.2.1.1 Recolección de estacas

Las estacas fueron recolectadas en la finca denominada "Bella

Vista", las plantas madres contaban con una edad de 3,5 años y se seleccionaron estacas apicales más o menos homogéneas en longitud y grosor, ésta labor requiere de un especial cuidado, puesto que pruebas preliminares demuestran que en cualquier presión sobre el tallo produce estrangulamiento de la estaca provocando daño en sus tejidos.

La recolección se hizo en las primeras horas de la mañana para evitar que la incidencia del sol provocara daños por deshidratación.

#### 3.2.1.2 Transporte

Para el transporte del material desde el sitio de la recolección hasta el lugar del montaje del ensayo, se colocaron en una nevera de icopor y se cubrieron con papel periódico húmedo para conservar el material en buenas condiciones,

#### 3.2.2 Preparación de concentraciones

La solución del ácido Indolbutírico se preparó a partir de un gra-

mo de producto concentrado 100% (polvo) al cual se le agregaron 10 cc de alcohol del 95% agitando permanentemente hasta lograr una solución homogénea. Posteriormente con agua destilada se completó el volumen de 1000 cc obteniendo así un litro de solución de 1000 ppm a partir de la cual por disolución se obtuvieron las concentraciones de 500 y 100 ppm.

El ácido 2,4-Dicloro Fenoxi acético se prepara a partir del herbicida comercial Esteron 47, que tiene una concentración del 40% de ingredientes activos (2,4-D), lo que equivale a 400.000 ppm del ácido y a partir de éste se prepararon por disolución en agua destilada las dosis 0,05 y 0,5 ppm requeridas en el trabajo.

Rotone : es un producto comercial formulado en polvo del cual se utilizó una concentración completa y otra rebajada al 50% utilizando un material inerte (talco).

### 3.2.3 Inmersión

Una vez preparadas las concentraciones e Identificados los rótulos de cada una de las diferentes concentraciones se colocaron dentro

de las cubetas de tal forma que quedaran sumergidas durante dos horas ésta inmersión se realizó para los productos ácido Indolbutírico (IBA) y ácido 2,4-Dicloro Fenoxi Acético.

Para el Rotone, producto comercial se procedió así : humedecimiento previamente de las estacas las cuales se pasaron por el producto buscando una impregnación homogénea.

#### 3.2.4 Siembra

Se llevó a cabo cuando las estacas ya impregnadas o tratadas son enterradas en la arena 2 - 3 cm de longitud, con un previo ahoyado para evitar daños mecánicos a la estaca.

En cada cabina se ubicaron las estacas a una distancia de 9 cm entre hileras y de 10cm entre estacas (Ver Figura 1).

#### 3.2.5 Manejo

A fin de proporcionar condiciones adecuadas de iluminación (difusa) se hizo necesaria la instalación de franjas polisómblicas laterales en cada una de las cabinas.



FIGURA 1. Distribución de tratamientos.

El manejo de la humedad relativa se dió a partir de la frecuencia y duración del riego. La temperatura se mantuvo bajo condiciones normales del hermetismo de la cabina, obteniéndose una temperatura promedio de 26°C y humedad relativa de 90%.

#### 3.2.5.1 Riego

Para el ensayo se utilizó el sistema de riego por nebulización automatizado, se emplearon nebulizadores de 30 litros/hora.

Para la cabina uno, correspondió una frecuencia de riego de 15 minutos distribuidos a partir de las 6 a.m. y hasta las 6 p.m., para un total de 48 riegos; paralelamente en la cabina dos correspondió una frecuencia de 30 minutos durante las mismas horas de riego de la cabina uno, para un total de 24 riegos al día.

Para ambos casos el tiempo de riego fue de 20 segundos.

#### 3.2.5.2 Control fitosanitario

A pesar, de haberse tratado las estacas con Benomyl, desinfestado

el sustrato con agua caliente y posteriormente formol, hubo incidencias de bacterias del género *Pseudomonas* durante el período del ensayo, habiendo necesidad de hacerse aplicaciones semanales de Oxiclóruo de Cobre rotada con Benomyl.

### 3.2.6 Encapachado

Una vez las estacas estuvieron totalmente enraizadas más o menos 45 días se procedió a encapachar en macetas plásticas llenas con una mezcla de tierra - arena, en proporción de 3 : 1, las observaciones se llevaron a cabo a partir de una planta por tratamiento.

### 3.2.7 Diseño

El ensayo se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar, con 14 tratamientos incluidos los testigos y tres repeticiones (Ver Figura 2).

Los tratamientos estaban constituidos por los productos en sus diferentes concentraciones y frecuencia de riego como se muestra en la Tabla 2.

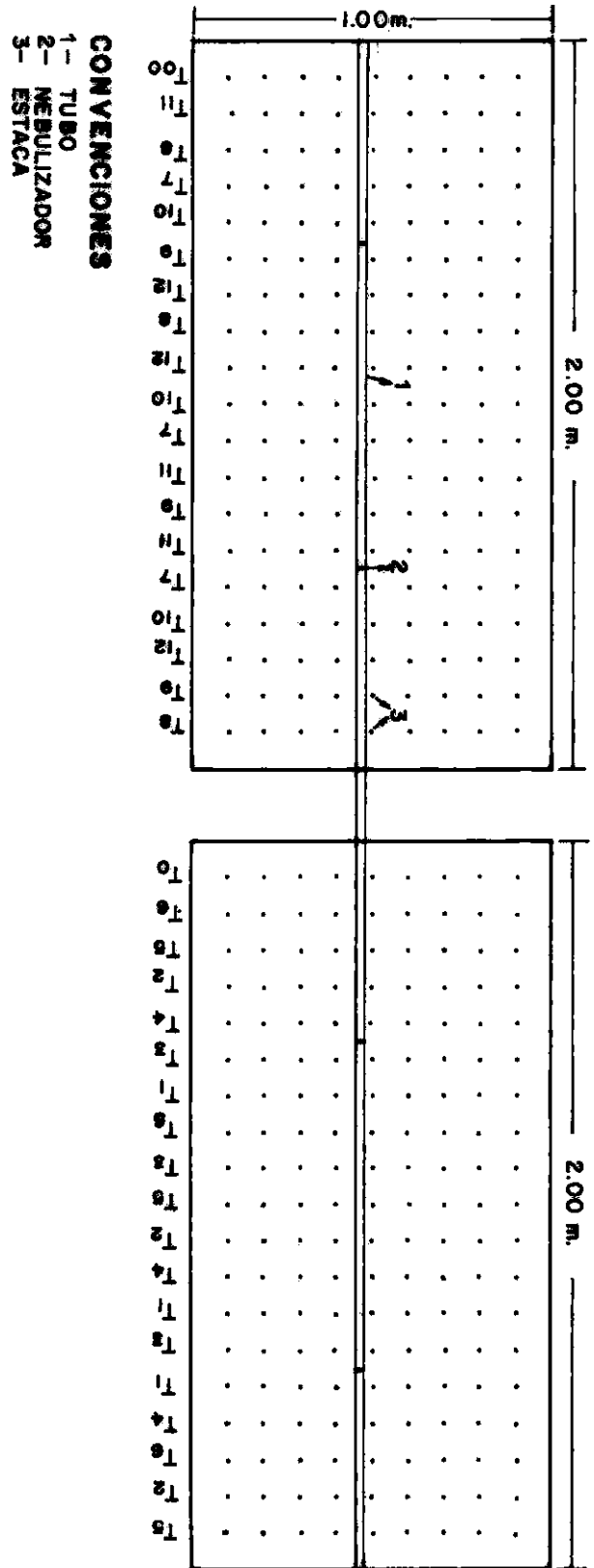


FIGURA 2. Plano de campo.

TABLA 2. Codificación e identificación de tratamientos.

Tratamientos	Código	Producto	Dosis	Frecuencia
T1	P1D1F1	IBA	500 ppm	15 minutos
T2	P1D2F1	IBA	100 ppm	15 minutos
T3	P2D1F1	2,4-D	0,5 ppm	15 minutos
T4	P2D2F1	2,4-D	0,05 ppm	15 minutos
T5	P3D1F1	Rotone	100 %	15 minutos
T6	P3D2F1	Rotone	50 %	15 minutos
T0	F1	S.P.	-	15 minutos
T7	P1D1F2	IBA	500 ppm	30 minutos
T8	P1D2F2	IBA	100 ppm	30 minutos
T9	P2D1F2	2,4-D	0,5 ppm	30 minutos
T10	P2D2F2	2,4-D	0,05 ppm	30 minutos
T11	P3D1F2	Rotone	100 %	30 minutos
T12	P3D2F2	Rotone	50 %	30 minutos
T00	F2	S.P.	-	30 minutos

### 3.2.8 Parámetros de evaluación

Durante el estudio se evaluaron las siguientes variables :

- Número de raíces principales y secundarias al encapache.
- Longitud de raíces al encapache.
- Longitud de raíces a 30 días de encapachado.
- Número de estacas enraizadas.
- Número de estacas muertas.
- Diámetro de raíces al encapache y a 30 días de encapachado.

La toma de datos para los parámetros a encapache se llevó a cabo a los 45 días de la siembra y a los 30 días de haber encapachado el material.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 NUMERO DE ESTACAS ENRAIZADAS

Este parámetro muestra como los tratamientos T6 y T12 que correspondieron a Rotone en concentración del 50% y una frecuencia de riego de 15 minutos y 30 minutos, respectivamente, con un número de estacas de 20 en total.

Seguido del tratamiento T4 que corresponde a 2,4-D en concentración de 0,05 ppm y en frecuencia de riego de 15 minutos, tal comportamiento posiblemente es debido a efectos letales del producto sobre esta especie, además de la incidencia de bacterias pues la sintomatología así lo demostró.

Como lo indica la Tabla 3, el T3 corresponde al Acido Indolbutírico en concentración de 500 ppm y en frecuencia de riego de 15 minutos, presenta un comportamiento similar al tratamiento T10.

TABLA 3. Número de estacas enraizadas.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	3	4	4	11	3,7
T2	4	5	6	15	5,0
T3	2	3	5	10	3,3
T4	5	6	6	17	5,6
T5	4	7	5	16	5,3
T6	6	7	7	20	6,6
T0	4	1	2	7	2,3
T7	2	4	3	9	3,0
T8	6	4	5	15	5,0
T9	2	4	3	9	3,0
T10	3	3	4	10	3,3
T11	6	5	5	16	5,3
T12	6	7	7	20	6,6
T00	4	3	2	9	3,0
Total	57	63	64	184	

El respectivo Anova (Tabla 4), no presentan diferencias significativas entre replicaciones, lo que indica un alto grado de homogeneidad entre el material vegetativo sometido a un mismo tratamiento.

A diferencia de esto, entre los tratamientos si se presentaron diferencias altamente significativas del 5% , lo que refleja la variabilidad de la reacción de las estacas ante cada uno de los productos utilizados, sus dosis y la frecuencia de riego.

El Diagrama de Duncan para esta variable (Anexo 1), muestra la diferencia significativa entre los tratamientos T5, T1, T2, T4 y T11.

En la Figura 3, se puede apreciar como el Rotone en concentración del 50% obtiene los mayores valores, unidos a un comportamiento muy similar frente a la frecuencia de riego, siendo mayor el cociente con la frecuencia de riego de 30 minutos. La concentración del 100% arroja valores iguales de enraizamiento en las dos frecuencias de riego empleadas.

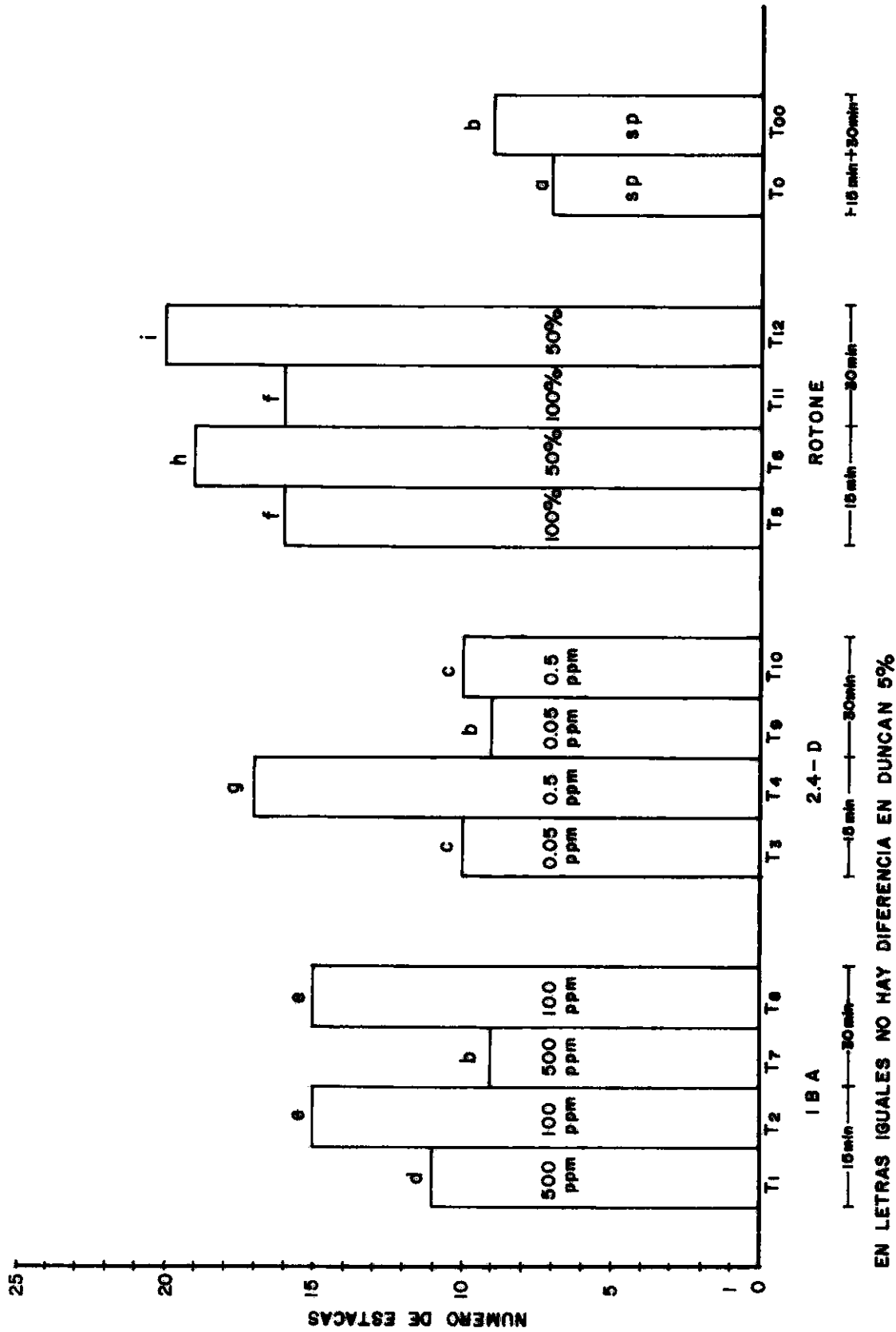


FIGURA 3. Grafica de barras para producto por concentración por riego versus número de estacas enraizadas.

INSTITUTO AGROPECUARIO  
 DE LA BIA

TABLA 4. Anova número de estacas enraizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.		SIG.
					1%	5%	
Bloques	2	2,05	1,02	1,03	5,53	3,37	NS
Tratamiento	13	81,91	6,30	6,36	2,91	2,12	**
Error	26	25,95	0,99				
Total	41	109,91					

C.V. = 7 %

$\bar{Sx}$  = 0,57

La sustancia 2,4-D presenta desuniformidad dentro de su comportamiento obteniéndose el mayor valor empleado, en una concentración de 0,5 ppm y una frecuencia de riego de 15 minutos, variable que puede influir en la consecuencia de esta respuesta.

El empleo del ácido Indolbutírico muestra comportamientos uniformes en cuanto a la utilización de la concentración 100 ppm, representado en los tratamientos T2 y T8, en concentración de 500 ppm, existe una respuesta similar adquiriendo mejores resultados con la frecuencia de riego de 15 minutos.

Acerca de los tratamientos en los cuales no se aplicó ningún tipo de bioestimulante la mejor respuesta se encuentra en empleo de riego de 30 minutos, a diferencia de la utilización de 15 minutos como frecuencia.

Dentro del comportamiento obtenido en los tratamientos sin ningún tipo de bioestimulante, se ajusta a la tendencia citada por Weaver donde el uso de auxinas en porciones adecuadas aceleran el proceso de enraizamiento.

#### 4.2 NUMERO DE RAICES PRINCIPALES

De acuerdo a la Tabla 5 y Figura 4, el tratamiento con un mayor número de raíces corresponde a Rotone en concentración del 100% y frecuencia de riego de 30 minutos con 27 raíces, seguido del tratamiento T5, correspondiente a Rotone en concentración del 100% y frecuencia de riego de 15 minutos.

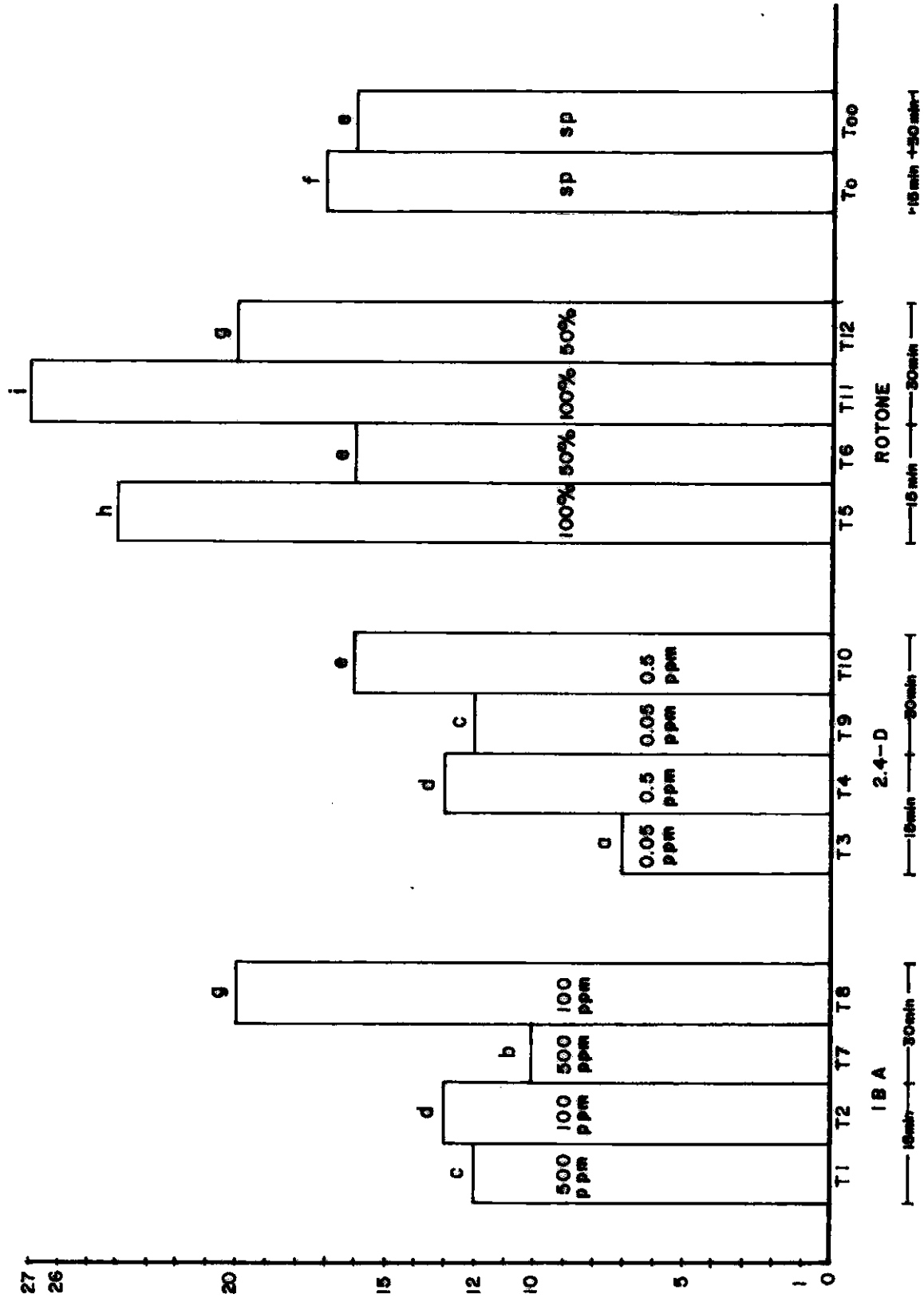
Contrario a lo anterior, el tratamiento con menor cantidad de raíces los presenta el T3, donde se aplicó 2,4-D en concentración de 0,5 ppm y una frecuencia de riego de 15 minutos, con siete raíces principales.

La respectiva Anova (Tabla 6), muestra diferencias altamente significativas para la fuente de variación Tratamiento, contrario a lo que sucede con Bloques donde no se encuentra diferencia o significancia.

En la prueba Duncan (Anexo 2), se aprecian las diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T0 y T8 al 5% (Tabla 2).

TABLA 5. Número de raíces principales.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	3,4	4,5	4,1	12	4,0
T2	3,7	4,3	5,0	13	4,3
T3	3,6	1,5	1,9	7	2,3
T4	4,2	4,2	4,2	13	4,3
T5	7,8	7,8	8,4	24	8,0
T6	5,6	5,1	5,3	16	5,3
T0	7,2	5,4	4,4	17	5,6
T7	3,0	4,2	2,8	10	3,3
T8	5,9	6,0	6,1	20	6,6
T9	3,0	5,3	3,7	12	4,0
T10	5,6	4,5	5,9	16	5,3
T11	5,5	8,7	12,8	27	7,0
T12	6,6	5,4	4,0	16	5,3
Total	72,4	72,9	77,7	223	



EN LETRAS IGUALES NO HAY DIFERENCIA EN DUNCAN 5%

FIGURA 4. Grafica de barras para producto por concentración por riego en número de raíces principales. 31

TABLA 6. Anova número de raíces principales.

	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.		F.T.		SIG.
					1%	5%	1%	5%	
Bloque		2	1,22	0,61	0,61	5,33	3,37	NS	
Tratamiento		13	128,91	9,87	5,54	2,91	2,12		
Error		26	46,35	1,78	1,78				
Total		41	175,88						

C.V. = 8 %

$\bar{S}\bar{X}$  = 0,7

Los anteriores resultados se dan para el material vegetal al encapache, posteriormente a 30 días de encapachado el material, los resultados obtenidos se presentan en el Anexo 4, donde se puede apreciar cómo el tratamiento T6 (Rotone al 50% y frecuencia de riego de 15 minutos) presenta 54 raíces principales, seguido por el tratamiento T12 (Rotone al 50% y frecuencia de riego de 30 minutos) con 53 raíces principales.

El tratamiento con menor número de raíces, lo presenta el T9 con 19 raíces y corresponde a 2,4-D en concentración de 0,5 ppm y frecuencia de riego de 30 minutos.

La Figura 4 con el empleo de Rotone y concentración del 100%, presenta un comportamiento similar frente a frecuencia de riego, notándose mejores resultados con el empleo de una frecuencia de riego de 30 minutos, utilizando una concentración del 50% presenta mejores resultados, el empleo de una frecuencia de riego de 30 minutos.

En cuanto el empleo del bioestimulante 2, 4-D la respuesta más favorable se presentó con el empleo de 0,5 ppm y una frecuencia de riego de 30 minutos.

La utilización de IBA en concentración de 100 ppm y frecuencia de riego de 30 minutos correspondiente a T8 presenta el mejor resultado frente a las demás combinaciones, las cuales presentan cierta similitud con el comportamiento presentado con el 2,4-D.

La respuesta obtenida en los tratamientos carentes de enraizador, muestra un número de raíces similar frente a la frecuencia de riego, siendo mejor el empleo de una frecuencia de riego de 15 minutos y comparativamente sobrepasa valores de tratamientos que poseen bioestimulantes.

Resumiendo, el producto Rotone es el bioestimulante que presenta el comportamiento más uniforme, ubicándose como mejor tratamiento el T11 con 27 raíces frente al empleo de 2,4-D en concentración de 0,5 ppm y frecuencia de riego de 15 minutos, resultados donde influye el tipo de producto, su concentración y modo de acción, además del tipo de material vegetal.

#### 4.3 NUMERO DE ESTACAS MUERTAS POR TRATAMIENTO

La Tabla 7 muestra el comportamiento de este parámetro, para el tratamiento T12 correspondiente a Rotone al 50% y frecuencia de 30 minutos, con cuatro estacas muertas, es el que menos mortalidad presenta frente a los tratamientos T3, T9 y T10 con 14 estacas muertas y corresponde a 2,4-D, 0,05 ppm y 15 minutos; 2,4-D , 0,05 ppm y 30 minutos.

El respectivo Anova (Tabla 8), muestra cómo entre Bloques no existe diferencia, mientras que entre Tratamientos existen diferencias altamente significativas.

El Diagrama de Duncan para esta variable (Anexo 3), muestra diferencias significativas para el caso del 5%, la diferencia se encuentra en los tratamientos T6, T2, T11 y T1 frente al tratamiento con los mejores resultados T5.

En la Figura 5, se puede apreciar cómo los tratamientos donde se empleó el bioestimulante 2,4-D tanto para las dos concentraciones empleadas y frecuencia de riego 30 minutos, junto con el em-

TABLA 7. Número de estacas muertas.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	3	2	2	7	2,3
T2	2	2	1	5	1,7
T3	5	4	5	14	4,7
T4	3	2	2	7	2,3
T5	1	1	1	3	1,0
T6	2	1	1	4	1,3
T0	2	1	2	5	1,7
T7	3	3	6	12	4,0
T8	2	4	1	7	2,3
T9	6	4	4	14	4,7
T10	4	5	5	14	4,7
T11	1	3	2	6	2,0
T12	1	2	1	4	1,3
T00	2	2	1	5	1,7
Total	37	36	34	107	

TABLA 8. Anova para número de mortalidad.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.		SIG.
					1%	5%	
Bloque	2	0,33	0,16	0,21	5,33	3,97	NS
Tratamiento	13	71,06	5,46	7,18	2,91	2,12	**
Error	26	20,01	0,76				
Total	41	91,40					

C.V. = 11 %

$\bar{S}X = 0,5$

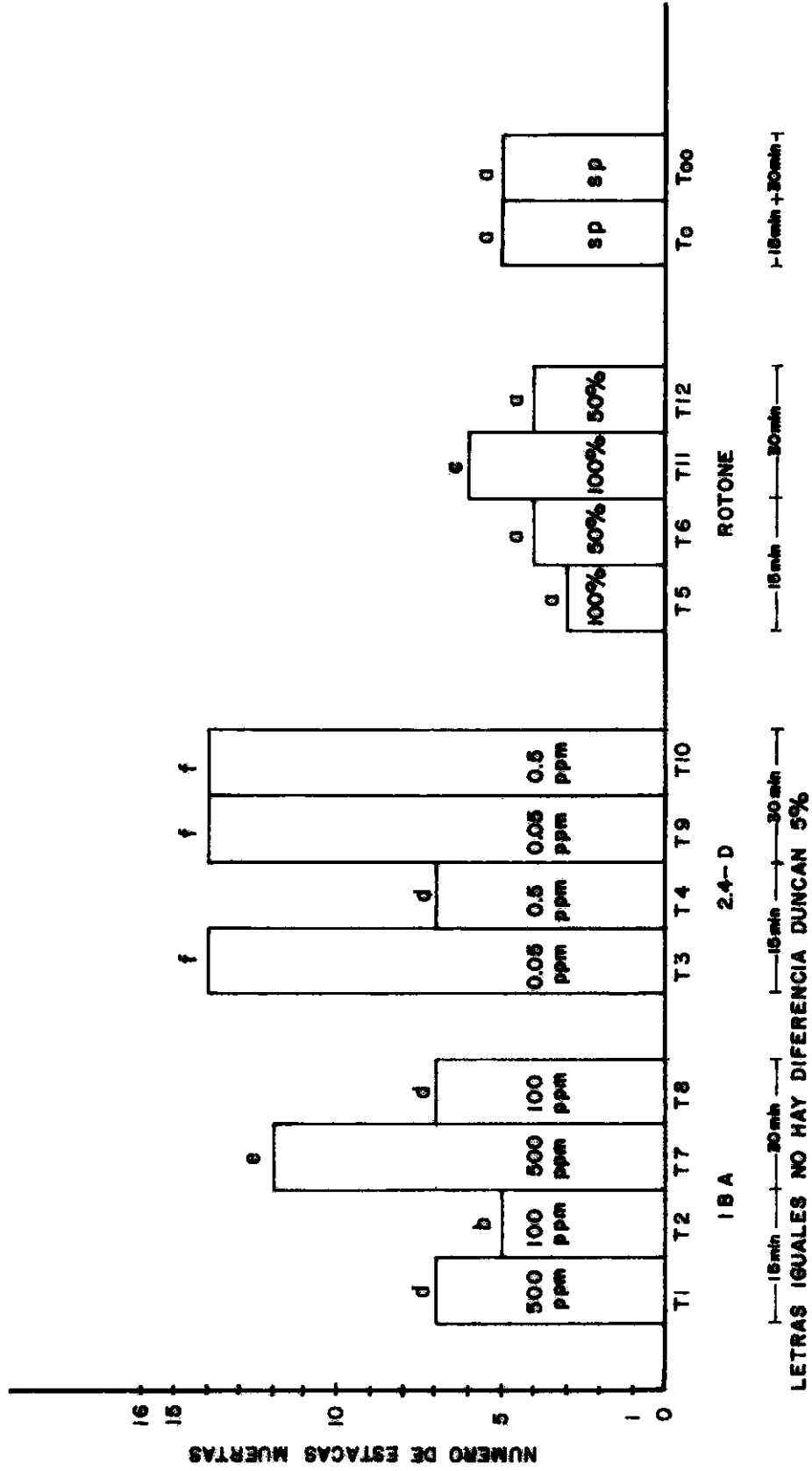


FIGURA 5. Grafica de barras para producto por concentración por riego en número de estacas muertas.

pleo de una concentración de 0,05 ppm y frecuencia de riego de 15 minutos, coincide en el número de estas siendo el mayor, posiblemente debido a la acción del 2,4-D como herbicida y unido al estado fitosanitario del material.

Otro de los tratamientos con mayor cantidad de estacas muertas el T7 IBA, con 500 ppm y un período de riego de 30 minutos, donde comparativamente a las 14 estacas de los tratamientos anteriores, éste presenta 12 y corresponde al empleo de IBA en concentración de 500 ppm y frecuencia de riego de 30 minutos.

Contrario a los tratamientos con mayor número de estacas muertas, los tratamientos que menor pérdida de estacas presentaron fueron el Rotone en sus dos concentraciones (100% y 50%) donde ésta última coincide en valor con el empleo de las dos frecuencias de riego 30 y 15 minutos.

En la Tabla Anova (Tabla 8), muestra diferencias significativas entre Tratamientos solamente.

Resumiendo, el bioestimulante con menos número de pérdidas de

estacas se ubica en el tratamiento T5 que corresponde al tratamiento con Rotone con una concentración de 100% y una frecuencia de riego de 15 minutos.

Un comportamiento similar lo presentan los tratamientos T0 y T00 donde la mortalidad es baja, cinco estacas, por las frecuencias de riego de 15 y 30 minutos, respectivamente.

El comportamiento del tratamiento T7 (Acido Indolbutírico en 500 ppm y frecuencia de riego de 30 minutos) pudo deberse a la coincidencia notoria de bacterias y posteriormente a su deceso.

#### 4.4 LONGITUD DE RAICES PRINCIPALES

En las Tablas 9 y 10, se aprecia el comportamiento para esta variable, donde el tratamiento T11 correspondiente a Rotone en un porcentaje del 100% y dos riegos por hora, presenta la mayor longitud de raíces (28,7 cm), seguido del tratamiento T5 perteneciente al Rotone del 100% y frecuencia de riego de 15 minutos con 17 cm de longitud; contrario a lo anterior, el tratamiento con menor longitud de raíz se encuentra en el tratamiento T3

TABLA 9. Longitud de raíces principales.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	3,3	4,2	3,3	10,8	3,6
T2	10,5	1,5	4,6	16,6	5,5
T3	3,2	2,2	2,7	8,1	2,7
T4	2,8	3,0	3,3	9,1	3,0
T5	6,1	5,3	6,0	17,4	5,8
T6	5,8	3,2	6,3	15,3	5,1
T0	3,8	4,0	3,7	11,5	3,8
T7	4,8	4,9	1,0	19,7	3,6
T8	2,2	4,8	3,0	10,0	3,3
T9	3,0	2,5	3,2	8,7	2,9
T10	4,8	3,6	4,6	13,0	4,3
T11	7,3	7,1	5,3	19,7	6,6
T12	5,3	6,8	4,5	16,6	5,5
T00	4,1	4,1	4,4	12,6	4,2
Total	67,1	57,2	55,9	180,2	

TABLA 10. Anova longitud de raíces principales.

	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.		SIG.
						1 %	5 %	
Bloque		2	5,96	2,68	1,10	5,53	3,37	NS
Tratamiento		13	58,14	4,47	1,84	2,11	2,88	NS
Error		26	63,3	2,43				
Total		41	126,8					

C.V. = 12 %

$\bar{S}\bar{X}$  = 0,9

que corresponde al empleo de 2,4-D en concentración de 0,5 ppm y frecuencia de riego de 15 minutos.

La Figura 6, ilustra los diferentes tratamientos agrupados por productos utilizados, notándose el comportamiento más uniforme y con mayores valores con el empleo de Rotone en sus dos frecuencias de riego, frente al 2,4-D cuyo comportamiento también uniforme presentan los valores más bajos de longitud, resultados medios los presenta el IBA y por pertenecientes a los tratamientos sin ningún tipo de bioestimulante en las dos frecuencias de riego. Dicho comportamiento se debe paralelamente a la cantidad formada inicialmente.

#### 4.5 LONGITUD DE RAICES PRINCIPALES 30 DIAS DESPUES DEL ENCAPACHADO

A fin de establecer el comportamiento por tratamiento una vez encapachado el material, el Anexo 5 muestra cómo esta variable ubica el tratamiento T11 (corresponde a Rotone con concentración 100% y una frecuencia de riego de 30 minutos), con una longitud de raíces de 28,7 cm, seguido por el tratamiento T12 con 25,4 cm

y que corresponde a Rotone en concentración de 100% con frecuencia de riego de 30 minutos; el tratamiento que presentó la menor longitud fue el tratamiento T3 perteneciente a 2,4-D con una concentración 0,5 ppm y una frecuencia de riego de 15 minutos.

#### 4.6 NUMERO DE RAICES SECUNDARIAS 30 DIAS DESPUES DEL ENCAPACHADO

El Anexo 6, muestra la respuesta a esta variable donde se aprecia cómo el tratamiento T12 presenta el mayor número de raíces secundarias, 116 en total, perteneciente al producto Rotone en una concentración de 50% y un período de riego de 30 minutos.

El tratamiento con menor número de raíces lo presenta el tratamiento T1, con 15 raíces secundarias, perteneciente al producto IBA en una concentración de 500 ppm y un período de riego de 15 minutos.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- El empleo de la propagación por estacas y específicamente para el tomate de árbol, utilizando bioestimulante proporciona una emergencia de raíces más precoz.
- Las cabinas de nebulización por ofrecer condiciones ambientales óptimas son un medio de propagación ideal para esta clase de estacas.
- Dentro de los productos Acido Indol Butírico, 2,4-D y Rotone, este último fue el que presentó mejores resultados en variables como : número de estacas enraizadas, número de estacas muertas, número de raíces principales y longitud de raíces principales.

- En cuanto a la variable número de estacas enraizadas, el tratamiento con mejores resultados fue empleando Rotone rebajado al 50% con una frecuencia de riego de 30 minutos.
  
- Para la variable número de raíces principales el tratamiento que mejor se comportó correspondió al empleo de Rotone en concentración del 100% y frecuencia de riego de 15 minutos.
  
- Al no utilizar ningún tipo de bioestimulante y sólo tener presente las frecuencias de riego, los mayores valores se dan con el empleo de 30 minutos.
  
- En la variable número de estacas muertas el tratamiento con 2,4-D en las concentraciones 0,05 y 0,5 ppm y frecuencia de 30 minutos actuaron como factores desfavorables de enraizamiento.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar estacas apicales como medio de propagación en tomate de árbol.
- Emplear cabinas de nebulización a fin de ofrecer condiciones ideales para el enraizamiento.
- Rebajar la pureza de Rotone al 50% para obtener mejores resultados en el número de estacas enraizadas y utilizar una frecuencia de riego de 30 minutos.
- Para el caso de no utilizar bioestimulantes, emplear frecuencias de riego de 30 minutos bajo el sistema de riego por nebulización para propagación.
- Llevar a cabo estudios tendientes a determinar con mayor exactitud las concentraciones de estos productos en especial del 2,4-D a fin de obtener mayores resultados de enraizamiento.

- Utilizar 2,4-D amina, puesto que 2,4-D éster como el utilizado es un producto muy volátil, porque más fácilmente actúa como herbicida.
  
- Realizar ensayos a fin de establecer los efectos tóxicos del 2,4-D amina en el empleo como enraizador.
  
- Realizar ensayos utilizando otro tipo de sustrato, para ver su comportamiento.

## 6. RESUMEN

Con el propósito de hallar la concentración óptima de tres productos sintéticos (Rotone; 2,4-D; IBA) y la influencia de dos frecuencias de riego, en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol Cyphomandra betacea Sendt; se llevó a cabo el presente ensayo el cual se realizó en el invernadero de la Universidad de Tunja.

Dentro del ensayo se utilizó el método de cabinas de nebulización a las cuales se les adecuó franjas polisómblicas con el fin de controlar la luminosidad.

El tiempo de riego fue de 20 segundos por período de frecuencias de dos y cuatro riegos por hora, para la cual en cada una de las dos cabinas empleadas quedó influenciada por una frecuencia diferente.

Como sustrato se empleó : arena lavada, desinfectada con formol

en una capa de 15 cm de profundidad, posteriormente se realizó la siembra del material, el cual fué traído de Fusagasugá (Cundinamarca) y se dispusieron en hileras dentro de las cabinas hasta completar 14 tratamientos necesarios en el diseño que para el caso fue de bloques completos al azar con arreglo factorial tres por dos por tres.

La toma de datos en el ensayo se realizó a los 45 días de sembradas las estacas a las cuales se les determinó en cada tratamiento el número de estacas enraizadas como variable principal, el número de estacas muertas, la longitud de raíces y número de raíces principales, posteriormente el material enraizado se llevó a encapachado para luego hacerle lectura de las mismas variables, ésto se realizó al término de 30 días.

Dentro de los resultados obtenidos al encapache en la variable número de estacas enraizadas el mejor tratamiento correspondió a T12 (Rotone rebajado al 50% con frecuencia de 30 minutos) con 20 estacas de 30 que comprendían las tres replicaciones.

La variable longitud de raíces al encapache tuvo su mejor resultado en el tratamiento T11 correspondiente a Rotone del 100% y una frecuencia de riego de 30 minutos con 19,70 cm.

Los resultados que arrojó la variable número de raíces principales muestra al tratamiento T11 correspondiente a Rotone del 100% y una frecuencia de 30 minutos con 27 raíces principales.

El tratamiento T5 correspondiente a Rotone del 100% y una frecuencia de riego de 15 minutos, muestra para la variable número de estacas muertas el mejor valor con tres estacas perdidas ubicándose como el mejor.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALVARADO, J.; FERNANDEZ, O. y SALTOS, A. Cuantificación de pérdidas postcosecha y características principales del tomate de árbol Cyphomandra betacea. Memorias II Encuentro Ecuatoriano de Tecnología Alternativa. Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, 1985.
2. BONNER, J. y GALSTON, A. Principios de fisiología vegetal. 2 ed. Madrid, España, Aguilar, 1961. p. 325-360.
3. BRUECHER, H. Tropische Nutzpflanzen. (Plantas útiles de los Trópicos). Heidelberg (FRG). 1977. pp. 379-390.
4. CALDERON, A. E. Manual del fruticultor moderno. México. Ciencia y Técnica. 1987. v. 3. p. 547-564.
5. \_\_\_\_\_ Manual del fruticultor moderno. México, Ciencia y Técnica. 1987. v. 6. p. 373-378.
6. CORDOBA, Carlos V. Fisiología vegetal. Madrid. Blume Ediciones. Impreso en España, 1976. p. 66-117.
7. CHOUCAIR, K. Fruticultura colombiana. Tomo II. Bedout. Medellín, 1962. p. 959.
8. DURAN, S. Replantación de frutales. Barcelona, Aedos, 1976. p. 229-250.
9. EDMOND, J. B. y SENN, T. L. Biblioteca práctica de horticultura y fruticultura. México, Continental, Tomo I. 1987. p. 185 - 193.

10. ESCARRIA, R. C. El tomate de árbol. Secretaría de Desarrollo y Fomento del Valle del Cauca, Cali, Mayo de 1977. p. 53.
11. FOUQUE, A. Espécies frutieres d' Amerique Tropicale. Fruit. Vol. 28. No. 1. 1973. p. 40-49.
12. GARDNER, E. J. Propagation Under mist, Amer. Nurs, 73 (9): 5-7. 1940.
13. GIRARD, O. E. y LOBO, A. M. El cultivo del tomate de árbol. ICA. Compendio No. 20. Mayo 1977. p. 196-197.
14. HARTMANN, H. T. y KESTER, D. E. Propagación de plantas principios y prácticas. México, Continental. 1980. p. 273 - 702.
15. HURTADO, Daniel y MERINO, María E. Cultivo de tejidos vegetales. Trillas S. A., México. 1987. p. 226.
16. JAMES, W. O. Introducción a la fisiología vegetal. Omega S. A. México, 1967. p. 247-365.
17. JUSCAFRESA, B. Arboles frutales; cultivo y explotación comercial. 6 rd. Barcelona, Aedos. 1978. p. 55-202.
18. KHALIL, C. Frutales de Colombia. Secretaría de Agricultura y Ganadería de Antioquia. p. 30.
19. KIMBALL, John W. Biología. Fondo Educativo Interamericano S. A. 3 ed. Bogotá, 1975. p. 288-473.
20. LOZANO, A. y PEREZ, O. Reconocimiento e identificación de organismos fungosos en el tomate de árbol Cyphomandra betacea en el municipio de Sogamoso (Boyacá). Tesis. (Ingeniero Agrónomo). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1984.
21. MALAVER, H. L. Hormonas vegetales y reguladores del crecimiento. Departamento de Ciencias Básicas Fisiológicas Vegetal. Palmira. 1975. p. 2-8.

22. MILLER, Erston. Fisiología vegetal. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. 1967. p. 344.
23. MITCHELL, J. W. y LIVINGSTON, G. A. Métodos para el estudio de hormonas vegetales y sustancias reguladoras de crecimiento. México. Trillas, 1973. p. 166.
24. PEARSE, H. L. The of nutrition and phytohormonas on the rooting of vine cultings. Ann. Bot. n.s. 7:123-32. 1943.
25. PEREZ A., Enrique. Plantas útiles de Colombia. Sucesores de Rivadeneira S. A. Madrid. 1956. p. 707-708.
26. RAINES, A. M. Somme uses of a spray chamber in experimentation with standpoint of plant anatomy. USDA. Tech, Bool. 1929. p. 151.
27. ROJAS, G. M. Control hormonal del desarrollo de las plantas. México, Limusa. 1987. p. 200 - 210.
28. RYAN, G. F.; FROLICH, E. F. y KINSELLA, T. P. Sone factors influencing rooting of grafted cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. 1958. p. 454-461.
29. SKOOG, F. y YSUI, C. Chemical control of growth and bud formation in tobacco stem and callus Amer, jour. bot., 35: 782-787. 1984.
30. SPIEGEL, P. Auxins and inhibitor in canes of vitis. bull. Res. Cunc. Israel. 72:454-461. 1958.
31. STEPOMKUS, P. L. y HOGAN, L. Some effects of photoperiod on the rooting of Abelia grandi flora Rehd. 91. 1967. p. 706 - 715.
32. STREET, H. E. Metabolismo de las plantas. Madrid, España. Alhambra. 1969. p. 214-222.
33. THIMANN, K. V. On the plant growth hormone produced by Rhizopus suinus. 109 : 279-291. 1935.

34. VELOSA, Luis Miguel. El tomate de árbol, fruta para invadir el mundo. Temas Agropecuarios. La República. Sección B. Abril de 1988.
35. VILLALOBOS, P. A. Fisiología del enraizamiento, proyecto de propagación y mejoramiento de frutales de hoja cauduca. Documento I. Tunja, U.P.T.C. 1987. p. 50.
36. VOZMEDIANO, J. Fruticultura, fisiología y ecología del árbol frutal y tecnología aplicada. Servicio de Publicaciones Agrarias. p. 521.
37. WEAVER, Robert. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México. 1980. p. 622.

A N E X O S

ANEXO I. Número de estacas enraizadas Duncan 5%

T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>18</sub>	T <sub>19</sub>	T <sub>20</sub>
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				
-----																				

CONVENCIONES  
 ----- DIFERENCIA  
 ----- NO DIFERENCIA

**ANEXO 2. Duncan para número de raíces principales al 5%.**

T<sub>11</sub> , T<sub>5</sub> , T<sub>6</sub> , T<sub>12</sub> , T<sub>0</sub> , T<sub>6</sub> , T<sub>10</sub> , T<sub>00</sub> , T<sub>2</sub> , T<sub>4</sub> , T<sub>1</sub> , T<sub>9</sub> , T<sub>7</sub> , T<sub>3</sub> ,

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

**CONVENCIONES**

----- DIFERENCIA

----- NO DIFERENCIA

**ANEXO 3. Número de estacas muertas Duncan 5%.**

$T_3, T_6, T_{10}, T_7, T_1, T_4, T_6, T_{11}, T_2, T_0, T_{00}, T_8, T_{12}, T_5$  |

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

**CONVENCIONES**

- DIFERENCIA
- NO DIFERENCIA

ANEXO 4. Número de raíces principales 30 días después de encapachado.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	4	6	14	24	8,0
T2	8	6	7	21	7,0
T3	5	7	5	17	5,6
T4	8	8	5	21	7,0
T5	17	23	12	52	17,3
T6	22	20	12	54	18,0
T0	12	16	8	36	12,0
T7	9	11	20	40	13,3
T8	10	12	19	41	13,6
T9	5	6	8	19	6,3
T10	10	10	16	36	12,0
T11	15	25	10	50	16,6
T12	18	27	8	53	17,6
T00	13	20	5	38	12,6

EE COLOMBIA

ANEXO 5. Longitud de raíces principales 30 días después de encapachado.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	5,8	7,3	6,8	19,4	6,5
T2	14,3	3,9	7,1	25,3	8,4
T3	4,1	5,1	5,2	14,4	4,8
T4	4,7	6,5	5,0	16,2	5,4
T5	8,3	7,9	8,5	24,7	8,2
T6	7,9	8,2	9,2	25,3	8,4
T0	6,9	6,9	6,7	20,4	6,8
T7	7,1	7,8	3,6	18,5	6,2
T8	4,2	6,9	5,5	16,6	5,5
T9	4,5	4,8	6,2	15,5	5,2
T10	6,9	6,0	7,0	19,9	6,6
T11	10,3	10,0	8,4	28,7	9,6
T12	8,2	10,2	7,0	25,4	8,5
T00	7,9	7,4	8,0	23,3	7,8


ANEXO 6. Número de raíces secundarias 30 días después de encapachado.

Tratamientos	Replicaciones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	6	4	5	15	5,0
T2	18	3	13	34	11,3
T3	2	13	0	15	5,0
T4	14	4	2	20	6,6
T5	18	30	26	74	24,6
T6	18	25	28	71	23,6
T0	5	8	6	19	6,3
T7	20	22	16	58	19,3
T8	12	25	15	52	17,3
T9	2	6	8	16	5,3
T10	10	19	15	44	14,6
T11	23	30	16	69	23,0
T12	24	70	22	116	38,6
T00	15	13	16	44	14,6
Total	187	272	188	647	

El presente trabajo fue revisado y aprobado por :

  
ROBERTO CASTELBLANCO BACARES

DECANO

  
ALFONSO MENDEZ PERILLA

SECRETARIO

  
GERHARD FISCHER

PRESIDENTE DE TESIS

  
JOSE ANTONIO BERNAL RIVERA

JURADO CALIFICADOR

  
ALIRIO RAMOS ROMERO

JURADO CALIFICADOR

AUTORES :

  
JAIRO BOLIVAR MONTENEGRO

  
JOSE ALIRIO LARA GARCIA