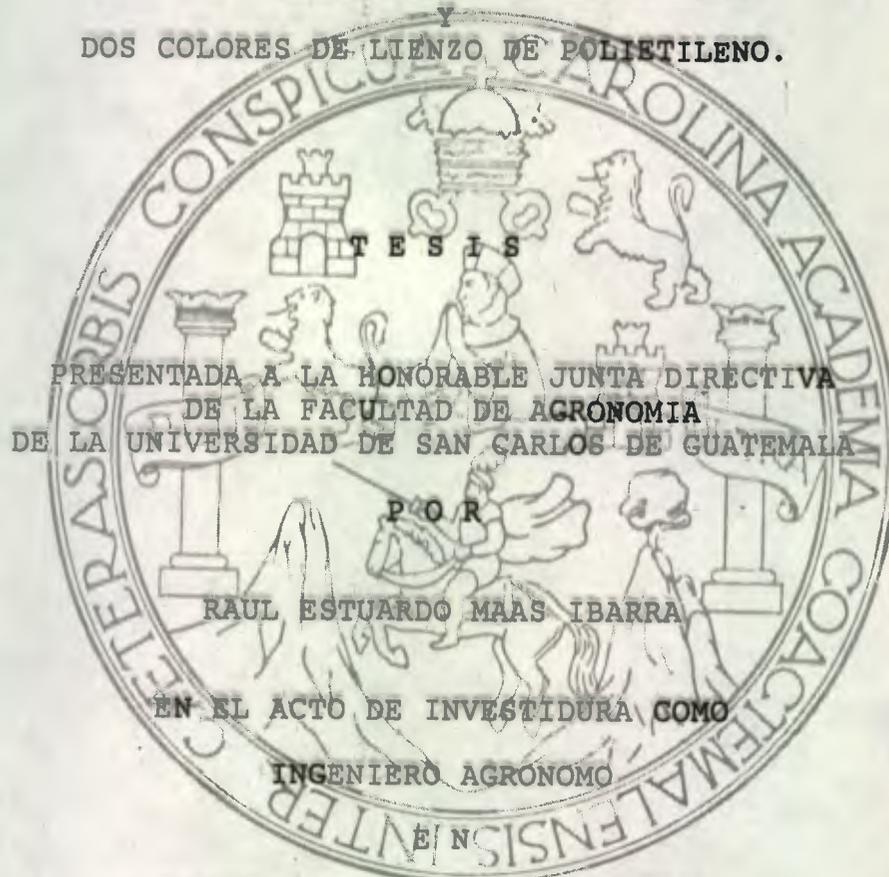


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

INDUCCION DE ENRAIZAMIENTO EN IZOTE PONY
(*Beaucarnea guatemalensis* Rose.)
CON DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO

DOS COLORES DE LIENZO DE POLIETILENO.



RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, agosto de 1,992

DL

01

T(1373)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra.
VOCAL I	Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales.
VOCAL II	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes.
VOCAL III	Ing. Agr. Carlos R. Motta de Paz.
VOCAL IV	Br. Elías Raymundo.
VOCAL V	P. Agr. Francisco Ibarra.
SECRETARIO	Ing. Agr. Marco Estrada Muy.

Guatemala, agosto de 1992.

Señores
Miembros Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Señores:

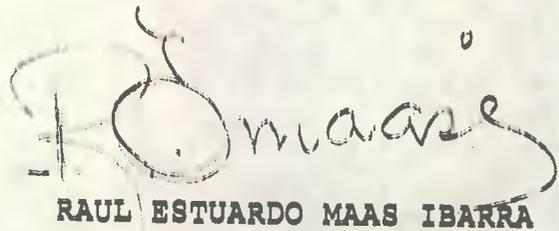
En cumplimiento con las normas establecidas de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestras consideraciones el trabajo de tesis titulado:

" INDUCCION DE ENRAIZAMIENTO DEL IZOTE PONY
(Beaucarnea guatemalensis Rose)
CON DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO
Y
DOS COLORES DE LIENZO DE POLIETILENO "

como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el mismo merezca su aprobación.

Atentamente,



RAUL ESTUARDO MAAS IBARRA

Dedico esta tesis:

**A las personas que amo
y
a los que sueñan y luchan
por una Guatemala mejor.**

*"...la tierra quiere ser
de quien la haga florecer..."*

Salvador Bustos



INDICE GENERAL

	pág.
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	2
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. Marco Conceptual	4
3.1.1 Reguladores de Crecimiento	4
3.1.2 Bases anatómicas y fisiológicas del desarrollo de raíces en estacas	9
3.1.3 Algunos antecedentes experimentales en Guatemala empleando IBA' y Etheephón	11
3.1.4 Izote pony	13
3.2. Marco Referencial	15
3.2.1 Descripción del área experimental	15
4. OBJETIVOS	16
4.1. General	16
4.2. Específicos	16
5. HIPOTESIS	16
6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	17
6.1. Diseño Experimental	17
6.2. Factores a evaluar	17
6.3. Manejo del experimento	18
6.4. Variables respuesta	20
6.5. Registro de la información	20
6.6. Análisis estadístico	21
6.7. Análisis económico	22

7.	RESULTADOS Y DISCUSION	22
7.1.	Análisis estadístico de los tratamientos	22
7.1.1	Porcentaje de enraizamiento	24
7.1.2	Número de raíces	31
7.1.3	Longitud de raíces	33
7.1.4	Peso seco de las raíces	36
7.1.5	Distribución de las raíces producidas	38
7.2.	Análisis económico de los tratamientos	45
8.	CONCLUSIONES	51
9.	RECOMENDACIONES	52
10.	BIBLIOGRAFIA	53

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
01	Temperaturas medias, registradas durante la conducción de la investigación, bajo condiciones de invernadero y de agricultor	28
02	Curva de beneficios netos	49

INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
01	Volúmenes de izote pony (<i>Beucarnea guatemalensis</i> R.) exportados por Guatemala en el período 1987-1990	15
02	Factores evaluados en la presente investigación	17
03	Resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de 14 tratamientos, para inducir enraizamiento en izote pony	23
04	Análisis de varianza para la variable: Porcentaje de enraizamiento	25
05	Prueba de medias para la variable porcentaje de enraizamiento en la interacción: hormona-color	26
06	Prueba de medias para la variable porcentaje de enraizamiento en la interacción: hormona-localidad	27
07	Prueba de medias para la variable porcentaje de enraizamiento en la interacción: color-tiempo-localidad	29
08	Prueba de medias para la variable porcentaje de enraizamiento en la interacción: hormona-color-tiempo-localidad	30
09	Análisis de varianza para la variable: número de raíces	32
10	Prueba de medias para la variable número de raíces en la interacción: hormona-color	33

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
11	Prueba de medias para la variable número de raíces en la interacción: hormona-color-localidad	33
12	Análisis de varianza para la variable: longitud de raíz	34
13	Prueba de medias para la variable longitud de raíz en la interacción:hormona-tiempo	35
14	Prueba de medias para la variable longitud de raíz en la interacción: color-tiempo-localidad	36
15	Análisis de varianza para la variable: peso seco	37
16	Prueba de medias para la variable peso seco en la interacción: hormona-tiempo	38
17	Análisis de varianza para la variable: distribución de raíz	39
18	Prueba de medias para la variable distribución de la raíz en la interacción: hormona-color	40
19	Prueba de medias para la variable distribución de la raíz en la interacción: hormona-localidad	41
20	Prueba de medias para la variable distribución de la raíz en la interacción: hormona-color-tiempo	42
21	Prueba de medias para la variable distribución de la raíz en la interacción: hormona-color-localidad	44
22	Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados	47
23	Porcentaje de enraizamiento para cada tratamiento evaluado	47
24	Costo de preparación, por litro, para cada tratamiento evaluado	48
25	Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados	48
26	Análisis marginal de los tratamientos evaluados	50

INDUCCION DE ENRAIZAMIENTO EN IZOTE PONY
(Beaucarnea guatemalensis Rose.),
CON DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO Y
DOS COLORES DE LIENZO DE POLIETILENO.

THE PONY TAIL (Beaucarnea guatemalensis Rose.),
INDUCTION TO TAKE ROOTS WITH TWO PLANT GROWTH SUBSTANCES AND
TWO COLORS OF POLIETHYLENE PIECES.

RESUMEN

En este trabajo de investigación se evaluó el efecto de dos reguladores de crecimiento: ácido indolbutírico (IBA) y ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón), cada uno en tres concentraciones distintas, en el enraizamiento de izote pony (Beaucarnea guatemalensis Rose.); aunado a la evaluación de dos colores de lienzo de polietileno (transparente versus oscuro) colocados en la base de la estaca para poder determinar si la obscuridad favorece el crecimiento de las raíces adventicias.

Otro factor evaluado lo constituyó la duración del enraizamiento, comparandose los efectos de los reguladores de crecimiento a los 30 y 40 días después de la aplicación de la hormona.

El diseño experimental que se utilizó para llevar a cabo la investigación fue el completamente al azar con cuatro repeticiones, con un arreglo trifactorial de $7 \times 2 \times 2$, desarrollado en dos localidades: el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y una planta enraizadora ubicada en la zona 18 de la ciudad de Guatemala.

Luego de haber realizado el análisis estadístico, se observó que dos tratamientos tuvieron, desde un punto de vista estadístico, comportamientos similares durante el desarrollo de la investigación, siendo estos: IBA a 3000 ppm y Ethephón a 750 ppm.

Los tratamientos se sometieron a un análisis económico, basado en la metodología de la Tasa Marginal de Retorno, en donde predominó el tratamiento de Ethephón a 750 ppm.

En el caso del IBA el lienzo de polietileno transparente disminuye los niveles de prendimiento, debido a la descomposición fotoquímica que afecta a la hormona, mientras que el Ethephón a 750 ppm presenta resultados aceptables a los 30 días de haber sido aplicado. Las condiciones del invernadero favorecieron, de mejor manera, el desarrollo de las raíces adventicias.

Se concluye que el mejor tratamiento, tanto estadística como económicamente, es el de Ethephón a 750 ppm, sin importar el color del lienzo de polietileno que se emplee en la base de la estaca, con un período de enraizamiento de 30 días y bajo las condiciones del invernadero.

1. INTRODUCCION

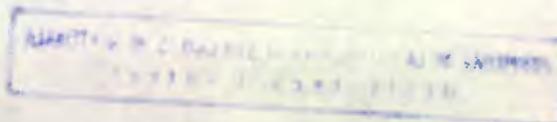
Los países que conforman el denominado Tercer Mundo perciben la mayor parte de sus ingresos de la exportación de productos generados en actividades agropecuarias y de la explotación de sus recursos naturales. Guatemala no ha escapado a este proceso, y ya desde la época colonial se exportaban tintes naturales; a finales del siglo XIX se inicia el proceso de exportación de productos agrícolas, conocidos a la fecha como Productos Tradicionales de Exportación y, en las dos últimas décadas, se dan las condiciones para que se inicien las exportaciones de productos que anteriormente no habían tenido cabida en el mercado internacional, los que han sido denominados Productos No Tradicionales de Exportación.

El izote pony (Beaucarnea guatemalensis R.), se ha constituido en un recurso fitogenético de gran valor económico, y hoy se cataloga como un importante producto no tradicional de exportación, dentro del rubro de las plantas ornamentales y específicamente en el área de los follajes, tanto por los volúmenes que se exportan, como por los precios que alcanza en el mercado internacional.

El manejo de este cultivo no representa mayores problemas, excepto en la etapa de su preparación con fines de exportación, en donde, por los mecanismos que tienen que emplearse para cumplir con las exigencias de los importadores, es necesario generar raíces adventicias en la planta, lo cual se realiza empleando reguladores de crecimiento.

En el presente estudio se evaluó el efecto de dos reguladores de crecimiento (ácido indolbutírico y ácido 2-cloroetil fosfónico), cada uno en tres concentraciones diferentes, en el enraizamiento del pony (Beaucarnea guatemalensis R.), y las consecuencias que tiene el empleo de lienzos de color oscuro en la base de la planta, como inductor de un mejor desarrollo de las raíces adventicias.

Esta investigación se llevó a cabo en dos localidades: en el invernadero de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en una planta enraizadora ubicada en la colonia Atlántida, zona 18 de la ciudad capital de Guatemala, en el período comprendido entre los meses de Enero y Febrero de 1992.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A inicios de la década de 1980, en Guatemala se principia a manejar la exportación de izote pony como planta ornamental, y es en esa época que se generan las primeras técnicas para poder darle al producto las características que lo hagan atractivo a los ojos de los consumidores.

Dentro de estas circunstancias resalta el hecho de que las plantas a exportarse deberán ir debidamente enraizadas y que estas raíces sean lo más numeroso posible sin perjudicar el vigor de las mismas; es importante señalar que estas plantas no pueden enviarse al mercado internacional con sus raíces originales, ya que una de las normas establecidas por los países compradores, estipula que no deberá importarse ningún producto que lleve consigo suelo de determinadas regiones del planeta, para evitar la introducción de organismos patógenos exóticos a los países compradores.

Lo anterior ha obligado a eliminar todo vestigio posible de tierra de las plantas a exportar, y con esto, a eliminar todas las raíces originales de la planta, por lo que para poder contar con material que pueda competir en el mercado internacional de los follajes, tiene que someterse cada planta a un proceso de enraizamiento, proceso en el que tiene que hacerse uso de los reguladores de crecimiento. Actualmente la mayor parte de los exportadores de pony están empleando el ácido indolbutírico (IBA), en concentración de 15000 ppm, para inducir el desarrollo de las raíces adventicias.

El proceso inicia con la eliminación total de las raíces, un lavado de la parte basal de la planta para eliminar cualquier vestigio de tierra, luego se aplica un fungicida en el área podada para que posteriormente se aplique la hormona enraizadora y la base de la planta es cubierta con un lienzo de polietileno transparente que contiene arena pómez con una granulometría de 0.5 mm o aserrín húmedo, y este lienzo se sujeta a la planta por medio de una banda de hule.

Posteriormente la planta es colocada bajo sombra para que pueda producir las raíces, esta etapa tiene una duración media de 50 días. Es al final de esta etapa en la que se puede determinar si se presentó el enraizamiento o no, es decir, si se puede exportar o no clasifica para este objetivo. Es en este momento en el que se presentan los mayores problemas, ya que por lo general, únicamente enraiza un 60 ó 65% de las plantas tratadas, lo que repercute en forma directa en la rentabilidad del manejo del pony (Beaucarnea guatemalensis R.) con fines de exportación.

El porcentaje de plantas que no generan raíces adquiere serias dimensiones de índole económico cuando se considera que cada planta a exportar tiene un promedio de 762 mm (3 pulgadas) de diámetro en

la base y que cada pulgada de diámetro tiene un valor aproximado de Q1.25 (precio al que se adquieren las plantas de los productores).

Si se consideran todos los gastos en los que se incurre durante la preparación de la planta: mano de obra e insumos, el número de plantas que se incluyen por embarque (10,000 plantas en promedio), el tiempo que las plantas necesitan para poder enraizar (40 a 60 días) y los gastos de mantenimiento que se realizan en esta etapa, se puede inferir que es necesario realizar investigaciones que permitan: en principio, incrementar el porcentaje de plantas que enraizan, y luego disminuir el tiempo en el que las plantas tienen que producir raíces y poder estar aptas para ser exportadas.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Reguladores de crecimiento

Se reconoce actualmente que la mayor parte de la actividad fisiológica de las plantas, está regulada por un complejo de sustancias químicas llamadas hormonas (9). Este término fue acuñado por los especialistas en fisiología animal, y a partir de allí han surgido confusiones considerables en cuanto a la terminología de las sustancias de crecimiento (27).

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico vegetal. Las hormonas de las plantas o fitohormonas, son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas y por lo general se desplazan de un lugar de producción a un sitio de acción (27).

Thimann (24), definió a las hormonas del crecimiento como "sustancias que siendo producidas en una parte de un organismo son transferidas a otra y en ésta influyen un proceso fisiológico específico".

En realidad es muy difícil definir el término hormona vegetal con toda precisión. Muchas sustancias del tipo hormonal pueden actuar en su lugar de síntesis, actuar al parecer de modo no específico o actuar a nivel genético como inductores o represores. A menudo se prefiere el término fitorregulador, refiriéndose a compuestos naturales o sintéticos que inducen respuestas en el crecimiento, desarrollo o metabolismo (2).

Hurtado (13), presenta una clasificación de los reguladores de crecimiento, habiendolos agrupado en cinco tipos básicos, así:

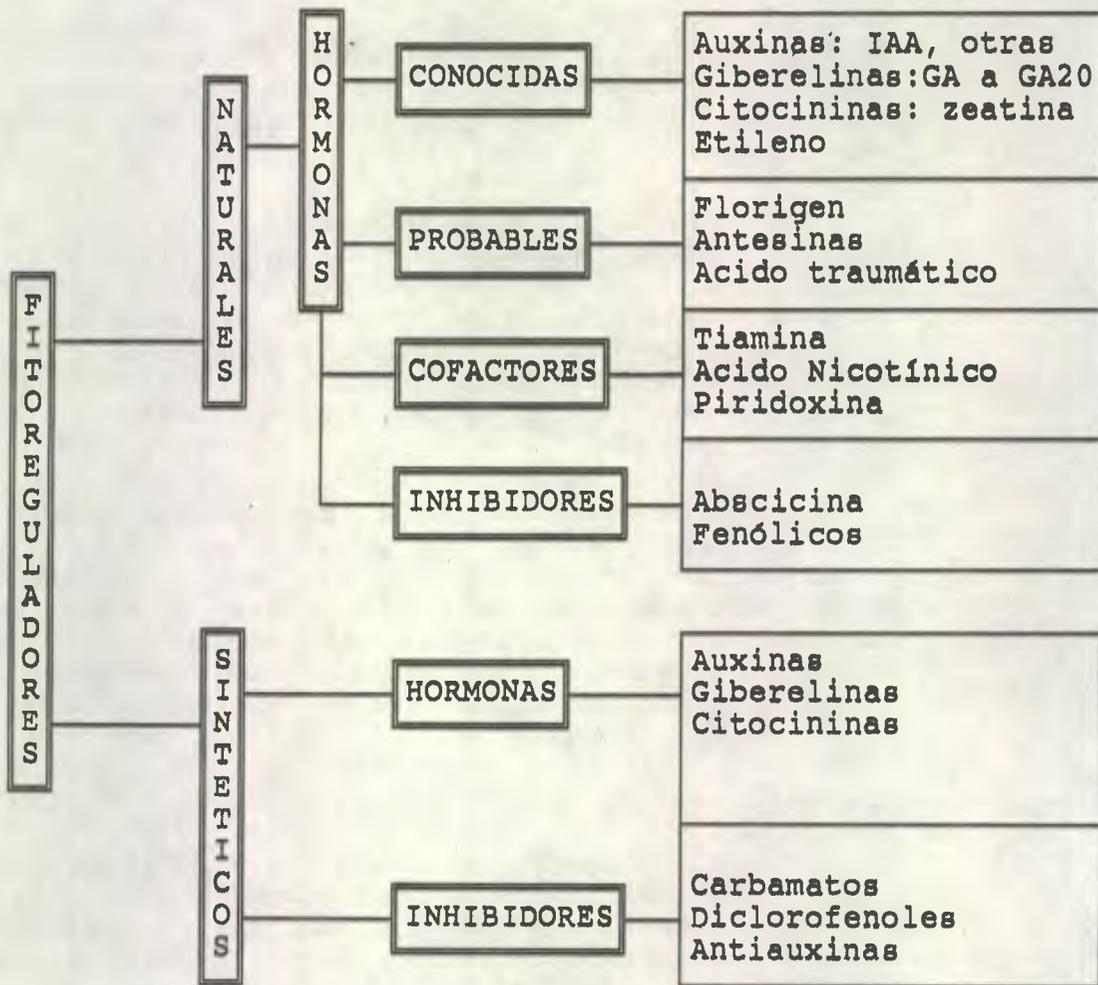
PROMOTORES DEL CRECIMIENTO

1. auxinas
2. citocininas
3. giberelinas

INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO

4. ácido abscísico
5. ETILENO

Aunque Rojas (22), ha realizado una clasificación más amplia de los fitorreguladores:



3.1.1.A AUXINAS

Thimann (24), define a las auxinas como sustancias orgánicas que promueven el crecimiento (aumento en volumen), a lo largo del eje longitudinal, en concentraciones aproximadas de 10^{-3} molar. Todos los compuestos que tienen actividad auxínica poseen hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes, y algunos de ellos contienen, además nitrógeno y cloro; tienen estructuras simples, pero la mayoría son complejos (27).

En las plantas se han identificado las siguientes auxinas naturales: indolacetaldehído (en plántulas etioladas); ácido indolpirúvico (en semillas de maíz, hojas y raíces); indolacetonitrilo (en repollo); indoletanol (en plántulas de pepino) y desde luego, en forma de ácido indolacético (IAA), encontrado de manera general en todas las especies y del cual las otras auxinas se consideran derivadas o precursoras. De hecho, cuando se habla de auxina natural, se considera que se hace referencia específicamente al IAA (12).

Los estudios efectuados sobre la fisiología de las auxinas a mediados de la década de 1930, y estudios posteriores, mostraron que ésta intervenía en actividades de la planta tan variadas como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de hojas y frutos y en la activación de las células del cambium (12).

El IAA se identificó en 1934 como un compuesto de ocurrencia natural con actividad auxínica, que promovía la formación de raíces adventicias. Posteriormente se probó el IAA sintético respecto a su actividad para promover la formación de raíces en las estacas. Luego se demostró que dos materiales similares: el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido naftalenacético (NAA), que son de ocurrencia natural, eran aún mejores para este propósito que el IAA de ocurrencia natural (12).

Ha sido confirmado en gran cantidad de investigaciones, que las auxinas, naturales o aplicadas artificialmente, son un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en tallos, además se ha demostrado que la división de las

primeras células iniciales, depende de la presencia de auxinas, ya sea aplicadas o endógenas (12).

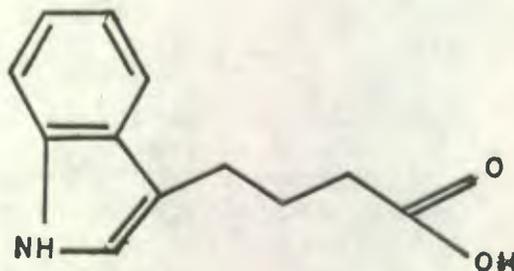
3.1.1.B ACIDO INDOLBUTIRICO (IBA)

Entre los reguladores de crecimiento que comúnmente se utilizan, uno de los mejores estimulantes del enraizamiento es la auxina IBA. Este tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas lo destruyen en forma relativamente lenta, por lo que resulta muy eficaz como estimulante de raíces. Debido a que el IBA se desplaza muy poco, se retiene muy cerca del sitio de aplicación. Los reguladores de crecimiento que se desplazan con gran facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada (27).

El IBA presenta ventajas sobre otras auxinas sintéticas formadoras de raíces como el NAA, ya que este compuesto es mucho más tóxico que el IBA y deben evitarse las concentraciones excesivas de NAA por el peligro de provocar daño a la planta, y las dos auxinas anteriores resultan más activas en la inducción de enraizamiento que el IAA, ya que este es más inestable en las plantas y se descompone rápidamente en presencia de la luz solar (27).

El IBA produce sistemas radiculares fuertes y fibrosos, mientras que otros reguladores de crecimiento, como los ácidos fenoxiacéticos, a menudo producen sistemas de raíces atrofiados y matosos, compuestos de raíces dobladas y gruesas (27).

3.1.1.B.a Estructura Molecular y fórmula química del ácido Indolbutírico.



$$C_{12}H_{13}NO_2 = \text{peso molecular} = 203.24 \text{ grs/mol}$$

El ácido indolbutírico también puede ser denominado: ácido gamma-indol-3-butírico o ácido (3-indolil) butírico, de acuerdo con el sistema de nomenclatura que se utilice para nombrarlo. Esta hormona se presenta en forma de cristales blancos o levemente amarillentos, con un olor ligeramente característico; es insoluble en agua y en cloroformo, pero es soluble en alcohol, eter y acetona. Posee un punto de fusión de 123 a 125° C. Presenta una dosis letal media de 100 mg/kg de peso (17).

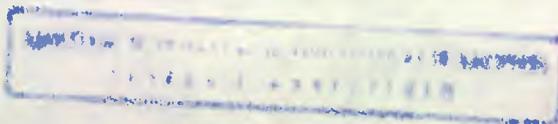
3.1.1.C Etileno

El etileno, un material gaseoso, es producido por las plantas y tiene efectos hormonales, aunque no se ajusta de manera exacta a la definición de una hormona. En 1933, Zimmerman y Hitchcock, mostraron que el etileno, aplicado en concentraciones de alrededor de 10 ppm, ocasiona la producción de raíces en tejidos de tallos y hojas. Otras investigaciones han demostrado que las aplicaciones de auxinas pueden regular la producción de etileno y se ha sugerido que, el etileno inducido por la auxina, puede explicar la capacidad de la auxina de inducir la iniciación de raíces (12,22).

Estudios sobre la iniciación radicular en estacas de frijol mungo (Phaseolus aureus R.), mostraron que el etileno, en dosis de 0 a 1000 ppm disminuyó la iniciación de raíces (12). Pero estudios posteriores señalan que si la producción de etileno es inducida a través del empleo de ethephón en estacas del mismo frijol, se estimula la formación de raíces. Aparentemente la relación entre auxinas, etileno y la formación de raíces adventicias es muy compleja, implicando más que una simple alteración de la concentración del etileno (12).

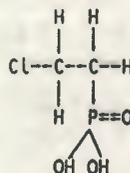
3.1.1.D Ethephón

Ethephón es el nombre técnico del ácido 2-cloroetil fosfónico, un regulador de crecimiento, que causa múltiples efectos en la fisiología de las plantas (5). Está clasificado dentro de los inhibidores del crecimiento y liberador de etileno (27). Sus efectos principales sobre las plantas son: epinastia, iniciación de raíces, estimulación

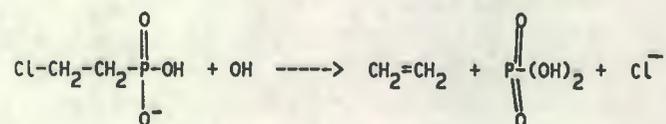


de la madurez de los frutos, defoliación y otros efectos parecidos a los obtenidos con el etileno (2,4).

El ethephón es una mezcla del ácido cloroetano fosfónico y el éster mono 2-cloroetil fosfónico. Su fórmula química empírica es: $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}_3\text{H}_2$ y su fórmula estructural:



Según Cooke y Randall (5), este ácido permanece estable a pH ácido (menor de 4), y al entrar en los tejidos de la planta, debido a que el protoplasma de la célula tiene un pH mayor que 4, es degradado con la consiguiente liberación de etileno, responsable de toda la actividad biológica. La reacción es la siguiente:



Cooke y Randall (5), concluyeron que el ethephón ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno como producto de descomposición. Así el ethephón ofrece un medio para tratar con etileno a las plantas, ya que sus efectos son similares a los ejercidos en la floración, maduración de frutos y abscisión (27).

3.1.2 Bases anatómicas y fisiológicas del desarrollo de raíces en estacas.

Las raíces que surgen después de la aplicación de reguladores de crecimiento vegetal, son de origen similar a las producidas normalmente; no obstante, tanto las características de las raíces como su disposición en el tallo pueden variar considerablemente. Las concentraciones altas de reguladores de crecimiento pueden producir anomalías en la formación de raíces y necrosis en los tejidos (27).

Las raíces que se forman en las estacas de tallo pueden ser de dos tipos: raíces preformadas y raíces de

lesiones. Las primeras se desarrollan naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre, pero que no emergen hasta después de que se corta la porción de tallo. Las raíces de lesiones se desarrollan sólo después de que se ha hecho la estaca, una respuesta al efecto de la lesión al preparar la misma (12).

Cuando se hace una estaca, se inicia un proceso de cicatrización y regeneración que ocurre en tres etapas: en la primera las células externas lesionadas forman una placa necrótica que sella la herida con suberina y tapa el xilema con goma, protegiéndola contra la desecación. Luego las células que están detrás de esa placa empiezan a dividirse y se forma una capa de células de parénquima (callo), para que posteriormente las células próximas al cambium vascular y al floema empiecen a iniciar raíces adventicias (12).

Los cambios anatómicos durante la iniciación de la raíz se inician con una desdiferenciación de células maduras específicas, luego se da la formación de iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, para que finalmente el desarrollo subsecuente de éstas, origine primordios de raíces organizados, los cuales se desarrollan y emergen hacia afuera a través del tejido del tallo y de la conexión vascular entre los primordios radiculares y los tejidos conductores de la estaca (12).

En general el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca y hacia afuera del cilindro central del tejido vascular (12).

El callo es una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación; éste se forma generalmente en el extremo basal de la estaca. La formación del callo ayuda a que a través de él pasen las raíces, y en algunas especies provienen del callo, pero la formación de callo y de raíces es independiente (12).

Las plantas se pueden dividir en tres tipos, respecto a su relación con los materiales implicados en la iniciación de raíces adventicias: así tenemos a las plantas de fácil enraizamiento en las que los tejidos proporcionan todas las diversas sustancias nativas, incluso la auxina y ocurre una rápida formación de raíces. Luego se encuentran las plantas más o menos fáciles de enraizar en las que se cuenta con la presencia de suficiente cantidad de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante, y finalmente

se encuentran las plantas difíciles de enraizar, ya que tienen problemas de falta de actividad de uno o más cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia (12).

3.1.3 Algunos antecedentes experimentales en Guatemala empleando IBA y Ethephón.

3.1.3.A Investigaciones con IBA

En 1979 Pappa (19), realizó un estudio tendiente a determinar los efectos de la aplicación de IBA y IAA en el enraizamiento de Petunia grandiflora, habiéndolo llegado a determinar que el empleo de IBA y IAA permite un enraizamiento más uniforme y denso que el enraizamiento del testigo, así como un ahorro en cuanto a la mano de obra y al tiempo de enraizamiento. Las dosis recomendadas son de 800 ppm de IBA y una mezcla de 200 ppm de IBA con 200 ppm de IAA.

Mientras que Villegas (26), evaluó en 1984, el efecto del IBA, en 3 distintas dosis contra el efecto del IAA con las mismas dosificaciones en estacas de cacao (Theobroma cacao L.), habiéndolo llegado a determinar que los efectos del IBA son similares a los del IAA, en cuanto al número y longitud de las raíces formadas, cuando empleó dosis de 4, 8 y 12 ppm. Aunque el testigo también presenta la misma respuesta en algunos tratamientos.

Mendoza (16), al evaluar los efectos del IBA y del IAA, solos y mezclados, como enraizadores de clavel, determinó que el IBA, en dosis de 2000 ppm y con un sustrato de arena blanca combinada con turba de coco o sólo como arena blanca, permitía obtener raíces mucho más largas, aunque no tan largas como las obtenidas al emplear IAA en dosis de 4000 ppm y un sustrato de arena mezclada con turba de coco.

Chacón (3), en 1988, determinó que el IBA en dosis de 3000 ppm, únicamente induce la formación de callo, pero no de raíces, en estacas de encino (Quercus tristis Liebm.), mientras que Corado (6), en 1990, al evaluar enraizamiento en esquejes de dos especies de bambú, determinó que los niveles evaluados de IBA, en dosis de 100, 500 y 1000 ppm,

no presentan efectos en la propagación vegetativa de Gigantochloa verticilata y Bambusa tulda.

3.1.3.B Investigaciones con Etheephón

En 1981 Pinto (21), empleó etheephón para estimular la producción de tres clones de Hevea brasiliensis habiendo obtenido incrementos significativos del orden de 12 litros de látex/ha en los tres clones evaluados, cuando se aplicaron soluciones de etheephón al 10%. Además de indicar que con estas dosis se incrementaron los períodos de goteo aproximadamente en dos horas más. Concluye que el uso del etheephón en la extracción de látex "es una práctica rentable".

En 1982 Montenegro (18), evaluó el efecto del etheephón sobre la inducción de la floración en piña, en una época en que las condiciones climáticas imperantes no eran propicias para que la planta pudiera inducir flor de manera natural, obteniendo frutos de más de 2 kg de peso a los 175 días después de la aplicación mientras que las plantas testigo hicieron visibles sus inflorescencias 5 ó 6 meses después que las tratadas. Las dosis aplicadas fueron de 0.5 ml, 1.25 ml y 2.0 ml de etheephón al 48% por litro de solución, habiendo aplicado 50 ml de solución en el centro de cada planta.

Vega (25), en 1985, llegó a la conclusión que el etheephón utilizado en concentraciones de hasta 500 ppm, favorece la maduración del fruto de café, sin que afecte a la planta con defoliaciones y sin producir manchas en el epicarpio del fruto. Sin embargo, señala que el empleo del etheephón como acelerador del maduramiento del fruto "genera un sabor químico de tendencia amarga en la bebida, la cual se acentúa al aumentar la concentración del producto".

Mejía (15), encontró que con etheephón, en dosis de 4 a 23 ppm se obtenía un 96% de uniformidad de floración en piña, contra un 62% del testigo, reduciéndose el período de la floración en 46 días y la cosecha en 51 días de diferencia comparado con el testigo. En análisis bromatológicos efectuados determinó que las dosis evaluadas de etheephón y de ácido 2,4

diclorofenoxiacético disminuyen ligeramente el contenido de azúcares en los frutos.

Acosta (1), determinó que el ethephón coadyuva a que el crisantemo pon-pon tenga mayor longitud en el tallo, aproximadamente de 14 cm comparado con el testigo, pero este crecimiento longitudinal del tallo retarda la floración, a tal punto que tiene que cosecharse 15 días después que el testigo. La dosis de ethephón que empleó fue de 400 ppm, aplicada a los 40 días después del transplante.

3.1.4 Izote pony

3.1.4.A Clasificación taxonómica (7,23).

REINO: Plantae
 SUBREINO: Embryobionta
 DIVISION: Magnoliophyta
 CLASE: Liliopsida
 SUBCLASE: Lillidae
 ORDEN: Liliales
 FAMILIA: Liliaceae
 GENERO: *Beaucarnea*
 ESPECIE: *Beaucarnea guatemalensis* Rose. 1906

3.1.4.B Descripción morfológica

Se considera que las plantas pertenecientes a esta especie son árboles pequeños con tallos altos, limpios, con la base gruesamente bulbosa, poco ramificados y estas pocas ramas son densamente frondosas en los extremos; con alturas que van de los 3 a los 12 m y con diámetros comprendidos entre los 20 a 45 cm (23). Pero las plantas pequeñas son ideales como especies de interiores, ya que debido a su lento crecimiento, mantienen un tamaño conveniente por muchos años (14). Poseen hojas relativamente delgadas con longitudes que alcanzan algunas veces un metro o menos; teniendo de 2 a 3 centímetros de ancho, con los bordes lisos o rugosos, siendo la superficie de las hojas áspera al tacto (23).

Las flores se encuentran agrupadas en panículas ovoides alargadas, abundantemente ramificadas, siendo las ramificaciones de las panículas de 30 cms de longitud o menos, teniendo las flores un periantro segmentado aproximadamente

de 3 mm de largo; fruto elíptico y ovado de 15 a 18 mm de longitud y 13 a 15 mm de ancho, marginado en la base y en el ápice, semillas de 5 mm de diámetro, irregularmente trilobados y lisos.

3.1.4.C Distribución geográfica:

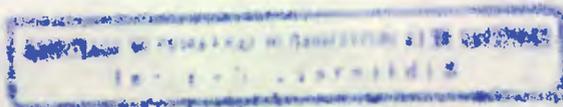
Standley (23), señala que son conocidas cerca de 9 especies de plantas pertenecientes al género *Beaucarnea*, distribuidas tanto en Guatemala como en México. Este autor reporta 3 especies para Guatemala: *B. ameliae* Lundell, *B. guatemalensis* Rose., y *B. petenensis* Lundell, aunque existen dudas en cuanto a que *B. ameliae* sea distinta a *B. petenensis*.

Todos los miembros de este género son endémicos y se encuentran distribuidos en forma natural en los departamentos de: El Petén, Alta y Baja Verapaz, Huehuetenango, Jalapa y Chiquimula (23). Pero a partir del inicio del proceso de exportación de esta planta, ya se cultiva en la mayor parte de la República.

Los nombres mayas reportados para esta especie en Yucatán, México fueron: tsipil y chit, y en Huehuetenango como chicú, aunque también se le conoce como: corcho, izote, izote real, izote de montaña (23), planta pie de elefante, pony tail (14), izote pony, pony, etc.

3.1.4.D Importancia económica

El izote pony ha tenido un gran impacto entre, lo que se ha denominado follajes para interiores, esto ha incidido en forma directa en los volúmenes de este producto que han sido exportados tal y como puede observarse en el Cuadro 1:



Cuadro 1
Volúmenes de izote pony (*Beaucarnea guatemalensis*), exportados por Guatemala en el período 1987-1990.

AÑO	VOLUMEN EXPORTADO (Kg)	COSTO (Q)
1987	257,689.00	47,706.00
1988	503,611.00	136,560.50
1989	** 236,747.00	73,347.00
1990	** 120,975.00	97,971.83

Los datos que se consignan con asterisco son datos parciales.

FUENTE: Programa de exportación e importación de productos agrícolas del comercio exterior, Departamento de Cuarentena Vegetal, Dirección General de Servicios Agrícolas.

Siendo los países que importan las mayores cantidades: Holanda, Italia y Alemania, en ese orden (10).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Descripción del área experimental

3.2.1.A Localización del área experimental

La presente investigación se realizó en dos áreas diferentes una de ellas ubicada en el invernadero perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la otra, denominada condiciones del agricultor, en una planta enraizadora ubicada en la colonia Atlántida, zona 18 de la ciudad capital de Guatemala. Ambas áreas se encuentran ubicadas en el municipio de Guatemala, en las coordenadas 14°35' para la latitud Norte y 90°31' longitud Oeste, a una altitud de 1,500 msnm y de acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge se encuentra ubicado en la zona de vida correspondiente al Bosque Húmedo Subtropical (3,8).

3.2.1.B Condiciones climáticas

De acuerdo con el INSIVUMEH (11), la temperatura media anual para el valle de la ciudad

de Guatemala es de 18.15° C, con humedad relativa media anual del 79% y vientos con una velocidad de 16.67 km/hora.

3.2.1.C Material experimental

Se emplearon 672 plantas desenraizadas de izote pony, las cuales tenían un diámetro en la base comprendido entre los 650 y 750 mm, así como arena pómez con una granulometría de 0.5 mm.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar la capacidad de formación de raíces adventicias del izote pony (Beaucarnea guatemalensis R.), utilizando tres diferentes dosis de dos reguladores de crecimiento y dos colores lienzo de polietileno en la base de la planta.

4.2 Específicos

- 4.2.1 Evaluar la formación y el crecimiento de raíces en plantas de izote pony, mediante el uso de reguladores de crecimiento.
- 4.2.2 Evaluar cada regulador de crecimiento, en función de tres dosis diferentes, para encontrar aquella que sea la más conveniente.
- 4.2.3 Comparar el efecto del color del lienzo de polietileno (transparente vrs oscuro) en en la formación de tejido radicular.
- 4.2.4 Efectuar un análisis económico de los tratamientos evaluados, para que en base a ello, se puedan efectuar las recomendaciones pertinentes.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Al menos existe un regulador de crecimiento que permite incrementar el porcentaje de plantas que enraizan en Beaucarnea guatemalensis R.
- 5.2 El color del lienzo de polietileno (transparente u oscuro), afecta el crecimiento de las raíces tanto en longitud como en número.

6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

6.1 Diseño experimental

Para determinar la respuesta de los factores evaluados, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo trifactorial de 7*2*2. Habiéndose realizado dicha evaluación en dos sitios diferentes: condiciones del invernadero y condiciones del agricultor.

6.2 Factores a evaluar

Los factores que se evaluaron se observan en el cuadro 2.

CUADRO 2.
FACTORES EVALUADOS DURANTE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

FACTOR	REGULADOR DEL CRECIMIENTO	DOSIS A EMPLEAR
"A"	1. Testigo	00 ppm
	2. Acido indolbutírico	3000 ppm
	3. Acido indolbutírico	5000 ppm
	4. Acido indolbutírico	15000 ppm
	5. Acido 2-cloroetil fosfónico	300 ppm
	6. Acido 2-cloroetil fosfónico	500 ppm
	7. Acido 2-cloroetil fosfónico	750 ppm
	COLOR DEL LIENZO DE POLIETILENO	
"B"	1. Lienzo de polietileno transparente	
	2. Lienzo de polietileno obscuro	
	DURACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO	
"C"	1. 30 días	
	2. 40 días	

Las razones para elegir estos factores fueron: factor A (regulador de crecimiento y su dosis): el IBA es la hormona que emplean actualmente la mayoría de los exportadores y lo vienen empleando en concentraciones de 15000 ppm, sabido esto,

uno de los objetivos de la investigación consistía en saber si, partiendo del comportamiento senoidal que poseen la mayoría de las hormonas, podrían encontrarse concentraciones menores que nos permitieran obtener mejores resultados a los obtenidos por los exportadores. En el caso del ácido 2-cloroetil fosfónico, se decidió evaluar este producto porque se tiene conocimiento que dicha hormona se ha comenzado a emplear por algunas empresas exportadoras, las concentraciones que se evaluaron fueron planteadas únicamente a nivel exploratorio.

En cuanto al color del lienzo de polietileno se sabe que a la fecha sólo se emplean lienzos de polietileno de color transparente, éstos permiten percibir si se ha dado o no el enraizamiento; en el caso del nylon de color oscuro se decidió evaluarlo pensando que el color permitiría un mejor crecimiento de las raíces adventicias debido a que así se favorece el heliotropismo negativo.

Evaluar la duración del enraizamiento (factor C) perseguía encontrar un tratamiento que nos permitiese obtener altos porcentajes de enraizamiento y un adecuado crecimiento de las raíces adventicias, en el menor tiempo posible.

6.3 Manejo del experimento

6.3.1 Preparación de las plantas

A cada planta se le eliminaron las raíces normales, para favorecer la formación de raíces adventicias. Además se efectuó un lavado en la base de la planta para eliminar los restos de tierra que pudieran tener para poder cumplir con las normas del importador en cuanto a no ingresar tierra de esta región a los países de destino.

Luego se aplicó una solución de Benomyl en la base de la planta para prevenir infecciones en las áreas podadas. Esta aplicación se realizó sumergiendo la planta en una solución de Benomyl al 0.2%.

Posteriormente se procedió a la aplicación del regulador de crecimiento, preparado de acuerdo con las especificaciones requeridas, por el método de inmersión rápida (27).

Habiéndose aplicado la hormona, se colocó en la base de la planta el sustrato, consistente en arena pómez, la que se colocó en un lienzo de polietileno y se sujetó a la planta por medio de una banda de hule.

Finalmente las plantas fueron colocadas en bandejas de madera hasta que cumplieron con el periodo de tiempo estipulado para el enraizamiento.

6.3.2 Preparación de las dosis de hormona

6.3.2.A Preparación de las soluciones de IBA

Para la preparación de los niveles de IBA a evaluar, se disolvió una cantidad determinada de la hormona, que es un producto sólido, en alcohol etílico al 50%, en función de las dosis, de la siguiente manera:

DOSIS	CANTIDAD IBA (grs)	ALCOHOL 50% (ml)
15,000 ppm	15	1,000
5,000 ppm	5	1,000
3,000 ppm	3	1,000

Se humedeció el IBA con una porción de alcohol etílico al 50% hasta que se obtuvo una pasta homogénea. Luego se agregó el resto del alcohol y se agitó para disolver todo el IBA. La solución se almacenó en frascos de color ámbar para evitar la descomposición fotoquímica de la misma.

6.3.2.B Preparación de las soluciones de Ethephón

Para la preparación de los niveles de ethephón, se realizó una dilución del producto comercial Ethrel, que viene al 39.5%, con agua destilada, en función de las dosis, de la siguiente manera:

DOSIS	VOLUMEN ETHREL (ml)	VOLUMEN AGUA (ml)
250 ppm	1	1580
500 ppm	1	790
750 ppm	1	526

6.4 Variables respuesta

Como indicadores del efecto de los factores evaluados se determinaron las siguientes variables respuesta:

- a. Porcentaje de enraizamiento
- b. Número de raíces
- c. Longitud de las raíces
- d. Peso seco de las raíces
- e. Distribución de las raíces producidas

6.5 Registro de la información.

6.5.1 Porcentaje de enraizamiento

Se determinó el número de plantas que produjeron raíces. Esta información se registró para determinar el porcentaje de enraizamiento, en base a las 6 plantas tratadas por unidad experimental.

6.5.2 Número de raíces

Se realizó un conteo de las raíces adventicias producidas por planta, para expresar esta información en función de tratamientos.

6.5.3 Longitud de raíces

Para el registro de esta variable, se eliminaron las raíces formadas, las cuales fueron medidas longitudinalmente, a fin de obtener una longitud de raíces promedio por planta y posteriormente por tratamiento.

6.5.4 Peso seco de las raíces

Habiéndose determinado las longitudes de las raíces, dicho material se colocó en bolsas de papel y fue sometido a desecación durante 48 horas a una temperatura de 60° C; el material deshidratado fue pesado para determinar la materia seca producida por planta y por tratamiento.

6.5.5 Distribución de las raíces producidas

Aprovechando la forma circular de la base de las plantas, se procedió al trazo de un octágono imaginario en donde se le asignó un valor de 12.5 puntos a cada porción del octágono en el que aparecieron raíces, de tal

manera que la planta que produjo raíces en las ocho porciones, obtuvo un valor de 100 puntos.

6.6 Análisis estadístico de la información

Luego de registrados los datos de campo y laboratorio, se obtuvieron las medias para las variables respuesta analizadas, realizando las conversiones pertinentes a las variables discretas para transformarlas en variables continuas, los porcentajes también fueron transformados. Con esta información se procedió a realizar el análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables respuesta en base al modelo matemático siguiente:

$$Y_{ijkl} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + D_l + AD_{il} + BD_{jl} + ABD_{ijl} + CD_{kl} + ACD_{ikl} + BCD_{jkl} + ABCD_{ijkl} + E_{ijklm}$$

en donde:

Y_{ijkl}	= variable respuesta
U	= efecto de la media general
A_i	= efecto del factor A (tipo de hormona-dosis)
B_j	= efecto del factor B (color del lienzo de polietileno)
AB_{ij}	= efecto de la interacción de los factores "A" y "B"
C_k	= efecto del factor C (tiempo de enraizamiento)
AC_{ik}	= efecto de la interacción de los factores "A" y "C"
BC_{jk}	= efecto de la interacción de los factores "B" y "C"
ABC_{ijk}	= efecto de la interacción de los factores "A", "B" y "C"
D_l	= efecto de la localidad
AD_{il}	= efecto de la interacción del factor "A" y la localidad
BD_{jl}	= efecto de la interacción del factor "B" y la localidad
ABD_{ijl}	= efecto de la interacción de los factores "A", "B" y la localidad
CD_{kl}	= efecto de la interacción del factor "C" y la localidad
ACD_{ikl}	= efecto de la interacción de los factores "A", "C" y la localidad
BCD_{jkl}	= efecto de la interacción de los factores "B", "C" y la localidad
$ABCD_{ijkl}$	= efecto de la interacción de los factores "A", "B", "C" y la localidad
E_{ijklm}	= efecto del error experimental

Las interacciones que presentaron diferencias significativas fueron sometidas a la prueba de medias de Tuckey.

6.7 Análisis económico

Este se realizó empleando la metodología de la Tasa Marginal de Retorno, que utiliza los costos variables y los beneficios netos totales para determinar la rentabilidad de los tratamientos.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro 3 (resumen de los resultados obtenidos), se dan a conocer los porcentajes de enraizamiento, número, longitud, peso seco y distribución de raíces por tratamiento.

Cuadro 3
RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE 14 TRATAMIENTOS PARA INDUCIR ENRAIZAMIENTO EN IZOTE PONY
(*Boucarnea guatemalensis* r.)

TRATAMIENTO	COL	TIE	LOC	P.E.P.	N.R.P.	L.R.P.	P.S.P.	D.R.P.	LOC	P.E.P.	N.R.P.	L.R.P.	P.S.P.	D.R.P.
TEST	1	I	A	25	0.67	0.86	0.0196	7.29	B	8	0.17	0.08	0.001	1.04
TEST	1	II	A	25	1.50	1.24	0.0313	15.79	B	17	1.08	0.55	0.0137	9.54
TEST	2	I	A	17	1.34	0.68	0.0271	9.38	B	25	0.67	0.36	0.0056	7.29
TEST	2	II	A	33	1.92	1.74	0.0336	15.79	B	25	1.25	0.91	0.0140	12.67
IBA 3000	1	I	A	50	1.38	0.92	0.0777	39.06	B	83	3.50	1.60	0.0585	34.38
IBA 3000	1	II	A	88	6.25	3.99	0.1423	53.44	B	50	2.38	1.17	0.0278	31.25
IBA 3000	2	I	A	100	8.50	2.31	0.1765	59.38	B	50	2.13	0.95	0.0264	18.75
IBA 3000	2	II	A	100	10.50	3.53	0.2148	74.75	B	83	6.13	2.15	0.1264	42.19
IBA 5000	1	I	A	75	3.38	1.09	0.0455	37.19	B	63	1.75	1.18	0.0210	15.63
IBA 5000	1	II	A	92	5.63	3.79	0.1223	45.94	B	50	1.00	1.14	0.0116	7.81
IBA 5000	2	I	A	83	5.13	2.25	0.0734	50.63	B	63	1.63	1.50	0.0104	12.50
IBA 5000	2	II	A	100	6.88	2.96	0.1081	65.19	B	100	7.25	3.06	0.0994	64.00
IBA 15000	1	I	A	75	2.63	1.12	0.0380	23.44	B	25	0.50	0.42	0.0040	6.25
IBA 15000	1	II	A	100	4.25	2.46	0.0765	41.25	B	75	3.38	1.18	0.0309	30.31
IBA 15000	2	I	A	75	2.00	1.25	0.0191	18.75	B	33	1.13	1.59	0.0143	9.38
IBA 15000	2	II	A	50	1.25	0.95	0.0085	10.94	B	50	1.50	0.63	0.0055	14.06
ETH.250	1	I	A	66	5.63	3.09	0.1946	29.69	B	63	2.88	1.48	0.0848	31.25
ETH.250	1	II	A	75	5.63	3.95	0.1370	50.00	B	75	4.00	2.21	0.0971	37.19
ETH.250	2	I	A	75	3.25	2.69	0.0935	29.69	B	75	2.63	1.36	0.0327	24.06
ETH.250	2	II	A	41	0.375	0.588	0.005	4.69	B	100	6.38	2.42	0.1673	47.50
ETH.500	1	I	A	83	3.50	1.36	0.0521	23.44	B	66	2.88	0.98	0.0411	31.25
ETH.500	1	II	A	83	10.38	3.76	0.3453	54.69	B	83	6.38	2.96	0.1524	62.50
ETH.500	2	I	A	66	4.25	1.37	0.0739	53.13	B	75	3.38	1.63	0.0153	39.69
ETH.500	2	II	A	100	8.88	3.36	0.3117	64.69	B	50	4.00	3.70	0.1188	35.00
ETH.750	1	I	A	83	5.38	1.90	0.1413	38.13	B	100	3.75	2.26	0.0674	40.31
ETH.750	1	II	A	83	6.75	3.22	0.1596	63.13	B	100	7.13	3.13	0.1567	59.06
ETH.750	2	I	A	92	9.00	3.12	0.2326	70.31	B	83	5.75	2.06	0.1027	43.75
ETH.750	2	II	A	83	8.27	3.23	0.2216	58.44	B	83	3.00	2.38	0.0868	36.56

COL=Color del lienzo de polietileno: 1=transparente 2=oscuro
A=invernadero B=agricultor
P.E.P.=Porcentaje de enraizamiento producido (%)
N.R.P.=Número de raíces producidas (cm)
P.S.P.=Peso seco de las raíces producidas (gr)

TIE=Duración de la enraización: I=30 días II=40 días
N.R.P.=Número de raíces producidas
D.R.P.=Distribución de las raíces producidas (%)

LOC=Lugar de enraizamiento
L.R.P.=Longitud de las raíces

7.1.1 PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

El análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento presenta (cuadro 4), diferencias significativas para los factores: hormona, tiempo y localidad, y para las interacciones: hormona-color, hormona-localidad, color-tiempo-localidad y hormona-color-tiempo-localidad. Al presentarse estas diferencias significativas, se procedió a aplicar la prueba de Tuckey para encontrar las interacciones que proporcionan los mejores porcentajes de enraizamiento.

Para la interacción hormona-color (cuadro 5), los tratamientos en los que se utilizó Ethephón, no reportan variación en su comportamiento en cuanto al color del lienzo de polietileno que se empleó en la base de la planta, mientras que los tratamientos de IBA presentan mejores resultados cuando en la base de la planta se colocan lienzos de color oscuro, ya que los tratamientos con lienzo transparente se ubican en los niveles inferiores, esto se fundamenta si se toma en cuenta lo señalado por Weaver (27), en el sentido que el IBA se descompone rápidamente en presencia de luz solar, lo que viene a afectar los resultados de la interacción IBA-lienzo transparente, debido a que este nylon no tiene la capacidad de obstruir la llegada de la luz al área en la que se aplicó la hormona.

En la interacción hormona-localidad (cuadro 6), los tratamientos de Ethephón a 750 y 500 ppm no presentan variaciones en su comportamiento, a nivel estadístico, si el enraizamiento se lleva a cabo en invernadero o en condiciones de agricultor; para los tratamientos en los que se utilizó IBA, únicamente a 5000 ppm es indiferente la localidad en la que se realice el enraizamiento. Los tratamientos restantes responden mejor a las condiciones de invernadero.

La dominancia de las condiciones de invernadero sobre las condiciones de agricultor se fundamenta en que el proceso de formación radicular es llevado a cabo por procesos enzimáticos los cuales se ven afectados por la temperatura ambiental, tal y como lo señala Bidwell (2) "dentro de ciertos límites la tasa de las reacciones enzimáticas se duplica por cada 10 grados centígrados de elevación de la temperatura". Si se toma en cuenta que existió una diferencia de 8 grados centígrados entre las temperaturas medias predominantes en las localidades evaluadas (figura 1), es obvio que los mejores resultados se obtendrán en la región que presente temperaturas medias más elevadas.

Cuadro 4
ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJES DE ENRAIZAMIENTO

F.V.	G.L.	S.C	F.c.	Pr>F
Tratamientos	61	112922.8894	4.75	0.0001
Hormona	6	62872.1208	26.86	0.0001
Color lienzo	1	49.3920	0.13	0.7224
Hormona + color	6	7310.5785	3.12	0.0640
Tiempo	1	3270.2359	8.38	0.0043
Hormona + tiempo	6	1413.8734	0.60	0.7268
Color + tiempo	1	5.8746	0.02	0.9025
Hormona + color + tiempo	6	3554.3805	1.52	0.1751
Localidad	1	2600.5495	6.67	0.0107
Hormona + localidad	6	7900.9765	3.38	0.0037
Color + localidad	1	19.1125	0.05	0.8251
Hormona + color + localidad	6	4096.2088	1.75	0.1126
Tiempo + localidad	1	6.9972	0.02	0.8936
Hormona + tiempo + localidad	6	2806.3035	1.20	0.3095
Color + tiempo + localidad	1	2338.8144	6.00	0.0154
Hormona+color+tiempo+localidad	6	6893.4350	2.95	0.0094
Error	162	63197.6782		
Total	223	176120.5676		

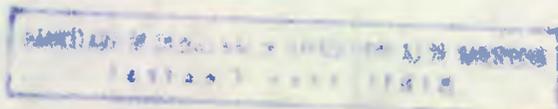
C.V. = 32.25%

Cuadro 5

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO, PARA LA INTERACCION HORMONA-COLOR

INTERACCION		PROMEDIO DE ENRAIZAMIENTO	
ETH	750-TRANSPA	82.1078	a
IBA	5000-OBSCURO	77.6492	a
ETH	750-OBSCURO	75.4199	a
IBA	3000-OBSCURO	74.2155	a
ETH	500-TRANSPA	70.7819	a
IBA	15000-OBSCURO	66.3992	ab
ETH	500-OBSCURO	66.3233	ab
ETH	250-OBSCURO	65.1569	ab
ETH	250-TRANSPA	63.9146	ab
IBA	5000-TRANSPA	61.8648	ab
IBA	3000-TRANSPA	60.6604	ab
IBA	15000-TRANSPA	46.9637	bc
TESTIGO-OBSCURO		26.2962	cd
TESTIGO-TRANSPA		19.7221	d

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.



Los resultados de la prueba de Tuckey realizada a la interacción color-tiempo- localidad (cuadro 7) y de la interacción hormona-color-tiempo-localidad (cuadro 8), presentan muy poca variación en la información que proporcionan, por lo que nos referiremos a ellos en términos muy generales.

Cuadro 6

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO,
EN LA INTERACCION: HORMONA-LOCALIDAD

INTERACCION		PROMEDIO DE ENRAIZ	
ETH	750-AGRICULTOR	82.1077	a
IBA	5000-INVERNADERO	76.6243	ab
IBA	750-INVERNADERO	76.4448	ab
ETH	500-INVERNADERO	74.2156	ab
ETH	250-INVERNADERO	71.8068	ab
IBA	15000-INVERNADERO	66.3233	abc
IBA	5000-AGRICULTOR	62.8897	abc
ETH	500-AGRICULTOR	62.8897	abc
IBA	3000-AGRICULTOR	58.4311	bc
ETH	250-AGRICULTOR	57.2647	bc
IBA	5000-AGRICULTOR	47.0396	cd
TESTIGO-INVERNADERO		26.2962	de
TESTIGO-AGRICULTOR		19.7221	e

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

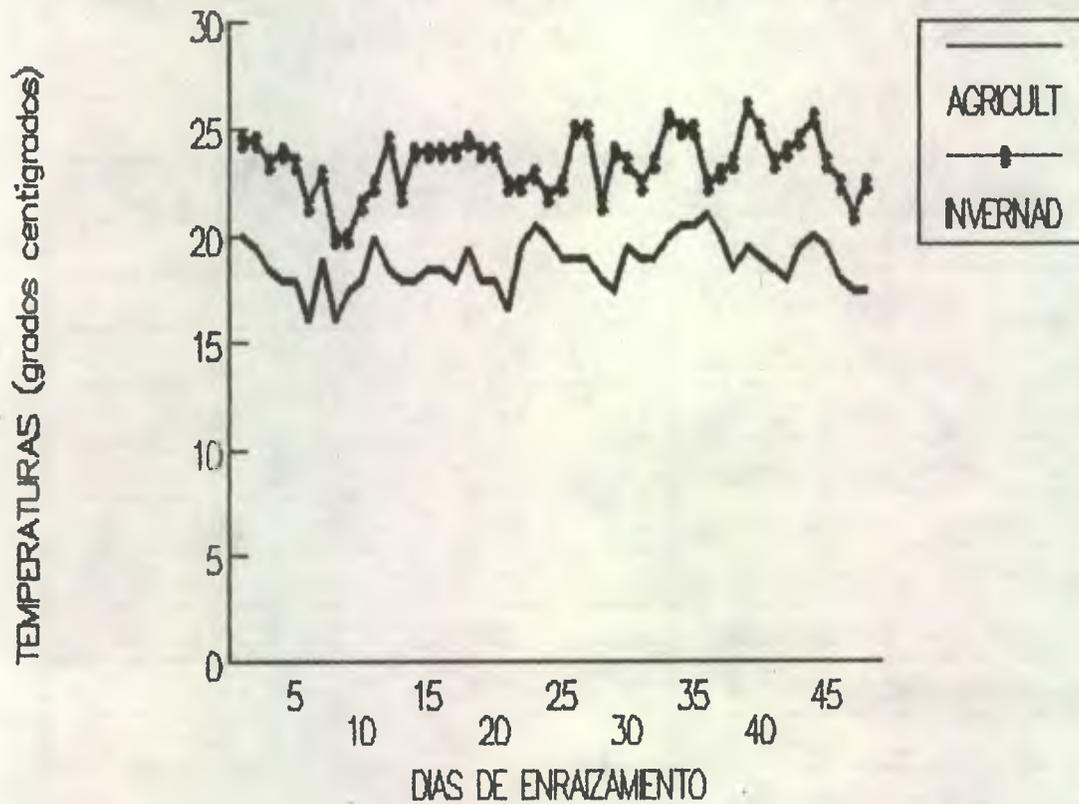


Figura 1. Temperaturas medias registradas durante la conducción de la investigación bajo condiciones de invernadero y de agricultor.

En el cuadro 7 se observa que en el último nivel se encuentra la interacción color transparente-30 días-agricultor, esto se debe a los bajos porcentajes de prendimiento que se obtuvieron al emplear lienzos transparentes en plantas tratadas con IBA. En el cuadro 8 es de resaltar que el testigo con nylon oscuro, bajo condiciones de invernadero presenta mejores resultados que los del tratamiento de IBA cubierto con nylon transparente y bajo condiciones de agricultor, lo que es un indicador de la descomposición fotoquímica que sufre el IBA, cuando se le deja en presencia de luz solar.

Cuadro No 7.
PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO
EN LA
INTERACCION COLOR-TIEMPO-LOCALIDAD.

INTERACCION	PROMEDIO DE ENRAIZAMIENTO
TRANSPARENTE-40 DIAS- INVERNADERO	71.1916 a
OBSCURO-40 DIAS- AGRICULTOR	65.9935 ab
OBSCURO-40 DIAS- INVERNADERO	65.4078 ab
OBSCURO-30 DIAS- INVERNADERO	64.2582 ab
TRANSPARENTE-30 DIAS- INVERNADERO	57.7646 ab
TRANSPARENTE-40 DIAS- AGRICULTOR	57.6837 ab
OBSCURO-30 DIAS- AGRICULTOR	56.4749 ab
TRANSPARENTE-30 DIAS- AGRICULTOR	51.2118 b

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

Cuadro 8.
PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO,
EN LA INTERACCION: HORMONA-COLOR-TIEMPO-LOCALIDAD.

INTERACCION	% MEDIO DE ENRAIZA.	INTERACCION	% MEDIO DE ENRAIZAMIENTO	INTERACCION	% MEDIO DE ENRAIZAM.
IBA 3000-OBS-30 DIAS-INV	90.00 a	ETH 500-TRA-40 DIAS-AGR	72.17 abc	ETH 500-OBS-30 DIAS-AGR	58.43 abc
IBA 3000-OBS-40 DIAS-INV	90.00 a	ETH 750-TRA-30 DIAS-INV	72.17 abc	ETH 500-OBS-30 DIAS-INV	54.33 abc
IBA 5000-OBS-40 DIAS-AGR	90.00 a	ETH 750-OBS-30 DIAS-AGR	72.17 abc	IBA 15000-TRA-30 DIAS-AGR	45.00 abc
IBA 5000-OBS-40 DIAS-INV	90.00 a	ETH 750-OBS-40 DIAS-INV	72.17 abc	IBA 3000-TRA-30 DIAS-INV	44.70 abc
IBA 15000-TRA-40 DIAS-INV	90.00 a	IBA 15000-TRA-40 DIAS-AGR	67.35 abc	IBA 3000-TRA-40 DIAS-AGR	44.70 abc
ETH 250-OBS-40 DIAS-AGR	90.00 a	IBA 15000-OBS-30 DIAS-INV	67.35 abc	IBA 3000-OBS-30 DIAS-AGR	44.70 abc
ETH 500-OBS-40 DIAS-INV	90.00 a	ETH 250-TRA-40 DIAS-AGR	67.35 abc	IBA 5000-TRA-40 DIAS-AGR	44.70 abc
ETH 750-TRA-30 DIAS-AGR	90.00 a	ETH 250-TRA-40 DIAS-INV	67.35 abc	IBA 15000-OBS-40 DIAS-AGR	44.70 abc
ETH 750-TRA-40 DIAS-AGR	90.00 a	ETH 250-OBS-30 DIAS-AGR	67.35 abc	IBA 15000-OBS-40 DIAS-INV	44.70 abc
IBA 3000-TRA-40 DIAS-INV	81.08 ab	ETH 250-OBS-30 DIAS-INV	67.35 abc	ETH 250-OBS-40 DIAS-INV	35.93 abc
IBA 5000-TRA-40 DIAS-INV	81.08 ab	IBA 5000-TRA-30 DIAS-INV	63.25 abc	TESTIGO-OBS-40 DIAS-INV	35.06 abc
ETH 750-OBS-30 DIAS-INV	81.08 ab	IBA 15000-TRA-30 DIAS-INV	63.25 abc	IBA 15000-OBS-30 DIAS-AGR	31.11 abc
ETH 500-TRA-30 DIAS-INV	76.27 ab	ETH 500-OBS-40 DIAS-AGR	62.53 abc	TESTIGO-TRA-30 DIAS-INV	26.30 bc
ETH 500-TRA-40 DIAS-INV	76.27 ab	ETH 250-TRA-30 DIAS-AGR	62.53 abc	TESTIGO-TRA-40 DIAS-INV	26.30 bc
ETH 750-TRA-40 DIAS-INV	76.27 ab	IBA 5000-TRA-30 DIAS-AGR	58.43 abc	TESTIGO-OBS-30 DIAS-AGR	26.30 bc
ETH 750-OBS-40 DIAS-AGR	76.27 ab	IBA 5000-OBS-30 DIAS-AGR	58.43 abc	TESTIGO-OBS-40 DIAS-AGR	26.30 bc
IBA 3000-TRA-30 DIAS-AGR	72.17 abc	ETH 250-TRA-30 DIAS-INV	58.43 abc	TESTIGO-TRA-40 DIAS-AGR	17.53 bc
IBA 3000-OBS-40 DIAS-AGR	72.17 abc	ETH 500-TRA-30 DIAS-AGR	58.43 abc	TESTIGO-OBS-30 DIAS-INV	17.53 bc
IBA 5000-OBS-30 DIAS-INV	72.17 abc			TESTIGO-TRA-30 DIAS-AGR	8.77 c

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

7.1.2 NUMERO DE RAICES

En el análisis de varianza (Cuadro 9), se encontraron diferencias significativas para los factores hormona, tiempo y localidad, y para las interacciones: hormona-color y hormona-color-localidad, realizándose, posteriormente, las pruebas de Tuckey a las interacciones.

Cuadro 9.

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE: NUMERO DE RAICES

F.V.	G.L	S.C.	F.c	Pr>F
Tratamientos	61	92.9248	4.33	0.0001
Hormona	6	40.5458	19.20	0.0001
Color	1	0.7257	2.06	0.1530
Hormona * color	6	7.8192	3.70	0.0018
Tiempo	1	7.7803	22.11	0.0001
Hormona * tiempo	6	3.1696	1.50	0.1809
Color * tiempo	1	0.8557	2.43	0.1209
Hormona * color * tiempo	6	3.2078	1.52	0.1750
Localidad	1	6.9320	19.70	0.0001
Hormona * Localidad	6	3.2168	1.52	0.1736
Color * Localidad	1	0.0039	0.01	0.9168
Hormona * Color * Localidad	6	6.0760	2.88	0.0109
Tiempo * Localidad	1	0.0522	0.15	0.7006
Hormona*Tiempo * Localidad	6	3.0490	1.44	0.2010
Color * Tiempo * Localidad	1	1.0368	2.95	0.0880
Hormona*Color*Tiempo *Localidad	6	4.2965	2.03	0.0639
Error	162	57.0182		
Total	223	149.9480		

C.V. = 30.46%

En el cuadro 10 observamos que, en el caso del Etheplón en concentraciones de 750 y 500 ppm, no existe

En el cuadro 10 observamos que, en el caso del Etheption en concentraciones de 750 y 500 ppm, no existe diferencia si se emplea nylon de color oscuro o transparente, mientras que los tratamientos Etheption 250, IBA 3000 y 5000 ppm producen más raíces cuando se coloca nylon oscuro en la base que cuando se emplea nylon transparente por lo que se asume que: el número de raíces va a estar determinado en función del efecto de la hormona y su dosis, y no por el color del lienzo.

Lo señalado se refuerza con los resultados obtenidos en la interacción hormona- color-localidad (cuadro 11), en la que los mejores tratamientos son los mismos que en el cuadro 10, ya que cada tratamiento se encuentra incluido con el mismo color de lienzo en las localidades evaluadas.

Cuadro 10.

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE RAICES, PARA LA INTERACCION HORMONA-COLOR.

INTERACCION		NUMERO DE RAICES
IBA	3000-OBSCURO	2.5838 a
ETH	750-OBSCURO	2.5201 ab
ETH	750-TRANSPA	2.4244 abc
ETH	500-TRANSPA	2.3082 abcd
IBA	5000-OBSCURO	2.2954 abcd
ETH	500-OBSCURO	2.2576 abcd
ETH	250-TRANSPA	2.1240 abcd
IBA	3000-TRANSPA	1.8758 bcde
ETH	250-OBSCURO	1.7552 cdef
IBA	5000-TRANSPA	1.7515 cdef
IBA	15000-TRANSPA	1.6747 def
IBA	15000-OBSCURO	1.3697 ef
TESTIGO	00-OBSCURO	1.2515 ef
TESTIGO	00-TRANSPA	1.0779 f

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE NUMERO DE RAICES, PARA LA INTERACCION HORMONA-COLOR- LOCALIDAD

INTERACCION		NUMERO DE RAICES
IBA	3000-OBSCURO-INVERNA	3.0989 a
ETH	750-OBSCURO-INVERNA	2.8996 ab
ETH	500-OBSCURO-INVERNA	2.5671 abc
IBA	5000-OBSCURO-INVERNA	2.4928 abcd
ETH	750-TRANSPA-INVERNA	2.4642 abcd
ETH	500-TRANSPA-INVERNA	2.4469 abcde
ETH	750-TRANSPA-AGRICUL	2.3845 abcdef
ETH	250-TRANSPA-INVERNA	2.3658 abcdef
IBA	5000-TRANSPA-INVERNA	2.1738 abcdefg
ETH	500-TRANSPA-AGRICUL	2.1694 abcdefg
ETH	750-OBSCURO-AGRICUL	2.1407 abcdefg
ETH	250-OBSCURO-AGRICUL	2.1167 abcdefg
IBA	5000-OBSCURO-AGRICUL	2.0908 abcdefgh
IBA	3000-OBSCURO-AGRICUL	2.0686 abcdefgh
IBA	3000-TRANSPA-INVERNA	1.9686 bcdefgh
ETH	500-OBSCURO-AGRICUL	1.9481 bcdefgh
IBA	15000-TRANSPA-INVERNA	1.8965 bcdefgh
ETH	250-TRANSPA-AGRICUL	1.8822 bcdefgh
IBA	3000-TRANSPA-AGRICUL	1.7829 bcdefgh
IBA	15000-TRANSPA-AGRICUL	1.4529 cdefgh
IBA	15000-OBSCURO-INVERNA	1.4420 defgh
ETH	250-OBSCURO-INVERNA	1.3936 defgh
	TESTIGO 00-OBSCURO-INVERNA	1.3417 efgh
IBA	5000-TRANSPA-AGRICUL	1.3292 efgh
IBA	15000-OBSCURO-AGRICUL	1.2974 fgh
	TESTIGO 00-TRANSPA-INVERNA	1.1809 gh
	TESTIGO 00-OBSCURO-AGRICUL	1.1613 gh
	TESTIGO 00-TRANSPA-AGRICUL	0.9749 h

7.1.3 LONGITUD DE RAIZ

El análisis de varianza para esta variable (cuadro 12), presenta diferencias significativas entre los factores hormona, tiempo, localidad y en las interacciones: hormona-tiempo y color-tiempo-localidad, por lo que se efectuaron pruebas de Tuckey, para las interacciones.

por lo que se efectuaron pruebas de Tuckey, para las interacciones.

Cuadro 12

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE: LONGITUD DE RAIZ

F.V.	G.L	S.C.	Fc	Pr F
Tratamientos	61	270.1972	3.61	0.0001
Hormona	6	89.4502	12.14	0.0001
Color del nylon	1	0.1453	0.12	0.7314
Hormona*color	6	11.2621	1.53	0.1721
Tiempo	1	45.8880	37.35	0.0001
Hormona*tiempo	6	22.7540	3.09	0.0069
Color*tiempo	1	4.2254	3.44	0.0655
Hormona*color*tiempo	6	7.4820	1.02	0.4174
Localidad	1	21.2637	17.31	0.0001
Hormona*localidad	6	5.4828	0.74	0.6151
Color*localidad	1	3.7635	3.06	0.0820
Hormona*color*locali	6	11.4086	1.55	0.1658
Tiempo*localidad	1	1.8081	1.47	0.2268
Hormona*tiempo*local idad	6	11.5032	1.56	0.1619
Color*tiempo*localid ad	1	7.9898	6.50	0.0117
Hormona*color*tiempo *localidad	6	11.0451	1.50	0.1818
Error	162	199.0192		
Total	223	469.2164		

C.V. = 57.81%

En el cuadro 13 se aprecia que los tratamientos con un período de enraizamiento de 40 días presentan las mayores longitudes de raíz, esto es lógico si se

considera que un período de enraizamiento más prolongado va a favorecer un mayor crecimiento de las raíces adventicias. Llama la atención el caso de la interacción Ethephón 750-30 días, porque al encontrarse incluida en el primer grupo nos indica que éste tratamiento (Ethephón 750 ppm) puede ser empleado en aquellos casos en los que se tenga que acortar el período de enraizamiento.

Cuadro 13.

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE LONGITUD DE RAIZ, PARA LA INTERACCION HORMONA-TIEMPO

INTERACCION		LONGITUD MEDIA	
ETH	500-40 DIAS	3.4494	a
ETH	750-40 DIAS	2.9900	ab
IBA	5000-40 DIAS	2.7375	abc
IBA	3000-40 DIAS	2.7100	abc
ETH	750-30 DIAS	2.3381	abcd
ETH	250-40 DIAS	2.2906	abcd
ETH	250-30 DIAS	2.1275	bcd
IBA	5000-30 DIAS	1.5081	cde
IBA	3000-30 DIAS	1.4453	cde
ETH	500-30 DIAS	1.3319	de
IBA	15000-40 DIAS	1.3044	de
TESTIGO-40 DIAS		1.1075	de
IBA	15000-30 DIAS	1.0944	e
TESTIGO-30 DIAS		0.4075	e

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

El cuadro 14 nos permite observar que realmente no es relevante el papel que desempeña el color del nylon, siendo de mayor importancia el efecto que tiene la

localidad (efecto que se reduce a un incremento en la temperatura ambiental), interactuando con la duración del período de enraizamiento.

Cuadro 14.

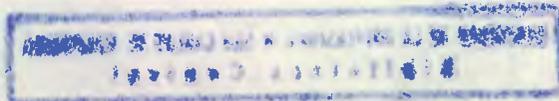
PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE LONGITUD DE RAIZ, PARA LA INTERACCION COLOR-TIEMPO-LOCALIDAD

INTERACCION	LONGITUD MEDIA
TRANSPARENTE-40 DIAS-INVERNADERO	3.1982 a
OBSCURO-40 DIAS-INVERNADERO	2.3375 ab
OBSCURO-40 DIAS-AGRICULTOR	2.1786 bc
OBSCURO-30 DIAS-INVERNADERO	1.9050 bcd
TRANSPARENTE-40 DIAS-AGRICULTOR	1.7654 bcd
TRANSPARENTE-30 DIAS-INVERNADERO	1.4609 bcd
OBSCURO-30 DIAS-AGRICULTOR	1.3500 cd
TRANSPARENTE-30 DIAS-AGRICULTOR	1.1429 d

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

7.1.4 PESO SECO DE LAS RAICES

En el análisis de varianza realizado a la variable respuesta peso seco (Cuadro 15), puede observarse que existen diferencias significativas en los factores: hormona, tiempo y localidad, así como en la interacción: hormona-tiempo.



Cuadro 15

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE: PESO SECO

F.V.	G.L.	S.C.	Fc	Pr F
Tratamientos	61	1.4113	2.67	0.0001
Hormona	6	0.5118	9.84	0.0001
Color de lienzo	1	0.0008	0.9	0.7595
Hormona*color	6	0.0727	1.40	0.2186
Tiempo	1	0.1092	12.61	0.0005
Hormona*tiempo	6	0.1841	3.54	0.0026
Color*tiempo	1	0.0012	0.14	0.7059
Hormona*color*tiempo	6	0.0284	0.55	0.7726
Localidad	1	0.1624	18.74	0.0001
Hormona*localidad	6	0.0657	1.26	0.2775
Color*localidad	1	0.0004	0.04	0.8343
Hormona*color*localidad	6	0.0564	1.08	0.3739
Tiempo*localidad	1	0.0003	0.04	0.8427
Hormona*tiempo*localidad	6	0.1097	2.11	0.0550
Color*tiempo*localidad	1	0.0142	1.64	0.2022
Hormona*color*tiempo*localidad	6	0.0247	0.47	0.8265
Error	162	1.4040		
Total	223	2.8152		

C.V. = 19.63

La interacción hormona-tiempo (cuadro 16), revela la dominancia de los mismos tratamientos que lo hicieron en la interacción hormona-tiempo para la variable longitud de raíces, en éste cuadro nuevamente, aparecen el tratamiento Ethephón 750 ppm con un período de enraizamiento de 30 días, lo que permite confirmar que éste tratamiento puede emplearse en aquellos casos en los que se necesite obtener una producción de raíces aceptable, en un tiempo corto de enraizamiento.

Cuadro 16

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE PESO, PARA LA INTERACCION HORMONA-TIEMPO

INTERACCION		PESO SECO	
ETH	500-40 DIAS	0.23203750	a
ETH	750-40 DIAS	0.14991250	ab
ETH	750-30 DIAS	0.13598750	abc
IBA	3000-40 DIAS	0.12778750	abcd
ETH	250-30 DIAS	0.10139375	bcde
ETH	250-40 DIAS	0.10045000	bcde
IBA	5000-40 DIAS	0.08533125	bcde
IBA	3000-30 DIAS	0.07810000	bcde
ETH	500-30 DIAS	0.05457500	bcde
IBA	5000-30 DIAS	0.03756875	cde
IBA	15000-40 DIAS	0.03035000	cde
	TESTIGO-40 DIAS	0.02311875	de
IBA	15000-30 DIAS	0.01885000	de
	TESTIGO-30 DIAS	0.01332500	e

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia

7.1.5 DISTRIBUCION DE LAS RAICES PRODUCIDAS

El cuadro 17 presenta el análisis de varianza para esta variable, encontrándose diferencias significativas en los factores: hormona, tiempo y localidad, y en las interacciones: hormona-color, hormona-localidad, hormona-color-tiempo y hormona-color-localidad, realizándose las pruebas de Tuckey a las interacciones.

Cuadro 17.
ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE: DISTRIBUCION DE LA RAIZ.

F.V.	GL	S.C.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	61	49621.1790	5.00	0.0001
Hormona	6	25372.8847	26.00	0.0001
Color de lienzo	1	267.1132	1.64	0.2018
Hormona * color	6	2785.9840	2.85	0.0114
Tiempo	1	2997.7419	18.43	0.0001
Hormona * tiempo	6	566.4164	0.58	0.7456
Color * tiempo	1	534.3383	3.29	0.0718
Hormona * color * tiempo	6	3213.2537	3.29	0.0044
Localidad	1	3405.5762	20.94	0.0001
Hormona * localidad	6	2765.5225	2.83	0.0119
Color * localidad	1	23.1302	0.14	0.7066
Hormona * color * localidad	6	2777.1427	2.85	0.0116
Tiempo * localidad	1	169.7434	1.04	0.3085
Hormona * tiempo * localidad	6	648.5099	0.66	0.6784
Color * tiempo * localidad	1	605.9024	3.73	0.0553
Hormona*color*tiempo*localidad	6	1316.5635	1.35	0.2384
Error	162	26347.9215		
Total	223	75969.1004		

C.V. = 37.55%

En la interacción hormona-color (cuadro 18) destacan: los tratamientos en los que se empleó Ethepon, y la irrelevancia que tiene el color del lienzo cuando se le emplea con estos tratamientos, pero el IBA presenta mejores resultados cuando se combina con lienzos de color oscuro. Una respuesta similar se manifiesta en el cuadro 19 en donde los mejores resultados se obtienen bajo condiciones de invernadero para los tratamientos de IBA en concentraciones de 3000 y 5000 ppm y los tratamientos de Ethepon a 750 y 500 ppm, aunque estos

dos últimos tratamientos también se encuentran incluidos bajo las condiciones de agricultor.

Cuadro 18.
PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE: DISTRIBUCION DE
RAIZ, PARA LA INTERACCION: HORMONA-COLOR.

INTERACCION		DISTRIBUCION MEDIA	
ETH	750-OBSCURO	48.2068	a
ETH	750-TRANSPARENTE	45.7724	a
IBA	3000-OBSCURO	44.4985	ab
ETH	500-OBSCURO	43.8242	abc
IBA	5000-OBSCURO	43.4708	abc
ETH	500-TRANSPARENTE	40.3659	abcd
IBA	3000-TRANSPARENTE	38.4027	abcd
ETH	250-TRANSPARENTE	36.4953	abcd
IBA	5000-TRANSPARENTE	29.4449	bcde
ETH	250-OBSCURO	28.8126	cde
IBA	15000-TRANSPARENTE	27.6095	de
IBA	15000-OBSCURO	20.3339	ef
TESTIGO	00-OBSCURO	16.2485	ef
TESTIGO	00-TRANSPARENTE	12.0165	f

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

Cuadro 19.

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE: DISTRIBUCION DE RAICES,
PARA LA
INTERACCION: HORMONA-LOCALIDAD.

INTERACCION	DISTRIBUCION MEDIA	
ETH 750-INVERNADERO	51.9912	a
IBA 3000-INVERNADERO	49.4438	ab
IBA 5000-INVERNADERO	44.8546	abc
ETH 500-INVERNADERO	44.1620	abc
ETH 750-AGRICULTOR	41.9891	abcd
ETH 500-AGRICULTOR	40.0282	abcd
ETH 250-AGRICULTOR	35.3206	bcd
IBA 3000-AGRICULTOR	33.4574	cde
ETH 250-INVERNADERO	29.9873	cdef
IBA 3000-AGRICULTOR	28.0612	def
IBA 15000-INVERNADERO	27.8982	def
IBA 15000-AGRICULTOR	20.0452	efg
TESTIGO 00-AGRICULTOR	16.7085	fg
TESTIGO 00-AGRICULTOR	11.5564	g

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

En la interacción hormona-color-tiempo (cuadro 20), sobresalen las cuatro posibles combinaciones del tratamiento Ethephón 750 ppm, así también todas las posibles combinaciones del tratamiento IBA a 3000 ppm, indicadores de la efectividad de estos tratamientos en cuanto a la manera en que se distribuyen las raíces adventicias producidas, lo cual que favorece la fijación de la planta al terreno definitivo. El Ethephón a 500 y 250 ppm se presentan con tres alternativas, quedando

fuera las combinaciones que utilizaron nylon transparente y un período de enraizamiento de 30 días. Mientras que el IBA a 5000 ppm aparece cuando el nylon es obscuro sin importar el tiempo y el tratamiento IBA 15000 ppm aparece una vez con nylon obscuro y un período de 40 días de enraizamiento.

Cuadro 20
PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE: DISTRIBUCION DE RAICES,
PARA LA INTERACCION: HORMONA-COLOR-TIEMPO

INTERACCION	DISTRIBUCION MEDIA
IBA 5000-OBSCURO-40 DIAS	54.0076 a
ETH 750-TRANSPA-40 DIAS	52.9746 ab
ETH 750-OBSCURO-30 DIAS	52.9488 ab
ETH 500-TRANSPA-40 DIAS	50.5329 abc
IBA 3000-OBSCURO-40 DIAS	50.4501 abc
ETH 500-OBSCURO-40 DIAS	45.0915 abc
ETH 750-OBSCURO-40 DIAS	43.4648 abcd
ETH 500-OBSCURO-30 DIAS	42.5570 abcde
ETH 250-TRANSPA-40 DIAS	41.0830 abcde
IBA 3000-TRANSPA-40 DIAS	40.1606 abcde
ETH 750-TRANSPA-30 DIAS	38.5703 abcdef
IBA 3000-OBSCURO-30 DIAS	38.5468 abcdef
IBA 3000-TRANSPA-30 DIAS	36.6448 abcdef
IBA 15000-TRANSPA-40 DIAS	36.2046 abcdefg
IBA 5000-OBSCURO-30 DIAS	32.9341 abcdefg
ETH 250-TRANSPA-30 DIAS	31.9076 abcdefg
ETH 250-OBSCURO-30 DIAS	30.4326 abcdefgh
ETH 500-TRANSPA-30 DIAS	30.1990 bcdefgh
IBA 5000-TRANSPA-30 DIAS	29.5391 bcdefgh
IBA 5000-TRANSPA-40 DIAS	29.3507 bcdefgh
ETH 250-OBSCURO-40 DIAS	27.1925 cdefgh
IBA 15000-OBSCURO-30 DIAS	20.5171 defgh
IBA 15000-OBSCURO-40 DIAS	20.1507 defgh
TESTIGO 00-OBSCURO-40 DIAS	19.8343 defgh
IBA 15000-TRANSPA-30 DIAS	19.0143 efgh
TESTIGO 00-TRANSPA-40 DIAS	16.2199 fgh
TESTIGO 00-OBSCURO-30 DIAS	12.6626 gh
TESTIGO 00-TRANSPA-30 DIAS	7.8130 h

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia

En el cuadro 21 el Ethephón 750 ppm presenta las cuatro posibles alternativas, sucediendo lo mismo con el Ethephón 500 ppm, mientras el Ethephón 250 ppm presenta tres alternativas quedando fuera la de nylon transparente a 30 días de enraizamiento. El IBA 3000 y 5000 ppm presentan tres interacciones posibles, quedando fuera, en ambos casos las combinaciones con nylon transparente y con un período de enraizamiento de 30 días.

En el IBA esto se ha venido repitiendo en todas las variables analizadas: en las que los resultados han estado supeditados al color del nylon transparente, que permite la descomposición fotoquímica de la hormona. En el caso del período de enraizamiento ya se ha señalado que mientras exista un mayor período de enraizamiento va a presentarse un mayor crecimiento tanto en longitud como en número del material vegetal producido, lo que vendrá a incidir en una mejor distribución de las raíces adventicias producidas.

Si se efectúa un análisis a los ANDEVAS realizados, se observa que en todos ellos, los factores que siempre presentan diferencias significativas son: hormona, duración del enraizamiento y las condiciones en las que se realizó la investigación.

Del factor hormona, sobresalen los tratamientos: Ethephón 750 ppm, Ethephón 500 ppm e IBA 3000 ppm, ya que aparecen dominando en todas las pruebas de Tuckey realizadas.

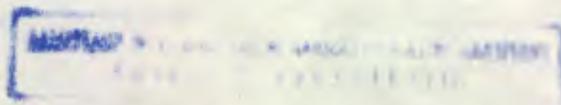
Cuadro 21.

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE: DISTRIBUCION DE LA RAIZ, PARA LA INTERACCION: HORMONA-COLOR-LOCALIDAD.

INTERACCION		DISTRIBUCION MEDIA
ETH	750-OBSCURO-40 DIAS	57.3287 a
IBA	3000-OBSCURO-40 DIAS	56.1617 ab
ETH	500-OBSCURO-40 DIAS	50.7400 ab
IBA	5000-OBSCURO-40 DIAS	49.9558 ab
ETH	750-TRANSPA-40 DIAS	46.6536 ab
ETH	750-TRANSPA-30 DIAS	44.8913 abc
ETH	500-TRANSPA-30 DIAS	43.1479 abc
IBA	3000-TRANSPA-40 DIAS	42.7258 abcd
IBA	5000-TRANSPA-40 DIAS	39.7533 abcde
ETH	750-OBSCURO-30 DIAS	39.0849 abcdef
ETH	250-TRANSPA-40 DIAS	38.6406 abcdef
ETH	500-TRANSPA-40 DIAS	37.5840 abcdef
IBA	5000-OBSCURO-30 DIAS	36.9859 abcdef
ETH	500-OBSCURO-30 DIAS	36.9085 abcdef
ETH	250-OBSCURO-30 DIAS	36.2912 abcdef
ETH	250-TRANSPA-30 DIAS	34.3499 abcdef
IBA	3000-TRANSPA-30 DIAS	34.0796 abcdef
IBA	15000-TRANSPA-40 DIAS	33.4695 bcdef
IBA	3000-OBSCURO-30 DIAS	32.8352 bcdef
IBA	15000-OBSCURO-40 DIAS	22.3268 cdefg
IBA	15000-TRANSPA-30 DIAS	21.7494 cdefg
ETH	250-OBSCURO-40 DIAS	21.3339 cdefg
IBA	5000-TRANSPA-30 DIAS	19.1365 defg
IBA	15000-OBSCURO-30 DIAS	18.3410 efg
	TESTIGO 00-OBSCURO-40 DIAS	17.0919 efg
	TESTIGO 00-TRANSPA-40 DIAS	16.3251 fg
	TESTIGO 00-OBSCURO-30 DIAS	15.4050 fg
	TESTIGO 00-TRANSPA-30 DIAS	7.7078 g

Letras iguales indican diferencias no significativas al 5% de significancia.

Por lo anteriormente señalado, puede considerarse que cualquiera de los tres tratamientos proporcionará plantas con similares características, referido al número y longitud de raíces, cantidad de material vegetal radicular producido, distribución de las raíces y por último, el factor más importante: el incremento en el porcentaje de plantas enraizadas.



En todas las pruebas realizadas para el factor tiempo prevaleció el periodo de enraizamiento de 40 días, lo que es lógico si se toma en cuenta que las plantas tuvieron la posibilidad de producir un mayor volumen de material vegetal, aspecto estrechamente ligado a las variables: número, longitud y peso seco de las raíces.

El realizar la investigación bajo el esquema de serie de experimentos distribuidos en el espacio, permitió evaluar el comportamiento de los tratamientos bajo dos regímenes de temperatura distintos, donde destacan los resultados obtenidos bajo condiciones de invernadero, ya que en todos los análisis estadísticos realizados, tiene dominancia sobre las condiciones de agricultor. Es de señalar que cuando se menciona el término condiciones de invernadero, no se hace referencia a un ambiente en el cual las condiciones climáticas estuviesen bajo control; describiéndose, bajo este término un área en la que, por sus características propias, la temperatura ambiente se incrementa sustancialmente, generando con ello un ambiente más cálido que el del exterior a la par que este fenómeno permite una caída menos brusca de la temperatura, en las horas más frías del día.

7.2 ANALISIS ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS

El cuadro 22 resume el análisis económico realizado para determinar la dosis óptima económica, para los tratamientos evaluados. Pueden observarse los diferentes tratamientos como encabezados de columna, se ha listado primero la cantidad de plantas necesarias para poder preparar un embarque de izotes pony (*Beaucarnea guatemalensis* R.) con fines de exportación (10,000 plantas), seguido de la cantidad de plantas que enraizaron para cada uno de los tratamientos evaluados, luego de la reducción del porcentaje de enraizamiento, que se encuentra en el cuadro 23. El precio promedio actual del izote pony esta considerado en base al número de pulgadas de diámetro en la base de la planta, en este sentido, se ha considerado un precio de US\$1.00 por pulgada de diámetro; estimándose un promedio de 3 pulgadas de diámetro y una cotización del dólar estadounidense con respecto al quetzal de Q5.00 X US\$1.00, se considera un precio de Q15.00 por planta. Posteriormente se muestra el beneficio bruto de campo resultante.

Al considerar los costos asociados con cada tratamiento, los insumos afectados por esta decisión son los costos de preparación de los tratamientos (cuadro 24).

Habiendo considerado los aspectos señalados anteriormente, se procedió a la obtención de los costos variables totales y estos al ser restados del beneficio bruto de campo, proporcionan los beneficios netos de cada uno de los tratamientos evaluados.

En este punto y observando los resultados obtenidos podrían recomendarse el tratamiento Etheption 750 ppm, porque proporciona los mayores beneficios netos, y en segunda instancia con los beneficios que proporciona el tratamiento IBA 5000 ppm, pero es conveniente realizar un análisis económico más profundo en el cual se examinarán los cuatro tratamientos que reportan los beneficios netos más elevados del cuadro 25, para efectuar una curva de beneficio neto; y los resultados obtenidos se presentan en la figura 2. Esta figura muestra la relación costo variable con beneficio neto y en ella se puede observar que los tratamientos IBA 5000 ppm e IBA 3000 ppm, representan alternativas que no pueden recomendarse, ya que representan mayores gastos de inversión sin que se obtenga un incremento por encima de los resultados obtenidos con el tratamiento Etheption 750 ppm.

Lo mismo sucede si se aplica a estos tratamientos el análisis marginal de beneficios netos, para ello se han listado los tratamientos de mayor a menor beneficio neto (Cuadro 25), en donde se observa que el tratamiento IBA 5000 ppm si bien presenta el segundo beneficio neto más alto, también presenta un costo variable mucho mayor que el del tratamiento anterior (tratamiento Etheption 750 ppm), el cual con un costo variable menor presenta un elevado beneficio neto. Sucediendo lo mismo con el tratamientos IBA 3000 ppm por lo que al igual que el tratamiento IBA 5000 ppm, pueden ser eliminados, ya que se encuentran, en la figura 2, por debajo del punto óptimo.

Cuadro 22

PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS DE ENRAIZAMIENTO
PARA LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

T R A T A M I E N T O S

	Testigo 000 ppm	IBA 3000 ppm	IBA 5000 ppm	IBA 15000 ppm	ETHEPHON 250 ppm	ETHEPHON 500 ppm	ETHEPHON 750 ppm
TOTAL (Plantas)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
RENDIMIENTO AJUSTADO (plantas)	2166	7575	7888	6325	7163	7681	8838
BENEFICIO BRUTO (Q15.00/planta)	32490.00	113625.00	118320.00	94875.00	107445.00	115215.00	132570.00
TOTAL COSTOS VARIABLES (Q)	0.00	169.30	271.10	780.10	1.90	3.80	5.70
BENEFICIO NETO (Q)	32490.00	113455.70	118048.90	94094.90	107443.10	115211.20	132564.30

Cuadro 23

PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES MEDIOS
TESTIGO	21.66
IBA 3000	75.75
IBA 5000	78.88
IBA 15000	63.25
ETH 250	71.63
ETH 500	76.81
ETH 750	88.38

Cuadro 24

COSTO DE PREPARACION, POR LITRO. PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

TRATAMIENTO	COSTO/LITRO (Q)
TESTIGO	00.00
IBA 3000 ppm	16.93
IBA 5000 ppm	27.11
IBA 15000 ppm	78.01
ETH 250 ppm	0.19
ETH 500 ppm	0.38
ETH 750 ppm	0.57

Cuadro 25

ANALISIS DE DOMINANCIA DE DATOS DE RESPUESTA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE
(a) ETH 750 ppm	q 132,564.30	q 5.70
(b) IBA 5000 ppm	q 118,048.90	q 271.10
(c) ETH 500 ppm	q 115,211.20	q 3.80
(d) IBA 3000 ppm	q 113,455.70	q 169.30

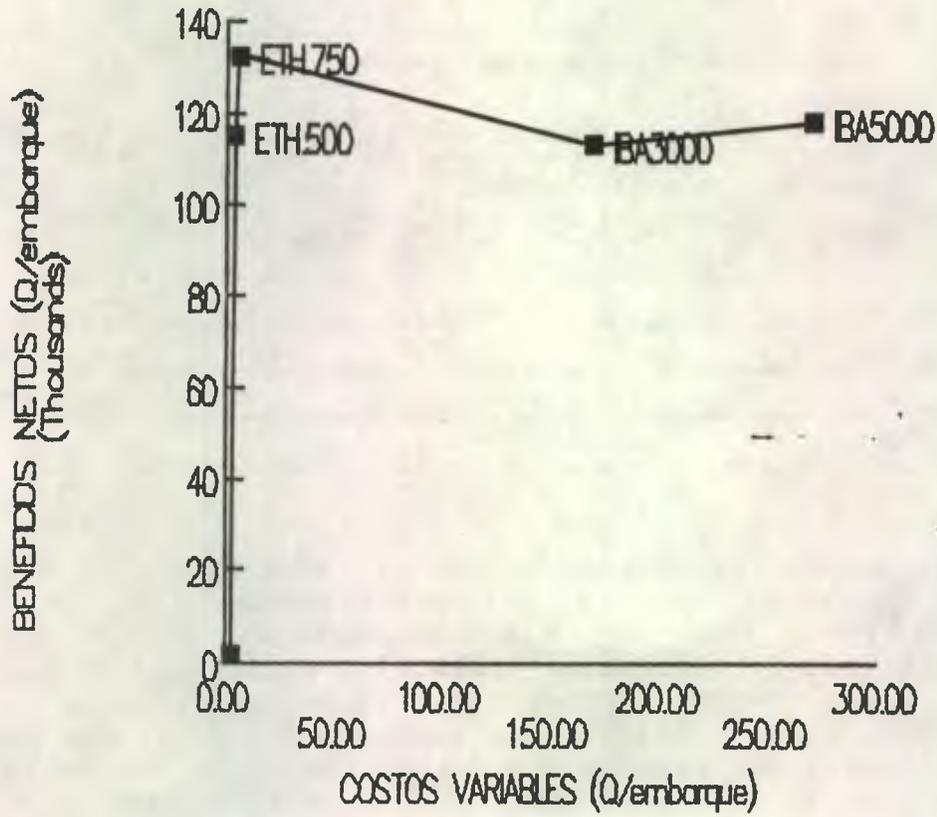


FIGURA 2. Curva de beneficios netos

Para proceder con el análisis marginal tomamos las cuatro alternativas no dominadas y las ubicamos en el cuadro 26, en el que se calculó el costo marginal, el beneficio neto marginal y la tasa de retorno marginal para cada incremento de gasto.

Cuadro 26

ANALISIS MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

CAMBIO CON RESPECTO AL BENEFICIO DEL PROXIMO SUPERIOR

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE	INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO	INCREMENTO MARGINAL EN COSTO VARIABLE	TASA DE RETORNO MARGINAL
750 ppm	132,564.30	5.70	17,353.10	1.90	9,133.21
500 ppm	115,211.20	3.80	7,768.10	1.90	4,088.47
250 ppm	107,443.10	1.90	74,953.10	1.90	39,449.00
TESTIGO	32,490.00	0.00			

De este cuadro se desprende que si se incrementan los costos en Q 1.90 se obtiene una tasa de retorno de 39,449 pero si los costos variable son incrementados en Q 1.90 se incrementa la tasa de retorno en 4,088.47 y si la tasa de los costos se incrementan otra vez en Q 1.90 la tasa de retorno se verá incrementada en 9,133.21 que equivale a 913,321%, por lo que el tratamiento mas favorable y por lo tanto, el que tiene que recomendarse es el tratamiento de Ethephón 750 ppm.

8. CONCLUSIONES

Después de haber analizado los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- 8.1 Los mejores resultados, en la inducción de enraizamiento en plantas de izote pony (Beaucarnea guatemalensis Rose.), se obtienen cuando se emplea ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón), en concentraciones de 750 ppm o ácido indol butírico en concentraciones de 3000 ppm. Desde un punto de vista económico el mejor tratamiento lo constituye el de ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón) en dosis de 750 ppm.
- 8.2 El color del lienzo de polietileno no repercute en la inducción del enraizamiento, siempre y cuando se trabaje con ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón). Si se induce enraizamiento empleando ácido indolbutírico el nylon tendrá que ser oscuro.
- 8.3 La utilización de ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón), como regulador de crecimiento, en cualquiera de las tres dosis evaluadas, permite obtener incrementos sustanciales en el porcentaje de prendimiento lo cual, incrementa los beneficios económicos que se obtienen con el manejo y comercialización del izote pony (Beaucarnea guatemalensis R.)

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Se recomienda el empleo del ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón), en dosis de 750 ppm, ya que permite incrementar el porcentaje de enraizamiento en un 25%, además de ser el tratamiento que presenta resultados aceptables a los 30 días de haber sido aplicado. Se consolida esta recomendación con los resultados del análisis económico, en el que, este tratamiento resultó ser el más rentable.
- 9.2 El área que sea destinada para la ejecución del enraizamiento, deberá ubicarse en un ambiente que posea un temperatura ambiental comprendida entre los 25° a 30° C promedio, ya que los resultados obtenidos nos permiten observar que existe incremento en los rendimientos del tratamiento recomendado cuando la temperatura ambiental es elevada.
- 9.3 Se estima necesario incrementar las investigaciones, con ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephón) como enraizador, no sólo por los resultados obtenidos en la presente investigación, sino también por el bajo costo que tiene este producto comparado con los enraizadores tradicionales como el IBA, IAA y NAA.



10. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA RAMIREZ, C.E. 1987. Efecto de cinco reguladores de crecimiento aplicados a plantas de crisantemo pon-pon (Chrysanthemum morifolium Romant.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.
2. BIDWELL, R.G.S. 1983. Fisiología vegetal. Trad. por Guadalupe Jerónimo Cano y Manuel Rojas Garcidueñas. México, A.G.T. Editor. 784 p.
3. CHACON SANDOVAL, A.E. 1988. Propagación vegetativa de Quercus tristis Liemb., en función de diámetros, épocas de corte de las estacas y aplicación de un regulador de crecimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 89 p.
4. CLARK, H.E.; KERNS, K.R. 1942. Control of flowering with phytohormones. Science 95:536.
5. COOKE, A.R.; RANDALL, D.L. 1968. 2-haloetanofosfonic acids and ethylene releasing agents for the induction of flowering in pineapples. Nature 218(5145):974-975.
6. CORADO MONTEPEQUE, R. 1991. Evaluación de tres niveles de ácido indolbutírico en tres tipos de esquejes de dos especies de bambú, en San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
7. CRONQUIST, A. 1984. Introducción a la botánica. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 848 p.
8. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

9. DEVLIN, R.M. 1980. Fisiología vegetal. Trad. por Xavier Llimona Pages. 3a. ed. España, Ediciones Omega. 517 p.
10. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS, DEPARTAMENTO DE CUARENTENA VEGETAL. 1990. Boletín del programa de exportación e importación de productos agrícolas del comercio exterior. Guatemala. 230 p.
11. _____ . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registros climáticos, estación meteorológica de la ciudad capital de Guatemala, años de 1970 a 1988. sin publicar
12. HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1989. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 760 p.
13. HURTADO, D.V.; MERINO M.E. 1988. Cultivo de tejidos vegetales. México, Trillas. 232 p.
14. McDONALD, E. 1976. The world book of house plants. New York, EE.UU. Popular Library. 320 p.
15. MEJIA MEJIA, A. de J. 1986. Evaluación del efecto del 2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético) y ethrel (ácido 2 cloroetano fosfónico) en la floración y rendimiento de la piña (Ananas comosus Merr.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
16. MENDOZA ALVARADO, G.A. 1988. Efecto de reguladores de crecimiento y diferentes sustratos en el enraizamiento de clavel (Dianthus carvophyllus L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
17. THE MERCK index. 1968. Ed. by P.G. Stecher. 8 ed. Rahway, N.J., EE.UU., Merck company inc. 1714 p.

18. MONTENEGRO VALLADARES, F.J. 1982. Efecto del ethepón (ácido 2-haloethanofosfónico), sobre la inducción de la floración en piña (Ananas comosus Merr.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 49 p.
19. PAPPÀ DE EGURROLA, A.G. 1979. Efectos de la aplicación de hormonas en el enraizamiento de Petunia grandiflora doble variedad Rojo 2. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
20. PERRIN, R.K.; et al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 54 p.
21. PINTO HERRERIAS, C.E. 1981. Evaluación de tres distintas dosis de ethepón en tres clones de Hevea brasilensis. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
22. ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1983. Fisiología vegetal aplicada. 2a. ed. México, McGraw-Hill. 262 p.
23. STANDLEY, P.C.; STERMARK, J.A. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum: Fieldiana Botany. v.24, pt 3. p. 70-71.
24. THIMANN, K.V. 1963. Plant growth substances: past, present and future. Ann. Rev. Plant Physiol. 14:1-8.
25. VEGA SERRANO, J.F. 1985. Evaluación de diferentes dosis de ethepón (ácido 2-cloroetil fosfónico) sobre la maduración del fruto del cafeto y sus efectos sobre la caída de la hoja y mancha del grano. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.

26. VILLEGAS LOPEZ, C. 1984. Evaluación de dos productos hormonales en tres dosis diferentes cada uno en la reproducción asexual de Theobroma cacao L. en dos ambientes diferentes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
27. WEAVER, R.J. 1985. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contín. México, Trillas. 622 p.

Patualla Vo. 30.





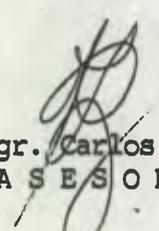
LA TESIS TITULADA: "INDUCCION DE ENRAIZAMIENTO EN IZOTE PONY (Beaucarnea guatemalensis Rose.), CON DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DOS COLORES DE LIENZO DE POLIETILENO".

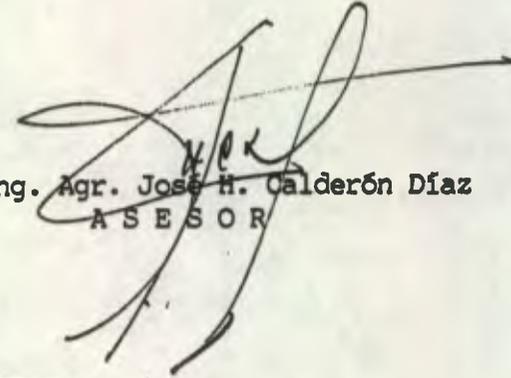
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: RAUL ESTUARDO MAAS IBARRA

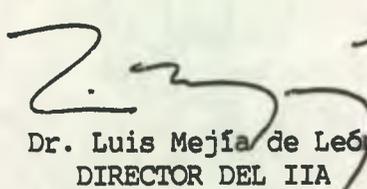
CARNET No.: 8314138

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Licenciado Jorge Solís e
 Ing. Agr. Mario Véliz.

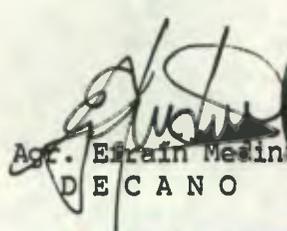
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


 Ing. Agr. Carlos René Fernández
 ASESOR


 Ing. Agr. José H. Calderón Díaz
 ASESOR


 Dr. Luis Mejía de León
 DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraín Medina
 DECANO



c.c. Exp. Estudiante
 Control Académico
 Archivo.

