

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



EVALUACION DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE THEOBROMA CACAO
AL APLICAR ESTIMULANTES EN SECCIONES DE RAMILLA, EN LA
COOPERATIVA HACIENDA LA CARRERA, USULUTAN

POR:

MANUEL ORLANDO CAMPOS SARAIVIA
CARLOS HUMBERTO RUIZ

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, MAYO DE 1992

TUES
1304
©1982V
1992



001031

Ej 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DOCTOR FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIGUEL ANGEL AZUCENA

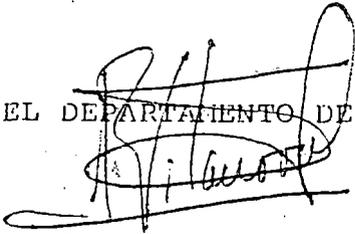
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

2) por la Secretaría de la Fac. de C.C.A.A. 18-VI-92.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA.



ING. AGR. RICARDO VILANOVA ARCE

ASESORES :



ING. AGR. MARIO ANTONIO ORELLANA NUÑEZ

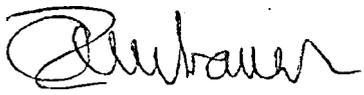


ING. AGR. ROBERTO GRANADOS CALDERON

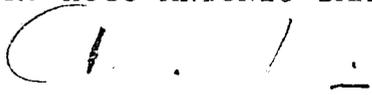
JURADO EXAMINADOR :



ING. AGR. GUILLERMO ALFREDO RAMOS OLIVA



ING. AGR. HUGO ANTONIO ZAMBRANA



ING. AGR. CARLOS MARIO APARICIO

RESUMEN

Con el objeto de encontrar una técnica apropiada para el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao se llevó a cabo el estudio denominado : Evaluación del enraizamiento de estacas de Theobroma cacao al aplicar estimulantes en secciones de ramilla, en la Cooperativa Hacienda La Carrera, Usulután. Para ello se utilizó un propagador construido con plástico transparente, palma de coco y bambú, como sustrato se utilizó arena de río. Los factores evaluados fueron: Sección de ramilla, estimulantes y dosis. Entre las secciones evaluadas tenemos: Basal, media y distal; entre los estimulantes: Acido indolbutírico, miel de abeja^{1/} y seed+^{2/}, las dosis del ácido fueron: 0,0; 4 000,0; 8 000,0; 12 000,0 ppm; de miel de abeja: 0,0%, 5,0%; 10% y 15,0% para seed + se aplicó : 0,0; 20,0; 40,0 y 60,0 cc/galón de agua. Se utilizó el diseño estadístico de parcelas subdivididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

De todo el material vegetal sometido a tratamiento con estimulantes, solamente enraizaron tres estacas tratadas con ácido indolbutírico. Cada una de ellas corresponde a diferentes dosis de IBA.

1/ Su composición química es: hidratos de carbono, agua y cenizas (23).

2/ Es una fórmula de complejos enzimáticos, reguladores de crecimiento y minerales quelatados (34).

No se encontró diferencias estadística entre el ácido in-
dolbutírico, miel de abeja y seed +, en la formación de ca-
llos.

Con respecto a brotación, los tratamientos con miel de abe-
ja fueron los mejores hasta los 23 días, seguido por los trata-
dos con seed +.

Entre las secciones de ramilla; la basal fue mejor en su
brotación durante los primeros días para que al final la sec-
ción distal fuera mejor por su mayor número de brotes.

En cuanto a las interacciones se encontró dependencia al-
tamente significativa entre dosis y estimulantes para la for-
mación de callo y brotes. El resto de interacciones no mos-
tró diferencias estadísticamente significativas.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos a la Universidad de El Salvador, por proporcionar sus recursos humanos y materiales para nuestra formación.
- A la Cooperativa Hacienda La Carrera, por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo.
- A los asesores, por sus aportes y sugerencias durante el desarrollo de la investigación.
- A los miembros del jurado calificador, por sus acertadas observaciones.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por haberme dado la fuerza y sabiduría que me hicieron posible llegar al final de mi Carrera.

- A MIS PADRES :
Manuel de Jesús Campos y Ana Julia Saravia de Campos
Por su amor y apoyo que en todo momento me brindaron.

- A MI ESPOSA :
Olympia Elizabeth de Campos
Por su amor y comprensión

- A MIS HIJAS :
Karen Elizabeth
Lisseth Alejandrina
Con todo mi amor.

- A MIS HERMANOS :
Gloria Elizabeth
Luis Alberto
Sonia Melany
Ricardo Antonio
Hugo Remberto
Como muestra de cariño y reconocimiento al apoyo que me -
brindaron.

- DEMAS FAMILIARES, AMIGOS Y COMPAÑEROS
Con gratitud y aprecio

Manuel Orlando Campos

DEDICATORIA

- A MIS PADRES :
José Diego Romero y Elia Ermisenda Ruíz
Por sus consejos y apoyo brindado en los momentos difíciles
de mi vida estudiantil.

- A MI ESPOSA :
Ana Cecilia Amaya Benavides
Por su apoyo moral y sacrificio.

- A MIS HIJOS :
Margarita, Carlos y Nelson
Con cariño

- A MIS HERMANOS :
Martha, Ana, José, Maritza y Mario
Por su valiosa ayuda.

- A MIS PARIENTES Y AMIGOS Y TODOS AQUELLOS QUE DE ALGUNA
FORMA ME APOYARON.

Carlos Humberto Ruíz

2.2.3.6.	Condiciones físicas para el enraizado de estacas.	15
2.3.	Estimulantes de enraizamiento	19
2.3.1.	Estimulantes naturales	20
2.3.2.	Estimulantes sintéticos	21
2.3.3.	Métodos de aplicación de estimulantes para el enraizamiento	25
3.	MATERIALES Y METODOS	27
3.1.	Localización	27
3.2.	Material vegetal	27
3.2.1.	Origen de las estacas	27
3.2.2.	Preparación de estacas	28
3.2.3.	Siembra de estacas	30
3.3.	Propagador	30
3.3.1.	Cámara de propagación	30
3.3.2.	Cama de enraizamiento	31
3.3.3.	Riegos	31
3.3.4.	Condiciones ambientales en el propagador	32
3.3.5.	Manejo del ensayo	32
3.4.	Diseño estadístico	33
3.4.1.	Factores en estudio	33
3.5.	Distribución estadística	34
3.6.	Parámetros a evaluar	34
3.7.	Recolección de datos	35

	Página
4. RESULTADOS	36
4.1. Microclima	36
4.1.1. Luminosidad	36
4.1.2. Temperatura	36
4.1.3. Humedad relativa	37
4.2. Formación de raíces	37
4.3. Formación de callo	37
4.3.1. Análisis de varianza	38
4.4. Formación de brotes	39
4.4.1. Análisis de varianza	39
4.4.2. Prueba de Duncan	40
5. DISCUSION	42
5.1. Formación de raíces	42
5.2. Formación de callo	44
5.3. Formación de brotes	45
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	50
8. BIBLIOGRAFIA	51
9. ANEXOS	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
A-1	Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial en la Hacienda La Carrera ..	56
A-2	Tratamientos utilizados en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> en la Hacienda La Carrera, Usulután	57
A-3	Promedios diarios de temperatura y humedad relativa dentro del propagador, en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	58
A-4	Estacas enraizadas, formación de callo, raíces y brotes de <u>Theobroma cacao</u> . La carrera, Usulután	59
A-5	Análisis de varianza para el número de estacas con callo de <u>Theobroma cacao</u> a los -- 41 días de establecido el ensayo. La Carrera, Usulután	60
A-6	Prueba de Duncan para el número de estacas - con callo de <u>Theobroma cacao</u> , a los 28 días. La Carrera, Usulután	61
A-7	Prueba de Duncan para el número de estacas - con callo de <u>Theobroma cacao</u> , a los 41 días. La Carrera, Usulután	62

Cuadro		Página
A- 8	Análisis de varianza para el número de brotes por estaca de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, - Usulután. (A los 12 y 19 días)	63
A- 9	Análisis de varianza para el número de brotes por estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután. (A los 23 y 28 días)	64
A-10	Análisis de varianza para el número de brotes por estaca de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, - Usulután. (A los 31 y 41 días)	65
A-11	Prueba de Duncan para el número de brotes por estaca en secciones de ramilla de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	66
A-12	Prueba de Duncan para el número de brotes por estaca de <u>Theobroma cacao</u> tratados con estimulantes. La Carrera, Usulután	67
A-13	Prueba de Duncan para el número de brotes por estaca de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de estimulantes. La Carrera, -- Usulután. (Observación a los 23 días)	68

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
A-1	Cámara de propagación utilizada en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	69
A-2	Plano de distribución de tratamientos para el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	70
A-3	Comportamiento de las temperaturas medias diarias dentro del propagador en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	71
A-4	Comportamiento de la humedad relativa media diaria dentro del propagador en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	71
A-5	Comportamiento de la temperatura dentro del propagador el 13 de noviembre, en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	72
A-6	Comportamiento de la humedad relativa dentro del propagador, el día 13 de noviembre, en el enraizamiento de estacas de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután	72

Figura	Página
A- 7	Efecto de diferentes dosis de miel de abeja, indolbutírico y Seed en la formación de callos en estacas de la sección basal de ramilla de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután 73
A- 8	Efecto de diferentes dosis de miel de abeja - indolbutírico y Seed, en la formación de callo en estacas de la sección media de ramilla de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután 73
A- 9	Efecto de diferentes dosis de miel de abeja indolbutírico y Seed, en la formación de callo en estacas de la sección distal de ramilla de <u>Theobroma cacao</u> . La Carrera, Usulután 74
A-10	Promedio de brotes por estaca basal de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de miel de abeja, con respecto al número de días después de sembrados. La Carrera, Usulután . 74
A-11	Promedio de brotes por estaca basal de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de ácido indolbutírico, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, - Usulután 75
A-12	Promedio de brotes por estaca basal de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de Seed, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután ... 75

Figura

Página

A-13	Promedio de brotes por estaca media de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de ácido indolbutírico, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután	76
A-14	Promedio de brotes por estaca media de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de Seed, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután	76
A-15	Promedio de brotes por estaca media de <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de miel de abeja, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután	77
A-16	Promedio de brotes por estaca distal de -- <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de miel de abeja, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután	77
A-17	Promedio de brotes por estaca distal de -- <u>Theobroma cacao</u> , tratadas con diferentes dosis de ácido indolbutírico, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután	78
A-18	Promedio de brotes por estaca distal de - <u>Theobroma cacao</u> tratadas con diferentes dosis de Seed, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.	78

INTRODUCCION

La pérdida de valioso material genético en cacao, adaptado a las condiciones de nuestro país y las posibilidades de recuperación del que aún queda ha motivado a iniciar una serie de investigaciones con el fin de conservar los clones (biotipos) considerados buenos productores y que además pueden ser resistentes a plagas y enfermedades.

Mediante la propagación vegetativa por estacas se garantiza la multiplicación de clones con características deseables; sin embargo, sobre esta forma de propagar el cultivo existe incertidumbre debido a que la mayor parte de la literatura encontrada se refiere solamente al manejo de plantaciones y muy poca a propagación clonal. Con este tipo de propagación se espera que la nueva planta sea idéntica a su progenitor y se elimina el problema de plantar cacaotales con plantas de características desconocidas, lo cual es frecuente cuando se realiza la propagación por semilla no certificada.

Con el objeto de determinar la forma más eficiente de propagar el cacao por medio de estacas se realizó la investigación sobre enraizamiento de éstas el cual se desarrolló en la Hacienda La Carrera, en la zona costera del país; y para ello se utilizaron diferentes secciones de ramilla y estimulantes de enraizamiento a diferentes dosis.

Este trabajo complementa otras investigaciones que también se están realizando dentro del programa de propagación -

para este cultivo.

Para la investigación se utilizó un propagador construido con palma de coco, varas de bambú, plástico transparente y como sustrato arena de río. El microclima dentro de éste se reguló mediante las aplicaciones de agua a la atmósfera con aspersora de mochila.

Se utilizó como estimulantes ácido indolbutírico, miel de abeja y seed+. Estos fueron aplicados en secciones de ramilla basal, media y distal.

Para el experimento se utilizó un diseño estadístico de parcelas sub-divididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones y tuvo una duración de 41 días, comprendidos entre el 13 de octubre y el 25 de noviembre de 1990.

Los resultados del experimento se presentan en el siguiente informe.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de cacao

2.1.1. Importancia e historia

El cacao ha sido bautizado por los botánicos con el nombre de "Manjar de los Dioses" o Theobroma cacao, debido a que en el pasado era considerado como árbol sagrado y la bebida era privilegio de sacerdotes y emperadores (31).

Las semillas son ricas en almidón, en proteínas y en materia grasa (50,0 a 55,0%), lo cual les confiere un alto valor nutritivo. Su contenido de Theobromina (1,5 a 3,0%), un alcaloide parecido a la cafeína, le da propiedades estimulantes; estas encierran un aceite esencial que les da un sabor aromático particular (7).

La semilla constituye la materia prima de importantes industrias en forma de productos semielaborados como: pasta de cacao, cacao en bloques, mantequilla de cacao, productos destinados directamente al consumo como: Chocolate en tabletas, chocolate en polvo y confitería de chocolate (37).

Los subproductos de esta industria, como cáscara y materias grasas extraídas de las mismas, pueden emplearse para la alimentación del ganado, fabricación de abonos, farmacia y jabonería (7).

La planta ha sido cultivada desde hace mucho tiempo por los nativos de Centro y Sur América. Los españoles a su llegada a México encontraron el cacao como un producto establecido. Venezuela fue el principal productor de cacao hasta más o menos 1830, fecha en que fue sobrepasado por Ecuador. Ghana empezó a cultivar cacao alrededor de 1879, usando un tipo distinto de material, obtenido directamente de Brasil y de Surinam. En la actualidad el cacao se cultiva en México, Centro América, Sur América, Africa Occidental, Sur este de Asia y Oceanía (7, 37).

2.1.2. Origen y distribución

El cacao es originario de la región amazónica en América del Sur, de donde se dispersó en dos direcciones:

a) Para el este, a lo largo del Río Amazonas hasta la Cuenca del Orinoco en Venezuela, dando origen al tipo denominado "Forastero" o "Amelonado Amazónico".

b) Para el Noreste cruzando Los Andes y avanzando para la América Central hasta el sur de México, dando origen al tipo "Criollo".

De estas zonas el cacao se ha difundido a otros países del Continente Africano, Asia y Oceanía, donde actualmente se produce aproximadamente el 65,0% de la producción mundial (31).

2.1.3. Clasificación botánica

El cacao es una planta que pertenece al género Theobroma de la familia Esterculiaceas. Este comprende unas veinte especies; de éstas, Theobroma cacao es una de las más conocidas por su importancia económica y social, otras especies son: El T. bicolor (conocido en Ecuador como cacao blanco) y T. angustifolia. Actualmente la mayor parte del cacao comercial pertenece a T. cacao, que comprende tres complejos genéticos: Los criollos, forasteros amazónicos y trinitarios (35).

a) El tipo criollo, es muy estimado y considerado como un cacao fino de alta calidad por su buen sabor, casi no se cultiva actualmente, debido a su susceptibilidad a las enfermedades y su delicadeza en cuanto a requerimientos ecológicos. Se caracteriza por poseer mazorcas alargadas de cáscara muy rugosa y puntiaguda y de colores verdes y rojos. Es el que más se cultiva en Centro América (31).

b) Forasteros: Comprende a los cacaos de Brasil y África Occidental, los que proporcionan el 80,0% de la producción mundial. También se llaman amazónicos porque están distribuidos en forma natural, en la cuenca de ese río y sus afluentes. Las mazorcas son amarillas cuando están maduras, lisas y de extremo redondeado (30. 35).

c) Trinitarios: Estos ocupan del 10,0 al 15,0% de la -

producción mundial. Botánicamente son un grupo complejo, constituido por una población híbrida que se originó en la Isla de Trinidad, cuando la variedad original (criollo de Trinidad), se cruzó con la variedad introducida de la Cuenca del Orinoco, de allí que las características genéticas y de calidad son intermedias entre criollos y forasteros (35).

2.2. Propagación del cultivo

2.2.1. Biología floral

Las flores aparecen sobre la corteza vieja, bien sea en el tronco, en las ramas principales o en ramificaciones secundarias. Las zonas donde aparecen cada año las inflorescencias son visibles sobre los árboles, donde forman unas pequeñas prominencias llamadas cojinetes florales. Son hermafroditas actinomorfas y pentámeras. Los pétalos de éstas están divididas en dos partes: La parte inferior erguida, está abombada en forma de capuchón; es el capuz, o cogulla sobre el cual está articulada la parte superior del pétalo (4).

El androceo está compuesto de dos verticilos soldados por la base : uno externo, comprende 5 estaminoides estériles opuestos a los sépalos, el otro, interno presenta 5 estambres fértiles opuestos a los pétalos y cuyos filamentos están divi

dados en dos o tres ramificaciones, cada una de ellas con una antera bilocular. Los filamentos son incurvados, las anteras se encuentran ocultas en el interior del capuz del pétalo (37).

La disposición de las piezas florales del cacao no contribuyen a facilitar la polinización. Las anteras están, en efecto, alojadas en el interior de las cogullas de los pétalos; mientras que los estigmas mismos están protegidos por los estaminoides que los rodea. Además, el polen, poco viscoso, difícilmente puede alcanzar los estigmas por el solo efecto del viento. De hecho la polinización del cacao es entomófila, está asegurada por pequeñas mosquitas entre las que han sido identificadas varias especies del género *Forcipomya*. (4).

2.2.2. Propagación por semilla

El cacao es una planta que se propaga de forma sexual y asexual. La propagación sexual es la más comúnmente usada y fácil para reproducir el cacao; y se hace por semilla fresca. Gran parte del cacao cultivado en la actualidad proviene de semilla sin seleccionar, el uso de semilla certificada toma mayor auge dado el comportamiento de los árboles provenientes de semilla de polinización cruzada. El comportamiento de esta planta es tan marcada que difiere considerablemente, aun

en la descendencia de un mismo fruto. La razón de esta varia
ción es que la especie es alógama en un alto porcentaje, por
lo tanto cada semilla es el resultado de la fecundación de un
óvulo por polen de diferente procedencia.

2.2.3. Propagación vegetativa

Cuando se pretende eliminar el comportamiento variable
de los árboles, provenientes de semilla de polinización crusa
da se recurre a la multiplicación agámica (9):

La reproducción asexual se realiza empleando partes vege
tativas de la planta original, esto es posible porque cada
célula contiene la información genética necesaria para regene
rar la planta entera. Es importante señalar que mediante la
propagación vegetativa se puede esperar que la nueva planta
crezca y produzca tanto como el árbol madre (15, 37).

La reproducción puede ocurrir mediante la formación de
raíces y tallos adventicios. Las estacas de tallo y los aco
dos tienen capacidad para formar raíces adventicias y las es
tacas de raíz pueden regenerar un nuevo sistema de brote (14).

La propagación en masa por medios vegetativos no es más
económica que la propagación por semilla; pero su empleo se
justifica por la superioridad y uniformidad de clones especí
ficos. Existen varios métodos para la propagación asexual;
pero los más utilizados son: Injerto, acodos, cultivo de teji
dos y estacas (3, 9).

2.2.3.1. Propagación por injerto

Consiste en unir una rama a un patrón reproducido por semilla o enraizada, a fin de que el cambium del injerto y patrón queden en íntimo contacto, para que los nuevos tejidos provenientes de la división celular de ambos, queden justamente unidos y puedan transportar sin impedimento agua y alimentos a través de la unión (9).

El árbol injertado recibe tanto del injerto como del patrón caracteres morfológicos y genético-fisiológico. Generalmente el patrón transmite resistencia para enfermedades, características de vigor y una mejor adaptación a las condiciones de suelo; el injerto (variedad), mantiene características de calidad y cantidad de frutos (40).

El vigor de cualquier injerto está en íntima relación con el de la planta patrón. Además, si las ramas provienen de chupón, el árbol tomará forma como si fuera de semillas, mientras que si el injerto es de rama de abanico, el árbol tomará forma de abanico (14).

Los clones considerados buenos productores tienen mayor rendimiento si se propagan por estacas; pero los clones considerados malos productores, tienen mayor rendimiento si se propagan por injerto (40).

2.2.3.2. Propagación por acodos

El cacao se puede multiplicar por acodos aéreos, los que

comúnmente enraizan con facilidad; sin embargo no se recomienda cuando se pretende plantar un área que requiere un número considerable de plantas, debido a que presenta obstáculos para su uso. Para la reproducción por este método se debe elegir ramas o chupones con diámetro de 1,5 a 3,0 cms y con una longitud de 30,0 - 80,0 cm, estos brotes pueden estar en floración y no impiden la realización de este trabajo (8).

Al evaluar diferentes materiales para propagar cacao por acodos se encontró que un 70,0% de acodos enraizaron al utilizar aserrín fresco como sustrato (14).

2.2.3.3. Propagación por cultivo de tejidos

Consiste en la separación de una parte de la planta madre y colocarlos en tubos de ensayo con un medio nutritivo artificial y aséptico, al que se le adicionan sustancias reguladoras del crecimiento (9).

Sobre este tipo de propagación vegetativa se han realizado una diversidad de estudios. Esan, E.B. realizó dos estudios en Theobroma cacao: uno sobre cultivo de embriones y otro sobre cultivo de anteras. Como fuente de explantación se usaron plántulas, mazorcas y yemas florales. El medio basal utilizado consistía en formulaciones de sal y fracciones orgánicas de Murashige y Skoog. Los cultivos se mantuvieron bajo luz diurna difusa a 25,0 °C y 80,0 - 85,0 % de H.R. durante 14 horas diariamente. Orchard, J.E., realizó estudios en Theobroma cacao sobre micropropagación; germinación y desarrollo embrionario in vitro. Pence, V.C., realizó estudios

sobre cultivos de embriones de Theobroma cacao y etapas de desarrollo de la planta in vitro (10, 22, 23).

2.2.3.4. Propagación por estacas

La propagación por medio de estacas consiste en tomar porciones del árbol y tratarlas de tal manera que produzcan raíces, éstas son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales, propagación comercial en invernadero de cultivos florales y comúnmente en la propagación de diversos frutales (24, 37).

Para la propagación de cacao por estacas deberán darse tres aspectos importantes: Tener de 3 a 6 hojas, tallo de 2,0 - 20,0 cm de longitud, proceder de jardines clonales con árboles bien sombreados o de brotes auto sombreados, deben ser del tercero o segundo crecimiento de la rama (9, 37, 39).

La edad del árbol de donde se toman las estacas es muy determinante para el porcentaje de enraizamiento de éstas, en café se determinó que estacas que procedían de plantaciones entre uno y dos años enraizaron casi el 100% decreciendo en plantaciones de 6 años hasta alrededor del 45%; mientras que plantaciones de 12 años enraizó esporádicamente (11).

Una estaca de cacao sin hojas no puede arraigar, las que pierden sus hojas en el transcurso del arraigue, tampoco po-

drán arraigar, pues aunque esté empezando a hechar raíces no podrá desarrollarse (3).

Para tener éxito en la propagación por estacas es necesario que el grado de fotosíntesis exceda ligeramente el grado de respiración pues de lo contrario sobreviene la muerte de las estacas por carencia de carbohidratos (14, 15).

El árbol donador de estacas debe reunir ciertas características: debe proceder de plantaciones jóvenes, estar libre de plagas y enfermedades, bien sombreado, ser de fácil enraizamiento; esto dado que existe una diversidad de clones, de los cuales unos son de fácil o difícil enraizamiento.

En estudios sobre características y rendimiento experimental de cultivares de cacao recomendados por INIAP en 1983, se encontró que el clon ICS-95 tiene un porcentaje de enraizamiento de 84% mientras que el clon ICS-6, tiene un enraizamiento de apenas un 34% (35).

2.2.3.5. Proceso para la recolección de estacas

La recolección de las ramillas para obtener las estacas de cacao deben efectuarse temprano en la mañana dejándolas dentro de un recipiente con agua o envueltas en yute húmedo, hasta el momento de la siembra (35).

Para la siembra se preparan secciones de 20,0 cm de longi

tud y diámetro de 0,5 cm ó más, además la estaca debe tener 3 ó 4 hojas a las que se elimina las dos terceras partes de su área, esto se hace para evitar que se den sombra mutuamente, poder acomodar el mayor número de estacas en un espacio dado, reducir la transpiración, evitar el exceso de carbohidratos elaborados por fotosíntesis, ya que esto produce amarillamiento de las mismas hojas que posteriormente se caen, lo cual afecta el enraizamiento (15, 34, 36).

La función de las hojas en la estaca es producir carbohidratos que al ser traslocados a la base de la estaca ayudan a la formación de raíces. Además las hojas son productoras de auxinas y de cofactores de enraizamiento. Estudios realizados en limonero sobre el papel de las hojas en el enraizamiento demostraron que en estacas donde se había removido todas las hojas la producción de raíces fue muy poca; mientras que donde no se removieron la producción fue abundante. El efecto estimulante de las hojas en el enraizamiento de estacas de tallo de aguacate fué estudiado por Reuvení, en el que se encontró que la estaca de cultivares difíciles de enraizar bajo niebla pronto tiran sus hojas y mueren; mientras que en los cultivares que enraizan con facilidad las hojas son retenidas hasta durante nueve meses (15, 17).

Las estacas se sumergen en una solución acuosa de fungicida; Ej.: Formaldehído al 6% durante 5 segundos. Esto ayuda a prevenir la entrada de infecciones a través del corte. Al permanecer la estaca al aire durante cierto tiempo el cor

te se oxida, por tanto se hace necesario hacer un nuevo corte para eliminar el tejido ya oxidado y luego proceder a la siembra. El corte de la estaca se debe hacer en ángulo recto con respecto al eje longitudinal del tallo, dado que si el corte se hace oblicuo las raíces muy a menudo se desarrollan únicamente en el extremo inferior (30, 33).

Las ramas más fáciles para enraizar son las jóvenes recientemente brotadas, cuya parte interior es todavía verde y empieza apenas a hacerse parda (3).

Desarrollo anatómico de las raíces en las estacas.

En las plantas perennes leñosas, donde se encuentran presentes una o más capas de floema y xilema secundario, las -- raíces adventicias en las estacas de tallo se originan generalmente en el tejido de floema secundario joven, aunque también puede originarse de otros tejidos como el cambium, radios vasculares o la médula (39).

De acuerdo a investigaciones se ha generalizado que la formación de callos y producción de raíces son dos procesos independientes; sin embargo, los dos son usualmente colaterales, la producción de raíces y callos son influenciados por condiciones internas y externas de la estaca; las raíces adventicias pueden ser producidas de tejido calloso, bajo óptimas condiciones ambientales, pero sólo de viejas células callosas suberizadas. Algunos callos son masas celulares comcompactadas y duras, las cuales están íntimamente unidas; mientras otras forman tejido esponjoso con una gran cantidad de

espacios intercelulares (15, 16).

El tiempo necesario para que una estaca de cacao forme raíces es de 28-40 días, dependiendo si el clon es de fácil o difícil enraizamiento (35).

El mecanismo de formación de las raíces es el siguiente: Primero: Al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material sube_uroso (suberina) y tapa el xilema con goma, esta placa protege las superficies cortadas de la desecación; segundo: Después de unos cuantos días, las células que están detrás de esa placa, empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima (callo); tercero: En ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias. Por lo general el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca de y justamente fuera del núcleo central de tejido vascular (13).

2.2.3.6. Condiciones físicas para el enraizamiento de estacas

a) Medio de enraizamiento: Las estacas de muchas especies de plantas enraizan con facilidad en una gran diversidad de medios; pero en aquellas que lo hacen con dificultad tienen gran influencia el tipo de medio de enraice que se utilice. No solamente por el porcentaje de estacas enraizadas sino por

la calidad del sistema radical formado (15).

Los principales objetivos del medio de enraizamiento son: dar soporte a la estaca en el propagador y proveer la humedad y aireación a toda la planta, incluida su parte radicular (9).

Siempre existe el peligro de que el medio enraizador pueda saturarse de agua. Con un medio enraizador propenso a la saturación se origina una escasez de aireación, se producen formaciones callosas que emergen de las lenticelas en la parte inferior del tallo y las estacas no pueden sobrevivir (3, 9).

En estudios sobre enraizamiento de estacas de cacao utilizando como medios para el enraizamiento cáscara de arroz, arena, aserrín, carbón vegetal y madera podrida. El mayor porcentaje de estacas enraizadas se obtuvo con cáscara de arroz fresca. Además al comparar resultados de enraizamiento en cacao, entre pergamino (cáscara) de café y aserrín se obtuvo mejor resultado con el primer producto (9).

En Venezuela, el Centro de Propagación del Cacao en Acumare de la Costa, usa una mezcla de aserrín, arena y tierra para el arraigue de las estacas.

Los medios de enraizamiento deben retener suficiente cantidad de agua, tener drenaje eficiente y buena aireación (9).

b) Propagador :

Se entiende por propagador a la construcción especial en la cual se ponen a enraizar las estacas de cualquier planta (24).

Al momento de elegir e instalar un propagador se deben

considerar detenidamente las circunstancias locales. La orientación de éste debe ser de oriente a poniente para que la luz incida uniformemente. Existe una gran diversidad de propagadores pero los más usados son: Tipo Turrialba 2, consiste en dos cajas rectangulares de madera, sin fondo de 2,5 m de longitud y 80,0 cm de ancho. Tipo la reunión, en éste el enraizamiento se realiza en canastas con tierra dentro del propagador. Tipo Trinidad, éste es construido esencialmente de concreto con dimensiones de 2,5 m de longitud por 1,5 m de ancho (9, 24).

c) Camas de enraizamiento :

Las camas de arraigado, están concebidas para cumplir las condiciones requeridas para un buen arraigue de las estacas. Son construidos colocando bajo el medio de arraigue grava u otro material que favorezca el drenaje. Existe otro tipo de camas cuyo fondo no está drenado sino que está ocupado por una capa de agua cuyo nivel superior está controlado por un rebosadero. (4).

d) Condiciones microclimáticas para el arraigue de estacas de cacao.

El enraizamiento de las estacas depende grandemente de las condiciones existentes dentro del propagador, siendo las más importantes las siguientes: Temperatura, éste factor es muy importante para el enraizamiento de estacas de cacao.

El óptimo oscila entre 27,0 °C y 29,0 °C pero no debe re

basar jamás los 30,0 °C. A una temperatura de 32,0 °C y una intensidad de luz de 100,0 bujías (que es menor del 1% de la luz total) las estacas sufren carencia de carbohidratos; mientras que a 27,0 y 30,0 bujías no hay carencia de éstos y ocurre un enraizamiento propicio en un período de unas 3,0 semanas (4, 9).

Humedad relativa: Las estacas deben mantenerse en una atmósfera completamente saturada, esto con el objeto de asegurar la máxima turgencia de las células de las hojas, ya que éstas son en extremo sensibles a cualquier pérdida de agua por evaporación, pérdida que no puede ser compensada con una absorción de agua por la parte baja de la estaca aunque ésta esté sumergida en el agua. La humedad relativa se mantiene estable sólo si la temperatura se mantiene estable, dado que si la temperatura se eleva, la humedad relativa baja, por tanto es necesario mantener una temperatura constante, lo cual se logra por una reducción de iluminación y, en caso necesario, por riegos exteriores, esto debe permitir evitar variaciones bruscas de la humedad relativa (1, 4, 9).

Luz : La energía radiante del sol tiene dos efectos: ilumina y calienta. Los efectos luminosos están relacionados fundamentalmente con la fotosíntesis, el movimiento de los estomas y el alargamiento de las células de ciertos tejidos vegetales además de otros procesos; por tanto se requiere un mínimo de luz para permitir que la fotosíntesis elabore los

hidratos de carbono necesarios (37).

Con un 10 a 12% de luz que incida sobre la cama de arrai que es suficiente para que la estaca se alimente mediante la fotosíntesis (4).

Riego : La cantidad de agua que se proporcione a las es tacas es determinante en el enraizamiento de éstas.

Se recomienda hacer riegos cada seis u ocho días, logran do un completo enraizamiento en veinticinco a cuarenta días en estacas de cacao. El exceso de agua desaloja el aire en tre las partículas del suelo volviéndolo compacto y difícil de penetrar por las raicillas. El aire, el agua y el suelo deben encontrarse en condiciones adecuadas para evitar que se produzca un déficit hídrico interno, especialmente en días luminosos y cálidos. En un día caluroso y soleado, aún diez minutos sin agua pueden producir efectos desastrosos. El agua rica en sales como carbonatos, bicarbonatos e hidró xido de sodio pueden ser muy perjudiciales para el enraiza miento de las estacas (22, 24, 38).

2.3. Estimulantes de enraizamiento

El empleo de sustancias que favorecen la formación y el desarrollo de las raíces, es una práctica muy usual en los centros de propagación de plantas. La formación y el de sarrollo de raíces son efectos producidos por sustancias re-

6

guladoras del crecimiento y hormonas vegetales. Todas las hormonas regulan el crecimiento; pero no todas las sustancias reguladoras del crecimiento son hormonas. Las hormonas vegetales son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes producidos por las plantas, los cuales en concentraciones bajas regulan los procesos fisiológicos vegetales (15, 29).

Las sustancias de crecimiento aplicadas al esqueje desarrollan su acción, haciendo llegar todas las sustancias necesarias para que el esqueje arraigue, hasta la base de éste (21).

2.3.1. Estimulantes naturales

6

La auxina fue descubierta como una hormona que actúa regulando el alargamiento celular y pronto se encontró que produce una gran variedad de efectos; la división celular y la estimulación en la formación de raíces adventicias, siendo este último de gran importancia en la propagación de especies por estacas. A bajas concentraciones la auxina actúa como estimulante en el crecimiento de las plantas y a altas concentraciones como inhibidor de éste. La auxina al interactuar con otros fitorreguladores naturales produce otros fenómenos diferentes en las plantas, a los especificados anteriormente (15, 39).

6

2.3.2. Estimulantes sintéticos

Actualmente se reconocen cinco tipos de reguladores de crecimiento: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y poliaminas (12).

Entre las sustancias auxínicas de síntesis experimentadas han tomado importancia tres en lo concerniente al enraizamiento: El ácido indolacético (AIA); el ácido indolbutírico (AIB); el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido indolacético (AIA). Este último es poco estable y se descompone espontáneamente a la luz en pocos días, especialmente si el pH es superior a 5 y en presencia de oxígeno. No sólo la auxina del ácido indolacético ejerce actividad sobre la planta, sino una considerable variedad de sustancias químicas sintéticas con estructura semejante, que aunque no son de ocurrencia natural, resultan más efectivos para la formación de raíces que el ácido indolacético de ocurrencia natural (12, 27).

También se pueden utilizar ácidos fenoxiacéticos y derivados como : ácido 2-4-diclorofenoxiacético (2,4-D), 2,4,5-Triclorofenoxiacético (2,4,5,-T), ácido metil cloro fenoxiacético (MCPA), y el ácido tricloropicolínico (Picloran) (14).

El éxito para la formación de raíces depende de la presencia de cofactores en los esquejes que coloquen a los tejidos en las condiciones adecuadas para reaccionar al estímulo de las auxinas. Normalmente estos cofactores son proveídos



por las hojas (14).

El ácido indolbutírico (IBA), es el más estable y menos soluble, su molécula se mueve muy lentamente en los diferentes tejidos de la planta y por eso queda más tiempo en el punto de aplicación siendo su acción localizada (3).

El uso de ácido indolbutírico en la propagación de cacao por estacas es una práctica bastante conocida en países donde se hacen plantaciones clonales. Generalmente se usa en soluciones hidroalcohólicas, mezclado con talco o en preparaciones comerciales (9).

Se recomienda una solución compuesta de ácido indolbutírico al 0,3%, ácido naftalenacético al 0,3% y alcohol al 50% como la fórmula más favorable para el enraizamiento de estacas de cacao (9).

El ácido indolbutírico a una concentración de 0,7 a 0,8% ya sea en solución alcohólica al 60% en polvo, mezclado con talco estimuló un mayor enraizamiento de las estacas (4).

En estacas de cacao se ha determinado que el ácido indolbutírico a concentraciones de 6,000 a 12,000 ppm en solución hidroalcohólica, se ha logrado hasta un 84% de enraizamiento, porcentaje mucho mayor que el obtenido con otros estimulantes; sin embargo se ha encontrado que las altas concentraciones causan intoxicación en las estacas (6, 9, 20).

En café se han utilizado auxinas para determinar efectos sobre la formación de frutos determinándose un incremento del

18,0% con respecto al testigo. También ha sido utilizado a concentraciones de 5,000 ppm sobre un anillamiento tomado como precondicionamiento para aumentar la capacidad de enraizamiento de transplantes en café (34).

La preparación de soluciones a diferentes concentraciones se logra de la siguiente manera; para preparar un litro de una solución de 100 ppm, se diluyen 100 mg de la sustancia en 10 ml de alcohol etílico, éste se diluye luego con agua para hacer un litro de solución (28).

Seed + es una fórmula de complejos enzimáticos, reguladores de crecimiento y minerales quelatados. Comercialmente se presenta en polvo y líquido. Seed + ha sido utilizado en granos básicos, esquejes de caña de azúcar, polvo y líquido respectivamente, en dosis de 1 lb/qq de semilla, en caña 0,5 lts/mz aplicado al surco sobre el material de siembra. Este producto causa efectos secundarios tales como un mejor enraizamiento que facilita el anclaje de la planta, además se logra una mejor absorción de nutrientes. Seed + se diluye en agua, la dosis depende de el material sobre el cual se aplica, las condiciones de temperatura, humedad relativa y luz para el uso de Seed son condiciones normales a las cuales se adaptan los cultivos. Este producto no ha sido utilizado para estimular el enraizamiento de estacas de ninguna especie, por tanto no se tiene mayores datos sobre trabajos al respecto, sin embargo la composición química del producto está -

constituida básicamente por hormonas, enzimas y minerales. Por su composición es capaz de introducirse en cualquier se milla durante el fenómeno de hidratación e inmediatamente romper la latencia (26, 32).

Miel de abeja. Esta varía en sus características físicas y químicas, de acuerdo con la flor de donde procede. En los trópicos son muy raros los casos en que predomina una so la flor, por tanto las variantes pueden ser incalculables. No obstante las variaciones cuantitativas de sus distintos componentes, éstas tienen lugar dentro de estrechos límites (2).

- Composición química :

	%
Levulosa	41,00
Glucosa	34,00
Sacarosa	1,90
Dextrina	1,80
Proteína	0,30
Nitrógeno	0,04
Acidos	0,10
Humedad	17,00
Materias no dosificadas	3,68

Los ácidos que componen la miel son : Acético, butírico, copróico, cítrico, láctico, fórmico, málico, succínico, táni co, tartárico y varálico. La miel es rica en auxinas, lo --

cual le da la característica de estimulante (2, 18, 19, 25).

La miel en una concentración de 7,5% utilizada como estimulante de la formación de raíces en estacas de cacao, aparentemente no influye en la longitud de raíces, pero sí en el porcentaje de enraizamiento (80,33%) y en la uniformidad de los clones. Para su aplicación requiere de inmersión prolongada (4).

2.3.3. Métodos de aplicación de estimulantes para el enraizamiento

Existen diferentes métodos para aplicar cantidades suficientes de reguladores a las estacas de tallo; no obstante, los únicos métodos que en la actualidad han llegado a utilizarse amplia y prácticamente son: la inmersión rápida, el remojo prolongado, y el espolvoreo (39).

Inmersión rápida, ésta se utiliza en soluciones de alta concentración de hormonas, generalmente se mantiene 3, 6 ó 10 segundos. Para este método se prepara una solución concentrada de la sustancia estimuladora del enraizamiento que puede variar de 500 a 10,000 partes por millón (ppm), en alcohol al 50%. Los extremos basales de la estaca se sumergen en la solución concentrada del producto químico de modo que sus bases estén cubiertas en la solución hasta una profundidad de aproximadamente 3 cm. Este método tiene la ventaja de reque-

rir menos equipo en el remojo.

Método de remojo prolongado. Se prepara una solución madre concentrada de auxina con alcohol al 95%, que luego se diluye en agua destilada para obtener la dosis deseada. Las concentraciones que se usan varían de 20 ppm para especies de enraizamiento fácil a unos 200 ppm para las de un enraizamiento difícil; las estacas se remojan durante 24 horas en la solución diluida y durante este período deben mantenerse a una temperatura óptima de 20 °C. Este método presenta la desventaja de que la cantidad de sustancia absorbida por las estacas depende en cierta parte de las condiciones que circundan este período.

Método de espolvoreo. En este método la base de la estaca se trata con una hormona del crecimiento mezclado con un portador (polvo fino inerte que puede ser arcilla o talco). La materia que constituye el polvo de dilución puede tener un papel importante por sus propiedades físicas que favorecen más o menos la penetración de las hormonas en los tejidos tratados.

En este método pueden surgir dificultades para obtener resultados uniformes, debido a la variabilidad en las cantidades de material que se adhiere a las estacas (9, 39).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El estudio se inició el 13 de octubre y finalizó el 25 de noviembre de 1990, en el sector El Recreo de la Asociación Cooperativa de la Reforma Agraria "La Carrera" de R.L., Departamento de Usulután, a una elevación de 75,0 metros sobre el nivel del mar, ubicada aproximadamente a 112 kilómetros de San Salvador.

Las condiciones climáticas de la zona : temperatura media mensual de 26,6 °C y precipitación media total de 1 750,0 mm. (Cuadro A-1).

3.2. Material vegetal

3.2.1. Origen de las estacas

Las estacas se obtuvieron de una plantación de cacao (Theobroma cacao), ubicada a 50,0 metros de distancia del lugar donde se propagaron. La plantación posee las características siguientes: La edad de los árboles se estima entre los 10 y 30 años, la altura de las plantas oscila entre los 3,0 y 6,0 m y posee amplia variabilidad genética.

El manejo que la cooperativa le da a la plantación es el

siguiente : una poda al año (julio), fertilizaciones con Fórmula 15-15-15, 4,4 qq/mz (mayo), sulfato de amonio 4,4 qq/mz, (julio y septiembre). Durante la época lluviosa se aplican fungicidas para el control de mazorcas negra (Phytophthora sp), los más utilizados son: Benomil 8 gr/galón de agua y Maneb, 2,1 kilos/ha.

Las ramillas que se utilizaron para el ensayo, fueron las del tercio inferior de los árboles y de éstas se eligieron las que no tenían hojas dañados por plagas, enfermedades o mecánicamente, y que tuvieron un desarrollo y coloración normal. Se estima que éstas tenían una edad de uno a dos años y un grosor de 0,9, 0,7, y 0,5 cm, respectivamente para la sección basal, media y distal.

3.2.2. Preparación de estacas

Al momento de la recolección las ramillas fueron envueltas en sacos de yute previamente humedecidos y durante la preparación de las estacas se rociaban con agua para disminuir la deshidratación. La preparación de las estacas se hizo cortando la sección distal, luego la media y por último la basal, cada una con una longitud de 20,0 cm; seguidamente se eliminó el exceso de hojas, dejando en la estaca únicamente tres de ellas, a cada una de las cuales se les eliminó dos terceras partes de su área.

El corte de la estaca se hizo perpendicularmente a la longitud de ésta y se realizó antes de un nudo para el extremo



inferior y después de un nudo para el superior.

Para desinfectar el material, se preparó una mezcla compuesta de 1,25 gramos de Benomil^{1/} más 8,0 gramos de Maneb^{2/} y 1,90 gr de Metamidofós^{3/}, por galón de agua. En esta mezcla se sumergieron las estacas por un período de 5,0 minutos, posteriormente fueron puestas a secar a la sombra.

Los estimulantes utilizados fueron los siguientes : Miel de abeja, ácido indolbutírico (IBA) y Seed +.^{4/} Las dosis para miel de abeja fueron : 0,0%; 5,0%; 10,0% y 15,0% preparadas en agua destilada (32).

Los tratamientos con ácido indolbutírico fueron de 0,0 ppm; 4 000 ppm; 8 000 ppm y 12 000 ppm, para ello se utilizó alcohol etílico al 50% como diluyente. Las diluciones para seed se hicieron en agua destilada y las dosis fueron : 0,0; 20,0; 40,0 y 60,0 cc/galón de agua.

Al momento de tratar las estacas con estimulantes se realizó un nuevo corte con el objeto de eliminar productos de oxidación.

Para el tratamiento con miel de abejas, se prepararon las estacas un día antes de sembrarlas en la cama de enraizamiento. Se utilizó el método de inmersión lenta, manteniéndose 3,0 cm de la base sumergida durante 18,0 horas. Durante la inmersión se hicieron aplicaciones de agua a las hojas con el fin de reducir la deshidratación.

1/ Nombre técnico del producto comercial conocido como Benlate.

2/ Nombre técnico del producto comercial conocido como Manzate D.

3/ Nombre técnico del producto comercial conocido como Tamarón 600.

4/ Es una fórmula de complejos enzimáticos, reguladores de crecimiento y minerales quelatados (32).

Para los tratamientos con ácido indolbutírico se prepararon las estacas el mismo día en que se aplicó el estimulante. Se utilizó el método de inmersión rápida, sumergiendo la base de la estaca en la solución durante tres segundos.

Para los tratamientos con Seed + las estacas fueron sumergidas totalmente en cada solución preparada a diferentes dosis por un período de 5,0 minutos, después del cual se sacaron de la solución y fueron puestas a secar bajo sombra durante treinta minutos antes de sembrarlas en la cama de enraizamiento.

3.2.3. Siembra de estacas

Después del tratamiento con el estimulante y dosis respectiva, se procedió a colocar nueve estacas por unidad experimental, en la cama de enraizamiento. El distanciamiento fue de 18,0 cm entre hilera y 10,0 entre estacas (Fig. A-2-c) a una profundidad de 5,0 cm.

3.3. Propagador

3.3.1. Cámara de propagación

Se construyó un propagador de dos aguas, para regular el microclima alrededor de las estacas, su orientación era del NW al SE en su parte más larga. Las dimensiones fueron 21,50 m de largo; 3,00 m de ancho y 2,0 m de alto (Fig. A-1-a).

Los materiales utilizados en su construcción fueron : va-

ras de bambú (Bambusa vulgaris) como postes y vigas; palma de coco (Cocus nucifera) para regular la sombra y ésta fue colocada sobre el techo y los costados, plástico transparente para sellar la cámara; alambre de amarre para formar un tejido de 0,25 por 0,30 m en el techo y de 1,0 m por 1,0 m en los costados.

3.3.2. Cama de enraizamiento

La cama de enraizamiento tenía las dimensiones siguientes: largo 19,70 m; ancho 1,35 m, y a una altura del suelo de 0,25 m (Fig. A-1b).

Los materiales usados para la construcción fueron : 5,32 m³ de arena de río; 1,33 m³ de grava número dos; varas de bambú rajadas en cuatro partes de 2,0 m de largo, las que fueron clavadas en secciones de madera para retener la arena.

La desinfección de la cama de enraizamiento se realizó con Dazomet^{1/} a razón de 30,0 gr por m², dejando un período de espera de 22 días.

La grava fué colocada sobre el suelo, alcanzando una altura de 5,0 cm, sobre ésta se depositó una capa de 20,0 cm de arena tamizada en una malla de 3 mm (Fig. A-1b).

3.3.3. Riegos

El agua se aplicó con bomba de mochila de 4,0 galones

^{1/} Nombre técnico del producto comercial conocido como Basamid.

de capacidad, dirigida a la atmósfera dentro del propagador, tratando de formar un rocío sobre las estacas, lo cual se lo gró recorriendo el propagador en toda su longitud para hacer una aplicación uniforme. Para ello se mantenía la boquilla regulada de tal forma que las gotas fueran lo más finas posibles y manteniéndola en posición invertida a una altura de las estacas de 0,40 m. En total se aplicó de 10-12 riegos diarios, realizándose cuando la temperatura sobrepasaba los 30,0 °C durante el desarrollo de la investigación.

3.3.4. Condiciones ambientales en el propagador

La temperatura y humedad relativa dentro del propagador se midieron con el Psicrómetro ubicado en el centro del propagador y con los bulbos a nivel de las hojas de las estacas. Se hicieron tres lecturas diarias, así a las 7:00; 14:00 y 19:00 horas, de esta información se obtuvieron los promedios diarios que posteriormente fueron graficados (Fig. A-3 y A-4).

3.3.5. Manejo del ensayo

Durante el día se observó la temperatura dentro del propagador y de acuerdo a ello se aplicaron los riegos.

Las estacas fueron observadas constantemente y cada sie-

te días, se aplicaba la mezcla de insecticida y fungicida, compuesta de 1,25 gr de Benomil más 8,0 gr de Maneb y 1,80 gr de Metamidofós, todo ello en un galón de agua. Con el objeto de prevenir posibles ataques de hongos a las estacas, así como ataque de insectos.

3.4. Diseño estadístico

Se utilizó el diseño de parcelas sub-divididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

3.4.1. Factores en estudio

- a) Secciones de ramilla: Se estudiaron en parcelas grandes (1,59 x 1,30 m). Sección basal, media y distal.
- b) Estimulantes: Se estudiaron en parcelas medianas (1,30 x 0,53 m), y fueron éstas : miel de abeja, ácido indolbutírico y Seed +.
- c) Dosis de estimulantes: Se estudiaron en parcelas pequeñas (0,53 x 0,30 m), y fueron éstas: miel de abejas: 0,0; 5,00; 10,00; y 15,00%. Acido indolbutírico : 0,00; 4 000,00; 8 000,00 y 12 000,00 ppm. Seed + : 0,00; 20,00; 40,00 y 60,00 cc por galón de agua.

3.5. Distribución estadística (F. de V. y G.L.)

F. de V.	G.L.
Efecto de repetición (R)	3
Efecto de sección ramilla (A)	2
Error de parcelas (a)	6
Efecto de estimulantes (B)	2
Interacción Sección x Estimulante (A x B)	4
Error de sub-parcelas (b)	18
Efecto de dosis (C)	3
Interacción Sección x Dosis (A x C)	6
Interacción Estimulante x Dosis (B x C)	6
Interacción Sección x Estimulante x Dosis (A x B x C)	12
ERROR DE SUB-SUB-PARCELAS (C)	81

3.6. Parámetros a evaluar

La fuente de datos fue la Unidad experimental y de ella se obtuvieron los siguientes parámetros :

- Promedio de brotes por estaca
- Número de callos por tratamiento
- Número de raíces por estaca
- Número y longitud de raíces

3.8. Recolección de datos

Durante el ensayo se realizaron seis lecturas del número de brotes por estaca (a los 12, 19, 23, 28, 31 y 41 días), después de instalar el ensayo; dos del número de callos por tratamiento (a los 28 y 41 días).

A los 28 días se muestreó el ensayo para determinar si había enraizado sobre la base de que ciertos autores manifiestan que clones de fácil enraizamiento pueden enraizar en tres semanas. Para realizar el muestreo se levantó una repetición completa tomando cada una de las estacas y observando si había raíces, callos y brotes.

A los 41 días se levantó totalmente y se realizó el mismo procedimiento que a los 28 días.

En ambos casos, se tomaron datos de 36 estacas por cada tratamiento. El total de estacas evaluadas fueron 1296.

Se consideró que había brotación cuando a simple vista se observaba sobre la estaca una prominencia color verde.

La determinación de la formación de callo en la estaca se hizo bajo el criterio de que la corteza se había hinchado alrededor del corte.

Con estos datos se obtuvo el promedio por tratamiento para cada repetición. Los datos originales no se presentan en este informe.

NOTA : El término levantó significa que se arrancaron las estacas y se hicieron las lecturas.

4. RESULTADOS

4.1. Microclima

4.1.1. Luminosidad

Para conocer las condiciones generales en cuanto a luminosidad, se hicieron observaciones visuales diariamente, de-terminándose que un día había sido soleado, cuando el 75% del día el sol proyectaba su luz directamente sobre el propagador sin la presencia de nubes y era nublado cuando el 75% del día el sol no proyectaba luz directamente sobre el propagador por la presencia de nubes.

De los 41 días que duró el ensayo, 33 (80,0%) fueron so-leados y 8 (20,0%) nublados, lo anterior produjo enrollamien-to de la palma de coco, aumentándose de esta forma la lumino-sidad dentro del propagador. Para reducir ésta se procedió a colocar más palma de coco en los espacios dejados por la pal-ma al enrollarse (Cuadro A-3).

4.1.2. Temperatura

Para conocer como era el comportamiento de las tempera-turas durant el período de las 10:00 a las 14:00 horas se -- tomó un día al azar y se realizaron lecturas directas, encon-trándose que el promedio de este período era de 30,7 la máxi-ma de 33,0 y la mínima de 29,0 °C. Al momento de tomarse los

datos habían transcurrido 31 días de sembradas las estacas.

4.1.3. Humedad relativa

El comportamiento de la humedad relativa se aprecia en la Fig. A-4. La humedad relativa media durante el ensayo fué de 98%. El promedio de las 10:00 a las 14:00 del día 13 de noviembre fué de 83%; en este período la máxima fué de 93% y la mínima de 68% (Gráfico A-6).

4.2. Formación de raíces

De todo el material vegetal utilizado (1 296 estacas), solamente enraizaron tres estacas (0,23%). Estas fueron tratadas con ácido indolbutírico. Todas corresponden a la repetición tres y proceden de las secciones basal (T_6), media (T_{18}) y distal (T_{31}).

El número de raíces fue de 2, 6, y 3 para los tratamientos T_6 , T_{18} y T_{31} respectivamente. El tratamiento que alcanzó mayor longitud de raíces fué de T_{18} con 4,4 cm, le sigue el T_6 con 1,2 y por último el T_{31} con 0,5 cm (Cuadro A-4).

4.3. Formación de callo

Seed en la dosis de 20,0 cc/galón de agua (T_{34}) aplicado a la sección distal fué el tratamiento que dió el mejor resultado con respecto a la formación de callo con 22,22% de estacas, le sigue el testigo (T_{33}) con 14,81%. Los tratamientos de Seed aplicados a las secciones basal y media no mostraron indicios de formación de callo (Cuadro A-4).

La miel de abeja con una dosis de 5,0% aplicada a la sección media (T₁₄) presentó el 14,81% de estacas con callo. Este resultado es similar al 11,11% para la misma dosis aplicada a las secciones distal (T₂₆). Esta misma dosis de miel (T₂) no dió los mismos resultados para la sección basal ya que solamente el 3,70% de las estacas formaron callo. El resto de tratamientos aplicados a las tres secciones correspondientes a las dosis de 10,0% (T₃, T₁₅ y T₂₅), y de 15,0% (T₄, T₁₆ y T₂₈) no presentaron formación de callo.

De todos los tratamientos con ácido indolbutírico solamente las dosis de 0,00 ppm formaron callo y fue en la sección media (T₁₇) donde se alcanzó el mayor porcentaje con 18,52% de estacas con callo. En las otras secciones de ramilla fué de 11,11% para la sección distal (T₂₉) y 7,41% para la sección basal (T₅).

4.3.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza no muestra diferencia significativa entre bloques, secciones de ramilla, estimulantes y dosis. Las interacciones entre secciones de ramilla y estimulantes, sección de ramilla y dosis, estimulantes y dosis, no presentaron diferencia estadística (Cuadro A-5).

El error experimental de los estimulantes (b) fué mayor que el de las secciones (a) y el de las dosis (c).

4.4. Formación de brotes

El apareamiento de brotes se inició, a los 10 días y se incrementó aceleradamente hasta alcanzar su máximo alrededor de los 25 a 31 días. A partir de entonces descendió - (Gráficas del A-10 al A-18).

4.4.1. Análisis de varianza

Hasta los 28 días no hubo diferencia entre las repeticiones; pero a los 31 días fué significativa (5%) y altamente significativa (1%) a los 41 días. Las secciones de ramilla no mostraron diferencias significativas en cuanto al número de brotes por estaca. En cambio los efectos de los - estimulantes fueron diferentes estadísticamente hasta los 19 días e iguales a partir de los 23 hasta los 41 días (Cuadros A-8, A-9, A-10).

Las diferencias entre las dosis de los estimulantes, resultaron ser significativos (5%) a los 12 días y altamente significativas (1%) desde los 19 hasta los 41 días (Cuadro A-8, A-9 y A-10).

El resultado de las interacciones fué así: No hubo interacción entre sección de ramilla y estimulantes, sección de ramilla y dosis, sección de ramilla-estimulantes y dosis.

El error experimental de parcelas grandes (a), aumentó

progresivamente hasta los 28 días, a partir de ahí decreció (Cuadros A-8, A-9 y A-10). Para sub-parcelas (b) se mantuvo constante desde los 23 días hasta el final. En los sub-sub-parcelas (c) fué casi igual para todas las observaciones

4.4.2. Prueba de Duncan

Al analizar las medias aplicando la prueba de Duncan - se determinó que a los 19 días, la sección basal con un promedio de 0,23 brotes por estaca fue superior estadísticamente a la distal con 0,11 e igual a la media con 0,16 brotes por estaca; mientras que a los 41 días la sección distal con 0,27 brotes por estaca fue superior estadísticamente a la basal con 0,13 e igual a la media con 0,17 brotes por estaca. El resto de observaciones (12, 23, 28 y 31 días), no mostró diferencias (Cuadro A-11).

La miel de abeja con 0,14 brotes por estaca a los 12 días, fué superior estadísticamente a indolbutírico con 0,04 e igual a Seed con 0,08 brotes por estaca. Estas diferencias se mantuvieron así hasta los 23 días (Cuadro A-12).

A los 28 días Seed con 0,40 brotes por estaca fué superior a indolbutírico con 0,23 e igual a miel de abeja con 0,39 brotes por estaca. Desde los 31 días hasta el final todos los estimulantes fueron iguales estadísticamente al nivel del 5% de probabilidad (Cuadro A-12).

Los resultados de la prueba de Duncan aplicada a los 28 días, para las dosis de estimulantes son: Para miel de abeja la dosis dos (5% de miel) con 0,89 brotes por estaca fué superior a la cuatro (15% miel) con 0,0; a la tres (10% miel) con 0,59 brotes por estaca. El testigo (dosis uno con 0% miel), al ser comparado con las dosis cuatro y tres resultó ser superior a éstas; mientras que al comparar la dosis tres con la cuatro resultaron ser iguales (Cuadro A-13).

Las dosis de indolbutírico de : 4 000, 8 000 y 12 000 ppm con 0,17, 0,12 y 0,02 brotes por estaca respectivamente, fueron iguales. Al compararlos con el testigo (0,00 ppm) con 0,61 brotes por estaca éste fué superior, a los tratamientos de 4 000, 8 000 y 12 000 ppm, esta diferencia fué significativa al 5%.

La dosis de Seed de: 0,0; 20,0; 40,0; y 60,0 cc/galón de agua con 0,36; 0,54; 0,40 y 0,28 brotes por estaca respectivamente, fueron iguales estadísticamente (Cuadro A-12).

5. DISCUSION

5.1. Formación de raíces.

Solamente el ácido indolbutírico favoreció la formación de raíces, lo que da indicios para creer que al mejorar las condiciones dentro del propagador se puede obtener un mayor porcentaje de estacas enraizadas con la aplicación de este estimulante.

Cabe la posibilidad que en las estacas enraizadas se encontraban presentes cofactores de enraizamiento que no estaban en el resto del material, ya que según Hartman (16), las diferencias en la facilidad para enraizamiento entre especies y cultivares no se deben a diferencias anatómicas entre éstos sino al contenido de cofactores.

Las estacas que lograron enraizar habían perdido su área foliar completamente, lo que coincide con lo manifestado por Weaver (39), quien afirma que las estacas gruesas que almacenan material de reserva no requieren hojas para enraizar ya que en la madera están presentes suficientes cofactores que estimulan la iniciación de raíces; pero es contradictorio a lo manifestado por Braudeau (4), quien afirma que una estaca sin hojas no enraiza, dado que aunque se inicie la formación de raíces, éstas morirán por la falta de alimentos, dado que no se puede realizar el proceso de fotosíntesis.

Los factores más importantes que afectaron e imposibilitaron el enraizamiento de las estacas y que no fue posible modificarlas tenemos:

a) Temperatura : Según Braudeau y Evans (4), la temperatura adecuada para el enraizamiento de estacas de cacao debe estar comprendida entre 27,0 y 29,0 °C, y no debe rebasar jamás los 30,0 °C; sin embargo en la Hacienda La Carrera, entre las 10:00 am y las 2:00 pm, éstas se mantuvieron muy arriba de los 30,0 °C, alcanzando al mediodía los 34,0 °C, debido a la ubicación geográfica.

Los riegos hacían descender la temperatura en el momento de la aplicación; pero al suspenderlo, ésta subía inmediatamente. Como no hubo un registro continuo de la temperatura, la información que se tiene sobre el comportamiento de ésta ante la -- aplicación de riegos no es muy representativa (Gráfica A-5).

b) Luminosidad: La mayoría del período que duró el ensayo (80%) fue bien soleado, esto según Braudeau (4), dificulta el mantenimiento de la temperatura y la humedad relativa en rango controlable. Además la luminosidad puede haber influido en la abscisión de hojas, ya que según el mismo autor la elevada luz produce una acumulación de hidratos de carbono, lo que provoca el amarillamiento y caída de éstas.

c) Humedad relativa : Este factor no se logró controlar adecuadamente, debido a las altas temperaturas, producto de la alta luminosidad. La humedad relativa se mantenía cercano al punto de saturación sólo en el momento que se aplicaba el riego

go, bajando drásticamente hasta el 80%.al suspender.

Según Hartman (15), una reducción de la humedad con el consiguiente marchitamiento pronunciado de las estacas, permitido por cualquier período, puede dañar en tal forma a las estacas que no lleguen a enraizar, aún cuando después se vuelven a dar condiciones de alta humedad.

d) Edad del árbol : Este factor es considerado como uno de los más influyentes en dificultar el enraizado de las estacas, dado que la plantación de cacao de la Hacienda La Carrera, que fué de donde se tomó el material vegetativo, tiene una edad que oscila entre los 10 y los 30 años e incluso algunas áreas sobrepasan este rango. Esta consideración es apoyada por Fiester (11), en el sentido de que según los estudios realizados por este autor, en café, sobre propagación asexual, encontró que las estacas tomadas de árboles de un año de edad enraizaron el 100%. El enraizamiento bajó a casi la mitad para árboles de seis años, y sólo enraizaron esporádicamente -- las estacas procedentes de árboles de doce años.

5.2. Formación de callo

En ciertas especies la formación de callo en estacas antecede a la formación de raíces. La estaca forma dos diferentes tipos de callo: a) callo de consistencia dura que forma un abultamiento; este tipo es punto de origen a las --

nuevas raíces que se forman; b) el otro es de consistencia blanda esponjosa, el cual se pudre rápidamente (15).

La sección distal de ramilla presenta la mayor cantidad de callos, cabe mencionar que esta diferencia en relación a la basal y media no es significativa estadísticamente. Esta diferencia puede ser un indicio de que la sección distal tiene más posibilidades de enraizar ya que según Iritanni (17), los brotes y hojas jóvenes favorecen la cantidad de hormonas en la estaca.

La miel de abeja en la dosis de 5,0% fué el que dió mejores resultados; aunque las diferencias entre las dosis no fueron significativas las dosis de 10,0 y 15,0% no mostraron indicios de formación de callo. Esto se debe a la alta dosis de estimulante, ya que según Gosthinchar (12), para concentraciones altas el remojo de las estacas debe ser corto y para concentraciones bajas el remojo debe ser largo.

El hecho que de todos los tratamientos de ácido indolbútírico solamente el de 0,00 ppm haya estimulado la formación de callo, indica que las altas concentraciones del ácido provocaron intoxicaciones en las estacas (20).

5.3. Formación de brotes

La emisión de brotes antes de los 12 días fue propiciado por las condiciones de temperatura, dentro del propagador.

Estas fueron más altas durante el período de las 10,00 a las 14,00 horas, que alcanzaron un promedio superior a los 30,0 °C.

La brotación temprana obtenida durante el ensayo coincide con los resultados obtenidos por Alvarado López, C.M. (1), en el estudio de hormonas para enraizamiento de especies forestales, quien antes de los 15 días habían alcanzado un alto porcentaje de brotación, con temperaturas promedios de 34 °C y humedad relativa arriba del 70%. Hartman (16), afirma que las temperaturas ambientales en exceso tienden a estimular el desarrollo de yemas con anticipación al desarrollo de raíces.

En todos los tratamientos en que se aplicó las dosis 3 y 4 de ácido indolbutírico y miel de abeja se afectó la estaca y por ello no hubo brotación.

Se cree que la abscisión de hoja y mortalidad de brotes durante los primeros días se debe a las dosis altas de estimulantes aplicados a la base de la estaca, lo que según Weaver (37), desencadena un desequilibrio entre la relación etileno-auxina, aumentando los niveles de etileno, contribuyendo a la caída de hojas. Lo anterior se demuestra ya que al comparar los tratamientos con el testigo, para el indolbutírico (Gráficas A-15, A-17), se observa que éste mantuvo los niveles de brotación.

Para el caso de la miel de abeja al comparar las dosis 1 y 2 con la 3 y 4, son notables las diferencias en los niveles de brotación (Gráficas A-10, A-15, A-16). Según Meyer (21), los estimulantes de enraizamiento a concentraciones relativamente altas disminuyen la brotación, porque inhiben el crecimiento.

Weaver (39), dice que las aplicaciones de auxinas pueden desencadenar la producción de etileno y esto según Carns citado por Weaver, es un acelerador potente de la abscisión, lo cual es controlado por el equilibrio entre auxina y etileno.

El hecho de que el análisis de varianza no detecte diferencias entre las repeticiones antes de los 23 días sino hasta después es debido a que en la medida que aumenta la edad las diferencias entre el material experimental es más notable, además el error (a), disminuyó por las mediciones de los 31 y 41 días.

El no determinarse diferencias entre las secciones de rama en el ANVA de brotes se debe a que la precisión con que se analizaron fué menor debido a que éstos quedaron distribuidos en parcelas grandes y consecuentemente el número de repeticiones para éstos fué menor en comparación a las parcelas pequeñas.

Calzada Benza (5), afirma que el análisis estadístico de los tratamientos aplicados a parcelas grandes es poco sensible en relación a los aplicados a parcelas pequeñas, pues los

grados de libertad son siempre menor.

La significancia detectada en el ANVA a los 19 días, al comparar el número de brotes por estimulante es aparente, puesto que para el resto de observaciones (12, 23, 28, 31 y 41 días), fué no significativa esa diferencia. Por lo anterior podemos afirmar que no hay diferencia entre estimulantes.

6. CONCLUSIONES

1. El ácido indolbutírico, Seed y miel de abeja en ninguna de sus diferentes dosis estimularon significativamente el enraizamiento de estacas, posiblemente debido a las condiciones en que se llevó a cabo el estudio.
2. El ácido indolbutírico en la dosis de 0,0 ppm fue estadísticamente diferente a las dosis de 4 000,0; 8 000,0 y 12 000,0 ppm en cuanto a formación de callo y brotes en estacas de Theobroma cacao, lo que da indicios que las altas dosis del ácido (iguales o mayores a 8 000 ppm), producen intoxicación en la estaca, en las condiciones bajo las cuales se realizó el trabajo.
3. Para lograr un adecuado enraizamiento de estacas de Theobroma cacao, es necesario la instalación de cámaras de propagación con sistema de nebulización y materiales que regulen de manera uniforme la entrada de luz, para mantener la temperatura, humedad relativa y luminosidad en condiciones adecuadas.
4. No se determinó diferencia significativa entre las secciones de ramilla: basal, media y distal en cuanto a formación de callo en estacas de Theobroma cacao, posiblemente porque fueron distribuidas en parcelas grandes lo que implica una menor precisión en el análisis.

7. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones sobre enraizamiento de estacas de Theobroma cacao en zonas y épocas que las temperaturas máximas no excedan los 30,0 °C, regulando adecuadamente la humedad relativa y la penetración de la luz.
2. Para la aplicación del agua de riego instalar un sistema de nebulización que mantenga una humedad constante dentro de la cámara de propagación.
3. En futuras investigaciones sobre enraizamiento de estacas, utilizar la sección media y distal de ramilla.
4. Continuar la investigación con dosis abajo de 4 000 ppm para ácido indolbutírico y menor de 10,0% para miel de abeja.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALVARADO LÓPEZ, C.M.; GUTIERREZ, J.A.; RAMIREZ MENENDEZ, M.N.; RODRIGUEZ NAVARRETE, S.E. 1990. Efecto de tres hormonas vegetales en el enraizamiento de esquejes de tallo en diez especies forestales. Tesis Ing. Agr.; Universidad de El Salvador. 120 P.
2. _____. s.f. Apicultura; composición química de la miel. s.n. s.p.
3. BEAUCHESNE, G. 1973. Reguladores de crecimiento; las hormonas de enraizamiento. Trad. Rosendo Castellanos. Barcelona, Oikos-Tau. 245 P.
4. BRAUDEAU, J. 1970. Cacao. Trad. Angel M. Hernández Cardona. Barcelona, Blume. 302 P.
5. CALZADA BENZA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3 ed. Pené, jurídica. 643 P.
6. CASTRO, H.U. 1952. Algunos medios sobre el arraigamiento de estacas de cacao. Tesis Esp. cacao. Turrialba, IICA. 117 P.
7. COMPENDIO DE Agronomía Tropical. 1989. Costa Rica, IICA. 693 P.

3. EL SALVADOR. SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA.
1981. Almanaque Salvadoreño. Soyapango, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 96 P.
9. ENRIQUEZ, A.G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, CATIE. 240 P.
10. ESAN, E.B. 1981. Cocoa producers, Turrialba, C.R. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. s.n. P.
11. FIESTER, R. 1957. Revisión de literatura sobre propagación asexual de café por estacas. Turrialba 7(3): 57-64.
12. GOSTRINCHAR, J. 1973. Tratado de especialización agrícola. Trad. por Rosendo Castellanos. Oikos-Tau. Barcelona, España. P. 32-34, 38-40, 73-81.
13. GUEVARA, E. 1987. Reguladores del crecimiento. Curso de cultivo de tejidos (2., 1987, Turrialba, C.R.). Memoria. Turrialba, C.R., CATIE. P. 53-60.
14. HARDY, F. 1961. Manual de cacao, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias. P. 174-175.
15. HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E. 1987. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. Antonio Marino Ambrosio. 3 ed. México, Continental. 809 P.
16. HURTADO, M.; MERINO, M. 1987. Cultivo de tejidos vegetales. México. Trillas. 94 P.

17. IRITANI, C.; VIANA SOARES, R. s.f. Inducao do enraizamiento de estacas de Araucaria angustifolia a través de aplicao de reguladores de enraizamiento. S. L., s.n. P.
18. JACHIMOWICZ, Th. 1974. Extracción, procesamiento, acondicionamiento y almacenamiento de la miel. Bucarest, Rumania. Instituto Internacional de Tecnología y Economía Apícola de Apimondia. 3 P.
19. LEIVA DE PAZ, G.A. 1983. Las abejas su explotación racional. El Salvador, Escuela Nacional de Agricultura, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 183 P.
20. MEYER, .BS.; ANDERSON, D.B.; BOHNING, R.H. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. Trad. Luis Bulbert y Roberto Petterbarg. 4 ed. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Arg. P. 258.
21. NAUDORF, G. 1951. Las fitohormonas en agricultura. España, Salvat. P. 122-230.
22. ORCHARD, J.E. 1979. Culture of shoot apices of Theobroma cacao. Turrialba, C.R. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. s.n. P.
23. PENCE, V.C. 1980. Initiation and development of asexual embryos of Theobroma cacao L. in vitro. Turrialba, C.R. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. s.n. P.

24. PEREZ GUERRA, A. 1991. Propagación de plantas. San Andrés, El Salvador; Escuela Nacional de Agricultura. s.p.
25. PRIOR CANALES, M.L. 1989. La miel en la alimentación humana. Madrid, España. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Hojas divulgadoras No. 7. 19 P.
26. COMERCIAL AGROPECUARIA. s.f. Qué es Cytozime. San Salvador. 4 P.
27. RAY, P.M. 1976. La planta viviente, conceptos modernos de las actividades biológicas de las plantas; Trad. Raúl J. Blaisten. México, Continental. P. 136-139.
28. REYES, N. s.f. Acido indolbutírico y su efecto en el enraizamiento. San Salvador, Universidad de El Salvador. 7 P.
29. ROJAS, G. 1980. Fisiología vegetal aplicada; 2: Ed. México, D.F., McGraw. P. 159-162.
30. SANCHEZ LAZO, C. 1989. Efecto del ácido naftalenacético (ANA) como regulador del crecimiento radicular en estacas de Ixora coccinea. Tesis Lic. San Salvador. Universidad de El Salvador. 61 P.
31. SANCHEZ, J. 1983. Curso de cacao. Honduras, FHIA. 159 P.
32. SEED + DE Cytozime. s.f. San Salvador, Comercial Agropecuaria. 4 P.

33. SETYOWATI, N. 1986. El efecto de las auxinas sobre la formación de frutos en el café robusta. Boletín de PROMECAFE (Costa Rica), N : 31:13.
34. SULLADMATH, U.V. 1986. Efecto de tratamientos de precondicionamiento sobre el enraizamiento de esquejes de café. Boletín de PROMECAFE (Costa Rica). No. 33: 15.
35. SUAREZ, C.C. 1987. Manual del cultivo del cacao. Ecuador, INIAP. 109 P.
36. URBINA, M.; SANTAMARIA, J.A. 1989. La situación ambiental en Centro América y el Caribe. Ingemar Hedstrom. Costa Rica, DCE. 318 P.
37. URQUART, H.D. 1963. Cacao. Turrialba, IICA. 322 P.
38. VERA, J. 1987. Manual del cultivo de cacao. Carmen Suárez. Ecuador, INIAP. 109 P.
39. WEAVER, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas. 363 P.
40. WOOD, G.A. 1982. Cacao. Trad. Antonio Merino Ambrosio. 3 ed. México, Continental. P. 89-100.

9. A N E X O S

Cuadro A - I Promedios mensuales de temperaturas y precipitación pluvial en la Hacienda La Carrera, 75,0 m. s. n. m.

parámetro \ mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	promedio	años reg.
temperatura máxima en °C	33.6	34.2	34.6	34.7	32.8	32.3	33.6	32.9	31.5	31.8	32.6	33.0	33.1	10
temperatura mínima en °C	19.7	20.5	22.1	23.5	23.8	23.1	22.6	22.7	22.5	22.4	21.7	20.3	22.1	10
temperatura media en °C	25.4	26.2	27.3	28.1	27.6	26.9	27.2	26.8	26.0	26.0	26.2	25.4	26.6	9
precipitación media en mm.	1	1	3	34	162	344	220	289	376	265	58	3	1756	21

FUENTE : Almanaque Salvadoreño, 1991 . (9)

106

Cuadro A-2 Tratamientos utilizados en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao.
en la Hacienda La Carrera, Usulután.

sección de ramilla	estimulante	concentración	No. trat.	combinación
basal = a ₁	miel = b ₁	0 % = C ₁	T ₁	a ₁ b ₁ c ₁
		5 % = C ₂	T ₂	a ₁ b ₁ c ₂
		10 % = C ₃	T ₃	a ₁ b ₁ c ₃
		15 % = C ₄	T ₄	a ₁ b ₁ c ₄
	IBA = b ₂	0 ppm = C ₁	T ₅	a ₁ b ₂ c ₁
		4000 ppm = C ₂	T ₆	a ₁ b ₂ c ₂
		8000 ppm = C ₃	T ₇	a ₁ b ₂ c ₃
		12000 ppm = C ₄	T ₈	a ₁ b ₂ c ₄
	seed = b ₃	0 cc/gal. = C ₁	T ₉	a ₁ b ₃ c ₁
		20 cc/gal. = C ₂	T ₁₀	a ₁ b ₃ c ₂
		40 cc/gal. = C ₃	T ₁₁	a ₁ b ₃ c ₃
		60 cc/gal. = C ₄	T ₁₂	a ₁ b ₃ c ₄
media = a ₂	miel = b ₁	0 % = C ₁	T ₁₃	a ₂ b ₁ c ₁
		5 % = C ₂	T ₁₄	a ₂ b ₁ c ₂
		10 % = C ₃	T ₁₅	a ₂ b ₁ c ₃
		15 % = C ₄	T ₁₆	a ₂ b ₁ c ₄
	IBA = b ₂	0 ppm = C ₁	T ₁₇	a ₂ b ₂ c ₁
		4000 ppm = C ₂	T ₁₈	a ₂ b ₂ c ₂
		8000 ppm = C ₃	T ₁₉	a ₂ b ₂ c ₃
		12000 ppm = C ₄	T ₂₀	a ₂ b ₂ c ₄
	seed = b ₃	0 cc/gal. = C ₁	T ₂₁	a ₂ b ₃ c ₁
		20 cc/gal. = C ₂	T ₂₂	a ₂ b ₃ c ₂
		40 cc/gal. = C ₃	T ₂₃	a ₂ b ₃ c ₃
		60 cc/gal. = C ₄	T ₂₄	a ₂ b ₃ c ₄
distal = a ₃	miel = b ₁	0 % = C ₁	T ₂₅	a ₃ b ₁ c ₁
		5 % = C ₂	T ₂₆	a ₃ b ₁ c ₂
		10 % = C ₃	T ₂₇	a ₃ b ₁ c ₃
		15 % = C ₄	T ₂₈	a ₃ b ₁ c ₄
	IBA = b ₂	0 ppm = C ₁	T ₂₉	a ₃ b ₂ c ₁
		4000 ppm = C ₂	T ₃₀	a ₃ b ₂ c ₂
		8000 ppm = C ₃	T ₃₁	a ₃ b ₂ c ₃
		12000 ppm = C ₄	T ₃₂	a ₃ b ₂ c ₄
	seed = b ₃	0 cc/gal. = C ₁	T ₃₃	a ₃ b ₃ c ₁
		20 cc/gal. = C ₂	T ₃₄	a ₃ b ₃ c ₂
		40 cc/gal. = C ₃	T ₃₅	a ₃ b ₃ c ₃
		60 cc/gal. = C ₄	T ₃₆	a ₃ b ₃ c ₄

Cuadro A-3. Promedios diarios de temperatura y humedad relativa dentro del propagador, en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao. La Carrera, Usulután.

DIA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELAT. %	OBSERVACION
1	26.8	100	nublado 1/
2	28.1	97	soleado 2/
3	26.0	100	nublado
4	27.1	100	soleado
5	27.2	100	soleado
6	27.2	100	soleado
7	27.2	100	soleado
8	27.0	97	soleado
9	26.1	100	nublado
10	26.2	100	nublado
11	26.8	93	soleado
12	28.2	96	soleado
13	25.8	100	soleado
14	26.0	100	soleado
15	25.8	100	soleado
16	26.0	92	soleado
17	26.2	93	soleado
18	26.2	95	soleado
19	26.0	97	soleado
20	26.5	97	soleado
21	27.4	97	soleado
22	26.2	100	nublado
23	25.8	100	nublado
24	26.1	100	nublado
25	27.9	100	soleado
26	27.0	100	nublado
27	27.5	100	soleado
28	27.5	100	soleado
29	26.8	92	viento fuerte
30	25.2	81	viento fuerte
31	27.5	94	viento débil
32	27.1	100	soleado
33	27.3	100	soleado
34	28.5	100	soleado
35	26.9	100	soleado
36	28.1	99	soleado
37	27.4	95	soleado
38	27.8	100	soleado
39	26.8	100	soleado
40	26.8	100	soleado
41	27.2	100	soleado
Promedio	26.9	98	

1/ : nublado ; cuando el 75 % del día, el sol no proyectaba luz sobre el propagador.

2/ : soleado ; cuando el 75 % del día, el sol proyectaba luz sobre el propagador.

Cuadro A-4 - Estacas enraizadas, con formación de callo, raíces y brotes de Theobroma cacao. La Carrera, Usulután.

Tratamiento	% estacas enraizadas ^{1/}	No.raíces por estaca	Longitud Xraíces por estaca cm.	% estacas con callo	\bar{X} brotes por es taca (28 días) ^{2/}
1				7,41	0,80
2				3,70	0,64
3					
4					
5				7,41	0,67
6	2,78	2,0	1,2		0,17
7					
8					0,06
9					0,02
10					0,42
11					0,44
12				3,70	0,11
13				7,41	0,50
14				14,81	1,02
15					
16					
17				18,52	0,64
18	2,78	6,0	4,4		0,06
19					0,02
20					
21					0,13
22					0,31
23					0,06
24					0,39
25				3,70	0,47
26				11,11	1,00
27					0,24
28					
29				11,11	0,53
30					0,28
31	2,78	3,0	0,5		0,33
32				3,70	
33				14,81	0,91
34				22,22	0,91
35				11,11	0,69
36				3,70	0,36

$$1/ : \% \text{ de estacas enraizadas} = \frac{\text{estacas con raíces}}{\text{Total de estacas por tratamiento}} \times 100$$

$$2/ : X \text{ de brotes por estaca} = \frac{\text{brotes por tratamiento}}{\text{Total de estaca por tratamiento}}$$

Cuadro A-5 - Analisis de varianza para el número de estacas con callo de Theobroma cacao, a los 41 días de establecido el ensayo. La Carrera, Usulután.

FUENTE V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tablas 5%
Bloques	2	4.9629	2.4814	4.7427 ^{n.s.}	6.94
Efecto A	2	3.6296	1.8148	3.4686 ^{n.s.}	6.94
Error (a)	4	2.0927	0.5232		
Efecto B	2	0.3518	0.1759	0.104 ^{n.s.}	3.88
Int. Ax B	4	6.5371	1.6342	0.9662 ^{n.s.}	3.26
Error (b)	12	20.2963	1.6913	—	—
Efecto C	3	6.7407	2.2469	2.3104 ^{n.s.}	2.73
Int. Ax C	6	1.7037	0.2839	0.2919 ^{n.s.}	2.27
Int. Bx C	6	6.9815	1.1635	1.1964 ^{n.s.}	2.27
Int. Ax Bx C	12	5.2408	0.4367	0.449 ^{n.s.}	1.93
Error (c)	54	52.5185	0.9725	—	—

n. s. = no hay diferencia significativa .

Cuadro A-6. Prueba de Duncan para el número estacas con callo de Theobroma cacao, a los 28 días. La Carrera, Usulután.

DESCRIPCION	PRUEBA DE DUNCAN				
		$\bar{y}_a 3 = 1.25$	$\bar{y}_a 2 = 0.3333$	$\bar{y}_a 1 = 0.25$	
SECCION DE RAMILLA	$\bar{y}_a 1 = 0.25$	1.0 ^{n.s.}	0.08 ^{n.s.}	—	
	$\bar{y}_a 2 = 0.3333$	0.92 ^{n.s.}	—	—	
	$\bar{y}_a 3 = 1.25$	—	—	—	
ESTIMULANTES		$\bar{y}_b 1 = 0.8333$	$\bar{y}_b 3 = 0.5833$	$\bar{y}_b 2 = 0.4166$	
	$\bar{y}_b 2 = 0.4166$	0.42 ^{n.s.}	0.16 ^{n.s.}	—	
	$\bar{y}_b 3 = 0.5833$	0.25	—	—	
DOSIS DE MIEL DE ABEJA		$\bar{y}_c 1 = 1.6666$	$\bar{y}_c 2 = 1.3333$	$\bar{y}_c 3 = 0.3333$	$\bar{y}_c 4 = 0$
	$\bar{y}_c 4 = 0$	1.6666*	1.3333*	0.3333 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_c 3 = 0.3333$	1.3333*	1.0 ^{n.s.}	—	—
	$\bar{y}_c 2 = 1.3333$	0.3333 ^{n.s.}	—	—	—
DOSIS DE IBA		$\bar{y}_c 1 = 1.6666$	$\bar{y}_c 2 = 0$	$\bar{y}_c 3 = 0$	$\bar{y}_c 4 = 0$
	$\bar{y}_c 4 = 0$	1.6666*	—	—	—
	$\bar{y}_c 3 = 0$	1.6666*	—	—	—
	$\bar{y}_c 2 = 0$	1.6666*	—	—	—
DOSIS DE SEED		$\bar{y}_c 1 = 1.0$	$\bar{y}_c 2 = 0.6666$	$\bar{y}_c 3 = 0.6666$	$\bar{y}_c 4 = 0$
	$\bar{y}_c 4 = 0$	1.0 ^{n.s.}	0.6666 ^{n.s.}	0.6666 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_c 3 = 0.6666$	0.3334 ^{n.s.}	—	—	—
	$\bar{y}_c 2 = 0.6666$	0.3334 ^{n.s.}	—	—	—
	$\bar{y}_c 1 = 1.0$	—	—	—	

n. s. : no hay diferencia significativa
 * : diferencia significativa al 5%

Cuadro A-7. Prueba de Duncan para el número de estacas con callo de Theobroma cacao a los 41 días, La Carrera, Usulután.

DESCRIPCION	PRUEBA DE DUNCAN			
		$\bar{y}_{a3} = 0.6111$	$\bar{y}_{a2} = 0.3333$	$\bar{y}_{a1} = 0.1666$
SECCION DE RAMILLA	$\bar{y}_{a1} = 0.1666$	0.4445 ^{n.s.}	0.1667 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a2} = 0.3333$	0.2778 ^{n.s.}	—	—
	$\bar{y}_{a3} = 0.6111$	—	—	—
ESTIMULANTES	$\bar{y}_{b2} = 0.3055$	0.1389 ^{n.s.}	0.0556 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{b1} = 0.3611$	0.0833 ^{n.s.}	—	—
	$\bar{y}_{b3} = 0.4444$	—	—	—
DOSIS DE MIEL DE ABEJA	$\bar{y}_{c4} = 0$	0.8888 ^{n.s.}	0.5555 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{c3} = 0$	0.8888 ^{n.s.}	0.5555 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{c1} = 0.5555$	0.3333 ^{n.s.}	—	—
	$\bar{y}_{c2} = 0.8888$	—	—	—
DOSIS DE IBA	$\bar{y}_{c2} = 0$	1.1111*	0.1111 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{c3} = 0$	1.1111*	0.1111 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{c4} = 0.1111$	1.0*	—	—
	$\bar{y}_{c1} = 1.1111$	—	—	—
DOSIS DE SEED	$\bar{y}_{c4} = 0.3333$	0.3333 ^{n.s.}	0.1111 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{c3} = 0.3333$	0.3333 ^{n.s.}	0.1111 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{c1} = 0.4444$	0.2222 ^{n.s.}	—	—
	$\bar{y}_{c2} = 0.6666$	—	—	—

n. s. = no hay diferencia significativa
 * = diferencia significativa al 5%

Cuadro A-8 Analisis de varianza para el número de brotes por estaca de Theobroma cacao. La Carrera, Usulután. (a los 12 y 19 días).

FUENTE VAR.	G. L.	12 DIAS			Ft	19 DIAS			F tablas
		S. C.	C. M.	F. C.	5% / 1%	S. C.	C. M.	F. C.	5% / 1%
Ef. R.	3	0.1350	0.0450	2.1028 ^{n.s.}	4.76/9.78	0.1788	0.0596	1.5361 ^{n.s.}	4.76/9.78
Ef. A.	2	0.0378	0.0189	0.0883 ^{n.s.}	5.14/10.92	0.3532	0.1766	4.5515 ^{n.s.}	5.14/10.92
Error (a)	6	0.1281	0.0214			0.2326	0.0388		
Parcelas	11	0.3009				0.7646			
Ef. B	2	0.2565	0.1282	5.5259 *	5.14/10.92	0.9157	0.4579	7.0882 *	5.14/10.92
INT. A x B	4	0.0467	0.0117	0.5043 ^{n.s.}	4.53/9.15	0.2720	0.0680	1.0526 ^{n.s.}	4.53/9.15
Error (b)	18	0.4179	0.0232			1.1636	0.0646		
Sub-parcelas	35	1.0220				3.1159			
Ef. C.	3	0.2674	0.0891	2.7415 *	2.72/4.04	2.1784	0.7261	6.4428 **	2.72/4.04
INT. A x C	6	0.1024	0.0171	0.5262 ^{n.s.}	2.21/3.04	0.3870	0.0645	0.5723 ^{n.s.}	2.21/3.04
INT. B x C	6	0.1380	0.0230	0.7077 ^{n.s.}	2.21/3.04	1.8152	0.3025	2.6841 *	2.21/3.04
INT. A x B x C	12	0.4972	0.0414	1.2738 ^{n.s.}	1.88/2.41	0.7903	0.0659	0.5847 ^{n.s.}	1.88/2.41
Error (c)	81	2.6328	0.0325			9.1289	0.1127		
Sub-subparcelas	143	4.6598				17.4157			

n. s. = no hay diferencia significativa
 * = diferencia significativa al 5 %
 * * = " " " 1 %

Cuadro A-9. Analisis de varianza para el número de brotes por estacas de Theobroma cacao, La Carrera, Usulután.
(a los 23 y 28 días).

FUENTE VAR.	G.L.	23 DIAS			Ft	28 DIAS			Ft
		S.C.	C.M.	Fc	5% / 1%	S.C.	C.M.	Fc	5% / 1%
Ef. R.	3	1.0974	0.3658	1.8578 ^{n.s.}	4.76/9.78	1.8598	0.6199	0.7449 ^{n.s.}	4.76/9.78
Ef. A.	2	0.4433	0.2217	1.1260 ^{n.s.}	5.14/10.92	1.4066	0.7033	0.8451 ^{n.s.}	5.14/10.92
Error (a)	6	1.1817	0.1969			4.9929	0.8322		
Parcelas	11	2.7224				7.1778			
Ef. B.	2	0.8032	0.4016	2.9660 ^{n.s.}	5.14/10.92	0.8711	0.4356	4.1250 ^{n.s.}	5.14/10.92
INT. A x B	4	0.2013	0.0503	0.3715 ^{n.s.}	4.53/9.15	1.2346	0.3087	2.9233 ^{n.s.}	4.53/9.15
Error (b)	18	2.4363	0.1354			1.9017	0.1056		
Sub-parcelas	35	6.1632				11.1852			
Ef. C.	3	3.9757	1.3252	5.9267 ^{**}	2.72/4.04	5.3080	1.7693	18.1653 ^{**}	2.72/4.04
INT. A x C	6	0.5818	0.0969	0.4334 ^{n.s.}	2.21/3.04	0.6329	0.1055	1.0832 ^{n.s.}	2.21/3.04
INT. B x C	6	3.3192	0.5532	2.4741 [*]	2.21/3.04	4.0494	0.6749	6.9291 ^{**}	2.21/3.04
INT. Ax Bx C	12	1.3345	0.1112	0.4973 ^{n.s.}	1.88/2.41	1.6944	0.1412	1.4497 ^{n.s.}	1.88/2.41
Error (c)	81	18.1112	0.2236			7.887	0.0974		
Sub-sub parcelas	143	27.3224				30.7569			

n. s. = no hay diferencia significativa
 * = diferencia significativa al 5%
 ** = " " " 1%

Cuadro A-10. Analisis de varianza para el número de brotes por estaca de Theobroma cacao. La Carrera, Usulután. (a los 31 y 41 días).

FUENTE VAR.	G.L. ^{1/}	31 DIAS			F.t.	41 DIAS			Ft
		S.C.	C.M.	Fc	5% / 1%	S.C.	C.M.	Fc	5% / 1%
Ef. R.	2	2.0213	1.0107	14.1952 *	6.94/18.00	1.6397	0.8198	29.5957 **	6.94/18.00
Ef. A.	2	0.0056	0.0028	0.0393 n.s.	6.94/18.00	0.3836	0.1918	6.9242 n.s.	6.94/18.00
Error (a)	4	0.2846	0.0712			0.1109	0.0277		
Parcelas	8	2.3115				2.1342			
Ef. B.	2	0.1644	0.0822	0.5118 n.s.	3.88/6.93	0.2137	0.1068	1.0491 n.s.	3.88/6.93
INT. Ax B	4	0.4216	0.1054	0.6563 n.s.	3.26/5.41	0.6248	0.1562	1.5344 n.s.	3.26/5.41
Error (b)	12	1.9269	0.1606			1.2212	0.1018		
Sub-parcelas	26	4.8244				4.1939			
Ef. C.	3	3.3664	1.1221	10.4091 **	2.78/4.16	1.6220	0.5407	5.3114 **	2.78/4.16
INT. Ax C	6	0.3302	0.0550	0.5102 n.s.	2.27/3.15	0.1593	0.0266	0.2613 n.s.	2.27/3.15
INT. B x C	6	3.4838	0.5806	5.3859 **	2.27/3.15	2.1760	0.3627	3.5629 **	2.27/3.15
INT. Ax B x C	12	2.4069	0.2006	1.8608 n.s.	1.93/2.53	1.4647	0.1220	1.1984 n.s.	1.93/2.53
Error (c)	54	5.8209	0.1078			5.4952	0.1018		
Sub-subparcelas	107	20.2326				15.1111			

n. s. = no hay diferencia significativa

* = diferencia significativa al 5%

** = " " " 1%

1/ = tres repeticiones

Cuadro A-II. Prueba de Duncan para el número de brotes por estaca en secciones de ramilla de Theobroma cacao. La Carrera, Usulután.

EDAD	PRUEBA DE DUNCAN		
	\bar{y}_{a1} 0.11	\bar{y}_{a2} 0.08	\bar{y}_{a3} 0.07
12 DIAS	$\bar{y}_{a3} = 0.07$	0.04 ^{n.s.}	0.01 ^{n.s.}
	$\bar{y}_{a2} = 0.08$	0.03 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a1} = 0.11$	—	—
19 DIAS	$\bar{y}_{a3} = 0.11$	0.12*	0.05 ^{n.s.}
	$\bar{y}_{a2} = 0.16$	0.07 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a1} = 0.23$	—	—
23 DIAS	$\bar{y}_{a3} = 0.32$	0.13 ^{n.s.}	0.09 ^{n.s.}
	$\bar{y}_{a1} = 0.28$	0.04 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a2} = 0.19$	—	—
28 DIAS	$\bar{y}_{a3} = 0.48$	0.22 ^{n.s.}	0.00 ^{n.s.}
	$\bar{y}_{a1} = 0.28$	0.20 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a2} = 0.26$	—	—
31 DIAS	$\bar{y}_{a1} = 0.20$	0.00 ^{n.s.}	0.00 ^{n.s.}
	$\bar{y}_{a3} = 0.20$	0.00 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a2} = 0.20$	—	—
41 DIAS	$\bar{y}_{a1} = 0.13$	0.14*	0.04 ^{n.s.}
	$\bar{y}_{a2} = 0.17$	0.10 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{a3} = 0.27$	—	—

\bar{y}_{a1} : sección basal ; \bar{y}_{a2} : sección medial ; \bar{y}_{a3} : sección terminal.

n.s. : no hay diferencia significativa

* : diferencia significativa al 5%

Cuadro A-12 - Prueba de Duncan para el número de brotes por estaca de Theobroma cacao tratadas con estimulantes. La Carrera, Usulután.

EDAD	PRUEBA DE DUNCAN			
		\bar{y}_{b1} 0.14	\bar{y}_{b3} 0.08	\bar{y}_{b2} 0.04
12 DIAS	$\bar{y}_{b2}=0.04$	0.10*	0.03 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{b3}=0.08$	0.07 ^{n.s.}	—	
	$\bar{y}_{b1}=0.14$	—		
19 DIAS		\bar{y}_{b1} 0.28	\bar{y}_{b3} 0.13	\bar{y}_{b2} 0.10
	$\bar{y}_{b2}=0.10$	0.18*	0.03 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{b3}=0.13$	0.15*	—	
23 DIAS		\bar{y}_{b1} 0.36	\bar{y}_{b2} 0.25	\bar{y}_{b2} 0.18
	$\bar{y}_{b2}=0.18$	0.18*	0.07 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{b3}=0.25$	0.11 ^{n.s.}	—	
28 DIAS		\bar{y}_{b3} 0.40	\bar{y}_{b1} 0.39	\bar{y}_{b2} 0.23
	$\bar{y}_{b2}=0.23$	0.17*	0.17*	—
	$\bar{y}_{b1}=0.39$	0.01 ^{n.s.}	—	
31 DIAS		\bar{y}_{b3} 0.32	\bar{y}_{b1} 0.27	\bar{y}_{b2} 0.22
	$\bar{y}_{b2}=0.22$	0.10 ^{n.s.}	0.05 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{b1}=0.27$	0.04 ^{n.s.}	—	
41 DIAS		\bar{y}_{b3} 0.25	\bar{y}_{b2} 0.18	\bar{y}_{b1} 0.14
	$\bar{y}_{b1}=0.14$	0.11 ^{n.s.}	0.05 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_{b2}=0.18$	0.06 ^{n.s.}	—	
	$\bar{y}_{b3}=0.25$	—		

\bar{y}_{b1} : miel de abeja; \bar{y}_{b2} : ácido indol-butírico; \bar{y}_{b3} : seed

n.s. : no hay diferencia significativa

* : diferencia significativa al 5%

Cuadro A-13. Prueba de Duncan para el número de brotes por estaca de Theobroma cacao, tratadas con diferentes dosis de estimulantes. La Carrera, Usulután. (observación a los 28 días)

ESTIMULANTE	PRUEBA DE DUNCAN			
	$\bar{y}_c 2$	$\bar{y}_c 1$	$\bar{y}_c 3$	$\bar{y}_c 4$
MIEL DE ABEJA	0.89	0.51	0.08	0.00
	$\bar{y}_c 4 = 0.00$	0.69*	0.59*	0.08 ^{n.s.}
	$\bar{y}_c 3 = 0.08$	0.80*	0.51*	—
	$\bar{y}_c 1 = 0.59$	0.30*	—	—
	$\bar{y}_c 2 = 0.89$	—	—	—
ACIDO INDOL-BUTIRICO	$\bar{y}_c 1$	$\bar{y}_c 2$	$\bar{y}_c 3$	$\bar{y}_c 4$
	0.61	0.17	0.12	0.02
	$\bar{y}_c 4 = 0.02$	0.59*	0.15 ^{n.s.}	0.10 ^{n.s.}
	$\bar{y}_c 3 = 0.12$	0.49*	0.05 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_c 2 = 0.17$	0.44*	—	—
SEED	$\bar{y}_c 2$	$\bar{y}_c 3$	$\bar{y}_c 1$	$\bar{y}_c 4$
	0.54	0.40	0.36	0.28
	$\bar{y}_c 4 = 0.28$	0.26 ^{n.s.}	0.11 ^{n.s.}	0.08 ^{n.s.}
	$\bar{y}_c 1 = 0.36$	0.18 ^{n.s.}	0.04 ^{n.s.}	—
	$\bar{y}_c 3 = 0.40$	0.15 ^{n.s.}	—	—
$\bar{y}_c 2 = 0.54$	—	—	—	

n. s. : no hay diferencia significativa
 * : diferencia significativa al 5%

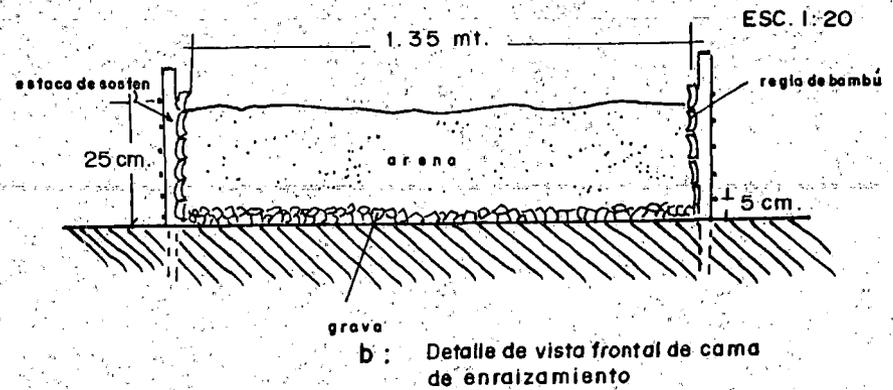
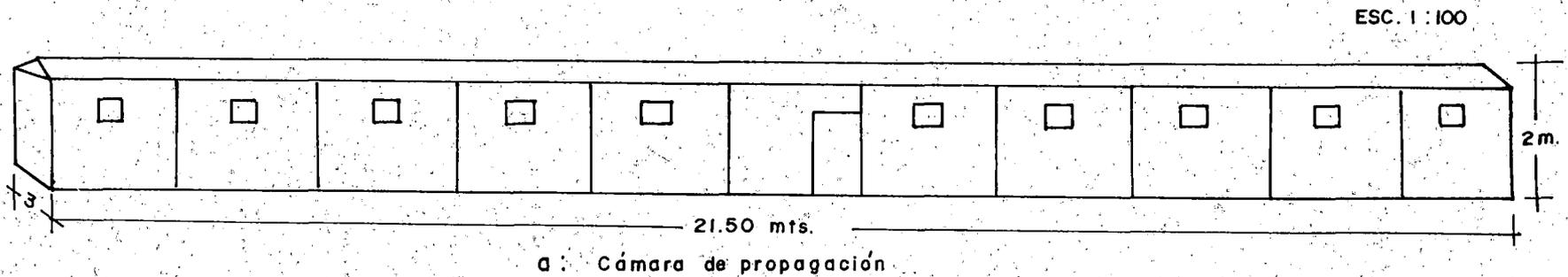
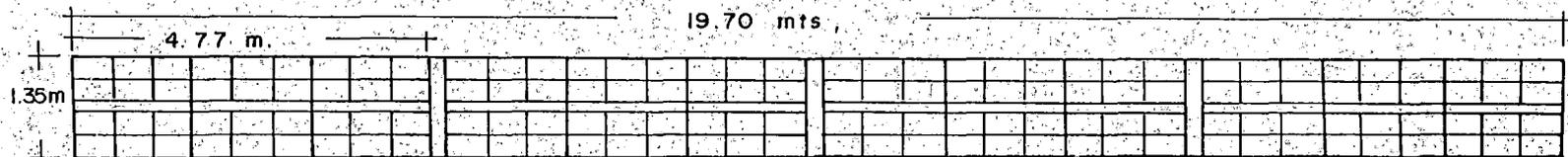
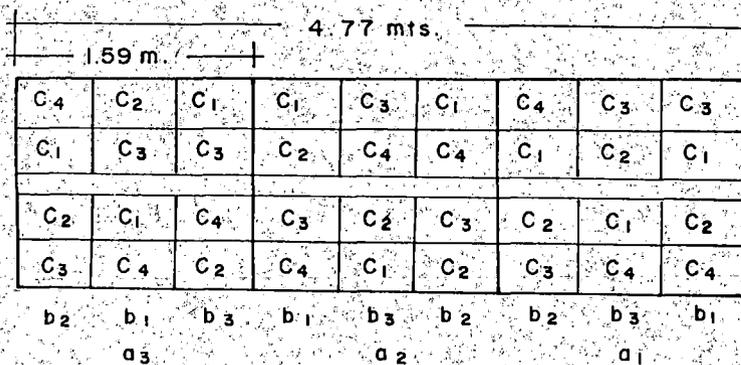


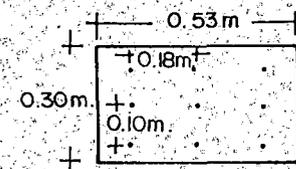
Fig. A-1. Cámara de propagación utilizada en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao.
La Carrera, Usulután,



a: Distribución de unidades experimentales



b: Detalle de una repetición Esc. 1:50



c: Detalle de unidad experimental Esc. 1:20

Sección de ramilla

- a₁ : basal
- a₂ : medial
- a₃ : terminal

Estimulantes :

- b₁ : miel de abeja
- b₂ : ácido indol-butírico
- b₃ : seed

Dosis de estimulantes

- C₁ : dosis : miel (0%) ; seed (0cc/galón) IBA (0ppm)
- C₂ : dosis : miel (5%) ; seed (20cc/gal.) IBA (4000 ppm)
- C₃ : dosis : miel (10%) ; seed (40cc/gal.) IBA (8000 ppm)
- C₄ : dosis : miel (15%) ; seed (60cc/gal.) IBA (12000 ppm)

Fig. A-2. Plano de distribución de tratamientos para el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao, La Carrera, Usulután.

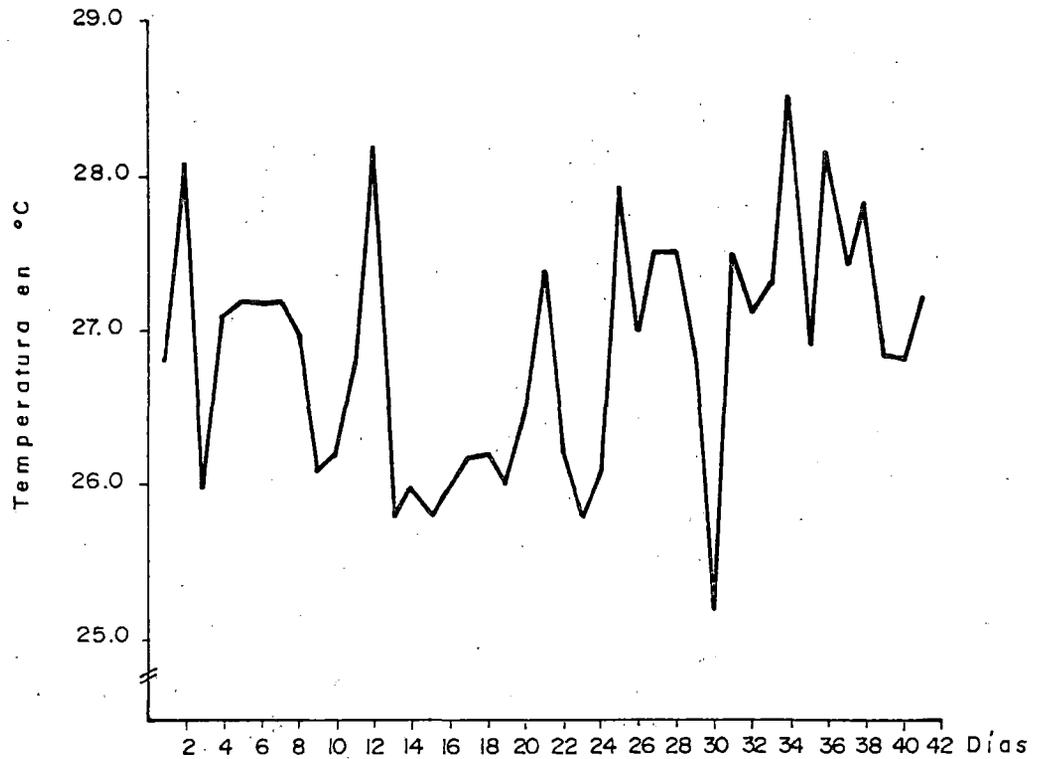


Fig. A-3. Comportamiento de las temperaturas medias diarias dentro del propagador en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao, La Carrera, Usulután.

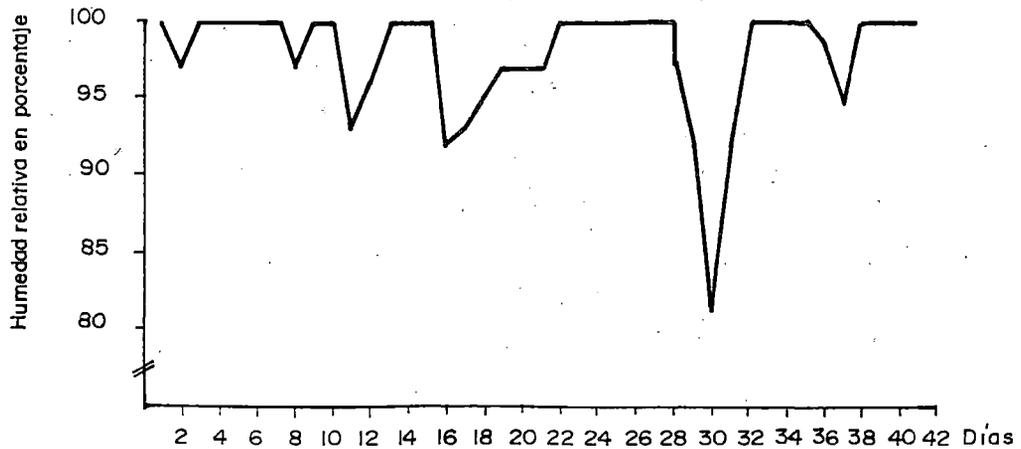


Fig. A-4. Comportamiento de la humedad relativa media diaria dentro del propagador en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao, La Carrera, Usulután.

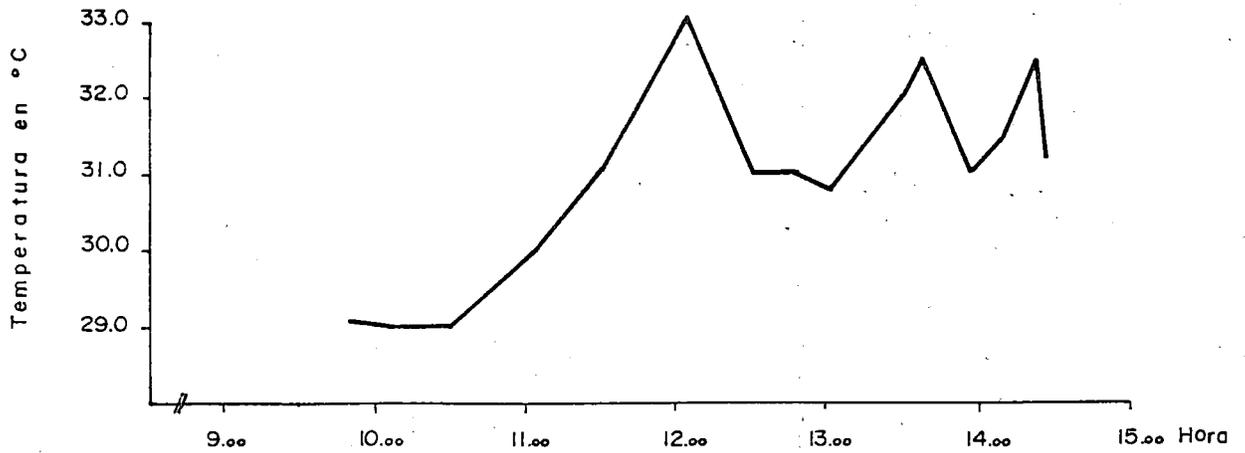


Fig. A - 5 - Comportamiento de la temperatura dentro del propagador el 13 de noviembre, en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao, La Carrera, Usulután.

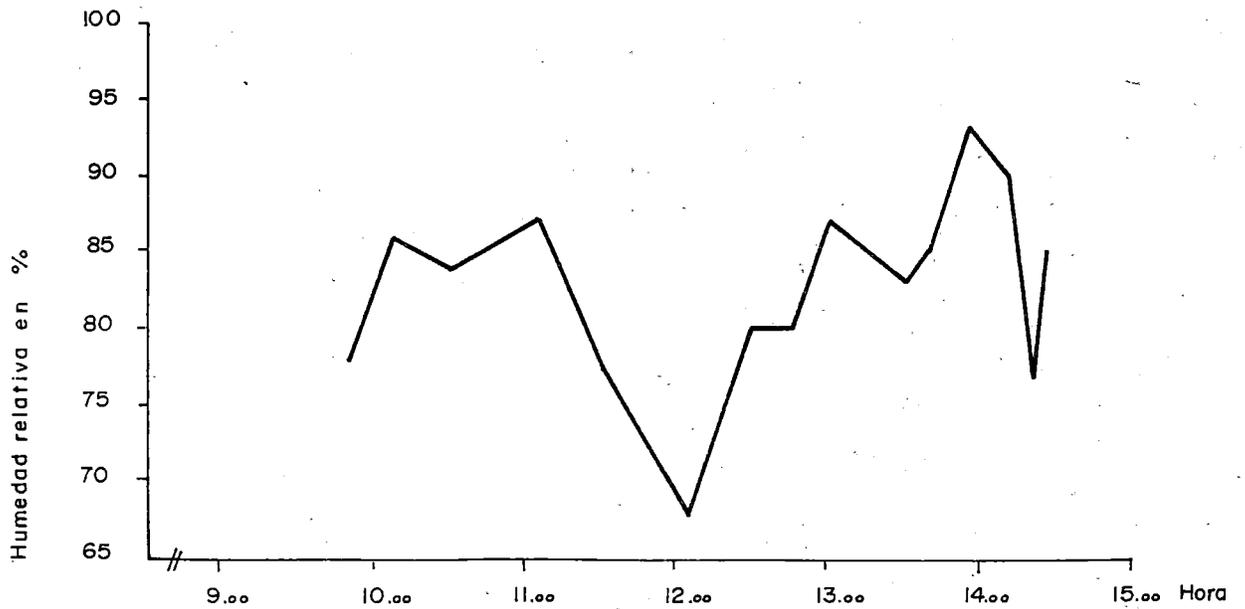


Fig. A - 6 - Comportamiento de la humedad relativa dentro del propagador, el día 13 de noviembre, en el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao, La Carrera, Usulután.

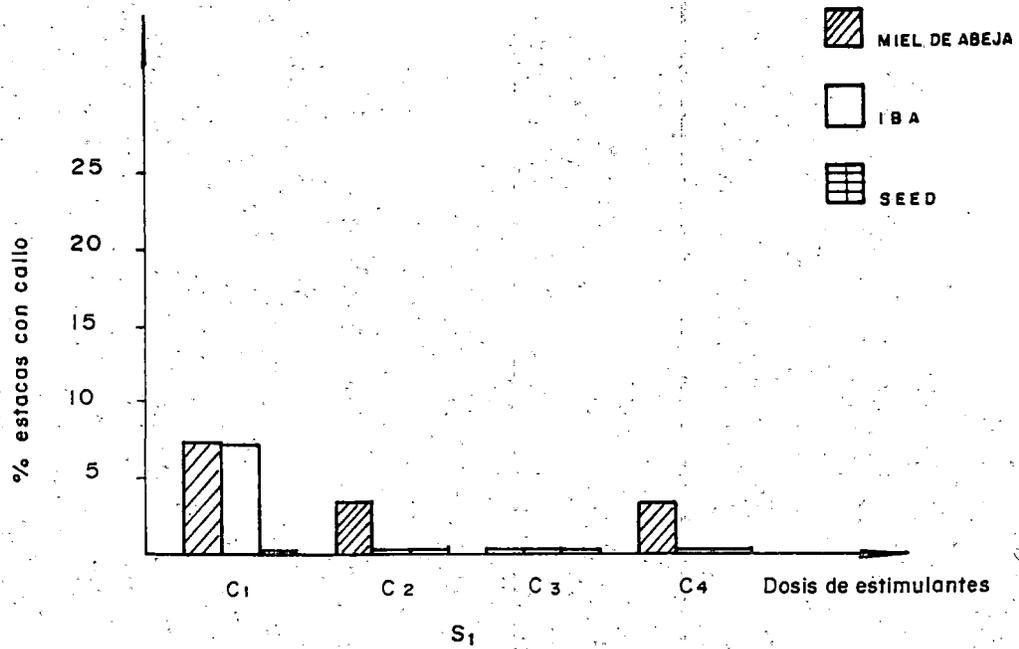


Fig. A - 7 - Efecto de diferentes dosis de miel de abeja, indolbutirico y seed en la formación de callos en estacas de la sección basal de ramilla de Theobroma cacao en La Carrera, Usulután.

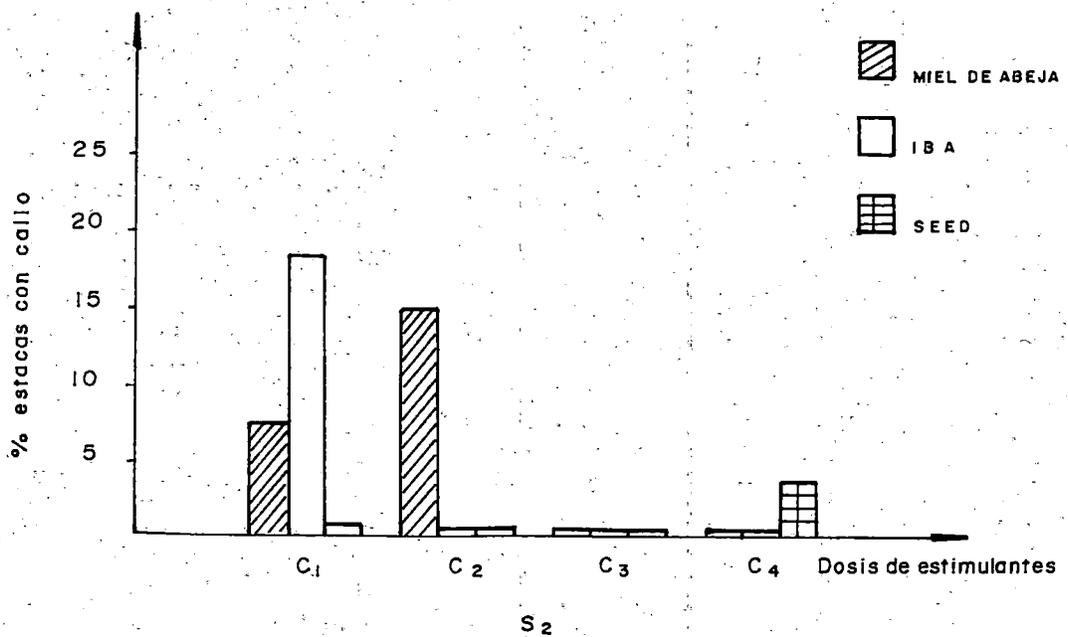


Fig. A - 8 - Efecto de diferentes dosis de miel de abeja indolbutirico y seed, en la formación de callos en estacas de la sección media de ramilla de Theobroma cacao en La Carrera, Usulután.

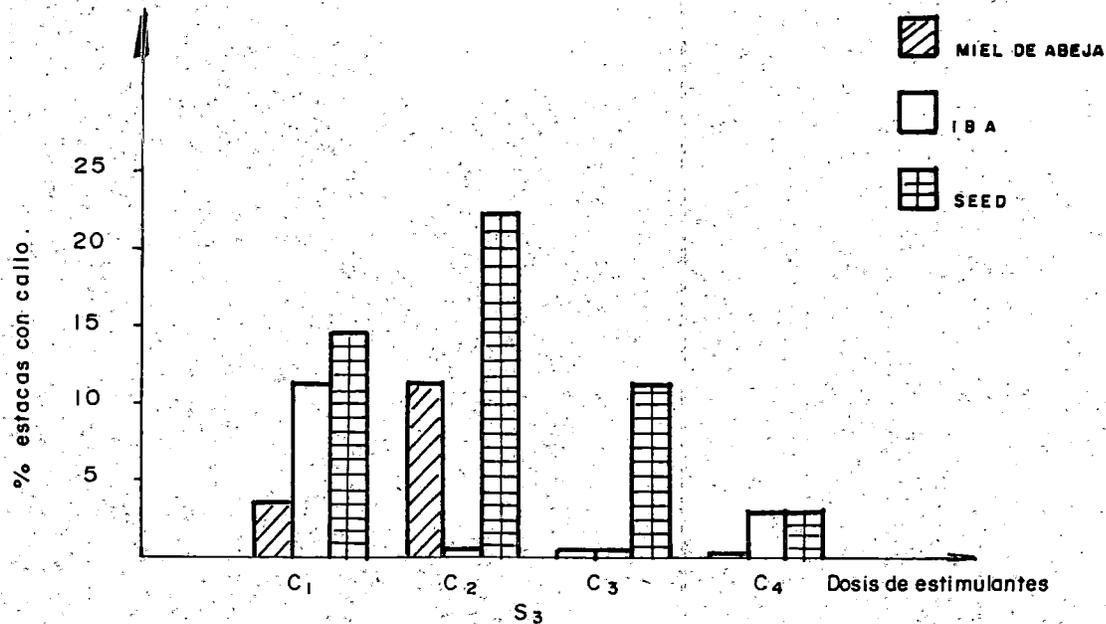


Fig. A-9 - Efecto de diferentes dosis de miel de abeja, indolbutirico y seed, en la formación de callos en estacas de la sección distal de ramilla de Theobroma cacao en La Carrera, Usulután.

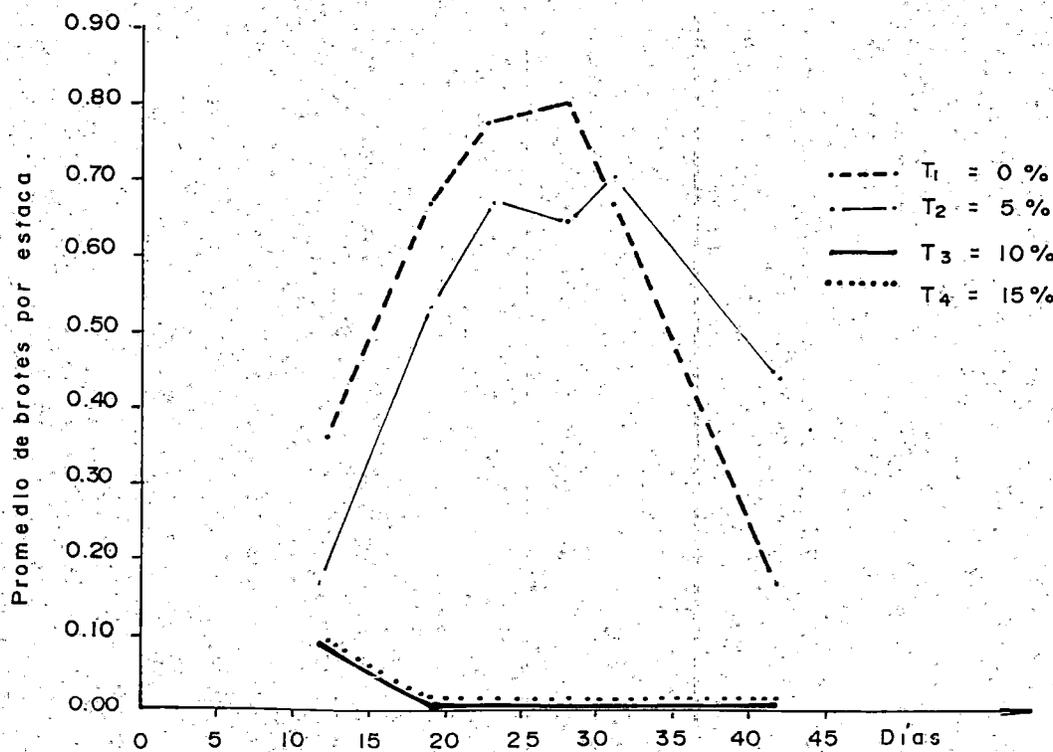


Fig. A-10 - Promedio de brotes por estaca basal de Theobroma cacao, tratados con diferentes dosis de miel de abeja con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

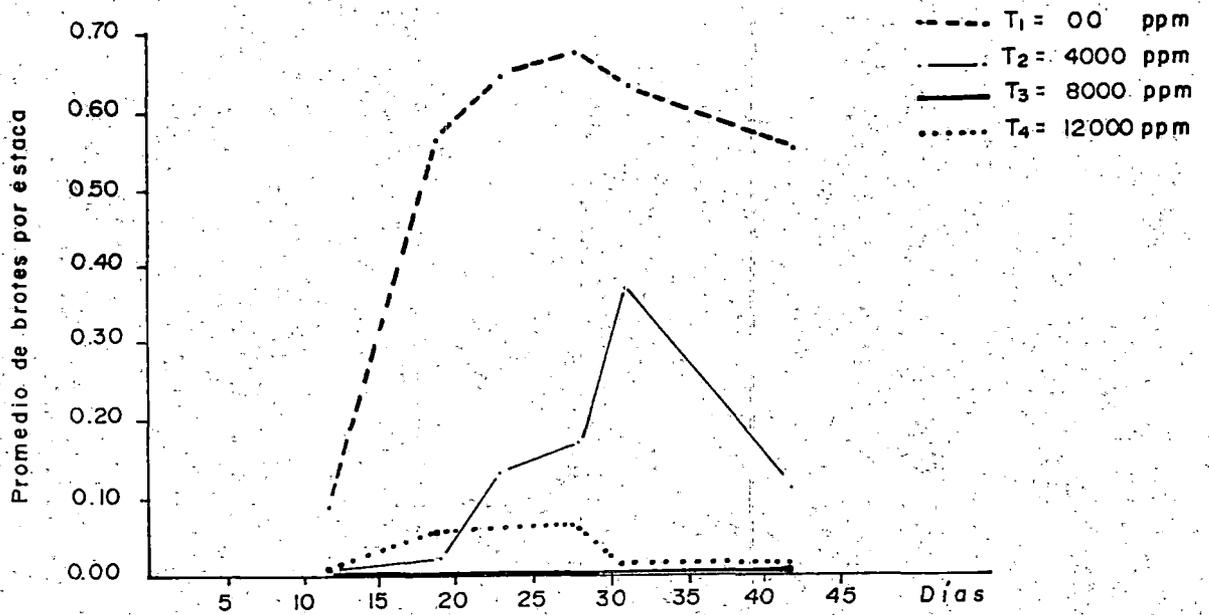


Fig. A - 11 - Promedio de brotes por estaca basal de Theobroma cacao, tratados con diferentes dosis de ácido indolbutírico, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

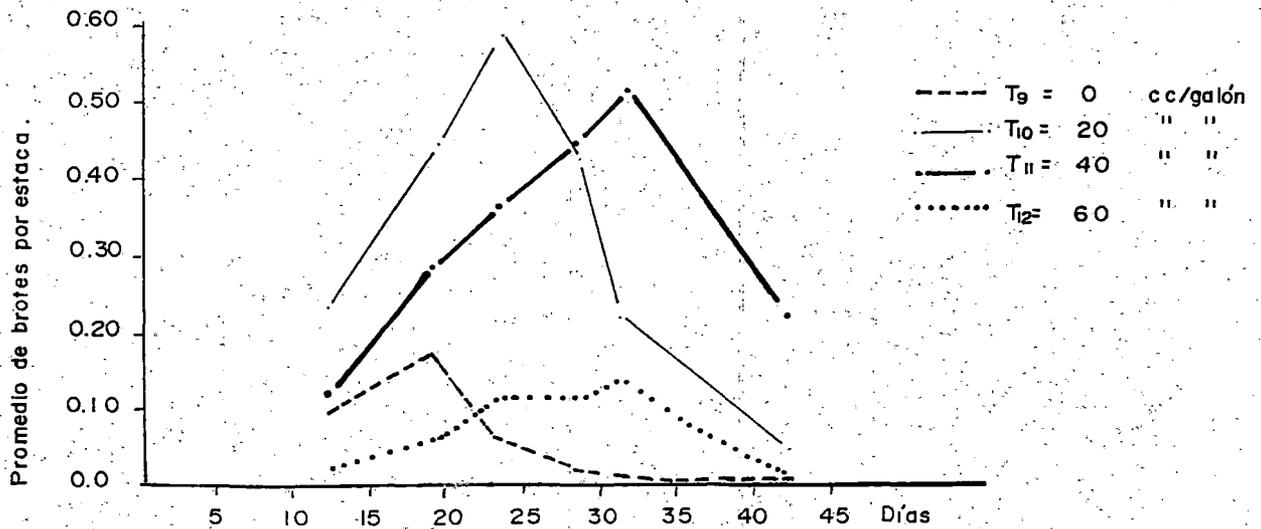


Fig. A - 12 - Promedio de brotes por estaca basal de Theobroma cacao, tratados con diferentes dosis de seed, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

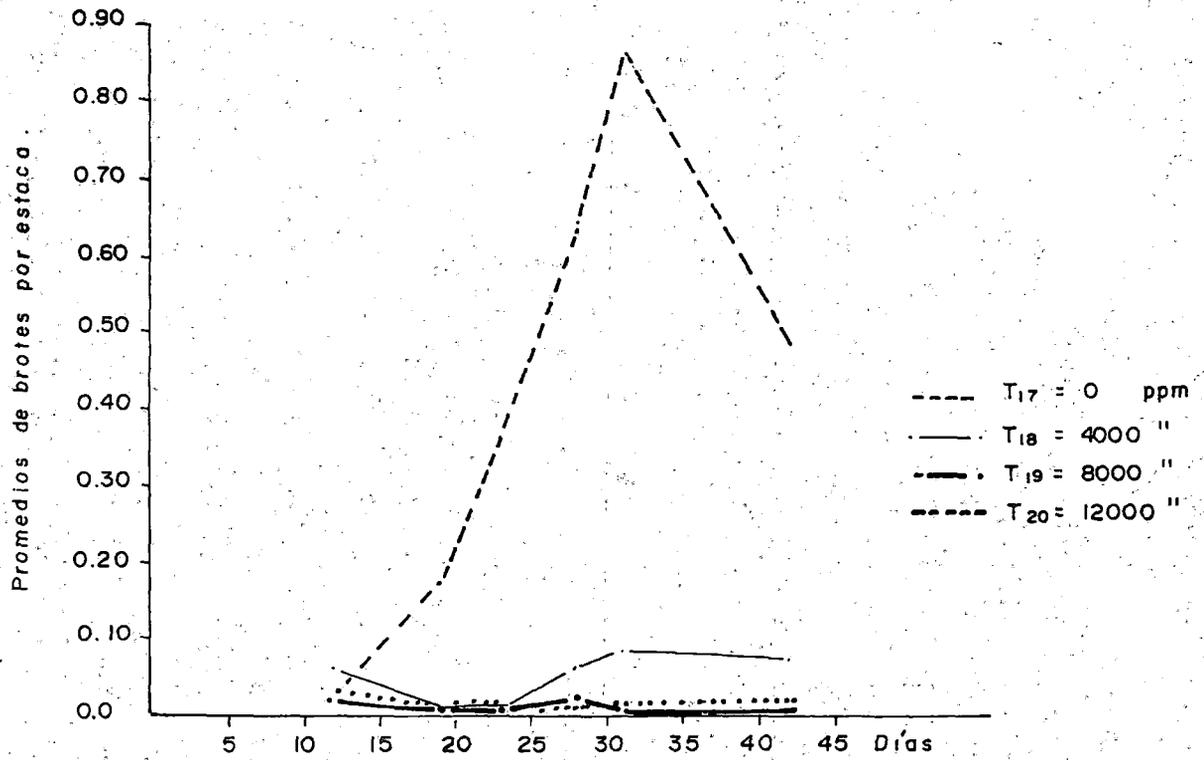


Fig. A-13 — Promedio de brotes por estaca media de Theobroma cacao, tratadas con diferentes dosis de ácido indolb. tírico, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

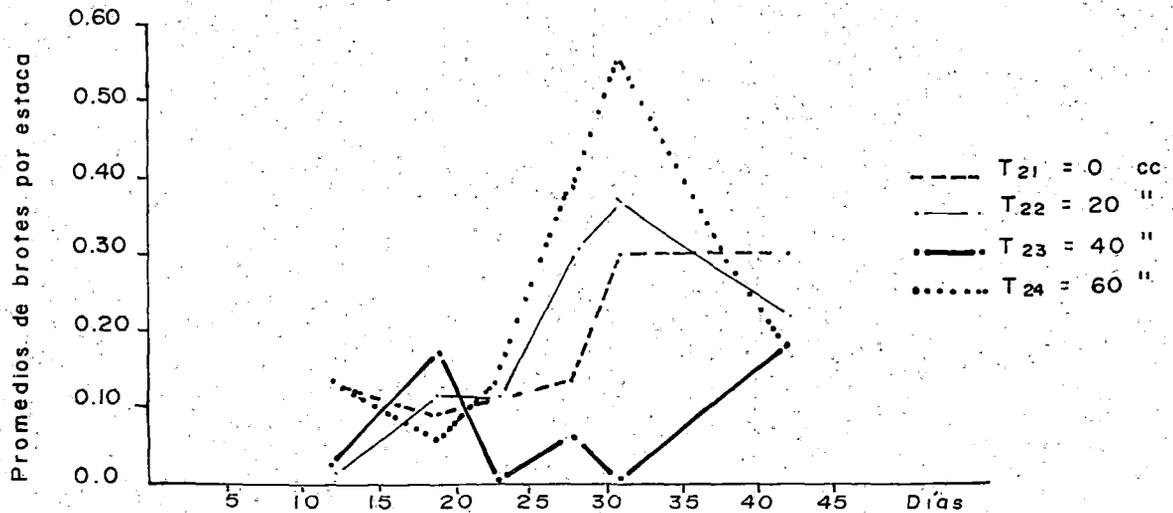


Fig. A - 14 — Promedio de brotes por estaca media de Theobroma cacao, tratadas con diferentes dosis de seed, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

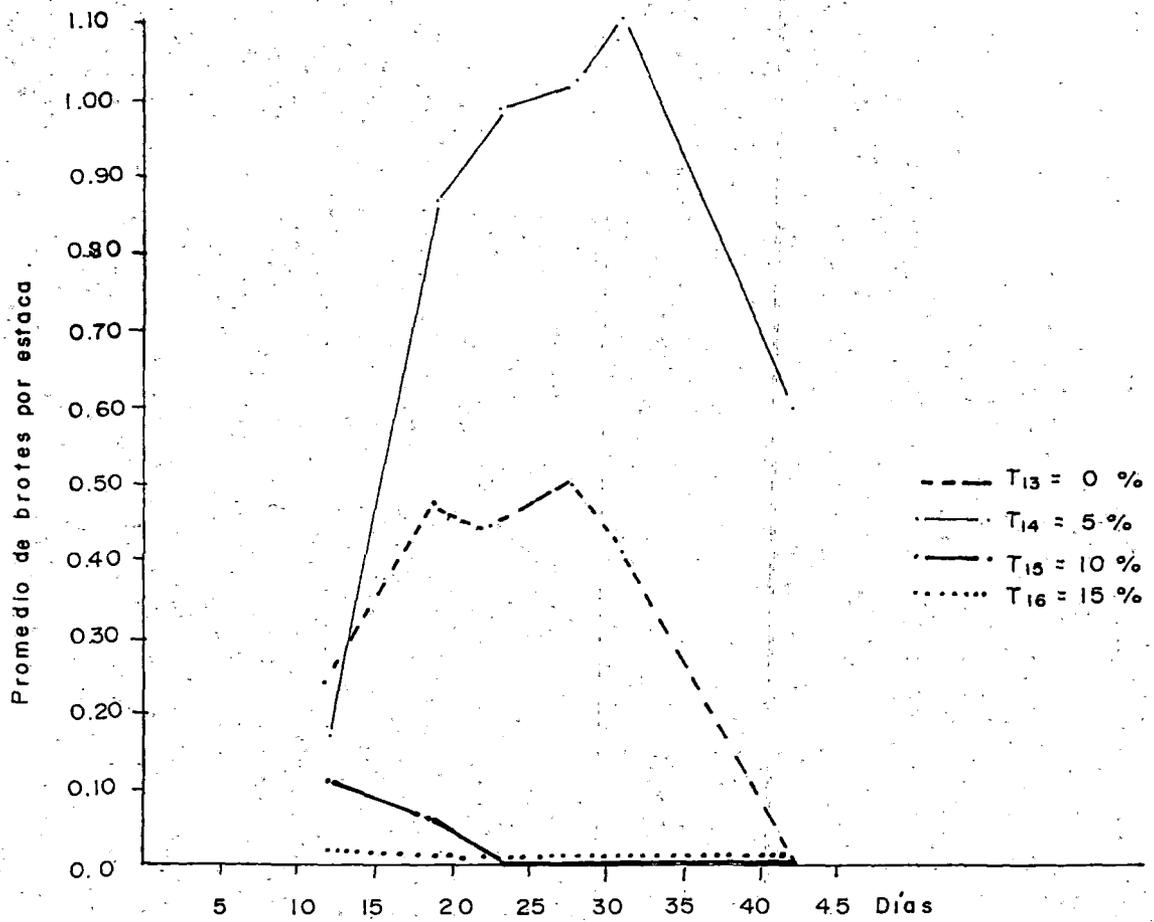


Fig. A - 15 - Promedio de brotes por estaca media de *Theobroma cacao*, tratadas con diferentes dosis de miel de abeja, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

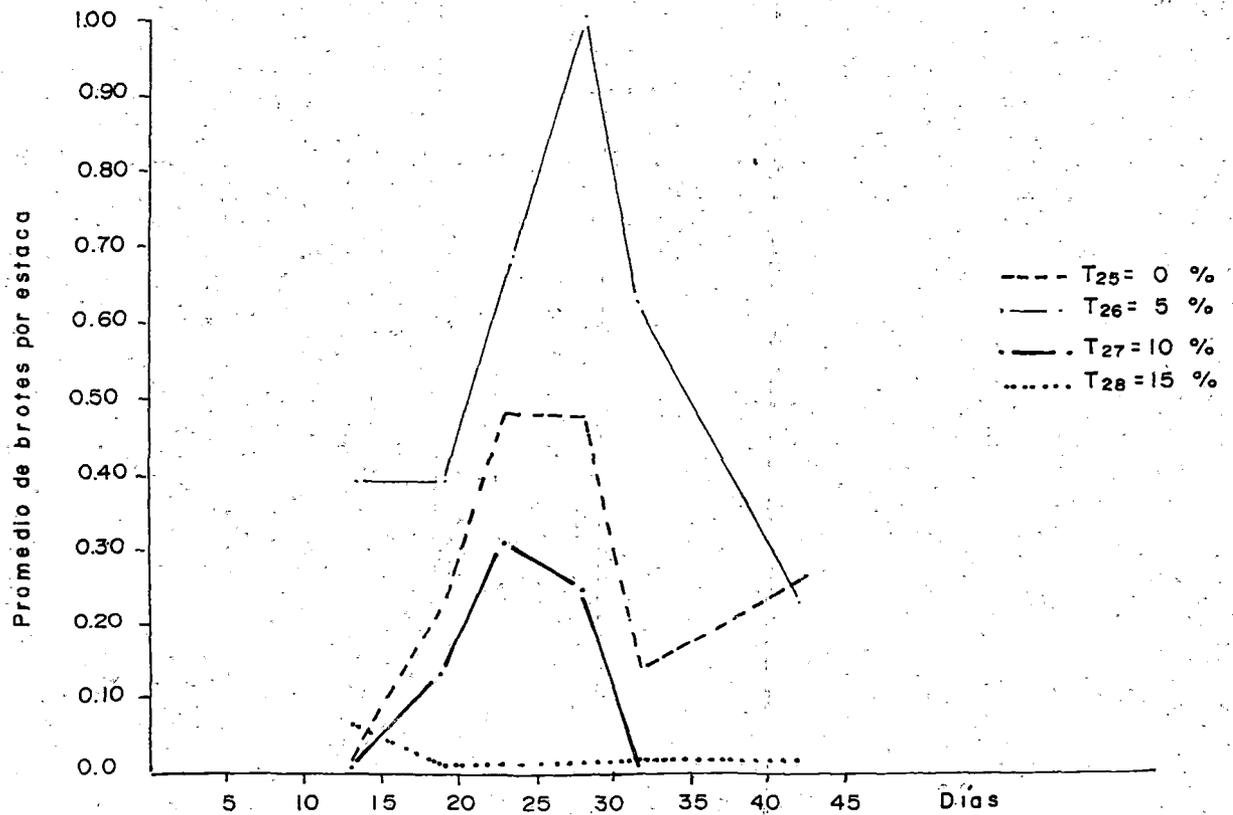


Fig. A - 16 - Promedio de brotes por estaca distal de *Theobroma cacao*, tratados con diferentes dosis de miel de abeja, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.

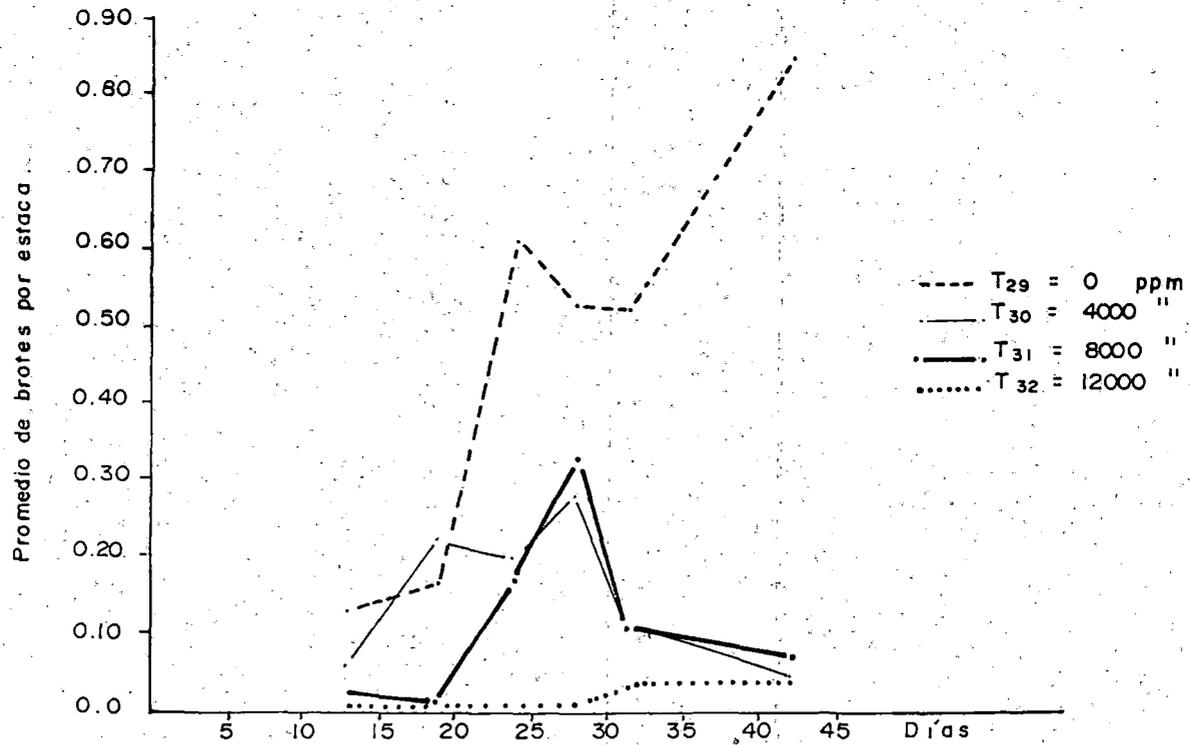


Fig. A-17- Promedio de brotes por estaca distal de Theobroma cacao, tratados con diferentes dosis de ácido indolbutírico, con respecto al número de días después de sembrados. La Carrera, Usulután

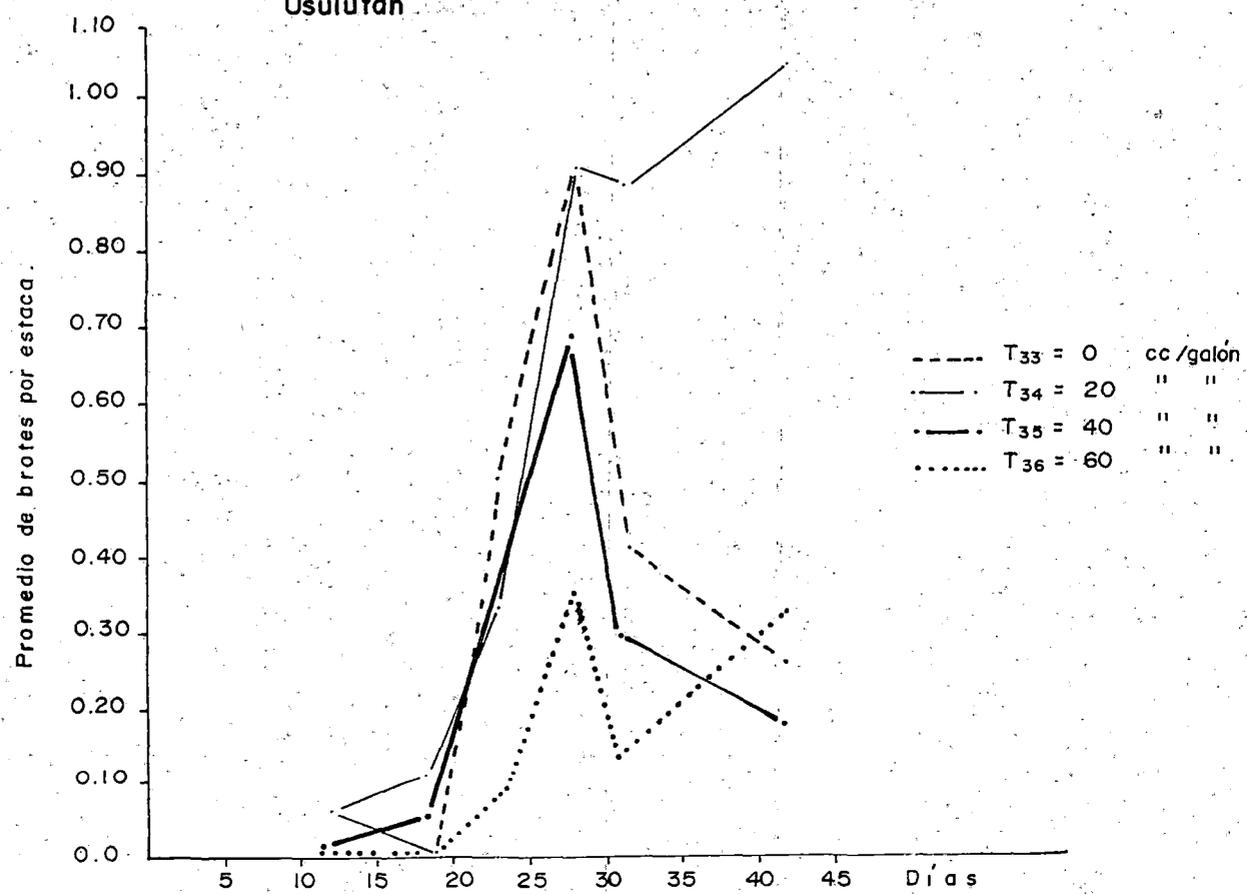


Fig. A-18- Promedio de brotes por estaca distal de Theobroma cacao, tratados con diferentes dosis de seed, con respecto al número de días después de sembradas. La Carrera, Usulután.