

ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE EL ARRAIGAMIENTO
DE ESTACAS DE CACAO

por

Homero U. Castro Z.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

TURRIALBA, COSTA RICA

Mayo de 1952

**ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE ARRAIGAMIENTO
DE ESTACAS DE CACAO**


T e s i s

Presentada a la Facultad del Instituto Interamericano de
Ciencias Agrícolas como requisito parcial para obtener el
título de;

ESPECIALISTA EN CACAO

APROBADO:

 **Consejero**

 **Comité**

 **Comité**

Mayo de 1952

AGRADECIMIENTOS

Mis mas sinceros agradecimientos a la Empresa para Renovación de Cacao del Ecuador, por haberme concedido la beca para mis estudios en el Centro Interamericano de Cacao; al Sr. George Bowman Jefe del Centro de Cacao por las facilidades brindadas en lo relativo a mis trabajos; y al Dr. Pablo Alvim Fitofisiólogo del Instituto con toda gratitud, por su valiosa dirección y a quien debo mi aprendizaje.

Mis agradecimientos también al Dr. Rodrigo Orellana Fitopatólogo del Centro de Cacao por sus importantes sugerencias; a los Sres. Luis Siller, Francisco García quienes colaboraron con buena voluntad en la realización de mi tesis y trabajos respectivamente; a la Srta. Angelina Martinez por su ayuda en la preparación de la Bibliografía, y a los Sres. Rodolfo Venegas, Roberto Sasso y mas personas que me ayudaron para llevar a efecto la presente tesis.

BIOGRAFIA

Nació el 26 de diciembre de 1922 en la ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua, República de Ecuador.

Hizo sus estudios primarios en la misma ciudad, y cursó enseñanza secundaria en el Colegio Nacional Bolívar en los años de 1936 a 1939, y en el mismo año ingresó a la Quinta Normal de Agricultura. En 1942 ocupó un cargo como Ayudante de la Sección de Meteorología y Horticultura en la misma Quinta. En 1944 fué nombrado Ayudante de los Servicios Técnicos del Cacao en el Litoral, con dependencia al Ministerio de Agricultura. En 1945 siguió en el mismo cargo, con sede en la Estación Experimental de Vinces, y con dependencia de la Estación Experimental Agrícola del Ecuador. En 1947 fué nombrado Administrador de la Estación Experimental de Vinces, dependiente de la Cámara de Agricultura de la Segunda Zona. En 1949 en el mismo cargo anterior bajo dependencia de la Empresa para Renovación de Cacao, quien le concedió la beca para los estudios en el Centro Interamericano de Cacao.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	2
MATERIALES Y METODOS	8
EXPERIMENTOS Y RESULTADOS	12
Experimento No. 1	12
" " 2	30
" " 3	36
" " 4	45
" " 5	52
" " 6	62
" " 7	63
" " 8	63
" " 9	83
DISCUSION Y CONCLUSIONES	96
RESUMEN	110
SUMMARY	113
LITERATURA CITADA	116

INTRODUCCION

El enraizamiento de estacas de cacao, ha constituido siempre un problema económico serio, cuando se ha querido por medio de éste, obtener ventajas en una forma comercial o experimental. Los métodos corrientes de propagación, o tipos de propagadores que se están usando actualmente, han dado rendimientos altos en el enraizamiento de estacas, así como también bajos; las causas de éstas variaciones, no han sido bien determinadas y se atribuyen a diversos factores.

El presente trabajo, comprende algunos estudios sobre estos factores que afectan el enraizamiento de estacas, y de un nuevo tipo de propagador que por su fácil manejo y sencilla construcción, sea recomendable para uso de finqueros.

Se hizo especial atención a estos estudios, como contribución en favor de los pequeños productores, con miras al mejoramiento de sus cultivos, y para que puedan aprovecharse por sí solos y en sus mismas fincas, de las ventajas que ofrece la propagación por estacas.

REVISION DE LITERATURA

Enraizamiento

Fué en 1932 que Pyke (11) del C. I. de Trinidad reporta métodos y estudios preliminares en propagación de cacao por estacas y sus perspectivas para el futuro. En 1933 habiendo ampliado sus conocimientos de propagación, Pyke (12), hizo una descripción del material y su manipulación, tipo de propagador y algunas condiciones generales externas e internas que afectan el enraizamiento de estacas de cacao. Entre estos factores, señala a la temperatura, humedad, contenido de agua en el medio enraizante, luz y ventilación como externos, y como factores internos, varias condiciones fisiológicas de material, como edad de la planta madre, diferencias en relación C/N de la estaca por efecto de la sombra, y los diferentes estados de la madera, suave, dura y semi-dura. En estos trabajos, Pyke (11) encontró mucha variación durante el tiempo que toman las estacas hasta la aparición de las primeras raíces. Observó que las estacas de madera suave, necesitaban practicamente atmósfera saturada, porque un desequilibrio de la humedad, producía amarillamiento y caída de hojas; igualmente se refirió a estacas maduras o gruesas, las cuales son difíciles de mantener en buenas condiciones dentro del propagador. Concluyó, que el enraizado perfecto exige requisitos exactos de la constitución de la madera, y que las estacas en el acto de hacer una nueva brotación, de un nuevo crecimiento, no eran particularmente ventajosas para enraizar.

Cheesman y Spencer (4), reportan trabajos de propagación con algunas modificaciones del anterior, hecho hasta el año de 1936. Consideran que las estacas tomadas desde árboles en el campo enraizan muy bien si las condiciones del follaje son óptimas, es decir, inmediatamente después de que ocurre el primer endurecimiento de las hojas jóvenes de una nueva brotación.

Aunque las condiciones para que las estacas sobrevivieran en el propagador quedasen ya bien definidas, restaba todavía, el problema de enraizamiento retardado de las estacas, para lo cual el uso de fitohormonas trajera gran beneficio.

El primer estudio publicado sobre el uso de fitohormonas en cacao, según Cooper (3) fué el de Fielden en 1940, haciendo referencia que la propagación de estacas de cacao ha traído resultados ventajosos con el empleo de Hortomone A en soluciones acuosas.

Los estudios de Hitchcock y Zimmerman (8) sobre las nuevas técnicas de aplicación de sustancias de crecimiento en soluciones hidroalcohólicas para otras especies vegetales, fueron puestas en práctica por Cooper (3) en cacao y otras plantas tropicales, el cual obtuvo mejores resultados con soluciones de 2.000 ppm de ácido indolebutírico en alcohol de 50%. El mismo autor (5) sugiere algunos métodos que podían ser empleados en propagación vegetativa con fines comerciales. Hace también referencia a investigaciones llevadas a cabo por agrónomos de la Office

of Foreign Agricultural Relations y otras organizaciones concernientes a investigaciones agrícolas en Latino America, especialmente en propagación de cacao y café. Varios factores habían sido discutidos en relación a estos trabajos considerando, que las concentraciones requeridas, variaban entre las estacas y las especies, el tipo y condiciones de la madera, métodos de aplicación de sustancias de crecimiento, medio enraizante y mantenimiento de las condiciones durante el enraizado.

Llano Gómez (9) en su libro de Cultivo de Cacao, recomienda para enraizamiento de estacas de cacao, el uso de hormona A para soluciones en agua, 1 onza por galón, o de Hormodín Merk N°2, en polvo hasta entonces, el más conocido de los estimulantes radiculares comerciales usados en propagación de cacao. Menciona además, al ácido indolebutírico en proporciones de 2 a 5% en relleno de polvo inerte (talco) y ácido naftaleno acético al 4/1000.

Escamilla (6), haciendo uso de Hormodín Merk N°2 trabajó en propagación de cacao con varios tipos de estacas, provocando callo en el mismo árbol (anillamiento), brotes acabados de madurar, y brotes próximos a desarrollar; los resultados fueron negativos para las estacas anilladas y para las estacas próximas a madurar. Burchardt y Jorgensen (2), usando el método de inmersión rápida en solución de ácido Indol-3-n-butírico 2 gramos por litro de alcohol de 50%, han obtenido un promedio de 85% de estacas enraizadas en clones de buena característica de enraizamiento. Bowman (1) en

ensayos tratando estacas con Hormodín N°2 dice que no encontró aumento en porcentaje, pero, que si redujo el tiempo necesario para enraizamiento. Naudorf y Villamil (10) haciendo uso de fitohormonas en varios métodos de aplicación y diferente tipo de material, encontraron mejores resultados por el método de inmersión breve, y el de polvo, por rapidez y número de raíces formadas. Aconsejan el empleo del ácido naftil-acético porque las hojas son más fijadas, y no tienen la tendencia a caerse como sucede al emplear el ácido indole-3-n-butírico. Evans (7) estudiando la influencia de hormonas sintéticas sobre el enraizamiento de estacas de cacao, encontró que de las sustancias solas, la mejor es el ácido indolebutírico, para inducir raíces, pero en una mezcla de esta sustancia con ácido naftaleno acético, en partes iguales, da mejores resultados que usando la sustancia sola. El mismo autor informado sobre el efecto de los factores internos en el enraizamiento de estacas de cacao, señala como el más importante, la función de la hoja ampliamente demostrada por la relación C/N cuando hay una cantidad disponible de carbohidratos y una menor de nitrogenadas, o viceversa, siendo la causa de la dificultad de enraizamiento de ciertos clones en los cuales existe este balance nutritivo desfavorable. Pero con adiciones de sulfato de manganeso ($MnSO_4$) 200 ppm. y B_1 (1ppm) ha resultado favorable en estacas de difícil enraizamiento así como también al ser corregidas ciertas deficiencias de nitrógeno (N), hierro (Fe) y manganeso (Mn).

Propagadores

Interesante información sobre métodos y tipos de propagadores, hace Bowman (1) describiendo cada uno de ellos con sus ventajas.

1. Propagador Trinidad.- Fué desarrollado en 1930 en el C.I. de A.T. y consiste en una serie de cámaras de concreto o ladrillo de 1 m. de fondo y cubiertas con tapas de vidrio ligeramente inclinadas para evitar la retención de agua en la tapa. Estas cámaras están unidas unas a otras formando un solo cuerpo o batería de 12 x 2 mts. con una pared divisoria central que separa seis o doce cajas por cada lado. El fondo de las cajas contiene piedra o cascajo, una tapa de grava para drenaje y otra de arena mediana como medio de arraigamiento. Todos los cuerpos o baterías están protegidos por un techo de listones de 2 1/2 mts. de alto para reducir la luz a un 50% y evitar las altas temperaturas y evaporación en las cajas.

Este tipo de propagador tuvo éxito, y su uso se ha generalizado en la mayor parte de los países donde se propaga cacao en escala comercial. El manejo o mantenimiento en buenas condiciones, requiere agua suficiente para tres o cuatro veces riegos diarios dentro de las cajas y constante humedecimiento de la tela o papel sobre las tapas de vidrio.

2. Propagador de riego continuo.- Ideado por Bowman en 1948, es quizá de superiores ventajas al primero y que puede ser usado en escala grande o mediana, por cuanto si se dispone de suficiente material de propagación y agua a presión

permite propagar varios miles de estacas de todo tipo en menor área de superficie, a toda luz y menor costo inicial con solamente mantener una lluvia constante con un rociador de pitón sobre las estacas durante el día. Este método puede ser adaptado en las cámaras del tipo Trinidad; o en su defecto como el original sobre platabandas en cajas de madera con aserrín lavado como medio enraizante. Cuando las estacas están enraizadas, en cuatro semanas se acorta el riego de agua gradualmente hasta aclimatarlas y llevar en las mismas cajas las estacas enraizadas para el vivero.

3. Propagador Turrialba.- Es un tipo de propagador sencillo diseñado para uso de un pequeño finquero. Consiste en cajas de madera sin fondo de 2 por 1 mtr. y 20 cms., de alto con tapa de celio-glass con una elevación central para facilitar la caída de agua hacia los dos lados. El costo de construcción, mantenimiento, es relativamente barato y las cajas pueden ser colocadas sobre platabandas bajo sombra natural de árboles, siendo suficiente dos o tres riegos por semana; el medio enraizante utilizado, es tierra mezclada con aserrín o madera podrida. Al cabo de 5 ó 6 semanas las estacas enraizadas son aclimatadas y endurecidas en las mismas cajas, aún hasta el momento de llevarlas al campo.

Los tipos de propagadores descritos arriba, son conocidos hasta la fecha. En algunos de ellos se han hecho modificaciones en varios países sobre todo en los del tipo Trinidad.

MATERIALES Y METODOS

Localización

Con el objeto de conocer la influencia de algunos factores externos, y además, obtener material suficiente para experimentos, los trabajos se realizaron alternativamente en la Finca La Lola, y en el Instituto de Turrialba.

La Finca La Lola perteneciente al Centro Interamericano de Gacao, está situada a 28 1/2 millas del Puerto Limón en la Región Atlántica de Costa Rica. Tiene una elevación de 24 a 58 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 25°C y una precipitación de 3 a 4.000 mm anuales.

El Instituto de Turrialba situado también en la misma Zona Atlántica, Provincia de Cartago, tiene una elevación de 600 metros sobre el nivel del mar, una temperatura media de 22°C y una precipitación hasta 2300 mm por año.

En los experimentos llevados a cabo en La Lola, se utilizó material de injertos clonales U.F. 221,650 y 613; y en los experimentos del Instituto de Turrialba, material proveniente de estacas enraizadas de 6 a 8 años de edad, en buen estado de desarrollo y producción de los clones U.F. 667 y 221. El total de los experimentos fueron 9, y la duración 7 meses, desde julio 7-51 a enero 8 de 1952.

Cajas de Propagación

Para todos los experimentos se usaron cajas de madera sin rondo, y como medio enraizante aserrín semi-viejo.

Partiendo en base del propagador Turrialba, y conforme

los casos se presentaban molestos para el manejo y mantenimiento de humedad, el modelo de las cajas fueron modificándose paulativamente hasta definir el de mejores resultados. Estas modificaciones serán descritas más adelante en cada uno de los experimentos.

Preparación de Materiales

Todo el material obtenido para los experimentos fué proveniente de plantas clonales U.F. 221, 667, 650 y 613 de las cuales solamente se utilizaron las ramas del último crecimiento, salvo en los casos de algunos tratamientos con material viejo o maduro que se empleaban yemas de crecimientos basales.

La preparación del material, como anillamientos, aspersiones etc. a intervalos de días para algunos experimentos, se realizaban de una manera tal, que coincidieran el corte de estacas el mismo día que debían ser plantadas en las cajas de propagación. Como se trataba de varios experimentos, y no había material suficiente para hacer estacas de tres hojas, además, por mayor uniformidad en el trabajo, se creyó conveniente usar estacas de una hoja, para lo cual, según el experimento y comenzando tratamiento por tratamiento, se cortaron alternativamente estacas de la segunda y tercera yema de la parte apical de la rama, y en otros experimentos hasta la tercera yema cuando el material era escaso. La mitad de las hojas eran cortadas, y en esta forma llevadas a las cajas de propagación para colocarlas en el sitio correspondiente al sorteo de los tratamientos.

Diseño Experimental

Conforme se había planeado, el diseño para todos los experimentos, fué de bloques al azar con 4, 5 ó 6 repeticiones de 4, 5 ó 6 estacas según el caso.

Los bloques se sorteaban y se distribuían dentro de las cajas con vista previa de los planos, y colocando una placa con la numeración correspondiente de cada uno de los tratamientos y repeticiones.

Los gráficos, y los cuadros tabulados, sólo representan los resultados en promedio de enraizamiento por el número de estacas enraizadas en cada tratamiento.

Para los análisis estadísticos, se consideró íntegra a toda la población y para facilidad de los cálculos, para crecimiento de raíces, los milímetros fueron reducidos a centímetros.

En cuanto a análisis para porcentajes, se ha sugerido (14) que para datos, como apariciones de un carácter entre un total definido recontado, o un porcentaje de apariciones, es aconsejable la transformación de estos porcentajes a ángulos, cuando los recuentos están por debajo del 50%, o hay mucha variabilidad en estas apariciones; pero, si todos o la mayoría de los porcentajes se hallan arriba del 50% no debe hacerse la transformación, debiendo usarse la de valores reales.

En los casos para los análisis de la variancia de porcentaje de estacas enraizadas de los experimentos, cuando en éstos

había mucha variación entre los bloques, los porcentajes fueron transformados a ángulos por medio de las tablas de Bliss para los análisis de variancia, salvo en algunos experimentos en que la mayoría de los porcentajes estaban sobre el 50% (Exp. 1) para los cuáles se emplearon los valores reales para la variancia de los totales de estacas enraizadas entre los tratamientos de cada experimento.

Los cuadros presentados a continuación de los gráficos, ilustran los resultados de los análisis de la variancia entre los totales de estacas enraizadas, o porcentajes transformados, variancia de las medias de número de raíces primarias y crecimiento de raíces de los tratamientos en experimentos que fueron significativos.

EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

Experimento No. 1

Este experimento fué planeado con el propósito de obtener una información del comportamiento y reacción a hormonas sintéticas, (Hormodín Merck No. 2) en diversas condiciones de material que previamente se trataron en el campo.

Por mayor uniformidad, y mejores condiciones de material, fueron seleccionados varios árboles de clon U.F. 221, y en cada uno de ellos anticipadamente se colocaron etiquetas en las ramas con el número correspondiente y un total de 25 ramas por tratamiento.

Tratamiento No. 1 Anillamiento de ramas 15 días antes de cortar.

Tratamiento No. 2 Anillamiento de ramas 8 días antes de cortar.

Es muy conocido en Fisiología Vegetal, que el anillamiento produce una suspensión de la corriente de alimentación que distribuye los alimentos al resto de la planta. Anillando una rama de cacao, se ha provocado artificialmente la acumulación de estos alimentos en la base de la zona descortezada, en consecuencia aumentará el contenido de carbohidratos sobre la zona anillada.

Conforme se indicó anteriormente cada una de las ramas marcadas con la etiqueta correspondiente a los tratamientos, los anillamientos fueron hechos en la base del último crecimiento.

Tratamiento No. 3 Aspersión en las hojas con solución de hidronitruro maleico al 0.3% 8 días antes de cortar.

Hidronitruro maleico, es una sustancia que obra en los vegetales como neutralizante de la acción de las auxinas; por ser una sustancia nueva en experimentación, se trató para conocer su efecto en el enraizamiento de estacas. La aspersión se llevó a cabo, preparando en el Laboratorio de la finca dos litros de solución al 0.3% tomando 3 cc. de solución madre al 30% para cada 1.000 cc. de H₂O. A esta solución se le adicionó 3 gotas de adherente (Spreader Sticker) y por medio de una bomba de mano, se hizo la aspersión individualmente en cada una de las 25 ramas.

Tratamiento No. 4 Aspersión con solución de minerales Fe, Cu, Mn, Mg, Mo, Zn, B, sobre hojas 8 días antes de cortar.

Pocos trabajos se han encontrado en Literatura, sobre el efecto de aplicación de minerales en el enraizamiento de estacas de cacao. Aisladamente se han hecho con 2 ó 3 minerales, y no hay informes de haber usado soluciones completas en forma de aspersión a las hojas y en la misma planta madre.

La solución fué preparada en las siguientes proporciones:

CuSO ₄	10	gr.	0.25	%
MgSO ₄	40	"	1.0	"
H ₃ BO ₃	5	"	0.125	"
MnCl ₂	5	"	0.125	"

ZnSO ₄	10 gr.	0.25	%
H ₂ MOO ₄	5 "	0.125	"
FeSO ₄	10 "	0.25	"

Todas estas sales se disolvieron en 500 cc. de agua (H₂O), con excepción del FeSO₄ que fué disuelto separadamente en 1.000 cc. Cuando las sales habían sido disueltas en los 500 cc. de agua, (H₂O) se adicionaron los 1.000 cc. de solución de FeSO₄, más 2.500 cc. de agua (H₂O) para hacer 4 litros y como adherente, 7 gotas de Spreader Sticker y en esta forma fué mezclada y aplicada en las 25 ramas seleccionadas para este tratamiento:

Tratamiento No. 5 Aspersión a las ramas con ácido naftaleno acético 100 ppm. 2 días antes de cortar.

Este tratamiento se hizo para conocimiento de la acción de esta substancia de crecimiento en la inducción de raíces al ser tratadas sobre hojas con anterioridad y en la misma planta madre.

La solución se preparó tomando 100 mg. de ácido naftaleno acético por litro de H₂O para dar una concentración de 100 ppm. Igual a las anteriores se hizo la aplicación en las 25 ramas.

Tratamiento No. 6 (Control)

Estacas semi-duras de la constitución de los tratamientos anteriores se eligieron entre todos los árboles.

Tratamiento No. 7 Estacas en brotación.

No existe una información exacta sobre el comportamiento

al enraizamiento de las estacas comenzadas a brotar. Pocos investigadores dan razones que contradicen y confunden.

Entre árboles que habían comenzado un nuevo período vegetativo, se tomaron 25 ramas más o menos uniformes en la brotación de un nuevo crecimiento.

Tratamiento No. 8 Estacas maduras.

Para este tratamiento se usaron yemas basales de ramas de segundo crecimiento.

Estos ocho tratamientos enumerados, son considerados como principales, de los cuales había que subdividir en partes iguales para tratamientos con hormonas y sin hormonas haciendo un total de 16 tratamientos con cuatro repeticiones de cinco estacas que coparon 2 cajas de propagación, con un total de 320 estacas.

Las cajas de propagación empleadas para este experimento fueron del tipo Turrialba, en las que se introdujo las siguientes modificaciones:

Fondo de la caja 12";

Papel periódico sobre la tapa de cello-glass;

Sombra artificial de listones de caña;

Aserrín semi-viejo como medio enraizante y dos riegos diarios en el interior de las cajas.

Estas modificaciones, se hicieron en virtud de tomar algunas precauciones en lo que respecta a condiciones ambientales externas, ya que, se trataba de estudiar los factores internos de la estaca, y en este caso, los factores externos, debían

ser uniformes y fáciles de controlar, no sucediendo esto en el tipo propio Turrialba, donde varían estas condiciones, ya sea por el cambio de estación, en los cuales varían también los demás factores, temperatura, humedad del aire y del suelo, nebulosidad etc., o que a menudo, los árboles aumentan o caducan sus hojas, y en estas condiciones resulta variable y sin uniformidad la luz, indispensable para la fotosíntesis de las hojas. Sin embargo, a estas modificaciones descritas, fué necesario hacer otras, para subsanar algunos problemas de manejo y mantenimiento del propagador, esto será descrito para los experimentos subsiguientes.

Cuando ya las cajas se encontraban arregladas, con la respectiva distribución de los bloques, se procedió a cortar el material seleccionado en los árboles, y tomando las precauciones del caso, para que las etiquetas no cayeran, fué transportado al laboratorio de la finca, donde se sumergieron inmediatamente en un tanque con agua para evitar que las estacas sean deshidratadas estando expuestas al aire.

El procedimiento de preparación de estacas fué indicado en materiales y métodos, por lo que no hace falta mencionarlos. El estimulante radicular usado en los tratamientos con hormonas, fué Hormodín Merck No. 2, y el método de aplicación, sumergiendo en el polvo 0.5 cm. a 1 cm. de la base de la estaca. Tratamiento por tratamiento se llevaban las estacas a las cajas, y después de completarlas, se dió un buen riego de agua con manguera de presión, y seguido, dos riegos diarios al interior,

para mantener una atmósfera saturada de humedad, y en igual forma, los papeles sobre la tapa se mantenían siempre húmedos, para evitar alteraciones de temperatura y humedad dentro las cajas. Al cabo de 26 días de plantadas las estacas se extrajeron de las cajas, y fueron llevadas separadamente al laboratorio para calcular el porcentaje de enraizadas, número de raíces primarias y longitud.

Los resultados se dan en Cuadro N° 1 y gráficos del porcentaje, número de raíces primarias y longitud, en Figuras 1 y 2 .

Resultados del experimento N°1 en la finca La Lola. Clon U.F. 221 plantado el 7 de julio y arrancado el 2 de agosto (26 días). Enraizamiento de estacas de cacao con varios tratamientos de campo: anillamientos, aspersiones con elementos minerales, ácido naftaleno acético, hidronitruro maleico, estacas en brotación, maduras etc.; y efecto en estos mismos tratamientos aplicando hormona sintética (Hormodin Merk N°2).

TRATA- MIENTOS	Num. estac. total	Número estacas muertas con callo	Número estacas enraiz.	Número estacas enraiz. enraiz.	Porcent. estacas enraiz.	Total de raíces primarias	Media de raíces en mm.	Longitud de raíces de raíces	Media de Longitud de raíces	
1. S.H.	20	0	5	15	75	44	2.93	864	57.6	
C.H.	20	1	1	18	90	81	4.5	2.135	118.6	
2. S.H.	20	0	3	17	85	47	2.76	956	56.2	
C.H.	20	1	2	17	85	57	3.36	1.955	115.0	
3. S.H.	20	0	4	16	80	38	2.38	946	59.1	
C.H.	20	1	4	15	75	45	3.0	1.120	74.6	
4. S.H.	20	1	1	18	90	57	3.17	1.128	68.2	
C.H.	20	3	0	17	85	65	3.82	2.442	143.6	
5. S.H.	20	2	10	8	40	15	1.87	502	62.7	
C.H.	20	3	4	13	65	30	2.30	894	68.7	
6. S.H.	20	2	5	13	65	39	3.0	618	47.5	
C.H.	20	1	3	16	80	53	3.11	1.570	92.3	
7. S.H.	20	6	4	10	50	23	2.30	625	62.5	
C.H.	20	2	2	16	80	74	4.62	3.107	194.2	
8. S.H.	20	4	3	13	65	23	1.77	590	45.38	
C.H.	20	3	2	15	75	64	4.26	2.439	162.6	
TOTALES	320	15	35	18	127	286	2.27	3.61	6.229	57.8
PERCENTI GENERAL	9.3	9.3	21.8	11.2	68.7	79.3	68.7	79.3	121.2	

Simbolos = S.H. = Sin Hormona; C.H. = Con Hormona

Rendimiento de los tratamientos en totales de estacas enraizadas; para comparación. (de 20 estacas por tratamiento)

Tratamientos	Sin Hormona	Con Hormona
Anillado 15 dias antes	15	18
Anillado 8 dias antes	17	17
Asp. con Hidrontruro maleico	16	15
Asp. con minerales	18	17
Asp. con naftaleno acético	3	13
Testigo (Control)	13	16
Estacas en brotación	10	16
Estacas maduras	13	15

Comparación de las diferencias significativas entre los totales de enraizamiento.

Para tratamientos principales (suma de Hormonas más sin Hormonas) significativo al 1%.

T 4, minerales, fué significativo al 1% para T 5 naftaleno acético, y al 5% para T 7 en brotación.

T 1 y T 2 anillado 15 y 8 días antes, fué significativo para T 7 en brotación y T 5 naftaleno acético al 5%.

T 3 Hidronitruro maleico, y T 6 Control, fueron significativamente mejores que T 5 naftaleno acético.

Para tratamientos con Hormonas y sin Hormonas: significativo al 5%.

De Hormonas a sin Hormonas:

T 1 anillado 15 días antes, T 2 anillado 8 días antes, T 3 Hidronitruro maleico, T 4 minerales, T 6 Control, T 7 en brotación y T 8 maduras, fueron significativas para T 5 naftaleno acético sin Hormonas.

T 1 anillado 15 días antes, T 2 anillado 8 días antes, T 4 minerales, T 6 Control, T 7 en brotación, fueron significativos para T 7 en brotación sin Hormona.

En los demás tratamientos de Hormonas a sin Hormonas no hubo diferencias significativas.

Entre tratamientos con Hormonas:

No hubo diferencia significativa.

Entre tratamientos sin Hormona:

Con exepción del testigo,
estacas en brotación y estacas maduras, los demás tratamien-
tos superaron significativamente a naftaleno acético.

T 4 minerales, T 2 anillado 8 días antes, y T 3 Hidroni-
truro maleico fueron mejores que T 7 estacas en brotación.

Rendimientos medios de raíces primarias; para comparación,
(de 4 repeticiones por tratamiento).

Tratamientos	Sin Hormona	Con Hormona
Anilladas 15 días antes	11.0	20.2
Anilladas 8 días antes	11.7	14.2
Asp. Hidronitruro maleico	9.5	11.2
Asp. minerales	14.2	16.2
Asp. con naftaleno acético	3.7	7.5
Testigo (Control)	9.7	13.2
Estacas en brotación	5.7	18.5
Estacas maduras	5.7	16.0

Comparación de las diferencias significativas entre las medias de raíces primarias.

Para tratamientos principales (suma de Hormonas más sin Hormonas) significativo al 1%.

T 1 anillado 15 días antes, fué mejor que T 3 Hidronitruro maleico y T 5 naftaleno acético.

T 4 minerales, anillado 8 días antes, T 7 en brotación, T 6 control y T 8 maduras son mejores que T 5 naftaleno acético.

T 4 minerales fué mejor al 5% para T 3 Hidronitruro y T 8 maduras.

T 1 anillado 15 días antes es mejor al 5% para T 8 maduras y T 6 control.

Entre T 1 anillado 15 días antes, T 4 minerales T 2 anillado 8 días antes y T 7 en brotación no hubo diferencia significativa.

Rendimiento más alto para T 1 anillado 15 días antes.

" " bajo " T 5 naftaleno acético.

Para tratamientos con Hormonas y sin Hormonas.

De Hormonas a sin Hormonas:

T 1 anillado 15 días antes y T 7 en brotación con Hormona fué significante al 1% para todos los tratamientos sin Hormona con excepción de T 4 con minerales sin Hormona.

T 4 minerales y T 8 maduras con Hormonas fueron significantes para T 5 naftaleno acético y T 7 en brotación sin

Hormonas; y al 5% para T 6 Control, T 3 Hidronitruro y T 8 maduras sin Hormonas.

T 2 anillado 8 días antes con Hormona, fué mejor al 1% para T 7 en brotación y T 5 naftaleno acético sin Hormona.

T 6 Control y T 3 Hidronitruro con Hormona, son mejores al 1% para T 7 en brotación y T 5 naftaleno sin Hormonas.

Entre tratamientos con Hormona:

T 1 anillado 15 días antes, T 7 en brotación, T 4 minerales, y T 8 maduras no hubo diferencia significativa, entre ellos fué mejor T 1 anillado 15 días antes y T 4 minerales.

T 4 minerales y T 7 en brotación, fueron mejores que T 5 naftaleno acético al 1%; y significativo al 5% para T 6 Control y T 3 Hidronitruro.

Rendimiento máximo T 1 anillado 15 días antes.

" mínimo T 5 naftaleno acético.

Entre tratamientos sin Hormona:

T 4 minerales, superó al 1% a T 7 en brotación y T 5 naftaleno acético; no hubo diferencia significativa para los demás tratamientos.

T 1 y T 2 anillado 15 y 8 días antes son mejores que T 5 naftaleno acético al 1%; y los demás tratamientos, fueron significantes todos al 5% para T 5 naftaleno acético.

Rendimiento máximo T 4 minerales

" mínimo T 5 naftaleno acético.

Rendimientos medios de crecimiento de raíces, para comparación, (de 4 repeticiones por tratamiento).

Tratamientos	Sin Hormona	Con Hormona
Anillado 15 dias antes	21.7	53.5
Anillado 8 dias antes	24.2	49.0
Asp. con Hidronitruro maleico	24.2	28.0
Asp. con minerales	29.0	61.0
Asp. con naftaleno acético	12.7	23.0
Testigo (Control)	15.5	39.2
Estacas en brotación	15.5	77.7
Estacas maduras	14.7	61.0

Comparación de las diferencias significativas entre las medias de crecimiento de raíces en Cm.

Para tratamientos principales (suma de Hormona más sin Hormona) significativo al 1%.

Entre T 7 en brotación T 4 minerales, T 1 anillado 15 días antes, T 8 maduras y T 2 anillado 8 días antes, no hubo diferencia significativa, pero T 7 en brotación, y T 4 minerales, fueron significantes al 1% para T 5 naftaleno acético y al 5%, para T 6 Control y T 3 Hidronitruro maleico.

Para tratamientos con Hormona y sin Hormona.- Significativo al 1%.

De Hormona a sin Hormona:

T 7 en brotación fué significativo al 1% sobre todos los tratamientos sin Hormonas del experimento.

T 4 minerales, y T 8 maduras, fueron significantes al 1% para los demás tratamientos sin Hormonas con excepción a T 4 sin Hormona.

Entre tratamientos con Hormonas:

T 7 en brotación, T 4 minerales, T 8 maduras, T 1 anillada 15 días antes no hubo diferencia significativa; entre ellos fué mejor T 7 en brotación, y significativo al 1% para T 6 Control, T 3 Hidronitruro maleico, T 2 anillado 8 días antes, y T 5 naftaleno acético que fué el peor de todos.

T 4 minerales y T 8 maduras fué significativo al 1%

para T 5 naftaleno acético, y al 5% para T 3 Hidronitruro y T 6 Control. Con T 2 anillada 8 días antes, no hubo diferencia significativa.

Entre estacas sin Hormonas:

No hubo diferencia significativa, pero entre ellos mejor rendimiento fué para T 4 con minerales, y más maizos T 5 naftaleno acético y T 8 maduras.

La acción combinada, demostró ser también altamente significativa para el crecimiento de raíces. Los mejores efectos han sido obtenidos para T 7 en brotación y T 4 minerales.

Experimento No. 2

- 1.- Ensayo de un propagador, dotado de mejores condiciones de manejo externo.
- 2.- Comportamiento de varios tipos de estacastratadas con Hormodin No.2.

Por las molestias adquiridas en el experimento anterior en lo que se refiere a mantenimiento de humedad dentro y fuera de las cajas de propagación, no era posible dejar de vigilar constantemente las cajas, por cuanto en un descuido, los papeles cubiertos sobre la tapa, se secaban o volaban con el viento, elevando la temperatura interna de la caja. En vista de estas dificultades, se mandó construir un canal de 5" de ancho, 7" de fondo, 2.60 m. de largo, para agua, el cual, después de plantar las estacas fué colocado sobre la tapa del propagador cubriendo el largo de la caja. Por los bordes longitudinales del canal, se cubrió de doble papel periódico, para que éste tomara contacto con el agua por un extremo, y por el otro extremo con el papel que cubría la tapa del propagador (ver foto 1). El objeto de ésta fué, que el agua bajara por capilaridad sobre el papel de la tapa, y se mantuviera siempre húmedo, para evitar el trabajo de regar con manguera o regadera.

Conjuntamente a este ensayo de propagador, se diseñó un experimento con estacas. Los materiales fueron recogidos del campo y preparados en forma similar al experimento anterior, así como su colocación dentro de las cajas.

Diseño del Experimento

Bloques al azar.

Clon U.F. 613

Total de tratamientos 4

Repeticiones 6

Num. estac. por repet. 4

Num. estac. por tratt. 24

Tratamientos

1.- Estacas comenzadas a brotar

2.- Estacas maduras

3.- Estacas tiernas

4.- Control (madera semi-dura)

Fecha plantadas, Agosto 17.- Arrancadas Sept. 28.

Cuando la caja quedó arreglada con el número necesario de estacas, después de un riego abundante fué cerrada la tapa y sobre ésta en la parte central, fué colocado el canal, cuya dimensión era 10 cm. más que el largo de la caja. En la colocación del canal, había que tomar en cuenta la nivelación, de manera que el agua quedase a un solo nivel, para que la distribución del agua sea igual en ambos lados de la tapa. El canal, aproximadamente, tenía capacidad para 10 galones de agua y mientras estaba a un nivel alto, el funcionamiento de capilaridad a manera de sifón fué perfecto, manteniendo siempre húmedo el papel sobre la tapa, y por consiguiente reduciendo la temperatura del interior de la caja. Dos veces diarias fué necesario reponer al canal el agua consumida para

mantener el nivel alto. Por lo demás, el funcionamiento fué automático, evitando así la vigilancia constante del obrero para regar los papeles sobre la tapa. Ningún riego posterior al primero se hizo a las estacas. Al cabo de 25 días, se quitó la tapa y se observó que gran parte de las estacas habían sobrevivido pero muy pocas de ellas tenían raíces, razón por la cual, fué necesario ponerlas en la caja, arreglarlas, tapar y colonar de nuevo el canal por 15 días más. Terminado este tiempo adicional, o sea a los 40 días, se extrajeron todas las estacas y se llevaron en grupos al Laboratorio para tomar datos de enraizamiento, número de raíces y longitud. Los resultados del experimento se encuentran en Cuadro 2 y Gráficos en Fig. 3. No se hizo análisis estadístico por haberse considerado a los resultados de poco valor, por cuanto, al ensayarse la capacidad del propagador para el mantenimiento de humedad interna, las estacas no fueron atendidas como hubiera sido conveniente con riegos diarios. Durante el tiempo que permanecieron en las cajas, sólo fué aplicado un riego cuando se colocaron las estacas, y otro riego cuando se extrajeron y se volvieron a plantar porque muy pocas tenían raíces. Sin embargo, en estas condiciones se tomaron los datos para comparación en posteriores experimentos en caso se repitieran los mismos tratamientos o se aumentaran los riegos.

En general, el experimento con estacas no fué satisfactorio, tanto por el tiempo prolongado en que enraizaron, así como también la poca cantidad de estacas enraizadas de corta

Quadro N° 2. Resultados del experimento N°2 en la finca La Lola. Ensayo de enraizamiento con aplicación de Hormodín N°2 en varios tipos de estacas del Clon 613 plantado el 17 de agosto y arrancado el 28 de septiembre. A los 40 días.

TRATAMIENTOS	Número total estacas con estacas muertas callo	Estacas enraizadas	Estacas con callo	Estacas enraizadas	Porcen- taje enraiz.	Número raíces primar.	Promedio de raíces en mm.	Longitud de raíces en mm.	Promedio longitud en raíces
1. Estacas en brotación	24	2	12	10	41.6%	48	4.8	1.922	192.2
2. Estacas viejas	24	5	7	12	50.0	43	3.5	2.272	189.3
3. Estacas tiernas	24	5	15	4	16.6	9	2.2	132	33.0
4. Estacas testigo	24	6	12	6	25.0	18	3.0	384	97.3
TOTALES	96	18	46	32	33.3%				
PERCENT. GENERAL	100%	18.7%	47.9%	33.3%					

TOTALES

PERCENT. GENERAL

longitud.

En cambio en el propagador, hubo perspectivas de mejoramiento para el mantenimiento de humedad externo e interno.

Experimento No. 3

La finalidad de este experimento, fué hacer un estudio comparativo sobre el efecto de Hormodín No.2, y de varias soluciones de ácido Indolebutírico aplicadas por el método de inmersión rápida en el enraizamiento de estacas.

La práctica del uso del producto comercial en polvo Hormodín Merk No.2 para estimular el enraizamiento de estacas de cacao, se encuentra como estandarizado en la mayoría de los países donde se propaga cacao por estacas, ya sea con fines comerciales o experimentales. Muy pocos estudios sobre el uso de otros métodos de aplicación de Hormonas han sido hechos a la fecha. Cooper (3), Evans (7), Buchardt y Jorgensen (2) reportan trabajos experimentales empleando el método de inmersión rápida con soluciones de ácido Indolebutírico, pero, tanto las concentraciones empleadas como los resultados obtenidos por estos investigadores varían entre ellos.

La determinación o evaluación de las concentraciones óptimas para estacas de fácil y difícil enraizamiento, así como también una comparación con los efectos del producto comercial en polvo más usado (Hormodín Merk No.2) no han sido estudiadas hasta la presente, razón por la cual se creyó conveniente incluir este estudio dentro del plan general de investigaciones sobre algunos factores que afectan el enraizamiento.

Diseño Experimental

Bloques al azar

Clon U.F. 650

Total de tratamientos: 7

Repeticiones: 4

No. de estacas por repetición: 5

No. de estacas por tratamiento: 20

Total de estacas: 140

Tratamientos

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1.- Control | 5.- IBc 6.000 ppm |
| 2.- Hormodin Merck No.2 | 6.- IBc 8.000 ppm |
| 3.- IBc 2.000 ppm | 7.- IBc 10.000 ppm |
| 4.- IBc 4.000 ppm | |

Preparación de soluciones (IBc = ácido Indolebutírico)

De una solución madre al 1% (10.000 ppm) de IBc en alcohol de 65%, se prepararon las otras de más bajas concentraciones.

	Partes por millón		Soluc. madre		Alcohol 65%
Para:	8.000	tomando	8 cc.	mas	2 cc.
"	6.000	"	6 cc.	"	4 cc.
"	4.000	"	4 cc.	"	6 cc.
"	2.000	"	2 cc.	"	8 cc.

Después que las cajas quedaron debidamente arregladas, y las soluciones preparadas, se procedió a recoger el material

de los árboles que para este fin se había elegido el Clon U.F. 650. Este material estaba en muy buenas condiciones de uniformidad. Para evitar deshidratación, las ramas fueron sumergidas en agua. De cada rama se obtuvo 3 estacas de la segunda tercera y cuarta yema, las cuales eran distribuidas para 7 grupos, hasta obtener un total de 20 estacas por grupo. Seguidamente se sortearon los grupos para darles el número correspondiente al tratamiento. La aplicación de las soluciones se hizo de acuerdo al orden numérico de los tratamientos y sumergiendo momentaneamente 0.5 a 1 cm. de la base de la estaca en la solución. Para hacer esta aplicación, se repitió un corte basal para remover los tejidos que habían oxidado en el tiempo que aún éstas no eran tratadas. Las estacas fueron puestas en el propagador 206 5 minutos después de aplicadas las Hormonas. Completada la carga con el número necesario de estacas, después de un riego abundante se cerró la tapa, y sobre ésta fué colocado el canal. El manejo y el mantenimiento fué similar al experimento anterior con excepción de que el interior de la caja era ahora regada una vez diaria a las 8 a.m. El riego se hacía sin levantar la tapa a través de dos orificios que se habrieron en los extremos superiores de la tapa en los cuales se colocaba el pitón de la manguera. Después de regar, estos orificios eran cubiertos con un tapón pequeño. A los 20 días de plantadas las estacas, se levantó la tapa del propagador, encontrando gran número de estacas enraizadas

razón por la cual, se decidió sacarlas, para calcular el porcentaje de enraizadas, número de raíces primarias, y crecimiento de las mismas.

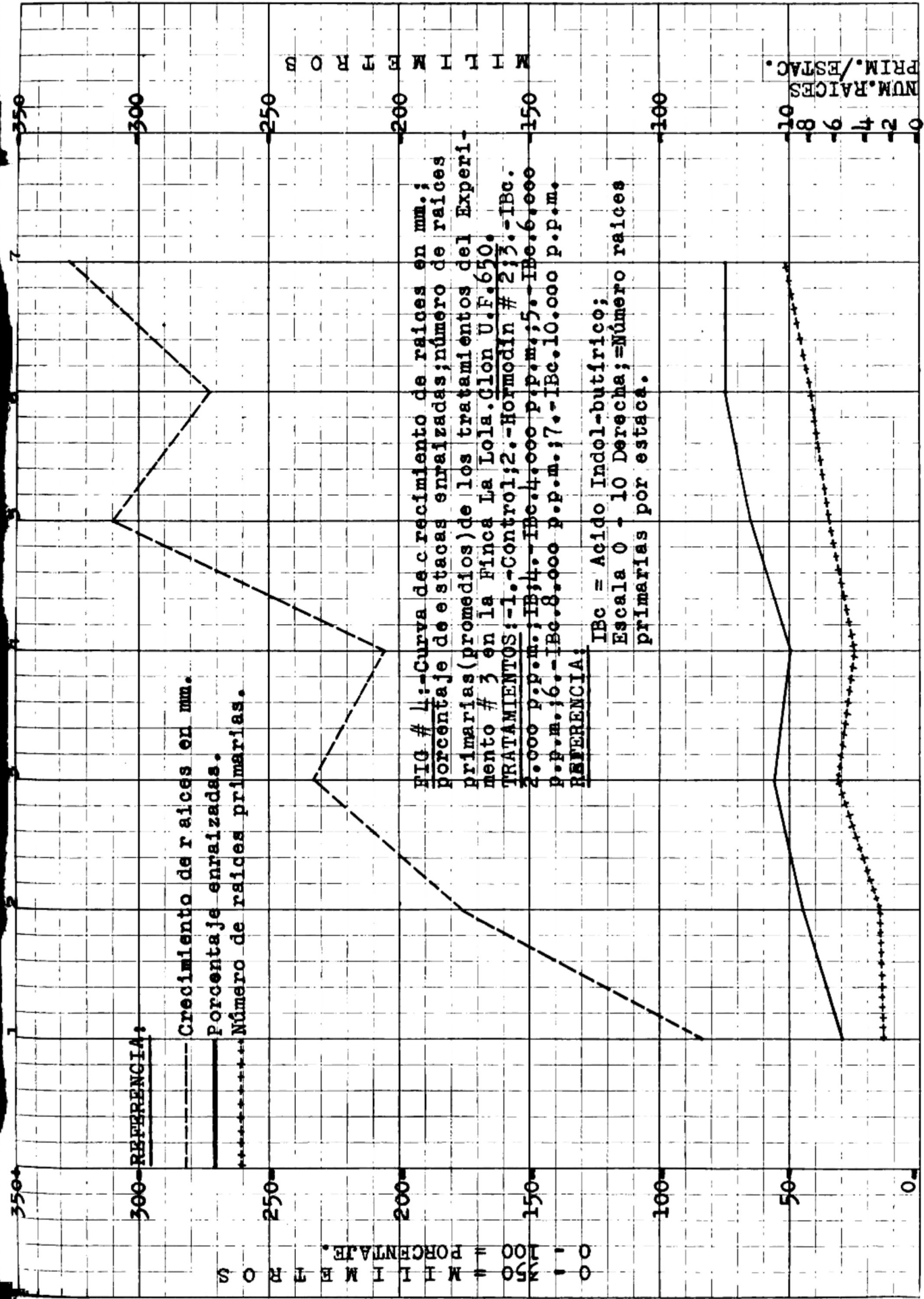
Contrariamente a los resultados del experimento anterior, los de este experimento fueron sorprendentes, porque no se esperaba sacar las estacas, sino dentro del límite fijado de 4 semanas. Por mera curiosidad fue levantada la tapa y arrancada una estaca, encontrando que se había formado un gran sistema radicular con muchas raíces primarias y longitud, razón por la cual, se examinaron las demás, y la mayoría estaban en iguales condiciones y fue necesario sacarlas a los 20 días. El factor externo mejor controlado con riego diario, a más de la buena característica del Clon, no dificultó el enraizamiento, y el efecto de los tratamientos, quedó demostrado en su grado.

En Cuadro N° 3, gráficos Fig. 4, se presentan los resultados del experimento, y para análisis de la variancia, en Cuadros 3-B y 3-C .

Los resultados de los análisis de variancia, indicaron que el experimento fue altamente significativo, para número de raíces primarias y crecimiento en longitud de raíces; pero fue significativo para porcentaje de enraizamiento.

Cuadro N° 3.- Resultado del experimento N° 3 en la finca La Lola. Clon 650 plantado el 24 de agosto y arfencado el 13 de septiembre. Tiempo de enraizamiento 20 días. Recuento en el enraizamiento de estacas de cacao con varias concentraciones de ácido indol-butírico (IBc) en solución de alcohol de 95%. Método de aplicación, de inmersión rápida para comparación con efecto de hormona comercial (Hormodín Merck N°2) de preparación en polvo de talco.

TRATAMIENTOS	Número total estacas muertas callo	Estacas con enraizamiento	Estacas Estacas Porcen- Número	Promedio Longitud	Promedio Longitud			
	estacas muertas callo	das	taje enraiz. raices de raices	de raices	de raices.			
1. Control	20	5	9	6	17	2.8	504	84
2. Hormodín N°2	20	6	5	9	30	3.3	1.581	175.6
3. IBc 2.000 ppm.	20	5	4	11	67	6.1	2.558	232.5
4. IBc 4.000 ppm.	20	9	1	10	55	5.5	2.056	205.6
5. IBc 6.000 ppm.	20	4	3	13	91	7.0	4.026	309.7
6. IBc 8.000 ppm.	20	4	1	15	138	9.2	4.074	271.6
7. IBc 10.000 ppm.	20	4	1	15	153	10.2	4.917	327.8
TOTALES	140	37	24	79				
PORCENT. GENERAL	100%	26.4%	17.1%	56.4%				



Comparación de las diferencias significativas de las medias de raíces primarias. Significativo al 1%.

Rendimiento mayor igual T 7 con 10.000 ppm. IBc.*

" menor " T 1 Control

Entre tratamientos No.7 con 10.000 ppm. y No.6 con 8.000 ppm., no hay diferencia significativa.

T 7, 10.000 ppm. es mejor al 1% para T 5, 6.000 ppm., T 4, 4.000 ppm., T 3, 2.000 ppm., T 2 Hormodín y T 1 Control.

T 6, 8.000 ppm. fué mejor al 5% para T 5 con 6.000 ppm.; y al 1% para todos los demás tratamientos con excepción de T 7, 10.000 ppm.

T 5, 6.000 ppm. fué mejor al 1% para T 2 Hormodín y T 1 Control.

T 3, 2.000 ppm. es mejor al 5% para T 1 Control.

Entre T 3, 2.000 ppm. T 4, 4.000 ppm. y T 5, 6.000 ppm. no hubo diferencia significativa.

Entre T 1, Control, T 2 Hormodín, y T 4, 4.000 ppm. no hay diferencia significativa.

Comparación de las diferencias significativas de las medias de crecimiento de raíces en cm. Significativo al 1%.

Rendimiento mayor fué de T 7, 10.000 ppm.

" menor " " T 1, Control.

T 7, 10.000 ppm. no hay diferencia significativa para

* T = Tratamiento. ppm. = partes por millón. IBc = ácido Indolebutírico.

T 6, 8.000 ppm. y T 5 6.000 ppm., pero es mejor al 1% para T 4, 4.000 ppm., T 3, 2.000 ppm., T 2 Hormodín, y T 1 Control.

T 6, 8.000 ppm. es igual a T 7, 10.000 ppm. y T 5, 6.000 ppm., pero es mejor al 1% para T 2 Hormodín y T 1 Control, y al 5% fué significativo para T 4, 4.000 ppm.; no hubo diferencia con T 3, 2.000 ppm.

T 5, 6.000 ppm. es mejor que T 4, 4.000 ppm. al 5% y para T 2 Hormodín y T 1 Control, al 1%. Con T 3, 2.000 ppm. no hubo diferencia significativa.

Entre T 2 Hormodín, T 3, 2.000 ppm., y T 4, 4.000 ppm. no hubo diferencia significativa; pero, T 3, 2.000 ppm. y T 4, 4.000 ppm. son mejores que T 1 Control al 5%. Entre T 1 Control y T 2 Hormodín fueron iguales, no hubo diferencia significativa.

Experimento No. 4

Los resultados del Experimento No.1 parecían indicar que los tratamientos con minerales, y anillado, más Hormonas, dieron mejor respuesta al enraizamiento con número de raíces primarias y longitud. En este experimento, tratamos de combinar estos dos tratamientos en uno solo, y ver en sí los resultados. Además, se ha mentado al Zn (11) como un elemento que mantiene en forma activa a las auxinas de las plantas. En cacao, no hay estudios al respecto y se deseaba saber que efecto producía la aplicación de este elemento para enraizamiento de estacas.

El Experimento fué realizado en Turrialba, en terrenos contiguos al edificio del Instituto. Se diseñó otro tipo de propagador en el cual se iba a ensayar conjuntamente con el experimento con estacas.

Los propagadores que fueron usados en La Lola, ofrecían varias ventajas, pero también tenían sus desventajas en el manejo, entre las cuales citaremos: 1.- No se podía abrir la tapa de las cajas, mientras no se quitara el canal; 2.- Dificultad en el riego interno; 3.- Hacía falta un tanque de agua de reserva para el canal, para que ésta reemplazara al agua consumida por medio de una llave de boya; 4.- al aclimatar las estacas enraizadas, forzosamente había que levantar la tapa, y el canal de agua en este caso quedaba fuera de uso, haciendo necesario el riego con manguera para mantener húmeda la tapa; 5.- Se podía alimentar

dos cajas por ambos bordes longitudinales del canal en vez de una sola caja (ver foto 1 y comparar ventaja en foto 2) 6.- La humedad era aprovechada solamente en la superficie externa, y esta no era pasada al interior a través del cello-glass.

Estas dificultades, dió origen a pensar como eliminarlas, y aprovechar solamente de las ventajas que el propagador ofrecía, sobre todo, del canal para el mantenimiento de la humedad.

El diseño del nuevo tipo fué el siguiente:

 Dos cajas de madera sin fondo de 2.50 m. de largo por 0.80 m. de ancho; 12" de alto por un costado longitudinal de atrás, y 10" por el otro costado frontal, para dar declive y caída al agua en la tapa de cada caja.

 Dos tapas planas sueltas de las mismas dimensiones de las cajas en largo y ancho; cada tapa con cuatro compartimentos y forrada con tela de algodón (lienzo grueso) bien templada.

 Un canal de 2.60 m. de largo 5" de fondo por 7" de ancho.

 Un enrejado de madera de 2.60 m. de largo por 0.95 m. de ancho para sombra de 50%.

 Para la instalación, fué acondicionado el suelo haciendo una platabanda de 2 m. de ancho por 2.60 m. de largo, con declive hacia los costados delanteros, más unas zanjitas de desagüe por los cuatro lados. Sobre esta platabanda se colocaron las cajas a uno y otro lado, y el canal fué puesto en

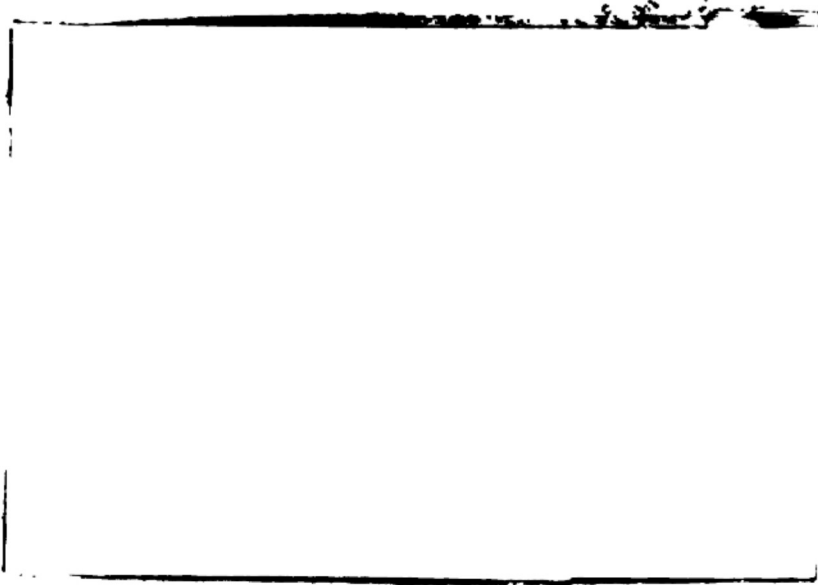


Foto 1

Cajas de propagación en las cuales se iniciaron los trabajos. A la izquierda y al fondo de la derecha, cajas del tipo Turriaiba modificadas en tamaño y cubiertas con papel. Al centro, caja del mismo tipo, adaptado un canal de agua sobre la tapa, para mantenimiento de humedad externa por capilaridad.

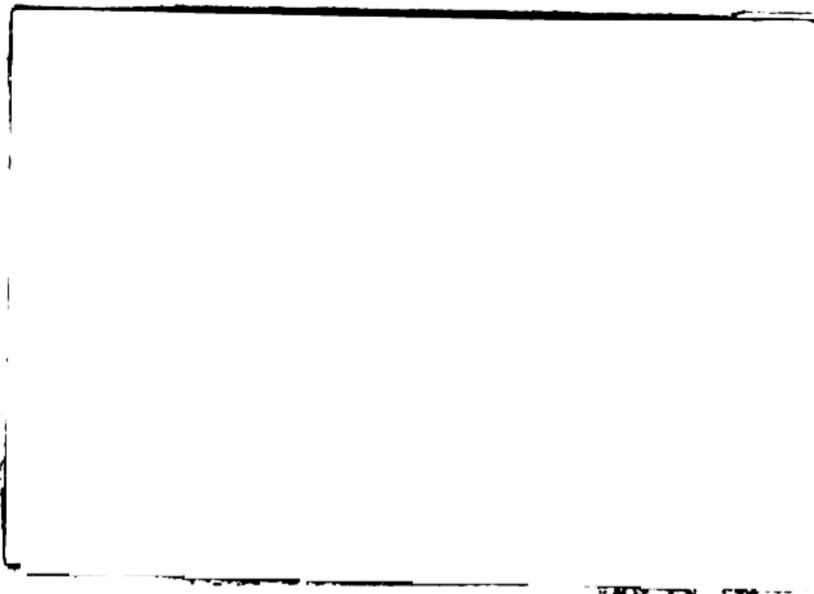


Foto 2

Nuevo tipo de propagador, empleando el canal de agua con ventaja para 2 cajas en vez de una. En el extremo, un tarro de agua de reserva de 5 galones, con una llave semi-abierta. Las tapas son cubiertas de tela de lienzo grueso para absorber y retener el agua.

medio de las dos cajas, entre un espacio que daba el ancho del canal y sostenido por tiras anchas de madera por ambos extremos de la caja; seguido fueron colocadas las tapas y se hizo la nivelación del canal y cajas (foto 2); sobre los bordes del canal se colocó papel periódico y una raja ancha de tela de algodón para que el agua baje por capilaridad hacia la tela de la tapa. Esta a su vez, fué cubierta después por hojas de papel periódico para difundir más la luz (foto 3). Cada caja fué cubierta por un enrejado de madera a 50% luz (fotos 4 y 5), un extremo apoyado sobre un borde del canal y el otro sobre la manigueta de la tapa. El objeto de este enrejado, fué impedir que el agua de las tapas se caliente y evapore con mucha rapidéz por el sol. El interior de las cajas fué relleno con aserrín viejo previamente traído de La Loma, y finalmente, un tarro de 5 galones con una llave pequeña semi-abierta para agua de reserva se colocó en un extremo del canal y sentado sobre un soporte de madera (fotos 1 y 4).

Después de haber revisado algunas condiciones de material para estacas entre varios clones de una plantación del "Chino" se eligieron 4 árboles del Clon U.F. 667, y entre estos árboles fueron seleccionadas ramas del último crecimiento (15 ramas por tratamiento); cada tratamiento fué numerado con la etiqueta correspondiente. La aplicación de minerales fué hecha por aspersión individual en cada rama, usando la fórmula del primer experimento, con excepción del hierro (Fe) que fué



Foto 3

Papel periódico colocado sobre la tela de la tapa, para difundir más la luz en el interior de la caja.

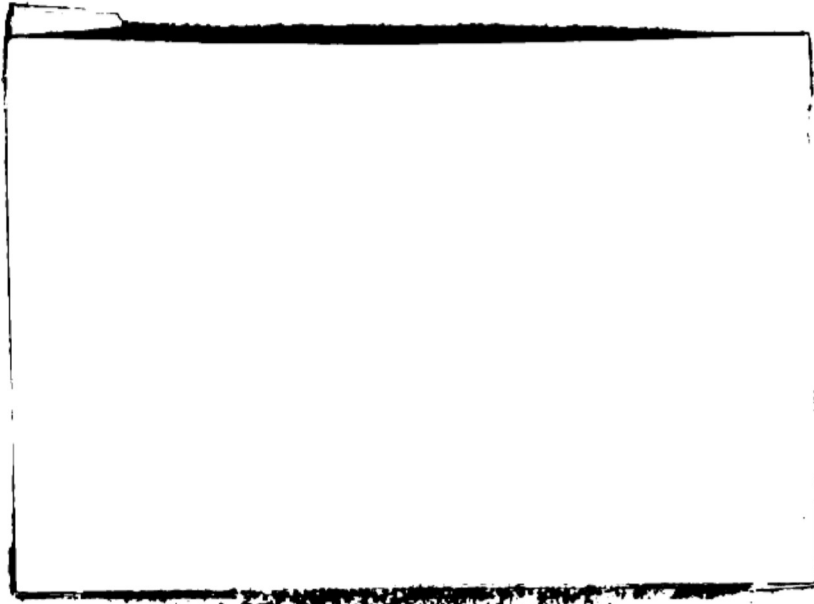


Foto 4

Enrejado de madera para 50% de sombra, y colocación de periódico en los bordes del canal con una faja de franela para ayudar la absorción de agua. El nivel del agua está en los bordes del canal.

Foto 5

Caja con el enrejado de sombra de 50% cubriendo a cierta altura de la tapa.



Otra modificación a las cajas. Aumentó de tiras al enrejado para sombra de 75%, y cambio del tarro de 5 galones, por un tanque de 15 adaptado una llave de boya para controlar la caída de agua. Se aumentó la sombra para que rayos fuertes del sol no calienten ni evaporen el agua.

aplicado por separado en solución al 1%. La aspersión de solución de zinc (Zn) se hizo tratamiento aparte y a una concentración de 0.5%.

Los tratamientos quedaron en las siguientes condiciones:

- 1.- Anillamiento más aplicación de solución minerales.
- 2.- Sin anillar más aplicación solución minerales.
- 3.- Sin anillar más aplicación de solución de zinc (Zn).
- 4.- Testigo anillado.
- 5.- Testigo sin anillar.

Pasado estos tratamientos de campo, se cortaron ramas en brotación para incluir un sexto tratamiento. Todo el material fué llevado al invernadero del Instituto para la preparación de estacas. Como estimulante radicular, se usó Hormodín Merck N°2 en todos los tratamientos; en el propagador se distribuyeron de acuerdo al sorteo de las parcelas que en el plano designaba en el diseño de 6 tratamientos 6 repeticiones de 4 estacas, que hacen un total de 144 por todo el experimento, y para una sola caja. La otra caja del lado opuesto del propagador, se ocupó con ensayos secundarios que no tienen relación con el experimento.

Las estacas en el interior, fueron regadas cada semana una sola vez, y el mantenimiento de humedad externo del propagador se hacía llenando el canal y el tanque de reserva de agua, durante todos los días a las 8:00 a.m.

A las 4 semanas de plantadas, revisando las estacas se encontró que la mayoría tenían callo y muy pocas comenzaban

a enraizar, por lo cual se creyó necesario dejar por 2 semanas más, y cubierto este tiempo o sea a los 35 días, todas las estacas fueron sacadas del propagador para tomar los datos de estacas enraizadas número de raíces y longitud. Los resultados se encuentran en Cuadro No.4 en forma tabular, y gráficos de porcentaje número de raíces y longitud en Fig. 5.

Este experimento de estacas no fué significativo en ninguno de los casos, hubo mucha variación entre los bloques, y en sí, los rendimientos fueron pésimos en la mayoría de los tratamientos.

Experimento No. 5

De los resultados obtenidos en el experimento anterior, fué difícil suponer la causa del retardamiento del enraizado. La falta de riego a las estacas en el interior de las cajas, la humedad del medio enraizante en deficiencia, unida a los ambientes variados producidos por la luz solar intensa a través del enrejado de 50% luz y que secaba la tela de la tapa, tal vez contribuiría para la acción fisiológica retardada de enraizamiento. Por tal motivo, para este experimento, se tomó en cuenta estos y otros factores defectuosos del propagador, y se decidió corregirlos, aumentando tiras al enrejado para sombra de 75% y riegos más frecuentes al interior de las cajas.

Para reducir al trabajo diario de reponer agua, el tanque de 5 galones fué reemplazado por uno de 15 con una adaptación en el borde a la base del tanque de una llave de boya

Guadro N° 4. Resultados del experimento N°4 en el Instituto de Turrialba. Clon UF 667 plantado el 11 de septiembre y arrancado el 15 de octubre. A los 34 días. Respuesta al enraizamiento de estacas de cacao en varios tratamientos: anillamientos con aplicación de minerales más Hormodín N°2; solución de Zn al 0.5% más Hormodín N°2.

TRATAMIENTOS	Número total estacas muertas	Estacas con callo	Estacas enraizadas.	Porcentaje enraiz.	Número raíces primarias	Promedio de raíces en mm.	Longitud Promedio de raíces longitud		
1. Anill. más Sol. Minerales y Horm.	24	5	12	7	29.1%	14	2.0	85	12.1
2. Sin Anill. más Sol. Minerales y Horm.2	24	6	6	12	50	26	2.16	653	54.4
3. Sin anill. más Sol. De Zn al 0.5% Horm.	24	7	9	8	33.3	25	3.12	272	34.0
4. Control anillado	24	9	7	8	33.3	22	2.7	70	8.7
5. Control sin anill.	24	6	10	8	33.3	28	3.5	733	91.6
6. Estaca en brotes.	24	5	6	13	54.2	32	2.4	1.029	79.1
TOTALES	144	38	50	56					
PORCENT. GENERAL	100%	26.4%	34.7	38.9%					

2025-01-10 10:00 AM

en foto 7, la cual se graduó para mantener en un nivel alto el agua del canal. La ventaja del cambio de este tanque fué bien aprovechada, por cuanto la boya impedía gastar más agua una vez llegado al nivel señalado; además, fué posible controlar el consumo de agua cada 24 horas, así como también llenar el tanque pasado dos ó tres días, según como se presenten los días claros o nublados, en los cuales varía la evaporación. En el medio enraizante (aserrín) se hizo un cambio del 50% para mezclar con otro 50% de aserrín semi-viejo traído de la Lola.

2-

3

-

2

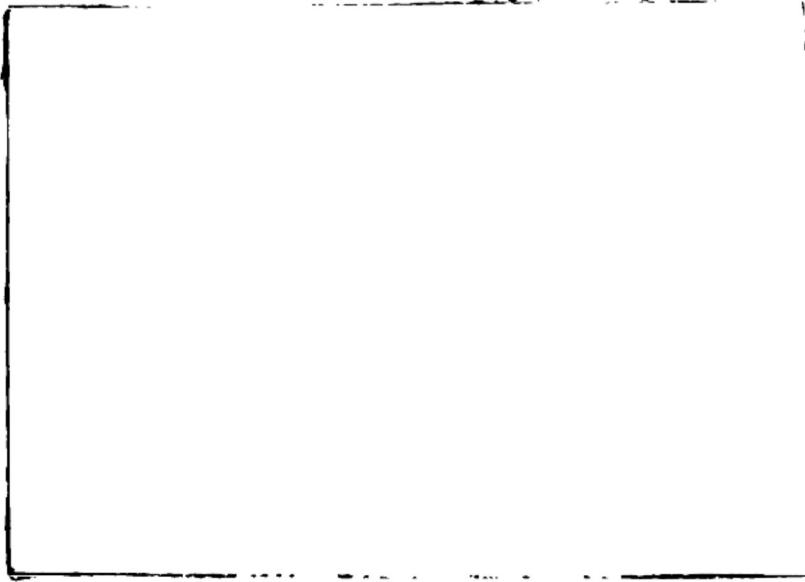


Foto 7

Caja abierta, y el fondo con 160 estacas de cacao de una hoja. Estado definitivo del propagador.

Foto 8

Gráficos de la temperatura y humedad dentro y fuera del propagador, tomados con 2 Termohigrógrafos en la misma semana. Nótese, dentro el propagador, la humedad marca invariable 100%.

No. de estacas por trat, 20 Total de estacas 160
No. de estacas por rep. 4
Fecha de plantadas 27 Oct. Arranque 20 Nov.

Tratamientos

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1.- Control | 5.- IBc 8.000 ppm. |
| 2.- Hormodín Merck No.2 | 6.- IBc 10.000 ppm. |
| 3.- IBc 4.000 ppm. | 7.- IBc 12.000 ppm. |
| 4.- IBc 6.000 ppm. | 8.- IBc 14.000 ppm. |

Las soluciones se prepararon de una base o solución madre de 14.000 ppm., agregando el número de cc. de alcohol de 65% necesarios para las soluciones de más baja concentración.

Preparación de las soluciones (IBc = ácido Indolebutírico)

Para SM 14.000 ppm. 1,400 mg. de IBc en 100 cc. de alcohol de 65%.

	Partes por millón		Soluc. madre.		Alcohol 65%
Para:	12.000	tomando	12 cc.	más	2 cc.
"	10.000	"	10 cc.	"	4 cc.
"	8.000	"	8 cc.	"	6 cc.
"	6.000	"	6 cc.	"	8 cc.
"	4.000	"	4 cc.	"	10 cc.

La aplicación de estas soluciones se hizo como en el experimento No.3; y los riegos al interior del propagador fué hecho una sola vez cada dos días a las 8:00 a.m.

Después de 23 días, se arrancaron las estacas. Los resultados encuéntrase en Cuadro 5 y Gráficos en Fig.6.

Parece que en esta vez, las correcciones hechas en el propagador, surtieron efecto, por cuanto demostró un gran porcentaje de sobrevivencia entre las estacas, prueba que la humedad y temperatura interna, estaba mejor controlada, así como también el manejo del propagador, fue mas satisfactorio. (Fotos 6 y 7). En Foto 8, muéstrase gráficos de la temperatura y humedad dentro y fuera del propagador.

Los resultados del análisis del experimento con estacas, no fue significativo para tratamientos en ninguno de los casos de enraizamiento, como porcentaje de enraizadas, número y crecimiento de raíces.

La variación entre bloques, está en lo correcto, debido a causa accidental de roturas de los hilos templados que sostenían a las estacas, las cuales se inclinaron, tapando y quitándose luz unas con otras, cuyos resultados señalan, disminución de la fotosíntesis en las hojas tapadas, y reducción en los rendimientos de los bloques de las zonas afectadas.

Experimentos Nos. 6 - 7 - 8

Estos experimentos fueron hechos en la finca La Lola, para ensayar el mismo tipo de propagador empleado en el Instituto, pero usando en la tapa, tela de yute de tejido ralo en vez de tela de algodón.

Se construyeron 2 cajas del mismo tipo y dimensiones, y se situaron sobre una platabanda preparada antes en la misma

Cuadro N° 5.-

Resultados del experimento N°5 en los propagadores del Instituto Turrialba. Clon 667 plantado el 27-X-51 y arrancado el 20-XI-51. = 23 días. Efecto en el enraizamiento de estacas de cacao con varias concentraciones de ácido indol-butírico (IBc). Desde 4.000 hasta 14.000 ppm. en solución de alcohol de 65%; tratamiento Hormodín N°2.

TRATAMIENTOS	Número total estacas	Estacas con estacas muertas	Estacas con callos	Estacas enraizadas	Porcentaje enraizamiento	Número de raíces primarias	Promedio de longitud de raíces en mm.
1. Control	20	0	7	13	65%	34	49.13
2. Hormodín N°2	20	1	4	15	75%	44	55.2
3. IBc. 4.000 ppm.	20	2	1	17	85%	53	69.9
4. IBc. 6.000 ppm.	20	3	4	13	65%	47	64.8
5. IBc. 8.000 ppm.	20	3	5	12	60%	47	111.0
6. IBc. 10.000 ppm.	20	7	2	11	55%	33	81.13
7. IBc. 12.000 ppm.	20	4	3	13	65%	40	46.1
8. IBc. 14.000 ppm.	20	3	3	14	70%	44	77.7

TOTALES 160 23 29 108

PORCENT. GENERAL 100% 14.33% 18.1% 67.5%

forma que en Turrialba, es decir con declive de suelo y drenaje por los costados. Se tomó en cuenta la orientación del propagador, de manera que el sol diera por los extremos y no por el frente de las tapas; por lo demás, todo se hizo como en el Instituto, con la diferencia que, por los materiales empleados en la construcción, los propagadores de la Lola resultaron de un tipo más criollo y de construcción mucho más barata, que los del Instituto en Turrialba.

Para el enrejado de sombra al 75%, se usó caña brava, y como tanque de reserva de agua, un balde de 5 galones (por no haber más grandes) adaptado como boya un tarrito vacío bien soldado para que no entre agua, con un clavo de 3 pulgadas en forma de cono con soldadura al centro del tarrito. Este clavo de forma cónica, se introducía en un hueco del fondo del balde. Cuando el agua del canal subía del nivel, subía también el tarrito con el clavo, cerrando el hueco con la base ancha de este último, y viceversa, cuando bajaba el nivel del agua, bajaba el tarrito, quedando descubierto el hueco por la parte más delgada del clavo y el agua caía al canal. Tiras de franela de algodón sobre el periódico, fueron colocadas en los bordes longitudinales del canal para ayudar la absorción del agua, para el humedecimiento de la tapa.

En las cajas se introdujo pequeña modificación con dos tiras clavadas en el costado exterior de atrás, para que hiciera resistencia al abrir la tapa; y dos tiras por el costado

delantero exterior para sostener un lado del enrejado, además de evitar que la tapa resbale. Esas tiras son movedizas hacia los lados para facilitar la abertura de la tapa.

El fondo de las dos cajas fué relleno con capas de aserrín de unos 15 cm., de textura granulada, semi-viejo y serrido para que no entraran piedras, terrones o basuras. Tres experimentos (6-7-8) fueron realizados en estas cajas. Una de las cajas fué utilizada para dos experimentos el 6 y el 7.

Experimento No. 6

Este experimento, fué planeado para comprobar el efecto de las Hormonas sobre estacas en brotación. El material recogido de este Clon (U.F. 650), estaba en condiciones óptimas de uniformidad, en lo que se refiere a edad y longitud de los brotes (de 5 a 10 cm.).

Diseño Experimental

Bloques al azar	Total de tratamientos	4	
Clon 650	Repeticiones	5	
No. de estacas por rep.	4	Total de estacas	80
No. de estacas por trat.	20	Hormona = IBC	6.000 ppm.
Fecha de plantadas	3 Nov.	Arranque	29 Nov.

Tratamientos

- 1.- Estacas comenzadas a brotar sin Hormona
- 2.- Estacas comenzadas a brotar con IBC 6.000 ppm.
- 3.- Testigo sin brotación y sin Hormona
- 4.- Testigo sin brotación con IBC 6.000 ppm.

Experimento No. 7

El propósito de este experimento, fué conocer el efecto de las concentraciones de IBC de 4.000 a 8.000 ppm. en Clon difícil de enraizar, usando una técnica de aplicación de la solución solamente en la superficie del corte basal de la estaca. El material para estacas fué obtenido de injertos clonales U.F. 613 en chupones basales. Todos los demás procedimientos hasta plantar las estacas se siguieron de los anteriores experimentos.

Diseño Experimental

Bloques al azar	Total de tratamientos	5
Clon U.F. 613	Repeticiones	5
No. de estacas por rep. 4	Total de estacas	100
No. de estacas por trat. 20		
Fecha de plantadas 3 Nov.	Arranque	5 Dic.

Tratamientos

1.- Control	4.- IBC 6.000 ppm.
2.- Hormodín No.2	5.- IBC 8.000 ppm.
3.- IBC 4.000 ppm.	

Experimento No. 8

Al siguiente día del experimento 6 y 7, usando el Clon U.F. 613 de difícil enraizamiento, se trataron las estacas con soluciones de IBC en concentraciones desde 6.000 a 14.000 ppm. y método de aplicación inmersión rápida de 0.5 a 1. cm. de la base de estaca. Las estacas ya tratadas se

plantaron en la otra caja en el sitio del sorteo de los tratamientos.

Como el autor tenía que atender los propagadores de Turrialba, se ordenó a un trabajador los cuidados del propagador de La Lola para riegos en el interior de las 2 cajas diariamente a las 8:00 a.m., lo mismo que el canal y tarro de agua de reserva cuando fuere necesario.

Pasada una semana, cuando inspeccioné las cajas, se encontró todo bien en el experimento 6 y 7, mientras que en el experimento 8, el 60% de las estacas tenían clorosis venal, y no había posibilidades de vida, razón por la cual, todas las estacas fueron sacadas para repetir el experimento. Este fracaso se atribuyó a exceso de temperatura en el interior de las cajas, producido por un pedazo de cotton-glass de la misma dimensión de la tapa colocada sobre el yute. En los días de sol fuerte, el calor con la evaporación del agua que absorbía el yute, se concentraba en el interior de las cajas y era impedida la salida a través del cotton-glass. Era posible que esto sea una causa, por respiración acelerada de las estacas, aunque también se creyó ser debido ataque de hongos por varias manchas café aparecidas entre las nervaduras de las hojas. El experimento se repitió, pero quitando el cotton-glass sobre la tapa, y las estacas como para prevenir a hongos, sumergiendo en caldo bordelés al 1% inmediatamente después de cortado.

Esta repetición del experimento, también fué negativa,

a la semana siguiente más del 50% de las estacas estaban amarillas, y en la misma forma saqué todas afuera, para un tercer intento repitiendo el experimento pero aplicando solamente las soluciones de IBc.

En esta vez, ya se redujo el porcentaje de hojas amarillas, por lo cual, quedaron en la caja hasta ver los resultados finales.

Diseño Experimental

Bloques al azar	No. de estacas por rep.	4
Clon U.F. 613	No. de estacas por trat.	20
Total de tratamientos	7	Total de estacas por exp. 140
Repeticiones	5	
Fecha de plantadas	12 Nov.	Arranque 12 Dic.

Tratamientos

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1.- Control | 5.- IBc 10.000 ppm. |
| 2.- Hormodín Merck No.2 | 6.- IBc 12.000 ppm. |
| 3.- IBc 6.000 ppm. | 7.- IBc 14.000 ppm. |
| 4.- IBc 8.000 ppm. | |

El material fué escogido de injertos clonales de la finca, y en el propagador fué mantenido bajo las mismas condiciones del experimento 6 y 7 de la otra caja con riego diario en las mañanas a las 8:00 a.m.

Las soluciones de IBc de 6.000 a 14.000 ppm. no se prepararon porque sobraron del experimento No.5.

Resultados del Experimento N° 6.

Después de 26 días, las estacas fueron arrancadas, y en laboratorio se determinó el porcentaje de enraizadas, número de raíces primarias y longitud. Para resultados, ver Cuadro 6 Fig. 7; y análisis en Cuadros 6-A, 6-B, 6-C.

El análisis de variancia del porcentaje de estacas enraizadas de este experimento, se hizo con datos reales y transformados. La transformación de los porcentajes a ángulos, fue necesaria por cuanto los valores en porcentaje recontado entre los bloques, variaban de 0 a 100 %.

Con datos transformados, se obtuvo un cambio en el nivel de significado, del 1 % de datos reales, al 5 % para datos transformados, por lo tanto, estos últimos están en lo exacto.

El experimento fue significativo al 5 %, y el tratamiento que dio origen al significado, fue T 2 en brotación con Hormona, para T 1 en brotación sin Hormona. No hubo diferencia para los otros tratamientos.

La Fig. 7 - A, muestra la relación entre crecimiento de yemas vegetativas y el porcentaje de enraizamiento, en los tratamientos de este experimento. En condición natural, favorece al crecimiento de yemas vegetativas, pero aplicando Hormona sintética, reacciona inversamente, favoreciendo al enraizamiento.

La reacción a la Hormona, difiere también entre estacas en brotación, y estacas sin brotación; correspondiendo el mejor porcentaje de enraizamiento, y el mejor crecimiento de yemas, a estacas en brotación tratadas con Hormona.

Quadro N° 6.- Experimento N°6 en la finca La Lola. Clon 650 plantado el 3-XI-51 y arrancado el 29-XI-51 a 26 días. Experimento para comprobación del efecto de las hormonas en estacas comenzadas a brotar.

TRATAMIENTOS	Número total estacas	Estacas con enraizadas	Estacas muertas	Estacas con callos	Porcentaje enraizadas	Número raíces primarias	Promedio de raíces en mm.	Longitud de raíces	Promedio
1. Estacas brotadas sin hormonas	20	0	14	6	30	10	1.66	300	50
2. Estacas brotadas con I.Bc. 6.000 ppm.	20	2	0	18	90	93	5.17	2.640	146.6
3. Sin brotación sin hormonas	20	0	8	12	60	36	3.0	1.561	130.0
4. Sin brotación con I.Bc. 6.000 ppm.	20	4	0	16	80	74	4.62	1.130	70.6
TOTALES	80	6	22	52					
PORCENT. GENERAL	100%	7.5%	27.5%	65%					

Fig. 1

0 - 120 = Milímetros
0 - 100 = Porcentaje

Cuadro No. 6-A.- Análisis de la variancia del porcentaje de estacas enraizadas de los tratamientos del Experimento No.6 con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Valores reales y transformados.

Fuente de Variación	Grad. Libert.		Suma Cuadrados		Cuadrados Medio		F. Calcul.	
	Real	Trans.	Real	Trans.	Real	Trans.	Real	Trans.
Tratamientos	3	3	16.8	5,974.0	5.6	1,991.3	6.4	4.27
Repeticiones	4	4	2.8	1,530.0	0.7	382.5	0.804	0.809
Error	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>10.5</u>	<u>5,670.0</u>	0.87	472.5		
TOTAL	19	19	30.1	13,174.0				

Dif. Min. Sign. = 29.79%

Cuadro No. 6-B.-

Análisis de la variación de las medias de raíces primarias de los tratamientos del Experimento No.6 con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	3	835.8	278.6	14.2
Repeticiones	4	65.3	16.3	0.83
Error	<u>12</u>	<u>235.5</u>	19.6	
TOTAL	19	1,136.6		

Cuadro No. 6-C.- Análisis de la variación de las medias de crecimiento en cm. de los tratamientos del Experimento No.6 con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

71

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	3	5,692.2	1,897.4	4.37
Repeticiones	4	1,279.7	319.9	0.73
Error	<u>12</u>	<u>5,205.1</u>	433.7	
TOTAL	19	12,177.0		

Dif. Min. Signif. Para Crecimiento de raíces en.cm. = 28.5

Dif. Min. Signif. Para número de raíces primarias. 8.53 al 1% y 6.05 al 5%

Comparación de las diferencias significativas entre las medias de raíces primarias, de los tratamientos del Experimento N° 6. Significativo al 1 % .

Rendimiento máximo, T 2 en brotación con Hormona.

Rendimiento mínimo T 1 en brotación sin Hormona.

T 2 en brotación con Hormona, es mejor que T 3 sin brotación sin Hormona, y T 1 en brotación sin Hormona.

T 4 sin brotación con Hormona, es mejor al 1 % para T 1 en brotación sin Hormona; y al 5 % para T 3 sin brotación sin Hormona.

Entre T 2 en brotación con Hormona, y T 4 sin brotación con Hormona, no hay diferencia significativa; mejor entre ellos es T 2 en brotación con Hormona.

Comparación de las diferencias significativas de las medias de crecimiento de raíces, de los tratamientos del Experimento N° 6 . Significativo al 5 %.

Rendimiento máximo T 2 en brotación con Hormona.

Rendimiento mínimo T 1 en brotación sin Hormona.

T 2 en brotación con Hormona, es significativo para T 4 sin brotación con Hormona y T 1 en brotación sin Hormona.

T 3 sin brotación sin Hormona, es significativo para T 1 en brotación sin Hormona. Entre T 3 sin brotación sin Hormona y T 4 sin brotación con Hormona, no hay diferencia significativa.

Testigo (Control) = sin brotación; T = tratamiento.

Resultados del Experimento No. 7.-

Pasados 32 días se arrancaron las estacas, y en laboratorio se tomaron datos del porcentaje número de raíces y longitud. (Ver Cuadro 7, Gráficos en Fig. 8 y para análisis Cuadros 7-A, 7-B y 7-C).

Igual que en el experimento anterior, el análisis de la variancia para porcentaje de estacas enraizadas se hicieron con valores reales y transformados; este último se hizo para reducir la variabilidad de los tratamientos. En los resultados del análisis con datos transformados, hubo un cambio en el nivel de significación del 1% de los valores reales, al 5% para los transformados.

El significado fué obtenido para los tratamientos 4, con 6.000 ppm. de IBc y 5 con 8.000 ppm. de IBc que fueron mejores que los tratamientos con 4.000 ppm., Hormodín Merk No.2 y el Control.

Entre los tratamientos con Hormodín, 4.000 ppm. de IBc y el Control no hubo diferencia significativa.

Comparación de las diferencias significativas de los tratamientos en las medias de raíces primarias. Significativo 1%.

Rendimiento máximo = T 4, 6.000 ppm. IBc

Rendimiento mínimo = T 1, Control

Entre T 4 y T 5, 6.000 y 8.000 ppm. de IBc no hay diferencia significativa, pero son mejores al 1% que T 1 Control, T 2 Hormodín No.2, y T 3, 4.000 ppm. de IBc.

Cuadro N° 7.-

Experimento N°7 en la finca La Lola. Clon 613 de difícil enraizamiento, plantado el 3-XI-51 y arrancado el 5-XII-51 = 32 días. Efecto de las concentraciones de ácido indolec-butírico (IBc) desde 4.000 a 8.000 ppm. en solución alcohol de 65%. Comparación con efecto de Hormodín Merck N°2 en polvo.

TRATAMIENTOS	Número total estacas	Estacas con muertas	Estacas con callos	Estacas enraizadas	Porcentaje enraiz.	Número raíces primar.	Promedio de raíz en mm.	Longitud de raíces en mm.	Promedio Longitud en raíces
1. Control	20	1	14	5	25%	12	2.4	80	16
2. Hormodín N°2	20	4	7	9	45	16	1.77	32	3.55
3. IBc. 4.000 ppm.	20	0	9	11	55	30	2.74	309	28.09
4. IBc. 6.000 ppm.	20	1	3	16	80	62	3.87	1.579	98.68
5. IBc. 8.000 ppm.	20	1	5	14	70	57	4.07	1.933	138.07
TOTALES	100	7	38	55					
PORCENT. GENERAL	100%	7%	38%	55%					

Cuadro No. 7-A.- Análisis de la variancia de los porcentajes de enraizamiento de los tratamientos del Experimento No.7. Valores reales y transformados.

Fuente de Variación	Grad.		Libert.		Suma Cuadrados		Cuadrados Medio		F. Calcul.	
	Real	Trans.	Real	Trans.	Real	Trans.	Real	Trans.	Real	Trans.
Treatamientos	4	4	14.8	5,400.0	3.7	1,350.0	5.23	3.53	1.41	1.0
Repeticiones	4	4	4.0	1,540.0	1.0	385.0	1.41	1.0	1.41	1.0
Error	16	16	11.2	6,110.0	0.7	381.8	0.7	381.8	5.23	3.53
TOTAL	24	24	30.0	13,050.0						

Dif. Min. Sign. = 25.9%

Cuadro No. 7-B.- Análisis de la variancia de las medias de raíces primarias de los tratamientos del Experimento No.7 con 5 tratamientos y 5 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	4	425.6	106.4	24.10 11
Repeticiones	4	21.0	4.2	0.95
Error	<u>16</u>	<u>71.4</u>	4.4	
TOTAL	24	518.0		

Cuadro No. 7-C.- Análisis de la variancia de las medias de crecimiento de raíces en cm. de los tratamientos del Experimento No.7 con 5 tratamientos y 5 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	4	6,440.2	1,610.0	17.0 11
Repeticiones	4	130.2	32.5	0.34
Error	<u>16</u>	<u>1,512.2</u>	94.5	
TOTAL	24	8,082.6		

Dif. Min. Signif. Para crecimiento de raíces en cm. = 17.92 al 1%; 13.01 al 5%

Dif. Min. Signif. Para número de raíces primarias. 3.85 al 1% y 2.79 al 5%

T 3, 4.000 ppm. es mejor que T 1, Control al 1% y mejor que T 2, Hormodín al 5%.

Entre T 2, Hormodín y T1, Control no hubo diferencia.

Comparación de las diferencias significativas entre las medias de crecimiento de raíces. Significativo al 1%.

Rendimiento máximo T 5, 8.000 ppm. de IBc.

Rendimiento mínimo T 2, Hormodín No.2.

T 4, 6.000 ppm. de IBc y T 5, 8.000 ppm. de IBc son significativos al 1% para T 1, Control; T. 2, Hormodín, y T 3, 4.000 ppm. IBc.

No hubo diferencia significativa entre T 1, Control, T 2, Hormodín, y T 3, 4.000 ppm. de IBc.

Resultados del Experimento No. 8

Después de 30 días de plantadas las estacas, fueron arrancadas para determinar el porcentaje, número de raíces primarias y longitud. (Ver Cuadro 8, Gráficos Fig. 9 y análisis Cuadros 8-A, y 8-B).

Comparación de las diferencias significativas entre las medias de raíces primarias de los tratamientos. Significativo 1%.

Rendimiento máximo T 6, 12.000 ppm. de IBC

Rendimiento mínimo T 2, Hormodín No.2.

T 6, 12.000 ppm. es mejor al 1% que T 1, Control y T 2, Hormodín, y significativo para los demás tratamientos con excepción de T 4, 8.000 ppm.

T 4, 8.000 ppm. es significativo al 1% para T 2, Hormodín, y al 5% para T 1, Control. Para los demás tratamientos no hubo diferencia significativa.

Comparación de las diferencias significativas de las medias de crecimiento de raíces, en cm. Significativo al 1%.

Rendimiento máximo T 6, 12.000 ppm. de IBC.

Rendimiento mínimo T 2, Hormodín No.2.

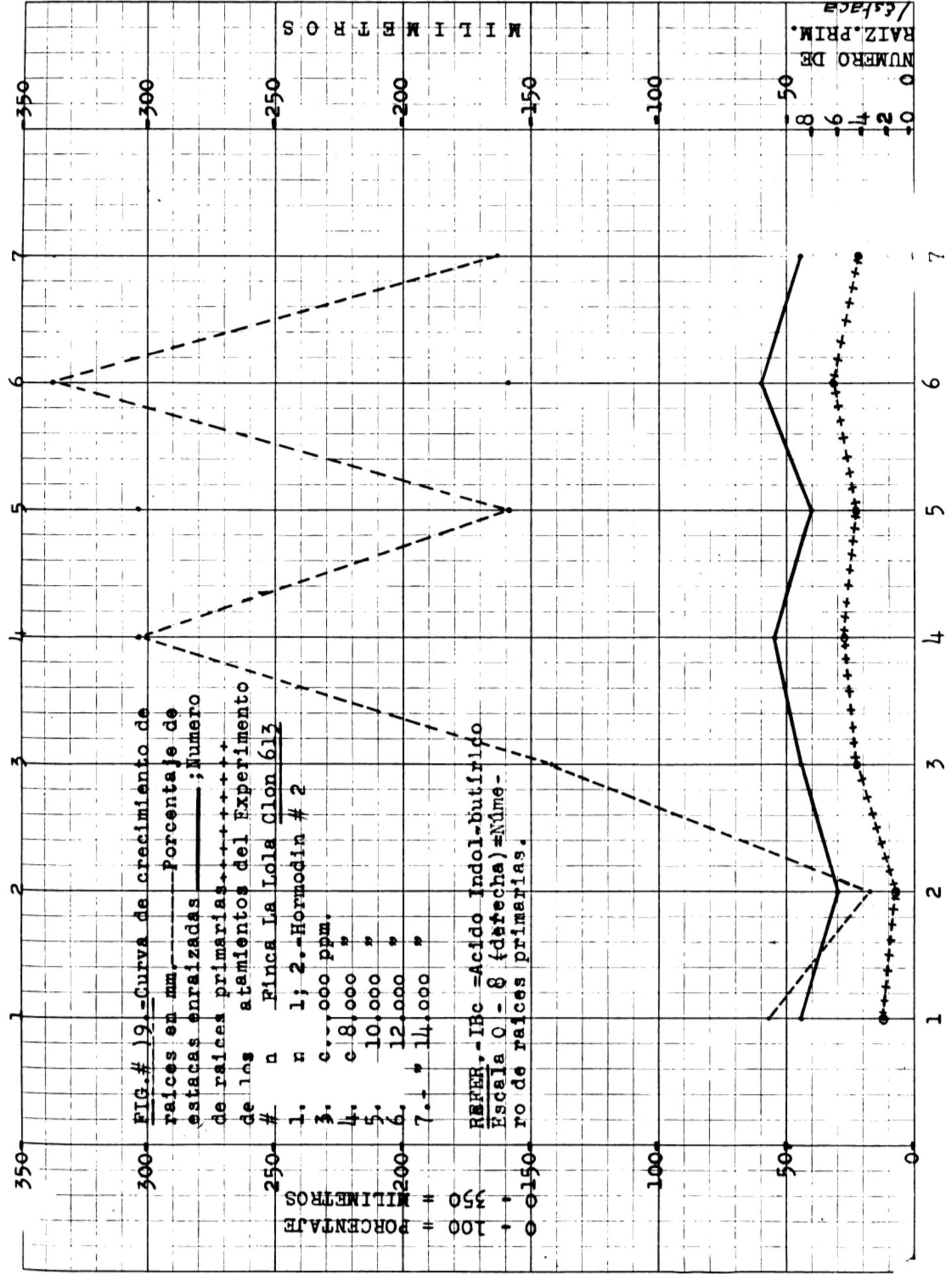
T 6, 12.000 ppm. es mejor que todos los demás con excepción de T 4, 8.000 ppm.

T 4, 8.000 ppm. es mejor al 1% que T 2, Hormodín y T 1, Control, y al 5% para T 3, 6.000 ppm. y T 5, 10.000 ppm. Entre T 1, Control, T 2, Hormodín T 3, 6.000 ppm. T 5, 10.000 ppm. y T 7, 14.000 ppm. no hubo diferencia significativa.

El análisis para porcentaje no fué significativo.

Quadro N° 8.- Resultados del experimento N°8 en la finca La Lola. Clon 613 plantado el 12-XI-51 y arrancado el 12-XII-51 a 30 días. Efecto de concentraciones desde 6.000 ppm. hasta 14.000 ppm. de ácido indol-butírico (IBc) en solución de alcohol de 65%, en estacas de Clon difícil de enraizar. Un tratamiento con Hormodín N°2 para comparación.

TRATAMIENTOS	Número total estacas muertas	Estacas con callos	Estacas enraizadas	Porcentaje enraizadas	Número raíces primarias	Promedio de raíces de raíz primaria en mm.	Longitud de raíces longitudinales	Promedio Longitud de raíces longitudinales
1. Control	20	1	10	45%	21	2.33	507	56.13
2. Hormodín N°2	20	6	8	30	9	1.5	110	18.13
3. IBc. 6.000 ppm.	20	8	3	45	41	4.55	1.281	142.13
4. IBc. 8.000 ppm.	20	6	3	55	61	5.5	3.344	304.0
5. IBc. 10.000 ppm.	20	11	1	40	36	4.5	1.277	159.6
6. IBc. 12.000 ppm.	20	5	3	60	73	6.1	4.035	338.5
7. IBc. 14.000 ppm.	20	9	2	45	39	4.13	1.469	163.12
TOTALES	140	46	30		64			
PORCENT. GENERAL	100	32.8%	21.4%		45.7			



Cuadro No. 8-A.- Análisis de la variancia de las medias de raíces primarias de los tratamientos del Experimento No.8 con 7 tratamientos y 5 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	6	574.0	95.6	4.10 4.10
Repeticiones	4	175.0	43.7	1.90
Error	<u>24</u>	<u>553.0</u>	23.0	
TOTAL	34	1,302.0		

Cuadro No. 8-B.- Análisis de la variancia de las medias de crecimiento de raíces en cm. de los tratamientos del Experimento No.8 con 7 tratamientos y 5 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	6	25,316.0	4,219.2	4.90 4.90
Repeticiones	4	5,193.8	1,298.4	1.51
Error	<u>24</u>	<u>20,525.2</u>	855.2	
TOTAL	34	51,035.0		

Dif. Min. Signif. Para crecimiento de raíces en cm. = 51.92 al 1% y 38.33 al 5%

Dif. Min. Signif. Para número de raíces primarias. = 8.39 al 1% y 6.18 al 5%

Experimento No. 9

La necesidad de obtener datos más concretos que confirmen el efecto de la aplicación de los nutrientes minerales sobre el enraizamiento de estacas, nos llevó a realizar el presente experimento.

Se tenía a la mano un producto comercial TRACEL soluble en agua compuesto con elementos esenciales en las siguientes proporciones:

(N)	8%	(MnO)	3%
(P ₂ O ₅)	16%	(B ₂ O ₃)	1%
(K ₂ O)	7%	(I)	
(CaO)	6%	(ZnO)	0.2%
(MgO)	3%	(CuO)	0.1%
(Na ₂ O)		(Mo)	
(S)	3%	(Co)	0.04%
(Fe ₂ O ₃)	4%		

Tomando 3 1/2 gramos de este producto comercial por galón de agua fué preparado un galón de solución, a la cual fué adicionado 15 gotas de Spreader Stiker. (Adherente)

En otro frasco de un galón se preparó la solución de ZnSO₄ al 1%, en la misma forma que el anterior, se adicionó 15 gotas de adherente.

En estas condiciones, con las soluciones preparadas y provistos de una bomba de mano, fué necesario trasladarnos al campo para hacer la aplicación. Varios árboles del Clon U.F. 221 de el Chino se escogieron para el experimento, y entre

ellos se seleccionaron ramas, colocando una etiqueta en cada una de ellas de acuerdo al tratamiento a recibir; luego se hizo la aspersión con la bomba en ambos lados de la hoja, dejando las ramas en el mismo árbol hasta ser recogidas después de 8 días, junto con las ramas para los tratamientos restantes.

Una vez que el material fué cortado se llevó en grupos al invernadero del Instituto para la preparación de estacas, y aprovechando del suficiente material se aumentó los tratamientos de inmersión de la hoja en las soluciones, al momento de plantarlas.

Diseño Experimental

Bloques al azar		No. de estacas por rep.	4
Clon U.F. 221		No. de estacas por trat.	20
Total de tratamientos	8	No. total de estacas	160
Repeticiones	5		
Plantadas	8 Dic. 1951	Arrancadas	8 Enero 1952

Tratamientos

- 1.- Aplicación de Sol. TRACEL 8 días antes
- 2.- Aplicación de Sol. TRACEL 8 días antes más IBc 8.000 ppm.
- 3.- Aplicación de ZN a 1% 8 días antes
- 4.- Aplicación de Zn a 1% 8 días antes más IBc 8.000 ppm.
- 5.- Inmersión de hojas en Sol. TRACEL más IBc 8.000 ppm.
- 6.- Inmersión de hojas en Sol. de Zn a 1% más IBc 8.000 ppm.
- 7.- Control con IBc 8.000 ppm.
- 8.- Control sin IBc.

Para los tratamientos con Hormonas se tuvo el cuidado de aplicar la solución de IBC inmediatamente después del corte basal en la estaca.

Las soluciones de minerales (TRACEL), y Zn empleados para los tratamientos de inmersión al momento de plantarlas, fueron las mismas que sobraron de los tratamientos hechos 8 días antes en el campo.

Respecto al propagador, no hubo ningún otro cambio para las cajas. El manejo y mantenimiento, y tipo de propagador se puede decir, quedó establecido después de los experimentos 5-6-7-8, al haber corregido todos los defectos. Una pequeña variación hubo en los 3 primeros días al aumentar el riego en el interior de las cajas a dos veces diarias, por ser el tiempo que la estaca necesita contacto directo del agua en las hojas, para recuperar la pérdida por deshidratación de las estacas que escaparon a humedecimiento inmediato, cuando éstas eran recogidas en el campo, o han estado mucho tiempo expuestas a la luz después de cortadas. En los días subsiguientes el riego se hacía diariamente sólo en la mañana a las 8:00 a.m.

La importancia del riego expondré más adelante en la discusión de los resultados de todos los experimentos. El agua del tanque de reserva para 15 galones, se reemplazaba cada 4 ó 5 días, porque solamente fué usado una caja, y por consiguiente un solo borde del canal se puso en servicio, razón por la cual el consumo de agua fué menor.

Resultados

Todas las estacas se extrajeron al cabo de 30 días, y en laboratorio fué determinado el porcentaje, número de raíces primarias y longitud. (Ver Cuadro No.9 y Gráficos Fig. No.10, y para análisis Cuadros 9-A y 9-B).

Quadro N° 9. - Resultados del experimento N°9 en el Instituto de Turrialba; Clon 221 plantado el 8 de diciembre y arrancado el 8 de enero = 30 días. Respuesta a enraizamiento de estacas de cacao en varios tratamientos usando en aspersión 8 días antes de cortar solución de Zn al 1%; Tracel 31/2 grm./gl. (Tracel, es un producto comercial a base de elementos minerales.)

TRATAMIENTOS	Número total estacas muertas	Estacas con callos	Estacas enraizadas	Porcen- taje enraiz. primar.	Número raíces de primaria en mm.	Promedio Longitud de raíces en mm.	Promedio Longitud en raíces		
1. Asp. Tracel	20	0	6	14	70%	21	1.5	363	25.9
Asp. Tracel más aplic. de Ibc. 8.000 ppm.	20	1	3	16	80	118	7.37	6.750	421.8
3. Asp. de Zn.	20	3	3	14	70	28	2.30	897	64.07
Asp. de Zn más aplic. de Ibc. 8.000 ppm.	20	3	0	17	85	132	7.76	7.786	458.00
Ibc. 8.000 ppm. más aplic. Tracel al momento	20	2	4	14	70	104	7.42	4.493	320.2
Ibc. 8.000 ppm. más aplic. Zn al momento	20	5	2	13	65	81	6.23	3.897	299.7
Control con Ibc. 8.000 ppm.	20	3	4	13	65	111	8.53	6.843	526.138
Control	20	0	11	9	45	17	1.88	344	38.2
TOTALES	160	17	33	110	68.8%				
PERCENT. GENERAL	100%	10.6%	20.6%	68.8%					

Cuadro No. 9-A.- Análisis de la variancia de las medias de raíces primarias de los tratamientos del Experimento No.9 con 8 tratamientos y 5 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	7	3,152.0	450.2	15.9 15.9
Repeticiones	4	998.0	249.5	8.7 8.7
Error	<u>28</u>	<u>802.0</u>	28.6	
TOTAL	39	4,952.0		

Cuadro No. 9-B.- Análisis de la variancia de las medias de crecimiento de raíces en cm. de los tratamientos del Experimento No.9 con 8 tratamientos y 5 repeticiones.

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calcul.
Tratamientos	7	132,457.0	18,922.0	10.5 10.5
Repeticiones	4	46,338.0	11,584.0	6.4 6.4
Error	<u>28</u>	<u>50,464.0</u>	1,802.0	
TOTAL	39	229,259.0		

Dif. Min. Signif. Para crecimiento de raíces en cm. = 74.32 al 1% y 54.93 al 5%

Dif. Min. Signif. Para número de raíces primarias. = 9.27 al 1% y 6.85 al 5%

Comparación de las diferencias significativas de las medias de raíces primarias de los tratamientos del Experimento No.9

Significativo al 1%.

Rendimiento máximo T 4 Zinc más Hormonas.

Rendimiento mínimo T 8 Control.

T 4 Zinc con Hormonas fué significativo al 1% para T 1, TRACEL sin Hormona, T 3 Zinc sin Hormona, T 6 inmersión de hojas en TRACEL, T 2 TRACEL más Hormona y T 8 Control sin Hormonas.

Entre T 4 Zinc con Hormona, T 5 inmersión de hojas en TRACEL, T 2 TRACEL más Hormonas, y T 7 Control con Hormonas, no hubo diferencia significativa; mejor entre ellos es T 4 Zinc con Hormona.

T 1 TRACEL sin Hormona, T 3 Zinc sin Hormonas, y T 8 Control sin Hormona, no hay diferencia significativa, mejor entre ellos es T 3 Zinc sin Hormona.

Comparación de las diferencias significativas entre las medias de crecimiento de raíces en cm. Significativo al 1%.

T 4 Zinc con Hormonas, es mejor al 1% para T 1 TRACEL sin Hormona, T 3 Zinc sin Hormona, T 6 inmersión de hojas en solución de Zinc más Hormona, y T 8 Control; y al 5% para T 5 inmersión de hoja en Sol. TRACEL más Hormona.

Entre T 2 TRACEL más Hormona, T 4 Zinc más Hormona y T 7 Control más Hormonas no hay diferencia significativa; entre ellos es mejor T 4 Zinc con Hormona.

T 7 Control con Hormona, y T 2 TRACEL con Hormona, son mejores que T 6 inmersión de hojas en Sol. de Zinc más Hormona al 5%; y al 1% para T 1 TRACEL sin Hormona, T 3 Zinc sin Hormona, y T 8 Control.

T 5 TRACEL inmersión de hojas más Hormona, es igual a T 6 inmersión de hojas en Sol. de Zinc más Hormonas, T 7 Control con Hormona y T 2 TRACEL con Hormona; y es mejor para T 1 TRACEL sin Hormona, T 3 Zinc sin Hormona y T 8 Control.

Análisis para porcentaje en este experimento no fué significativo.

**Enraizamiento de estacas de cacao en 30 días
en el nuevo propagador**

Foto 9

Testigo sin Hormona

Foto 10

Con Hormona (IBc) 8.000 ppm.

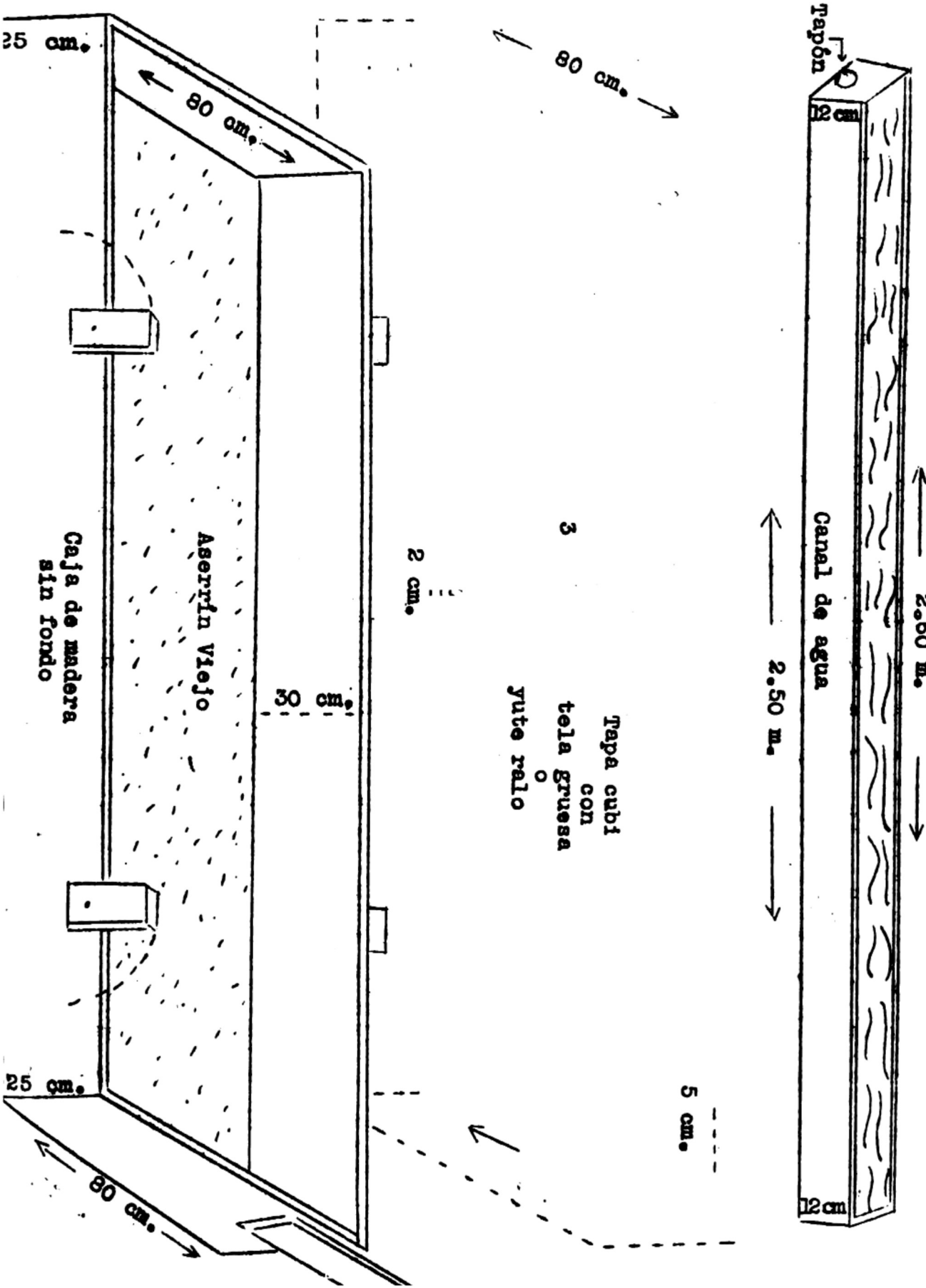
Foto 12

Zinc mas Hormona (IBc) 8.000 ppm.

Foto 13

TRACEL mas Hormona(IBC) 8.000 ppm.

PLANO DEL PROPAGADOR DE CACAO PARA PEQUEÑOS FINQUEROS



DISCUSION Y CONCLUSIONES

Antes de discutir estos resultados, será conveniente exponer, que el enraizamiento poco satisfactorio de los experimentos 2 y 4, se debe probablemente a falta de riegos constantes en el interior de los propagadores. Confrontando estos resultados, con los de otros experimentos en los cuales se regularon los riegos con más cuidado, se puede evaluar la importancia del factor agua para el enraizamiento de estacas de cacao. Los resultados de estos dos experimentos, no permiten establecer conclusiones sobre el efecto de los tratamientos empleados en los mismos, por razón del predominante efecto limitante de la falta de agua.

En el estudio de las condiciones fisiológicas de algunos tipos de estacas, y el efecto de las Hormonas sintéticas en la inducción de raíces, se ha encontrado que la actividad de las Hormonas es diferente en cada uno de los tipos de estacas. Estas diferencias de actividad, parecen depender de la condición interna de la estaca, o sea, de la cantidad disponible de alimentos y el contenido de Hormona natural.

En los resultados del Experimento No.1, las estacas anilladas 15 días antes, aplicando Hormonas demostraron un aparente aumento en porcentaje de enraizamiento y número de raíces primarias formadas comparadas a otros tratamientos. Aunque estas ventajas no fueron significativas con otros tratamientos con Hormonas, hay evidencia que el aumento de

alimentos acumulados en las estacas anilladas y tratadas con Hormona, ayudó a la sobrevivencia y enraizamiento de estacas. Caso parecido pero en menor grado, porque disminuyó la concentración de estos alimentos, fué con estacas anilladas 8 días antes. Los porcentajes de estacas enraizadas fueron iguales entre las tratadas con Hormona y las no tratadas, y el efecto de la Hormona se manifestó más bien, en la formación de raíces primarias y el crecimiento de las mismas. Entre los tratamientos con Hormona no hubo diferencia significativa sino, sólo para el tratamiento con ácido naftaleno acético, inferior a los demás.

El efecto de la antiauxiba Hidronitruro maléico en el enraizamiento de estacas, fué observado en ambos casos con Hormona y sin Hormona. Para estacas sin Hormona hubo pequeño aumento en el enraizamiento, lo cual indica que esta sustancia no afecta la formación de raíces, pero la actividad de la Hormona sintética queda neutralizada, y el crecimiento de raíces es reducido comparado al rendimiento de los demás tratamientos. De los tratamientos con Hormona, se le considera entre los inferiores en crecimiento de raíces.

La aplicación de minerales para enraizamiento de estacas, indicó que estos elementos ofrecen mejor enraizamiento, mayor número de raíces y el crecimiento más activo de las mismas; probablemente al aplicar minerales se aumentó el contenido nutritivo, por lo cual el estímulo obtenido, sobrepasa a los otros tratamientos sin Hormona sobre todo en

número de estacas enraizadas. Entre los tratamientos sin Hormonas fué significativo para estacas en brotación, y aspersión de naftaleno acético, mientras que los otros tratamientos ninguno fué superior a estos dos últimos.

Cuando se aplicó Hormonas a estacas con minerales, el aumento fué mejor en crecimiento de raíces para todos los tratamientos sin Hormona, y para el Control, tratadas con Hidronitruro maléico, y ácido naftaleno acético aplicadas Hormonas.

Los peores resultados fueron obtenidos con aplicación de ácido naftaleno acético en aspersión a las hojas. Tanto la aplicación de Hormonas sintéticas en la base de la estaca, como el tratamiento sin Hormona, dieron los resultados más bajos en porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces primarias y crecimiento. Las causas de esta reducción pueden obedecer a que la aspersión del ácido naftaleno acético, enriqueció de Hormona a la hoja, haciendo que las reservas alimenticias fueran retenidas en ella sin bajar a la base de la estaca. El número de estacas que no enraizaron, fué superior a los demás tratamientos sin Hormona; esto dá indicación de los pocos alimentos presentes en la parte basal de la estaca.

La aplicación de Hormona en estaca testigo (Control) aparentemente aumentó los rendimientos sobre el testigo sin Hormona, pero no hubo diferencia significativa. Probablemente algún otro factor interno limitante, talvés el contenido

de azúcares, se interpuso para que este efecto no fuera significativo. Los efectos demostrados en otros tratamientos con la misma Hormona, han probado ser el resultado de la interacción de factores operantes en dichos tratamientos; así como para estacas en brotación el efecto al aplicar Hormona fué altamente significativo, el factor limitante fué Hormona natural. Resultados similares ocurrieron en el caso de estacas anilladas, y cuando se aplicaron minerales el efecto de la Hormona sintética fué significativo, porque el contenido nutritivo de las estacas fué aumentado.

En ninguno de los tratamientos estudiados, fué encontrada una diferencia más grande en los rendimientos, como en estacas en brotación sin Hormona, y estacas en brotación con Hormona, tanto en número de estacas enraizadas como en número de raíces primarias y crecimiento de las mismas. La influencia marcada de la Hormona en esta condición de la estaca, evidentemente se funda en la poca existencia o ausencia de Hormona natural, por cuanto las auxinas deben ser utilizadas en el crecimiento de brotes, restando Hormonas naturales para el enraizamiento; pero, si a estas estacas con este estado natural se aplica Hormona sintética, el número de estacas enraizadas, el número de raíces primarias, y el crecimiento es estimulado notablemente, hasta el punto de superar significativamente a todos los tratamientos sin Hormona, a varios tratamientos con Hormona, y sobre todo al Control, al ácido naftaleno acético, al Hidronitruro maleico

estacas anilladas 8 días antes y otros tratamientos, Esta reacción sobresaliente debida a Hormonas sintéticas, comparada a la acción en otros tratamientos, asegura la presencia o movimiento en mayor cantidad de azúcares, u otras sustancias activadoras de las Hormonas.

Las Hormonas en estacas maduras, provó ser también de un efecto altamente significativo en número de raíces primarias y en crecimiento de las mismas, pero no se manifestó para número de estacas enraizadas. Las estacas maduras que no fueron tratadas con Hormona dieron rendimientos tan bajos como las tratadas con ácido naftaleno acético, y estacas brotadas sin Hormona; pero, cuando a estacas maduras se aplicó Hormona, significativamente fueron mejores que todos los tratamientos sin Hormona; y entre los tratamientos con Hormona, fué superior al Control.

Esta influencia parece indicar, que las condiciones internas de este tipo de estacas, son pobres también en Hormona natural, pero es posible la existencia de otras sustancias de reserva acumuladas en vida vegetativa, que al combinarse con la Hormona aplicada, estimuló el crecimiento y la formación de raíces.

Los resultados obtenidos en el Experimento No.3, en el estudio comparativo entre soluciones hidroalcoholicas de ácido indol -butírico (IBc) y Hormodín No.2 en el enraizamiento de estacas de cacao, ofrecen mejores ventajas, el método de las soluciones.

Para la comparación de los efectos, fueron empleadas soluciones en concentraciones desde 2.000 ppm. hasta 10.000 ppm. de IBc., un tratamiento con Hormodín No.2 y el testigo (Control). Los rendimientos en porcentaje de estacas enraizadas, aumentaron en todos los tratamientos con soluciones, comparados a Hormodín y Control; pero este aumento, no fué significativo. Los porcentajes de enraizamiento fueron 75% para 8.000 y 10.000 ppm. de IBc contra 45 y 30% de Hormodín y Control respectivamente, en 20 días.

Para número de raíces primarias y longitud, todas las soluciones desde 2.000 ppm. aumentaron comparadas a Hormodín y Control, siendo altamente significativas, las soluciones desde 6.000 a 10.000 ppm. de IBc. Hormodín N°2 tuvo un rendimiento mayor que el Control en el enraizamiento, pero no hubo diferencia significativa; y 2.000 y 4.000 ppm. demostraron mejor efecto en crecimiento de raíces, porque estos fueron significativos al 5 % para el Control.

Los mejores resultados obtenidos a mayores concentraciones de IBc, prueban que el factor limitante en las estacas de cacao es Hormona. En particular, los resultados muestran que las estacas reaccionan mejor a Hormonas en solución hidroalcohólica; probablemente la solubilidad de ésta en alcohol, hace más fácil la penetración en los tejidos. Hormodín en cambio, por mezcla en polvo inerte (talco), la actividad de la Hormona debe ser retardada porque solo toma contacto superficial.

El caso del experimento No.5 quedó explicado, al comentar al final del experimento en el resultado del análisis que no fué significativo. Sin embargo, algunos datos de interés fueron tomados en cuenta al confrontar con los resultados del experimento No.4 que no fué satisfactorio por falta de riego. En este experimento, empleando el mismo Clon 667, y en condiciones de riego una vez cada dos días, se obtuvo enraizamiento en 23 días, para todos los tratamientos, inclusive Hormodín No.2, pero no fué posible conocer bien los efectos individuales de éstos. Talvéz, los rendimientos por bloques fueron afectados por la caída de las estacas dentro del propagador al romperse los hilos templados que las sustentaba. Las hojas de las estacas se tapaban unas a otras restando luz para la fotosíntesis, variando así los rendimientos.

En el experimento No.6 se ha encontrado que las estacas en brotación sin Hormonas se muestran más deficientes para enraizamiento, que las estacas sin brotación y sin Hormonas. Los más bajos rendimientos en porcentaje de enraizamiento, número de raíces primarias y crecimiento ha sido obtenido con este tipo de estaca.

Cuando a estacas en brotación se aplicó Hormona, el enraizamiento fué significativamente superior en porcentaje al de estacas en brotación sin Hormona, y en número de raíces primarias al Control sin brotación y sin Hormona. En crecimiento de raíces las estacas en brotación con Hormona, significativamente fué mejor al Control con Hormona y a brotación

sin Hormona. No hubo diferencia con el Control sin Hormona, a pesar de que este último fué inferior significativamente en número de raíces primarias. Esto dá indicación que el crecimiento de raíces del Control sin Hormona, se originó de reducido número de raíces primarias.

Como estos resultados son casi similares a los obtenidos con estacas en brotación en el experimento No.1, se puede concluir, que estacas en brotación obtenidas de los árboles de un nuevo período vegetativo, son muy deficientes en Hormona, probablemente por la utilización de las auxinas en el crecimiento de las brotaciones. Es posible que en el estado de brotación, los tejidos se encuentran en condición reactiva, con mayor movimiento de azúcares y otras substancias, que en presencia de Hormonas sintéticas activan la formación de raíces y el crecimiento de las mismas.

Siguiendo en el curso en el estudio de la condición interna de estacas brotadas, se encontró interesante relación entre el porcentaje de estacas enraizadas, y el crecimiento de yemas vegetativas (fig.7-A)

- 1.- Cuando a estacas en brotación no se aplicó Hormona, el crecimiento de yemas vegetativas fué superior a todos los tratamientos. En porcentaje de enraizamiento fué inferior a todos.
- 2.- Aplicando Hormonas a estacas en brotación, el crecimiento de yemas se redujo a la mitad y el porcentaje de enraizadas aumentó 3 ^{veces} más sobre el anterior.

3.- En el Control sin brotación y sin Hormona, el enraizamiento y el crecimiento de yemas, se encuentran en un nivel intermedio.

4.- En el Control sin brotación con Hormona, el porcentaje de enraizadas, aumentó 1/3 más sobre sin Hormona, y el crecimiento de yemas se redujo a lo mínimo de todos los tratamientos, es decir, a la inversa que cuando a estacas brotadas no se aplicó Hormonas.

Los resultados de este experimento son aprovechables, bajo el punto de vista práctico, a la vez que la tendencia general en propagación, es la de no utilizarse estacas en brotación, bajo el concepto de que son inferiores.

Los resultados muestran claramente que las estacas brotadas y con Hormona, dieron mejor porcentaje de enraizamiento, mayor número de raíces primarias, y mejor crecimiento de raíces y de yemas vegetativas, comparados al Control con Hormona.

En el experimento No.7 fué estudiado un método de aplicación de solución y el efecto de concentraciones de IBC. desde 4.000 a 8.000 ppm. en estacas de enraizamiento difícil (Clon U.F. 613). Los resultados fueron prometedores. En enraizamiento se obtuvo los mejores resultados con las concentraciones de 6.000 y 8.000 ppm. de IBC. con diferencias altamente significativas sobre el Hormodín y el Control en número de raíces primarias y longitud, y al nivel del 5% para porcentaje de estacas enraizadas. La concen-

tración de 4.000 ppm.de IBC tuvo mejor rendimiento que Hormodín y Control en número de raíces primarias. Los de estos dos últimos, fueron los mas bajos del experimento.

Estos resultados, parecen indicar que el clon 613, es deficiente en Hormona natural. La proporción de Hormona del Hormodín, puede ser, no suficiente para estacas de este clon, probando que los mejores enraizamientos se obtuvieron cuando la concentración en solución hidroalcohólicas fué aumentada.

El experimento No.8 prueba mejor el efecto de mayores concentraciones de IBC, para enraizamiento de estacas en el mismo clon 613 del experimento No.7.

En menor tiempo, y mejor enraizamiento, en número y crecimiento de raíces, se obtuvo empleando mayores concentraciones de IBC. Las concentraciones de 8.000 y 12.000 ppm. dieron los mejores resultados con diferencias altamente significativas para el Control y Hormodín. La más alta concentración 14.000 ppm., redujo en crecimiento y número de raíces formadas, posiblemente por el efecto inhibitor del exceso de auxina. El rendimiento de 6.000 ppm. aumentó sobre Control y Hormodín, pero las diferencias, no fueron significativas.

El resultado para 10.000 ppm. está en duda por causa accidental, cuando dicha solución se utilizó en el experimento 5. Parcialmente fué roto el frasco por caída, permaneciendo la solución expuesta al aire por algún tiempo.

Es posible que al evaporarse el alcohol, la concentración de Hormona aumentó produciendo más bien tóxicidad en las estacas. Este tratamiento muestra el mayor número de estacas muertas, como también en el experimento No.5.

Los resultados arriba indicados, confirman los mejores efectos de las soluciones concentradas de IBC. para enraizamiento en clones difíciles de enraizar. En los dos experimentos Control y Hormodín fueron los peores.

En este experimento, como en algunos de los anteriores, la presencia de estacas muertas frecuentaron en varios de los tratamientos. Esta pérdida de estacas, puede ser atribuida talvéz, a fallas técnicas de aplicación de las sustancias, en el caso de que el aire y el agua no fueran limitantes en el propagador. De ser una falla técnica de aplicación, sería la cantidad excedida en solución absorbida por la estaca al momento de ser sumergida. Estudiando un método de aplicación de los estimulantes con una medida estandar capaz de evitar que se aplique en exceso, sería posible corregir o reducir estas fallas.

El método ensayado en el experimento No.7, aplicando Hormona en solución solamente en la superficie del corte, dió buenos resultados en sobrevivencia de estacas, y mejor enraizamiento correspondió a la máxima concentración en solución empleada de 8.000 ppm. de ácido indol-butírico. La confirmación con nuevos estudios de estos datos, sería conveniente, empleando éste u otros métodos.

Las diferencias obtenidas en el experimento No.9, provaron ser significativas apenas entre los tratamientos con Hormona comparados a los sin Hormona. Sin embargo, una aparente ventaja fué demostrada en el tratamiento con zinc comparado entre los sin Hormona; igualmente entre los tratamientos con Hormona, hubo aumento en porcentaje de enraizadas en 20% sobre Control. Los demás tratamientos a los cuales se esperaba alguna ventaja no respondieron comparados al Control. El efecto de la Hormona 8.000 ppm. de IBC. si se hizo visible en todos los tratamientos, Magnífico enraizamiento con gran número de raíces primarias y longitud fué obtenido en 30 días.

El enraizamiento por unidad en los tratamientos con zinc, fué muy uniforme cuando se aplicó Hormona, mientras que en Control con Hormona fué heterogéneo. Esto aparentemente indica que algún efecto activador ejerce el zinc sobre el enraizamiento. Las concentraciones probadas con TRACEL y zinc talvéz no eran las adecuadas, quizás con nuevos ensayos en otras concentraciones, se pueda conocer mejor los efectos de estos productos.

Propagadores

Los buenos resultados obtenidos en el nuevo tipo de propagador, demuestran claramente las buenas cualidades en lo que respecta a condiciones ambientales para el enraizamiento. Su uso para los pequeños finqueros puede ser recomendado por las siguientes ventajas:

- a) Mantenimiento automático de alta humedad que prácticamente impide la transpiración.
- b) No hay ascilaciones fuertes de temperatura (gráfico de temp. y hum. en foto 8).
- c) Construcción de madera y bajo costo de mantenimiento.
- d) Facilidad en el manejo, muy deseable bajo el punto de vista para aquellos agricultores con muchas ocupaciones, y que disponen de poco tiempo para cada trabajo. El propagador demanda media hora de trabajo cada 2 ó 3 días en la mañana solamente, si dispone de un tanque o barrica de 20 galones para llenar agua, y regar las estacas en el interior de las cajas.
- f) Se puede propagar mínimo 200 estacas mensuales en ambas cajas usando buen estimulante y tomando las precauciones en el manipuleo de estacas. Evaluando el costo de producción por año de estacas enraizadas y comparadas al valor del propagador y mantenimiento, el costo por unidad enraizada resulta muy bajo.

Algunas recomendaciones para el uso del propagador

1. Se puede ayudar a conservar en buen estado la tela sumergiendo en solución de cobre 0.5%, antes de poner en el propagador; o por aspersion cada mes a las tapas; igualmente en el agua del canal y tanque, para evitar desarrollo de hongos, algas o bacterias.
2. Usar una barrica de madera, o un tanque con el fondo bien pintado para evitar el óxido de hierro.
3. Usar sombra alta de listones, para no utilizar el enrejado.
4. Dar la inclinación correspondiente a las tapas para que el agua baje.
5. Mantener el nivel del agua bien alto en el canal.
6. Cambiar el papel del canal cada vez que se ponen estacas dentro las cajas.
7. Usar aserrín semi-viejo como medio enraizador.

RESUMEN

El propósito de este trabajo fué determinar, algunos factores que afectan al enraizamiento de estacas de cacao, así como también procurar desarrollar un tipo de propagador económico y capaz de que el pequeño finquero pueda utilizarlo.

Enraizamiento

Se emplearon en los experimentos, ^{varias} varias condiciones de material en estado natural, tratamientos de campo, (como anillamientos, aspersiones etc.) y métodos de aplicación de Hormonas que se presumían tener influencia en mayor o menor grado en la inducción de raíces.)

1. Entre los tipos de material estudiados, ^{la} mejorabilidad en el enraizamiento fué encontrado en estacas en brotación tratadas con Hormona. Estas mismas, probaron ser las peores para enraizamiento cuando no se aplica Hormona.
2. Estacas maduras responden muy bien a enraizamiento cuando se aplica Hormona, y son inferiores al Control cuando no se aplica Hormona.
3. La aplicación de elementos minerales a las hojas, aumentó el enraizamiento sin tratar con Hormona, y mejor aún tratadas con Hormonas.
4. Muy buen enraizamiento fué obtenido con estacas anilladas 15 días antes, en porcentaje de enraizadas, de

número de raíces primarias y crecimiento comparado al Control.

5. El efecto de la Hormona comercial Hormodín Merck No 2 no fue significativo en ninguno de los experimentos en que se usó este producto.
6. Los tratamientos con Hidronitruro maleico, y ácido naptalenoacético, aplicados por aspersión a las hojas, dieron malos resultados en enraizamiento.
7. La aplicación de ácido indol-butírico en solución hidroalcohólica, a la concentración de 6.000 a 12.000 ppm. dió resultados mucho mejores a Hormodín No 2, en porcentaje de enraizadas, número y crecimiento de raíces.
8. Para clones de fácil enraizamiento (650), las concentraciones de ácido indol-butírico de 6.000, 8.000 y 10.000 ppm. dieron los mejores resultados, y el más alto rendimiento fue obtenido con 10.000 ppm.
9. Para clon de difícil enraizamiento como el U.F.613, la concentración de 12.000 ppm. de ácido indol-butírico, fue el de mas alto rendimiento en enraizamiento. Hormodín No 2 y el Control, fueron los mas bajos.
10. Con el empleo del producto comercial TRACEL, no hubo indicación de efecto alguno. La aplicación de zinc en aspersión a las hojas, demostró mejor uniformidad en los rendimientos per unidad enraizada, y un aparente efecto activador del enraizamiento.

Propagadores

Se ha hecho un estudio en todos los detalles, buscando una manera simple de obtener un propagador de fácil construcción, bajo costo, sencillo manejo y mantenimiento, y condiciones ambientales con capacidad de un buen rendimiento y porcentaje de estacas enraizadas, para satisfacción del finquero que la utilice.

Apartándonos de los propagadores Trinidad y método Bowman con aspersión continua que son para propagación en escala comercial, con el presente trabajo se ha logrado tener el propósito descrito arriba, aventajando de cierta manera al propagador Turrialba diseñado para este mismo fin.

Las primeras investigaciones se basaron en el tipo Turrialba, y gradualmente de experimento en experimento se ha ido modificando tanto el modelo como la luz y humedad interna, hasta variarlo en un nuevo tipo dotado de mejores condiciones ambientales, con un 100% de humedad permanente y sin oscilaciones fuertes de temperatura. En este nuevo tipo se efectuaron la mayoría de los experimentos para estudios de los factores internos de la estaca, logrando porcentajes de enraizamiento hasta de 80 a 90% entre un tiempo de 20 a 25 días para clones de fácil enraizamiento, y 25 a 30 días para clones de difícil enraizamiento. Estos porcentajes y tiempo empleado hasta enraizar las estacas, han demostrado ser mejores que los promedios obtenidos en el propagador Turrialba.

SUMMARY

The purpose of this work was to study some of the factors that effect rooting of cacao cuttings and at the same time to attempt to develop a propagator suitable for small farmers, in the line of the Turrialba type, but with a better control of humidity and requiring less attention than the latter.

Rooting

Several experiments were carried on to study the effect of the following factors on rooting of cuttings: Physiological condition of the cuttings (age, and growing conditions); girdling of cuttings 8 and 15 days before removing from the plant; spraying with maleic hydrazide; spraying with naphthalene-acetic acid; hormone application by the dip method using several concentration of indolbutyric acid.

The following results were obtained:

1. When hormone was applied the best type of material for rooting was found to be cuttings from branches in flushing condition. The same type of material gave the poorest results when hormone was not applied.

2. Mature cuttings (three to four flushes old) gave good rooting when treated with hormone. Without hormone the results were worse than that of the controls.

3. Cuttings previously sprayed with minerals gave better rooting than the controls.

4. Girdling 15 days before removing the cuttings from the plant increased the percentage of rooting and number and length of the roots.

5. The effect of the commercial product Hormodin Merck No.2 gave no significant differences in rooting as compared to the controls without hormone

6. Spraying the leaves with maleic hydrazide and naphthalene-acetic acid decreased the rooting of cuttings.

7. Indol-butyric acid, from 6.000 to 12.000 ppm. in 65% alcohol, applied by the quick dip method gave much better results than Hormodin and the Controls without hormone. Percentage of rooting, number and length of roots were significantly higher in the former.

8. With clon U.F. 650, which is known to root easily, the best results were obtained with concentrations from 8.000 to 10.000 ppm.

9. With clon U.F. 613, one of the most difficult to root, the best concentration was 12.000 ppm.

10. Treatment of the cuttings with TRACEL (mineral elements) gave no indication of increasing roots. Zinc application by spraying, apparently gave more uniformity in rooting and improved somewhat the root growth, although these differences were not significant.

Propagators

Attempts were made to build a type of propagator of low cost and simple design and operation, in which the conditions were adequate for successful rooting, and which could be recommended for the use of small farmers.

As a results of these experiments a new type of propagator was developed which proved to have advantages over the "Turrialba" propagator, designed for the same purpose.

The first experiments were done with the Turrialba propagator with very few modifications. As the work proceeded, more modifications were introduced, until a new type of propagator was developed, in which it is possible to mantain 100% of relative humidity without the need of frequent watering, and to avoid great changes in temperature. Some of the experiments carried out in this propagator gave a percentage of rooting as high as 80 to 90%, in an average of 20-25 days for clones easy to root, and 25-30 days for the ones more difficult to root.

LITERATURA CITADA

1. Bowman, George F. Propagación del cacao por estacas. Cacao (Centro Interamericano del Cacao, Costa Rica) 2(9):1-6. 1950.
2. Burchardt, Ake & Jørgensen, Henning. Nota preliminar sobre trabajos en cacao en la Hacienda Clementina, Ecuador. Cacao (Centro Interamericano del Cacao, Costa Rica) 2(7):1-4. 1950.
3. Cooper, William C. The concentrated-solution-dip method of treating cuttings with growth substances. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 44:533-541. 1944.
4. _____ & Stoutemyer, V. T. Suggestions for the use of growth substances in the vegetative propagation of tropical plants. Trop. Agr. (Trinidad) 22(2):21-31. 1945.
5. Cheesman, E. E. & Spencer, G. E. L. The vegetative propagation of cacao. VI. General notes on technique with cuttings. Imp. Col. Trop. Agr. (Trinidad) Cacao Res. Ann. Rpt. (1935) 5:4-6. 1936.
6. Escamilla, Guadalupe. Propagación vegetativa por estacas. Tesis. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1949. 22 p.
7. Evans, H. Report on cocoa investigations in progress in Trinidad, with a summary of results achieved to date. En Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance. Report of the Cocoa Conference, 1950. London, 1950. pp. 20-31.
8. Hitchcock, A. E. & Zimmerman, P. W. Comparative activity of root-inducing substances and methods for treating cuttings. Boyce Thompson Inst. Contrib. 10(4):461-480. 1939.
9. Llano Gómez, Enrique. Cultivo del cacao. Bogotá, Ministerio de la Economía Nacional, 1947. 150 p.
10. Naundorf, Gerhard. Contribución a la propagación vegetativa del cacao (*Theobroma cacao* L.) por estacas: ensayos comparativos entre los diversos métodos. Notas Agronómicas (Estación Agrícolas Experimental de Palmira, Colombia) 3(2):155-166. 1950.

11. Pyke, E. E. The vegetative propagation of cacao. I. Survey of possibilities. Imp. Col. Trop. Agr. (Trinidad) Cacao Res. Ann. Rpt. (1931) 1:4-9. 1932.
12. _____ The vegetative propagation of cacao. II. Softwood cuttings. Imp. Col. Trop. Agr. (Trinidad) Cacao Res. Ann. Rpt. (1932) 2:3-9. 1933.
13. Skoog, F. Relationship between zinc and auxin in the growth of higher plants. Amer. J. Bot. 27:939-951. 1940. (Esta referencia no se pudo consultar, la cita fué tomada de Pearse, H. L. Growth substances and their practical importance in horticulture. Great Britain Commonwealth Bur. Hort. & Plant. Crops Tech. Commun. no. 20. 1948. p. 57, 220.
14. Snedecor, George W. Métodos de estadística, su aplicación a experimentos en agricultura y biología. Traducido de la 4a. ed. en inglés por Antonio E. Marino. Buenos Aires, Acme Agency, 1948. 557 p.