

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

PRUEBA DE TRES HORMONAS
EN EL ENRAIZAMIENTO DE
ESTACAS DE CAFETO
(COFFEA ARABICA L.)

POR

Douglas Buschting Palacios

TESIS

1973

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

PRUEBA DE TRES HORMONAS EN EL ENRAIZAMIENTO
DE ESTACAS DE CAFETO (Coffea arábica L.).

POR

DOUGLAS BUSCHTING PALACIOS

TESIS

1973

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

PRUEBA DE TRES HORMONAS EN EL ENRAIZAMIENTO
DE ESTACAS DE CAFETO (Coffea arábica L.).

POR

DOUGLAS BUSCHTING PALACIOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el
grado profesional de Ingeniero Agrónomo.

APROBADA:

Daniel Morales
Asesor Principal

Julio 13 de 1973
Fecha

H. H. H.
Director de la Escuela

Julio 13 de 1973
Fecha

Daniel Morales
Jefe del Departamento

Julio 13 de 1973
Fecha.

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES

Francisco Büschting P.

María Palacios O.

Con todo el cariño, respeto y admiración para quienes hicieron con sus sacrificios mi realidad profesional.

A MI ADORADA ESPOSA

Maryvania Matus I.

Con el agradecimiento más profundo ya que su estímulo fue definitivo en la culminación de mis aspiraciones.

A G R A D E C I M I E N T O

A mi primer asesor Dr. Gonzálo Curiel Q.E.P.D. quien sacrificó su vida al servicio de nuestra agricultura nicaragüense.

Al Honorable Sr. Ministro de Educación Pública. Ing. José Antonio Mora Rostran, quien fungía como Director de la "Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería" cuando se realizó este trabajo.

Al Ing. M.S. César Estrada por su cooperación sincera y desinteresada en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. M.S. Carlos Morales R. por su asesoramiento y conducción acertada de este trabajo.

Al Ing. M.S. Francisco Berrios E. por sus consejos y ayuda oportuna.

A todos mis profesores y compañeros por su voz de aliento para la elaboración y presentación de esta Tesis.

A todos ellos mi reconocimiento y respeto sincero.

F E D E R R A T A S

<u>Paq</u>	<u>Linea</u>	Donde dice	Lease
1	22	tienen	tiene
3	17	simentada	cimentada
7	5 y 6	leñoza	leñosa
7	17	superización	suberización
9	8 y 12	promordios	primordios
11	15	Indoebutírico	Indolbutírico
12	26	escatacas	estacas
14	12	absorve	absorbe
31	2	suelo tico	Suelo Tico

27 En el cuadro 2 en la columna tercera donde dice N^o. de Estacas por tratamiento, lease N^o. de estacas enraizadas por tratamiento.

27 En el cuadro 3, lease como título de este: Comparación entre los diferentes tratamientos según el número de estacas enraizadas.

Y donde dice Testigo Vs. Tratamiento, lease Testigo Vs. Tratamientos y añádese: **.

Donde dice Orina Vs. Hormona Ns., lease Orina Vs. AIA **.

28 En el cuadro 5 en las líneas correspondientes a Columnas y Tratamientos dadas como "Ns." lease como: **.

C O N T E N I D O

Sección.	Página
Indice de Cuadros.....	vi
I Introducción.....	1
II Objetivos.....	2
III Literatura Revisada.....	3
A Ventajas y desventajas de la reproducción asexual del café.....	3
B Material enraizable.....	5
C El uso de estimuladores del enraizamiento del café.....	8
D Medios enraizadores y condiciones para el enrai- zamiento.....	12
E Uso de material herbáceo para estacas.....	14
IV Material y Métodos.....	16
V Resultados.....	20
VI Discusión.....	22
VII Conclusiones.....	25
VIII Resumen.....	29
IX Literatura Citada.....	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1 Largo promedio de raices (Lr). Número promedio de raices por estaca enraizada (# R) y Número de estacas enraizadas (# E).....	26
2 Número de estacas enraizadas en cada tratamiento.....	27
3 Comparación entre los diferentes tratamientos según el número de estacas enraizadas.....	27
4 Análisis de variancia efectuado sobre el número de raices por estaca.....	28
5 Análisis de variancia efectuado sobre el largo promedio de raices.....	28

I I N T R O D U C C I O N

Aunque se ha experimentado y escrito bastante sobre la reproducción vegetativa del café, en el caso particular de Nicaragua pocos experimentos de esta naturaleza se han realizado, ó por lo menos permanecen inéditos. Por lo tanto hemos considerado que esta investigación es de importancia ya que nos puede aclarar algunas interrogantes sobre la facultad y diferencias de las fitohormonas que actúan como enraizadores en la reproducción vegetativa del cafeto.

El cafeto en Nicaragua ocupa el tercer lugar respecto a area sembrada, y sus cultivadores necesitan urgentemente de los adelantos logrados por la investigación, para mejorar el sistema de conducción de sus plantaciones, ya que gran parte de las fincas cafetaleras no han sido afectadas por ningún cambio agrotécnico desde su fundación, y en muchos casos se ignora la existencia de variedades altamente productivas, precoces ó resistentes a plagas y/ó enfermedades, cuya reproducción muchas veces solo es posible por vía asexual; de donde emana parte de la gran importancia que tiene este estudio. Esperamos que los resultados obtenidos contribuyan al cultivo eficiente del cafeto; y sería de interes continuar este trabajo para sacar conclusiones durante varios años, sobre las ventajas y desventajas que tienen para la industria del cafeto la propagación asexual de este, mediante el uso de fitohormonas como inductores del enraizamiento.

II O B J E T I V O S

Determinar el efecto de tres hormonas sobre el enraizamiento de estacas de cafeto.

III L I T E R A T U R A R E V I S A D A

El Banco Central de Nicaragua (2) informa que el area cultivada con café en Nicaragua es de 104.000 Htreas. Rubro que ocupa el tercer lugar en extensión en el país superado solamente por el maíz y el algodón. "Una revisión de la mayoría de los artículos publicados hasta la fecha, sobre los métodos de propagación del café por estacas, nos demuestra que se han realizado pocos experimentos sistemáticos. Con pocas excepciones estas informaciones son solamente observaciones y comparaciones directas sin repeticiones ó replicaciones. Cuando se consiguió un alto porcentaje de enraizamiento se omitió en la mayoría de los casos, mencionar algunas de las condiciones bajo las cuales los ensayos fueron efectuados". (10)

Esto nos muestra la necesidad de realizar en Nicaragua experimentos planificados, ya que el cafeto ocupa un lugar importante en la economía del país, que de por si está basicamente simentada en su producción agropecuaria.

A Ventajas y desventajas de la reproducción asexual del café.

1 Ventajas

- a Una planta propagada asexualmente será una réplica exacta de su progenitor, es decir no habrá variación genética de ninguna clase. Asi este método facilita la obtención de plantaciones uniformes, completamente libres de mutaciones; salvo una remota variación de yema.

- b La reproducción vegetativa es la vía lógica cuando se trabaja con material tratado con Colchicina en busca de un redoblamiento del número cromosómico. Koppányi (21) afirma que en las plantas tratadas con Colchicina se observa una variación permanente en el número de cromosomas.
- c Se puede lograr mayor uniformidad en la madurez, rendimiento y calidad.
- d Existe la posibilidad de perpetuar intacta una variedad.

2 Desventajas

- a Peligro de una plantación monoclonal ó sea descendiente de un mismo árbol ó de idénticos, lo cual podría acarrear problemas en la fecundación. Peligro que puede evitarse sembrando de vez en cuando árboles procedentes de semilla botánica, principalmente en Robusta que es autoestéril.
- b El tiempo necesario para que las estacas enraícen; ya que cuanto más tiempo requieren esta para enraizar, mayor es el número de estacas que mueren ó se malogran (11) (24).

Aunque la forma más fácil, y más generalizada, de reproducir el cafeto es por medio de semilla botánica, también es posible efectuar la reproducción por acodos aéreos, acodos en las raíces y por ahijamiento (8) dándole mayor importancia a los métodos por injerto y por estaca.

B Material enraizable. El cafeto posee vegetativamente tres tipos de crecimiento.

- (1) Ortotrópico, el cual da lugar a la formación de ramas verticales.
- (2) Plagiotrópico, que da origen a la formación de ramas con crecimiento horizontal.
- (3) Intermedio, que es una mezcla de los dos crecimientos mencionados, permitiendo así la formación típica que tiene los cafetos (8).

La forma de crecimiento parece ser importante en la obtención del material que se va a enraizar, Ferwerda (11) y Cramer (6), establecieron que solo las ramas ortotrópicas producen plantas de igual forma que las que se producen en los semilleros.

Las ramas plagiotrópicas mantienen un hábito de crecimiento lateral y desarrollo aplanado, con ramas horizontales y colgantes.

Las estacas plagiotrópicas crecen horizontalmente y el dispersamiento de sus raíces es también lateral ya que el crecimiento del sistema radicular del café está de acuerdo con la forma de crecimiento aéreo (28).

Es significativo el hecho de que Méndez (23), Carvalho y asociados (3), obtuvieron buen enraizamiento de estacas provenientes de ramas ortotrópicas en plantas normales, y usando solamente material apical.

La edad de la planta madre parece afectar la facultad de enraizamiento de las estacas; al comparar la capacidad de en-

raizamiento de estacas de árboles de uno, seis y doce años, se observó que las estacas de plantas de un año enraizaron casi el 100%, las estacas provenientes de árboles de seis años hasta alrededor de 45%, siendo esporádico el enraizamiento de material tomado de árboles de doce años (29). Por su parte, Gibbings (13), Gilbert (14), y Roelofsen (28), dicen que existe diferencia en el enraizamiento y crecimiento de clones; algunos enraizan y crecen rápidamente, mientras que otros lo hacen lentamente.

Otros factores que deben de tomarse en consideración en la obtención de las estacas de cafeto, son el tamaño y el tipo de las mismas, la forma de corte y la edad de estas, dentro de la planta.

Arroyo en Nicaragua, fijó a las estacas una longitud entre 24 y 27 pulgadas* e informa que en Guatemala, se utilizaron estacas de 12 pulgadas de largo 0.5 a 1.0 pulgada de diámetro (1).

En Kenya los agricultores emplean estacas de aproximadamente 24 pulgadas (15); Fiester (12); dice que según los trabajos revisados, la mayoría de los investigadores usaron estacas de uno ó varios nudos y hasta 10 pulgadas de longitud cuando las plantaban en propagadores.

Referente al tipo de estacas, se han usado estacas con un solo nudo, estacas de hojas y yema solamente y estacas de solo hojas lográndose enraizar hojas aisladas de plantas de un año, pero no de árboles más viejos (30).

* 1 pulgada = 2.54 cm.

No se obtuvo éxito al tratar de enraizar hojas y estacas de raíz (16), pero en cambio se logró, aunque en pequeña escala, enraizar estacas de hoja con yema de *Coffea arábica* v *Coffea canéphora* var. *Robusta* (8).

En Guatemala al comparar estacas herbáceas, con semileñosas leñosas, se observó, que las estacas leñosas presentaron un porcentaje mayor de enraizamiento en un tiempo mucho más corto. Sin embargo se informa que con estacas obtenidas de chupones de no más de 6 meses, dejándoles 3 nudo y 5 cm. de longitud, se obtuvo un alto porcentaje de enraizamiento (27).

Diversos investigadores han encontrado que para mejorar las probabilidades de éxito cuando se usan estacas de tipo herbáceo en café, se necesita regular, por lo menos en forma parcial, las condiciones ambientales (15).

Es importante mencionar las observaciones realizadas al estudiar los factores histológicos del proceso de enraizamiento en estacas de cafeto, con o sin uso de hormonas. La superización de las células (Formación de callocidades), se realizó en 22 horas después del tratamiento, siendo la epidermis el primer tejido cortical que mostró actividad. Y el floema y el cambium los que mayor actividad desarrollaron, encontrándose bastante relación entre este fenómeno y la iniciación del primordium de la raíz (26).

Respecto al corte más conveniente, hecho en la estaca, parece no tener importancia si era hecho sobre o bajo el nudo, (28).

Al hacer comparaciones entre cuatro tipos de corte basales:

- (a) Corte internodal de cuña (dos caras); con la parte superior del corte hecha en la base del nudo;
- (b) Corte internodal sesgado (una cara); con la parte superior del corte hecha en la base del nudo;
- (c) Corte horizontal hecho en el nudo;
- (d) Corte horizontal en el entrenudo. Se encontró que los cortes a, b y d fueron significativamente superiores al corte c, (9).

Diversos investigadores han comparado el efecto de la poda total y parcial de las hojas en el proceso de enraizamiento de estacas de cafeto. En las Filipinas (26), Guatemala (27) y Tangañica (9) se obtuvieron resultados iguales; informando que las estacas cuyas hojas fueron cortadas por la mitad, 24 horas después de plantadas, respondieron mejor que aquellas estacas cuyas hojas fueron suprimida totalmente ó bien dejadas intactas.

El cubrimiento del medio, por las hojas, pareció influenciar los resultados, observándose que cuando se permitía en el propagador un area de 2.8 pulgadas cuadradas por estaca, el número de estacas enraizadas fue significativamente mayor que cuando se permitieron 6.4 pulgadas cuadradas por estacas. Sin embargo la cantidad de tiempo necesario para enraizar no fue significativamente reducida (9).

C El uso de estimuladores del enraizamiento del cafeto.

La propagación asexual del cafeto por estacas ha sido un problema difícil, por lo que muchos investigadores han tratado de mejorar el enraizamiento valiéndose de la aplicación de sustancias químicas u hormonas.

Normalmente, en un punto determinado del tallo, de la raíz o de las nerviaciones de las hojas, se desarrollan en ciertas condiciones, las formaciones celulares, precursoras de las raíces llamadas promordios radicales, que se reconocen microscópicamente y que inician su desarrollo en condiciones favorables. Tales son una temperatura templada, abundancia de azúcar y de abono, presencia de bioelementos (33).

La formación y desarrollo de los promordios también puede ser inducido por los reguladores del crecimiento ó Fito-hormonas. Guiscafre - Arrillaga (17), probando:

- a Aplicación de parafina y colodión en parte y en toda la superficie de los cortes.
- b Estérilización de los cortes con inmersión rápida en solución de sublimado corrosivo en una proporción de 1:1000.
- c Inmersión en una solución de Urea al 1%.
- d Protección de estacas aplicando alquitrán de hulla a todas las heridas, observó que: el colodión ocasionó la muerte de las estacas; la parafina protegió las estacas por algunas semanas del ataque fungoso; el alquitrán de hulla preservó las estacas en buena condición; y la estérilización con sublimado corrosivo protegió las estacas por largo tiempo.

Aunque algunos materiales parecieron beneficiosos, posteriormente se informó (17) y (19) el casi completo fracaso en el enraizamiento de las estacas.

Algunos investigadores han usado extractos de plantas para probar su efecto en el enraizamiento de estacas de cafeto. En La India (20), se comparó un extracto de yema de bambú en tres concentraciones, con ácido indolbutírico. De acuerdo con los resultados, las estacas tratadas con extracto de yema de bambú, mostraron un enraizamiento inferior al de las estacas tratadas con ácido indolbutírico.

En otro ensayo similar (20) se observó que después de cuatro meses, las estacas tratadas con extracto de yema de bambú, extracto de Orina de Vaca y ácido indolacético, no habían enraizado mejor que el testigo.

En La India (25), describen la preparación y uso del extracto de Orina de Vaca, el cual según informes dió buenos resultados en el enraizamiento de estacas del café; pero también informaron resultados negativos cuando el extracto fue desodorizado con carbón de cáscara de arroz, pero cuando se deiluyó con 95% de alcohol en vez de desodorizarlo, obtuvieron excelentes resultados.

En otro ensayo, los mismos investigadores, usando estacas de un solo nudo y dos hojas, sembradas en un enraizador con arena como medio enraizante compararon diversas sustancias sintéticas y naturales. Los resultados que informaron fueron: 87.6% de enraizamiento en las estacas tratadas con extracto de Orina de Vaca; 62.9% de las tratadas con ácido fenilacético

(2000 ppm); 62.9% de las tratadas con Hortomone "A" y 61% en las estacas no tratadas.

Kögl (7), observó que la Orina de Vaca contiene por término medio, 2 mg. de hormonas (auxina), por litro.

En Nicaragua (1), usando Hortamone "A", diluído en agua al 1:160, y mojando la base de las estacas durante 10 a 18 horas, se obtuvo un 90% de enraizamiento.

En Guatemala (27), se observó que el ácido indolbutírico (5000 ppm) favorece el enraizamiento, pero mayores concentraciones tienen efecto fitotóxico.

En La India (20), algunos investigadores informaron que el extracto de Orina de Vaca y la fitohormona sintética Seradix del tipo recomendado para estacas de madera blanda, produjeron el mejor resultado. Asimismo, el extracto de coleóptilo de Rogi y el Acido Indoebutírico, fueron satisfactorios, mientras que el Acido Indolacético extracto de yema de bambú y otras dos concentraciones de Seradix, no lo fueron, pero no se informaron datos concretos de este experimento.

Fiester (12), menciona el hecho de que se ha estudiado el efecto sobre el enraizamiento de estacas de cafeto, de 34 compuestos ó preparaciones comerciales usadas como reguladores del crecimiento. Anota entre otros, ácido indolacético, indol-3-ácético, naftalinacético, fenilacético, indol propionico, hormodín "A", hormodín 1, 2 y 3, Hortamone "A" y "3", Rootone, etc. Los efectos de las sustancias reguladoras del crecimiento en el enraizamiento de estacas de cafeto no han sido consistentes, ya que algunos investigadores han informado sobre

buenos resultados, mientras otros han anotado resultados mediocres sin embargo, debe tomarse en cuenta que en muchos de los casos el enraizamiento deficiente después de la aplicación de sustancias reguladoras, ofrece un criterio erróneo o inexacto, lo cual no permite sacar conclusiones definitivas, pues con frecuencia se ha informado que un tratamiento dió malos resultados, cuando en realidad no se consideraron los demás factores necesarios para un buen enraizamiento.

Un punto sobre el que se ha trabajado poco, es sobre las diferentes concentraciones de los reguladores del crecimiento. Guillet (16) afirma que para el Hortamone "A" el incremento de enraizamiento esta directamente correlacionado con el aumento de la concentración; pero Fernie (9) afirma que la concentración de la solución debe ser regulada de acuerdo al tamaño y tipo de estacas usadas.

El tipo de reacción a las sustancias reguladoras de crecimiento, ha sido discutido por varios investigadores (12) y parece seguir deos tendencias:

- a Disminuir el tiempo de enraizamiento.
 - b Aumentar el número de raíces. Cabe hacer notar aquí que las principales razones en contra del uso de la propagación asexual del café por estacas son el tiempo necesario para el enraizamiento y el porcentaje de enraizamiento, ya que cuanto más tiempo requieren las estacas para enraizar, más alto es el porcentaje de escatacas muertas (9).
- D Medios enraizadores y condiciones para el enraizamiento.

Uno de los factores más importantes para el enraizamiento de las estacas es el medio de enraizamiento.

De Guatemala se informa (27) que los medios enraizantes más efectivos fueron la arena de río y la tierra vegetal. En El Salvador (31) la arena de río dió los resultados más satisfactorios.

Por su parte Cottingham (5), obtuvo buenos resultados con un medio compuesto de 50% de pergamino de café y 50% de arena limpia.

En ensayos estadísticamente analizados (8) se encontró que el musgo no descompuesto fue el medio más eficiente; la fibra decoco mostró buenas posibilidades pero las estacas en este medio requieren mucho tiempo para enraizar.

En Puerto Rico (19), en comparaciones entre arena esterilizada, arena no esterilizada y suelo de jardín se encontraron que el comportamiento superior fue el de arena esterilizada.

Se han probado muchos materiales enraizantes, pero los investigadores coinciden en señalar la arena de río como el mejor medio.

En lo referente a las condiciones para un mejor enraizamiento parece ser que el balance hídrico es el problema más importante.

Se reportó un mayor enraizamiento (18) instalando boquillas asperjadoras ordinarias para producir una buena neblina sobre las estacas, desde las 9 am. a las 3 pm. También se notó que una combinación de 50% de sombra alta y el goteo continuo de

agua sobre el vidrio que cubría los propagadores, mantuvieron baja la temperatura y alta la humedad relativa. Roelofsen (28), dice que en sus trabajos, se extendió tela blanca parecida a la muselina sobre la cobertura de vidrio, manteniéndolo húmedo por derrame de agua a través de una caña hueca de bambú perforado.

En esta forma, con un techo enrejado que admitía el 25% de luz, le fue posible reducir la temperatura de 35°C. a 28.9°C otros investigadores (8), recomiendan una temperatura de 20° a 23°C.

Finalmente, Fiester (12), dice: "Considerando que la cantidad de humedad que la estaca absorbe a través del corte es muy limitada, es necesario mantener una atmósfera saturada para asegurar la vida de las estacas".

E Uso de material herbáceo para estacas.

Las razones por las cuales se utiliza material herbáceo para estacas son las siguientes:

- a Del material herbáceo se espera un mejor enraizamiento, tomando en cuenta la presencia de auxinas en la zona apical, las cuales retardan hasta cierto punto, la división celular en los tejidos meristemáticos y por lo tanto, el crecimiento de yemas laterales (22), lo que a su vez da oportunidad de tener más tiempo para la formación del callo del cual se originan las raíces.
- b El area del corte es menor, presentando en consecuencia una menor superficie expuestas al ataque de pla-

- gas y enfermedades.
- c La ausencia casi total de corcho que restrinja el desarrollo del callo.
 - d El callo así formado, puede con facilidad cubrir toda la superficie basal.
 - e Pueden dejarse, si se quiere las hojas enteras para una mayor actividad fotosintética.
 - f Mayor reserva hidrocarbonada se conserva en las estacas herbáceas, debido a la menor deshidratación.
 - g La corta distancia entre la base y el ápice de las estacas, puede influir de manera directa en el enraizamiento, debido a la rápida recepción por parte del callo de las sustancias nutricias elaboradas en las hojas (22).

IV MATERIALES Y METODOS

Para la realización del trabajo se utilizó un enraizador a neblina y abierto; ubicado bajo un techo de reglas que permitía el paso de luz solar en un 50%.

Este enraizador tenía drenaje libre ya que estaba suspendido en el aire sobre cuatro soportes, además tenía a cada lado un pequeño rompeviento de tela para asegurar una completa y uniforme distribución de la neblina sobre toda el area experimental.

Sus dimensiones eran las siguientes: altura sobre el piso, un metro; altura del medio enraizante incluyendo el rompevientos, 63 centímetros; longitud por lado, 150 centímetros.

Como medio enraizante se usó arena de río desde muy gruesa hasta fina, colocada en capas, siendo la superior de arena fina.

Las estacas utilizadas se obtuvieron de la parte apical de ramas ortotrópicas.

La variedad utilizada fue Coffea arábica típica. Cuyas plantas tenían una edad poco mayor de seis años.

Se utilizó material estrictamente herbáceo y apical con un total de 3 nudos; se les practicó un corte a bisel, a la altura del tercio inferior del entrenudo cortado, es decir próximo al cuarto nudo y se les quitó aproximadamente el 50% de la superficie foliar.

Se estableció que el tiempo transcurrido entre la separación de la estaca de la planta madre y su colocación definitiva en

el enraizador no fuera mayor de dos horas, además se cortaron de mayor tamaño al que tendrían en el enraizador, siendo hasta el momento de la siembra que se redujeron a su tamaño final.

Para el tratamiento de las estacas se utilizaron tres hormonas; dos de origen comercial y una elaborada en los laboratorios de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, además del grupo testigo que no recibió tratamiento alguno.

Las hormonas de origen comercial fueron A y B.

A Rootone (polvo) que según la casa productora es un complejo hormonal formado por los siguientes ingredientes:

Naphthylacetamida.	0,067 %
Ac. 2-Methyl-1-Naphthylacético.	0,033 %
Ac. Indol-3-butírico.	0,057 %
2-Methyl-1-Naphthylacetamida	0,013 %

El resto del material, formado por materias inertes y una pequeña cantidad de fungicidas.

B Ac. Indolacético, el cual es una mezcla de talco y material puro en proporciones de 500 partes de talco por una de ácido.

C Extracto de Orina de Vaca, este se preparó utilizando el método citado en el Manual del Cafetero (9) el cual asegura que en la Orina de Vaca existen sustancias activadoras del crecimiento radicular.

Describimos a continuación el método de obtención del extracto de Orina de Vaca:

1 Se toma un galón de Orina de Vaca clínicamente sana y

- obtenida mediante sondeo a la vejiga urinaria;
- 2 Se evapora la orina a fuego lento, hasta que tome un aspecto de jarabe espeso;
 - 3 El jarabe, bién protegido, se deja enfriar a temperatura ambiente y se le añade luego igual volumen de alcohol al 95%;
 - 4 Se agita bién la solución y se le deja en reposo, durante dos horas;
 - 5 La solución se filtra y después se evapora a fuego lento, hasta que nuevamente toma el aspecto de jarabe y su peso esta casi estabilizado;
 - 6 El material así obtenido se disuelve en alcohol al 50% y en 24 veces su volumen. Esto da origen a un líquido ambar y olor característico.

D Testigo[✓]

Las estacas a las cuales se les aplicó las sustancias en prueba, se les sumergió la base, en estas durante un período de 3 segundos (inmersión rápida). En el caso del extracto de Orina de Vaca, previo a la siembra se les quitó el exceso de líquido por sacudimiento.

En total se compararon cuatro tratamiento; tres hormonales y un testigo. Para su distribución en el enraizador se utilizó el diseño Cuadrado Latino 4x4 y la unidad experimental fue de 10 estacas.

El medio enraizante se humedeció antes de sembrar las estacas y después se dejo funcionando el asperjador durante 72 horas continuas; pasado ese período el asperjador se ponía

en funcionamiento de las 8 am. a las 4 pm.

Las estacas más próximas al asperjador de neblina se colocaron a 10 pulgadas de su base. Los datos que se tomaron fueron:

- 1 Número de estacas enraizadas;
- 2 Largo promedio de las raíces;
- 3 Número de raíces por estaca.

Estos datos fueron luego sometidos al análisis estadístico correspondiente al diseño experimental utilizado.

V R E S U L T A D O S

Los factores bajo estudio fueron:

- A Número de estacas enraizadas;
- B Número promedio de raíces por estacas;
- C Largo promedio de las raíces.

Los datos numéricos fueron agrupados en el cuadro 1.

Los datos referentes al número de estacas enraizadas fueron sometidos a una prueba de X^2 (cuadro 2); los cuales mostraron que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Posteriormente y con el objeto de desglosar estas diferencias se realizaron diferentes tipos de comparaciones entre los tratamientos: Orina de Vaca, Rootone, Acido Indolacético y el Testigo. (cuadro 3).

De dichas comparaciones se pudo establecer un orden de prioridades acerca de los mejores tratamientos y vemos así que Orina de Vaca y Rootone fueron superiores al Acido Indolacético, el cual no mostró diferencias con el Testigo.

Por otra parte el análisis efectuado sobre el número de raíces por estaca no mostró diferencias significativas a niveles del 1% y 5% de probabilidades lo cual indica que ninguno de los tratamientos favorece un aumento en el número de raíces por estaca en comparación con el testigo. (cuadro 4).

Al analizar el largo promedio de las raíces por tratamiento, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre ellos.

Con el objeto de desglosar estas diferencias se efectuaron comparaciones no ortogonales, utilizando la prueba de Duncan; dicha prueba demostró que no existen diferencias entre el uso de Rootone, Orina de Vaca y Testigo.

Sin embargo el tratamiento a base de Rootone resultó superior a los dos últimos.

El Acido Indolacético no propició en ninguna forma la elongación de las raíces. (cuadro 5).

VI D I S C U S I O N

Los datos obtenidos en lo referente al número de estacas enraizadas están acordes a las investigaciones realizadas por Pattabhiraman y Gopalakrishnam (25), con resultados similares 87.6% vs. 90% como máximo porcentaje de enraizamiento (cuadro 2).

También está de acuerdo a investigaciones realizadas en La India (20) tanto en lo referente al tratamiento Orina de Vaca como al Acido Indolacético el cual es reportado como inferior a aquel.

Con referencia a lo afirmado por Van Overbeek (29), en ningún caso se obtuvieron porcentajes de enraizamiento inferiores a 60 lo cual contra dice su máximo de 45% de enraizamiento en estacas obtenidas de plantas madres de 6 años de edad.

Los resultados obtenidos bajo la influencia del Acido Indolacético no fueron tan buenos como los que menciona Fiester (12).

Referente al aumento en el número de raíces por estaca propiciado por las fitohormonas que menciona Fiester; en nuestro caso no se obtuvo ninguno en forma significativa.

Por otra parte Rios (27) informa un alto porcentaje de enraizamiento cuando usó material herbáceo y con tres nudos.

Reaño (26), Rios (27) y Fernie (9) informan sobre la ventaja de podar las hojas de las estacas en un 50% con resultados superiores a las podadas totalmente ó dejadas intactas; nuestro sistema de poda usado fue de 50% ó sea el anteriormente

citado como superior.

Fiester (12) al hacer mención de la literatura revisada para hacer notar los pocos experimentos sistemáticos que se han publicado sobre el enraizamiento de estacas de café, y el hecho de que gran parte de esos trabajos son comparaciones directas sin repeticiones y sin mención de las condiciones ecológicas, por lo que tenemos pocos trabajos para realizar comparaciones. Sin embargo, Fernie (8) hace énfasis en la ecología en dicho enraizamiento, principalmente en la temperatura que recomiendan otros investigadores (20-23°C) y en la situación hídrica como ser una atmósfera saturada.

Estos dos últimos puntos son muy cercanos a la realidad en que se llevó a cabo este ensayo, valdría la pena saber si los investigadores que acusan bajo enraizamiento lo hicieron en diferentes ó similares condiciones, como en el caso de Arroyo (1) con estacas plantadas directamente al campo.

De la prueba de X^2 a que fueron sometidos los datos de porcentaje de enraizamiento se pudo obtener que Rootone y la Orina de Vaca fueron los superiores, sin embargo habrá que tomar en cuenta la elaboración del extracto, lo cual quizá no siempre sea posible obtenerlo conforme la técnica indicada, mientras que el Rootone es una hormona que se encuentra en el comercio ya lista para su uso, por otra parte habría que pensar también en que el extracto de Orina de Vaca es relativamente barato por la cantidad final como resultado de la dilución del jarabe en 24 veces su volumen de alcohol.

También el método de elaboración y su fórmula en el Rootone

están bajo la protección de una patente, lo que no resulta igual con la Orina de Vaca, que puede ser usado libremente.

En el número de raíces por estaca no se obtuvo diferencia en ninguno de los tratamientos, pero en lo que respecta al largo promedio de las raíces fueron Rootone y Orina de Vaca superiores a los otros y aunque no se tomaron datos sobre el tiempo de enraizamiento, lo anterior hacen suponer que estos dos estimuladores harían posible un enraizamiento más rápido, con lo que posiblemente obviaríamos el problema mencionado por Fernie (9) en que el tiempo necesario para enraizar es inversamente proporcional al número de estacas logradas.

VII CONCLUSIONES

De los resultados analíticos del experimento se puede concluir.

- 1 Que si es factible y recomendable el uso de estimuladores para el enraizamiento de estacas de cafe.
- 2 De los tres estimuladores estudiados ninguno superó al testigo en el número promedio de raices por estaca, parece ser esto de orden más bien genético.
- 3 El extracto de Orina de Vaca y Rootone en general fueron superiores a los otros dos tratamientos, según los análisis estadísticos de los datos obtenidos.
- 4 El extracto de Orina de Vaca fue superior al Rootone en el porcentaje de estacas enraizadas pero tomando en cuenta la facilidad y el costo de obtención de cualquiera de ellos podriamos usarlos indistintamente según las circunstancias.
- 5 El extracto de Orina de Vaca fue superior a Rootone en el largo promedio de las raices, sin serlo significativamente superior por lo que tanto como en el punto anterior podría usarse indistintamente cuando se quiera obtener un buen porcentaje de enraizamiento y un largo promedio de raices igualmente buenø.
- 6 Los puntos anteriormente citados tienen relación directa con la metodología empleada en el ensayo y bajo sus condiciones ecológicas, cualquiera variación en estas podría ser que incidiera en los resultados finales.

C U A D R O 1

Largo promedio de raíces (Lr.), Número promedio de raíces por estacas enraizadas (# R.) y número de estacas enraizadas (# E.)

ORINA DE VACA 9.0 # E. 5.8 # R. 3.8" Lr.	AC. INDOLACETI CO. 7.0 # E. 5.5 # R. 2.7" Lr.	ROOTONE 7 # E. 7 # R. 4" Lr.	TESTIGO 4.0 # E. 5.2 # R. 5.0" Lr.
ROOTONE 8 # E. 6 # R. 5" Lr.	TESTIGO 8.0 # E. 5.1 # R. 3.6" Lr.	ORINA DE VACA 9 # E. 6 # R. 4.2" Lr.	AC. INDOLACETI CO. 6.0 # E. 6.5 # R. 4.0" Lr.
TESTIGO 7.0 # E. 4.8 # R. 3.6" Lr.	ROOTONE 9 # E. 6 # R. 5" Lr.	AC. INDOLACETI CO. 8.0 # E. 5.8 # R. 2.0" Lr.	ORINA DE VACA 10.0 # E. 6.5 # R. 5.0" Lr.
AC. INDOLACETI CO. 6.0 # E. 5.7 # R. 4.0" Lr.	ORINA DE VACA 8 # E. 6 # R. 4.8" Lr.	TESTIGO 5 # E. 6 # R. 4" Lr.	ROOTONE 10.0 # E. 5.8 # R. 5.0" Lr.

C U A D R O 2

Número de estacas enraizadas en cada tratamiento.

Tratamiento	Nº de Estacas Por tratamiento	Nº de Estacas Por tratamiento	Porcentaje %
Ext. Orina de Vaca.	40	36	90.0
Rootone.	40	34	85.0
Ac. Indola- cético.	40	27	67.5
Testigo.	40	24	60.0

$$X^2 = 13,088^* \quad P = 0.025.$$

C U A D R O 3

Orina	<u>Vs.</u>	Rootone	<u>Vs.</u>	AIA	<u>Vs.</u>	Testigo	**
Testigo	<u>Vs.</u>	Tratamiento					
Testigo	<u>Vs.</u>	Orina					**
Testigo	<u>Vs.</u>	Rootone					**
Testigo	<u>Vs.</u>	AIA					<u>Ns.</u>
Rootone	<u>Vs.</u>	AIA					**
Orina	<u>Vs.</u>	Hormona					<u>Ns.</u>
Orina	<u>Vs.</u>	Rootone					<u>Ns.</u>

* X^2 = chi cuadrada.

C U A D R O 4

Analisis de variancia efectuado sobre el N^o de raices por es
taca.

FUENTES	G L	S C	C M	F _c	Ft 0.05	Ft 0.01
Hileras	3	0.03	0.01	0.043	4.76	9.74 <u>NS.</u>
Columnas	3	1.04	0.34	1.47	4.76	9.78 <u>NS.</u>
Tratamientos	3	2.02	0.67	2.91	1.76	9.78 <u>NS.</u>
Erros	6	1.43	0.23			
Total	15					

C U A D R O 5

Analisis de variancia efectuado sobre el largo promedio de
raices.

FUENTES	G L	S C	C M	F _c	Ft 0.05	Ft 0.01
Hileras	3	0.89	0.296	1.56	4.76	9.78 <u>NS.</u>
Columnas	3	6.18	2.06	10.8	4.76	9.78 <u>NS.</u>
Tratamientos	3	5.61	1.87	9.84	4.76	9.78 <u>NS.</u>
Error	6	1.13	0.19			
Total	15					

VIII RESUMEN

Con el objeto de determinar el efecto de tres hormonas sobre el enraizamiento de estacas de café (*Coffea arábica* L.) se hizo una prueba con cuatro repeticiones con un testigo.

Este ensayo se llevó a efecto en la ciudad de Jinotega con una duración aproximada de cinco meses.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- A Estacas tratadas con Rootone;
- B Estacas tratadas con Acido Indolacético;
- C Estacas tratadas con extracto de Orina de Vaca; y
- D Estacas no tratadas.

Las estacas se obtuvieron de la zona apical (herbáceas) de ramas con crecimiento ortotrópico, de plantas madres de unos seis años de edad, y se le dejó a cada estaca un total de tres nudos, haciéndoles un corte a bisel, un poco arriba del 4º nudo, se les quitó el 50% del follaje y se colocaron en un enraizador a neblina.

El medio enraizante fue arena de río desde muy gruesa a fina colocadas en capas ascendentes conforme disminuía su diámetro.

El diseño utilizado fue Cuadrado Latino con diez estacas como unidad experimental.

Los datos recabados fueron:

- 1 Número de estacas enraizadas;
- 2 Número promedio de raíces por estaca;
- 3 Largo promedio de las raíces.

Los datos referentes al número de estacas enraizadas fueron sometidos a la prueba de X^2 dando como resultado, diferencia altamente significativa.

Al desglosar esta diferencia por medio de diferentes comparaciones se vió que los tratamientos: Orina de Vaca y Rootone, se comportaron superior a Acido Indolacético el cual a su vez no mostró diferencia con el testigo.

El análisis efectuado sobre el número de raíces, no mostró diferencia significativa en los niveles de 1% y 5% de probabilidades, lo que es indicativo que ninguno de los tratamientos favoreció este aspecto.

Al analizar los datos del largo promedio de las raíces se encontró que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Se efectuaron luego comparaciones no ortogonales, utilizando la prueba de Duncan, lo cual demostró que no existe diferencia significativa entre el uso de Rootone, Orina de Vaca y Testigo.

Sin embargo el uso de Rootone resultó superior a los otros dos.

El Acido Indolacético resultó con un comportamiento inferior a los otros tratamientos.

IX L I T E R A T U R A C I T A D A

- 1 ARROYO B. C. 1950. Siembra vegetativa de café, tratamiento con Hortamone "A", suelo tico. 4 (23); 335-338.
- 2 BANCO CENTRAL DE NICARAGUA 1971. Informe anual.
- 3 CARVALHO, C. A. KRUG E MENDES, J.F.T. 1950. O dimorfismo dos ramos en *Coffea arábica* L. Brasil *Bragantia* 10; 1.4.151-159.
- 4 COFFEE RESEARCH AND EXPERIMENT STATION. 1948. Vegetative propagation Tanganika Territory Lyamungu. Thirteenth Ann. Report. 1946:2.
- 5 COTTINGTON, E. 1949. Propagation of Coffee from cuttings. Coffee Board of Kenya. Monthly Bull. 14 (160) 55.
- 6 CRAMER, P.J.S. 1924. Grafting in coffee culture. Ceylan Tropical Agriculture- 62 (2): 76-86; (3): 147-155; (5): 272-279; (6): 336-347.
- 7 FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1958 Manual del Cafetero. S.N.T.
- 8 FERNIE, L. M. 1940 The rooting of Softwood cuttings of *Coffea arábica*. East African Agricultural Journal 5: 323-329.
- 9 FERNIE, L. M. 1950. Vegetative Propagation. Tanganyka Territorry. Lyamungu. Fifteenth Ann. Report. 1948: 21-31.
- 10 FERNIE, L. M. 1958 Métodos asexuales de propagación del

- Café. Traducción al castellano de "Coffee Tea Industries and Flavor Field. 81-83-90.
- 11 FERWERDA, F. D. 1934. The Vegetative propagation of coffee. Empire Journal of Experimental Agriculture 2 (7): 189-199.
 - 12 FIESTER, D. R. 1951. Revisión de literatura sobre propagación asexual de café por estacas. Turrialba 7 (3): 57-64.
 - 13 GIBBINGS, C. B. 1938. Vegetative propagation. Tanganyika Territory, Lyamungu. Coffee Research and Experiment Station. Ann. Report 1937: 14-15.
 - 14 GILBERT, S. M. 1945. The Coffee Research and Experiment Station, Tanganyika Territory: a Brief Survey of the First ten yearh'work. Empire Journal of Experimental Agriculture 13 (51): 113-124.
 - 15 GUILLET, S. 1935 Observations of Coffee in Kenya. II Vegetative Propagation of Coffee. Empire Journal of Experimental Agriculture 3 (11): 210-214.
 - 16 _____ 1935, Vegetative propagation of coffee. East African Agricultural Journal 1 (1): 76-83.
 - 17 GUISCAFRE - ARRILLAGA, J. 1933 Asexual propagation of Coffee by grafting and budding Methodos and by cutting. Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. Ann. Report 1936-1937: 30-32.
 - 18 _____ 1946. The propagation of Coffee (Coffee arábica L). American Society of Horticultura

- Science. Proceedings 48: 279-290.
- 19 _____ and Gómez, L. A. 1939. Asexual propagation of Coffee. Puerto Rico. Agricultural Experiment Station Ann. Report. 1937-1938-56-57.
- 20 INDIAN COFFEE BOARD, RESEARCH DEPARTMENT 1949. Vegetative propagation. Quarterly Report April-June. Monthly Bull. 13 (7): 98.
- 21 KOPPANYI T. 1967. Colchicina. Gran Enciclopedia del Mundo. Bilbao, España V - 361.
- 22 MAXIMOV, N. A. 1954. Fisiología Vegetal. Versión española del inglés por: Armando Teodoro Hunziker. 5a. ed. México. Compañía Editora Continental S. A. IV (29): 110-114.
- 23 MENDES, J. E. T. 1959 Multiplicação da cafeeiro por estaca com uma folha. Brasil. Bragantia 10: 209-211 (Separata).
- 24 NOSTI, N. I. 1953 Cacao, Café y Té. Madrid. Salvat Editores. 687 pp.
- 25 PATTABHIRAMAN, T. V. AND GOPALKRISHNAN, K. S. 1950 Use of. Urine extract in vegetative propagation of Coffee. Indian Coffee Board Monthly Bull 14 (2): 39-41.
- 26 REAÑO, D. C. 1940 Histological Study and Observations on the effecto of some synthetic growth substances on stem tip cutings of Coffee. Philippine Agriculturist 29 (2): 87-99.
- 27 RIOS, M. G. 1960 Experimentos sobre propagación del café por estacas. División de Investigaciones Inst. Agro-