

D.L.
01
T(734)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE DOS PRODUCTOS HORMONALES EN TRES
DOSIS DIFERENTES CADA UNO EN LA REPRODUCCION
ASEXUAL DE THEOBROMA CACAO L. EN DOS AMBIENTES
DIFERENTES

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

CARLOS VILLEGAS LOPEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Marzo de 1984

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez C.
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL 4o.	Prof. Heber Arana
VOCAL 5o.	Prof. Leonel Gómez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Alvizúrez Palma

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Hugo Tobías
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Víctor Rolando Aragón
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Marco Antonio Nájera Caal
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos M. Salcedo Z.

Los Brillantes, enero 26 de 1984.

Señor Decano de la Facultad
de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a Ud. para hacer de su conocimiento que atendiendo a la designación que ese Decanato me hiciera, he ofrecido la asesoría necesaria al universitario Carlos Villegas López para la elaboración de su tesis de grado.

Dicho trabajo, que el universitario Villegas López someterá a la consideración de la Honorable Junta Directiva de la Facultad como requisito final para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, se titula: "EVALUACION DE DOS PRODUCTOS HORMONALES EN TRES DOSIS DIFERENTES CADA UNO, EN LA REPRODUCCION ASEXUAL DE THEOBROMA CACAO L. EN DOS AMBIENTES DIFERENTES".

Concluida la asesoría requerida, he de informarle finalmente al Señor Decano, que el trabajo presentado califica para merecer la aprobación correspondiente de la Honorable Junta Directiva de la Facultad, y creo que constituye una contribución muy útil al esfuerzo por mejorar la tecnología disponible.

Sin otro particular, reitero al Señor Decano las muestras de toda mi consideración.



Ing. Agr. Luis Alberto Barrera
Colegiado No. 526

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado: "EVALUACION DE DOS PRODUCTOS HORMONALES EN TRES DOSIS DIFERENTES CADA UNO, EN LA REPRODUCCION ASEXUAL DE THEOBROMA CACAO L. EN DOS AMBIENTES DIFERENTES", como requisito previo para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Con el presente trabajo pretendo contribuir a mejorar las condiciones actuales que rigen para el enraizamiento de estacas de cacao, incrementando sus rendimientos en porcentaje de plantas pegadas. Esperando que merezca vuestra aprobación.

Me es grato presentaros las muestras de mi más alta consideración y respeto.

Cordialmente.

Carlos Villegas López.

ACTO QUE DEDICO

A mis padres: Vicente Villegas Mota
Natalia López de Villegas

A mi esposa: Laura del Carmen

A mis hijos: Silvia, Carlos y Luis Alberto

A las familias: Villegas González, García Villegas, Méndez Villegas, Villegas Moreira, Villegas Fresse, Villegas Celada, Villegas C. Carranza, Rodríguez Villegas.

A mis familiares:
Especialmente. Prof. Juan Francisco García (Q.E.P.D.).
Guadalupe Castillo González.

DEDICO ESTA TESIS

- A. Quetzaltenango
- A. La Facultad de Agronomía
- A. Mis compañeros de la Sub-Región I-3, DIGESA.
- A. Estación de fomento "Los Brillantes"

En especial A:

Ing. Agr. Mario Amézquita Navarro
Ing. Agr. Julio A. Trejo Rodríguez
Ing. Agr. Wosvely Méndez
Sr. Mario González.

AGRADECIMIENTO

A MI ASESOR:

Ing. Agr. Luis Alberto Barrera del Cid
por sus sugerencias y recomendaciones que
hicieron posible el presente estudio.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACION

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

I. INTRODUCCION

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

III. JUSTIFICACION

IV. HIPOTESIS

V. OBJETIVOS

VI. REVISION DE LITERATURA

1. Propagación

2. Antecedentes

3. Estimaciones de incremento de plantaciones de cacao y sus proyecciones a cinco años plazo.

4. Extensión cultivada de cacao en la estación de fomento "Los Brillantes", y sus rendimientos.

VII. MATERIALES Y METODOS

1. Ubicación del experimento

2. Propagadores

3. Material de propagación

4. Hormonas de enraizamiento

5. Manejo del experimento

5.1 Preparación del sustrato

5.2 Material de propagación

5.3 Manejo de los enraizadores

5.4 Evolución del experimento

5.5 Datos a tomar

6. Metodología experimental

6.1 Diseño experimental

- 6.2 Unidad experimental
- 6.3 Dimensiones del experimento
- 6.4 Evaluación de tratamientos.

VIII. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

IX. CONCLUSIONES

X. RECOMENDACIONES

XI. BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

Actualmente, en la propagación asexual por estacas de Theobroma cacao L. se obtienen bajos rendimientos en porcentaje de plantas pegadas. A este inconveniente se suma que solamente se ha evaluado el ácido Indol Butírico como único producto estimulador de enraizamiento para este tipo de propagación.

Basado en la necesidad de superar los rendimientos obtenidos hasta la fecha, el presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de los ácidos Indol Butírico e Indol Acético en tres dosis diferentes, referidos a un testigo sin tratamiento con el fin de determinar el tratamiento mas efectivo y eficaz para el enraizamiento de estacas de cacao Theobroma cacao L. de los clones guatemaltecos S.G.U. 69, S.G.U. 72 y el clón Mexicano 15-R.

El experimento se instaló en la estación de fomento "Los Brillantes", Santa Cruz Muluá, Retalhuleu y se utilizó un diseño trifactorial de parcelas subdivididas, arregladas en bloques al azar, donde las parcelas grandes constituyeron los clones las parcelas medianas los ácidos y las parcelas chicas las dosis con un total de siete repeticiones.

Se realizaron los respectivos análisis de varianza y se comprobó que existían diferencias significativas por lo que se procedió a efectuar pruebas de diferencia mínima significativa (D.M.S.).

Hecho el análisis de la discusión de resultados, se concluyó que:

- En las combinaciones del 1 al 12 (clón-ácido-dosis), para la variable número máximo de raíces todos los tratamientos

que tienen la misma letra indicada, tienen el mismo comportamiento a un nivel de significancia del 0.05% por lo tanto, pueden combinarse indistintamente cualquiera de ellos.

- En las combinaciones del 1 al 13 para la variable número de brotes, los tratamientos presentaron igual comportamiento, por lo tanto, se pueden aplicar indistintamente cualquiera de ellos con los mismos resultados.
- Para la variable peso y diámetro de vareta, se comprobó - que las mejores dosis a emplear son las de grado 2 y 3 de cualquier ácido y con el clón mas abundante en la región.
- Para la variable longitud y peso de raíces, en las combinaciones (clón-ácido-dosis); todos los tratamientos que tienen la misma letra indicada, tienen el mismo comportamiento a un nivel de significancia del 0.05%, por lo tanto los tratamientos que provocaron la máxima longitud y peso fueron los numerados del 1 al 6 en orden de importancia y eficacia.
- Para la variable defoliación, en las combinaciones (clón-ácido-dosis), todos los tratamientos resultaron no significativos por lo que se concluyó que cualquier combinación es buena.

Es necesario que se continuen estudios por parte de instituciones idóneas con el objetivo de evaluar los materiales existentes en el jardín clonal de la Estación de Fomento "Los Brillantes", para lograr a corto y mediano plazo resultados que determinen el comportamiento a determinadas características deseables como: resistencia a plagas y enfermedades, producción. Los cuales podrían reproducirse mediante este sistema y fomentarlos a nivel comercial.

INTRODUCCION

La investigación de los problemas de la propagación vegetativa por medio de estacas de Theobroma cacao L. no ha sido simultánea con el gran aumento en producción y demanda del mismo, quedando aún por conocer aspectos que inciden en que no se puedan obtener porcentajes más altos de plantas pegadas. El cacao es un cultivo que tiene mercado favorable para la industrialización y obtención de productos semielaborados: pastas, manteca, cacao, etc. que constituye uno de los objetivos que persigue el agricultor productor, dadas las posibilidades que genera para aumentar el ingreso real.

El obtener un porcentaje mas alto de plantas pegadas y la opción de poder usar otro producto regulador de enraizamiento tal el caso del Acido Indol Acético ha servido de aliciente para la elaboración del presente trabajo de investigación cuyos objetivos son: La evaluación de dos ácidos, Indol Acético e Indol Butírico en 3 dosis diferentes cada uno respectivamente, así como determinar el comportamiento de los clones S.G.U. 69, S.G.U. 72 guatemaltecos y el R-15 mexicano respectivamente de los que a la fecha no se tenía ningún conocimiento científico sobre su propagación.

Los ácidos y sus respectivas dosis están referidos aun testigo sin tratamiento, con el fin de establecer su efectividad para el enraizamiento de estacas de Theobroma cacao L. en dos ambientes diferentes: a) Invernadero tipo tienda de propagación. b) Interperie en una galera rústica para determinar el tratamiento más efectivo para enraizar y más económico para su aplicación.

El presente trabajo de investigación, es el primero que

se realiza científicamente y que lleva implícito el planteamiento de opciones para los agricultores productores de poder usar otro producto enraizador que resulta económico y de fácil adquisición en el mercado nacional.

Este estudio de investigación se realizó en las instalaciones de la Estación de Fomento "Los Brillantes", de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Santa Cruz Mu-luá, Retalhuleu.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA:

En la propagación asexual de estacas de Theobroma cacao L. actualmente se obtienen bajos rendimientos en porcentaje de plantas pegadas, agregándose a este inconveniente que solamente se ha evaluado el ácido Indol Butírico en solución hidroalcohólica de 8 partes por millón con la cual se han obtenido porcentajes de plantas pegadas de 60 a 65% considerándose a la vez como la más adecuada y de uso normal.

El ácido Indol Butírico ha limitado su uso como único producto estimulador de enraizamiento para este tipo de propagación.

Hasta la fecha no se había hecho investigación científica sobre el comportamiento de otro producto que podría igualar o sustituir en efectividad y economía al A.I.B.

III. JUSTIFICACION:

La necesidad de obtener un alto porcentaje de enraizamiento en la propagación asexual de estacas de cacao, conlleva a la investigación y evaluación de productos diferentes a los de uso tradicional para tal fin. Determinar el grado de efectividad de otro producto y la posibilidad de mejorar lo ya establecido a través de la investigación científica, justifica la realización del presente trabajo en el cual se evaluaron dos productos estimulantes del enraizamiento como son Acido Indol Butírico y Acido Indol Acético en tres concentraciones diferentes cada uno (4-8-12- partes por millón respectivamente), referidos a un testigo sin tratamiento.

El mismo proporciona más información acerca del comportamiento de los productos y sus respectivas dosis así como también de los clones que se emplearon para la investigación; a la vez plantea opciones que el productor podrá tomar en cuenta para el establecimiento de futuras plantaciones.

IV. HIPOTESIS:

- 1a. El ácido indol acético será tan eficaz en enraizamiento de estacas de Theobroma cacao L. como el ácido indol butírico.
- 2a. El uso de ácido indol acético será mas eficaz que el ácido indol butírico, en enraizamiento de estacas de - Theobroma cacao L.

V. OBJETIVOS:

Generales:

- 1o. Evaluación de los ácidos Indol Acético e Indol Butírico en tres dosis diferentes referidos a un testigo sin tratamiento con el fin de establecer su efectividad para el enraizamiento de estacas de cacao de los clones guatemaltecos S.G.U. 69, S.G.U. 72 y el clón mexicano 15-R.

Específicos:

- 1o. Determinar el tratamiento más efectivo y eficaz para enraizar estacas de Theobroma cacao L.

VI. REVISION DE LITERATURA:

1. Propagación:

Theobroma cacao L. es susceptible a ser propagado por se milla injerto, estaca y acodo.

Por semilla:

Este sistema es el mas usado, pero a la vez no es el mas recomendado cuando proviene de clones de difícil - identificación, debido a que siempre existe la posibilidad de no poder obtener plantas que sean representativas de las productoras. La propagación por semilla puede realizarse en dos formas: a) directa, en siembras definitivas, b) almácigo o vivero. Ultimamente se ha intensificada, debido al notable comportamiento de los árboles - provenientes de cruzamientos simples entre clones seleccionados de otros países y los clones nacionales los cuales - han demostrado un alto grado de vigor híbrido en su descendencia.

Por injerto:

Para este tipo de propagación, el injerto de parche es el mas recomendado y consiste en hacer una herida en forma de U invertida en la planta que sirve de patrón y que tenga un diámetro de 1.5 a 2 centímetros, igual diámetro y consistencia para el portayemas, teniendo cuidado de hacer la herida bajo la cicatriz dejada por los co tiledones, para evitar crecimiento de chupones o ramas en la parte baja.

Por este sistema de propagación, mas o menos a los catorce meses las plantas están listas para la siembra a campo definitivo.

Por estaca:

Para este tipo de propagación, se usan yemas de los últimos dos crecimientos que tengan de 4 a 5 hojas las que deberán cortarse por la mitad, provenientes de árboles bien sombreados; en el extremo inferior de la estaca deberá aplicarse un regulador de enraizamiento para luego ser colocadas en las bolsas que están listas en los propagadores; en estos permanecerán 30 días bajo un ambiente saturado con un 90 - 95% de humedad, después de este período pasarán a otro de 8 a 10 días el cual se denomina de aclimatación para pasar luego a un período final en un ambiente sombreado en un 50% denominado de endurecimiento.

Por medio de este sistema de propagación, los árboles que se obtienen, producen antes que los provenientes de los otros sistemas de propagación, además no necesitan deshije, con facilidad pueden sustituirse ramas viejas por ramas nuevas, porque provienen del mismo material, se selecciona material que presenta resistencia a enfermedades y en cualquier plantación sembrada con este sistema, se conocen los progenitores.

Por acodo:

Este tipo de propagación no es muy recomendado en la propagación de cacao, para fines comerciales. (11)

2. Antecedentes:

La principal función descubierta de las auxinas fué que estimulaban la división celular, la estimulación de la iniciación de las raíces que fué la primera aplicación - práctica de los reguladores de crecimiento. Las raíces que surgen después de la aplicación de los reguladores de crecimiento vegetal son de origen similar a las producidas normalmente.

El buen enraizamiento dependé de la presencia en las estacas de cierto número de cofactores que en combinación con las auxinas permiten que las estacas echen raíces.
(2)

El objetivo de tratar las estacas con reguladores de crecimiento es incrementar el "Prendimiento" es decir el porcentaje de estacas que crecen vigorosamente en el vivero; los efectos favorables de este tratamiento son:

- a. Estimulación de la iniciación de las raíces
- b. Incremento del porcentaje de estacas que forman raíces.
- c. La aceleración del tiempo de enraizamiento (13).

En 1880, por primera vez, se sugirió la existencia en las plantas de sustancias migratorias de crecimiento; en 1910 y nuevamente en 1928, se comprobó la existencia de esas sustancias mediante diferentes experimentos. (1).

Desde 1928, se han efectuado numerosas y diferentes investigaciones de importancia fundamental. Se aislaron auxinas de órganos de crecimiento, como las semillas ger

minantes, plántulas y vástagos en desarrollo; se han encontrado también en forma inactiva o combinada en las semillas en reposo y en granos de pólen. El ácido indol acético extensamente distribuido en las plantas, tiene carácter de auxina y se produce sintéticamente. (1).

Además de las auxinas naturales, un gran número de compuestos orgánicos poseen acción similar de regulación de crecimiento. En 1935, el descubrimiento del efecto-estimulante de las hormonas sobre el enraizamiento de estacas, hizo posible la elaboración de nuevas técnicas de propagación. Se observó entonces que el ácido indol acético obtenido de fuentes orgánicas y después hallado en las plantas como producto fisiológico, estimula el crecimiento de las raíces cuando es aplicado a la extremidad basal de un esqueje. Posteriormente fueron encontrados numerosos compuestos químicos que estimulaban la producción de raíces. Los ácidos mas conocidos el Indol Butírico y el Indol Acético. (11)

Las sustancias promotoras de crecimiento son utilizadas diluidas o mas generalmente en polvo mezclado con algún vehículo inerte tal como se empleó en el presente trabajo. Antes de sembrarlo, se impregna su extremo inferior con la hormona. Las estacas tratadas de esta manera, producen mayor número de raíces y con mayor rapidez que las estacas no tratadas. (4)

Para la formación de raíces en las estacas es necesaria la auxina; ésta se mueve hacia abajo desde el ápice del brote. Aplicando a la base de la estaca una cantidad complementaria de auxina o de algún compuesto sintético, análogo a la auxina, como el ácido indol butírico o el ácido indol acético, o alguno de los muchos compues-

tos similares que se han sintetizado, se suele incrementar la formación de raíces en las estacas de aquellas especies que arraigan con dificultad. En algunas especies este tratamiento produjo un buen enraizamiento, mientras que las estacas no tratadas no formaban raíces. (1).

Las sustancias sintéticas pueden disolverse en alcohol y mezclarse esta solución con talco corriente, dejando secar la mezcla para que se forme un polvo, en el que se introducen las bases de las estacas, antes de plantarlas, o bien, pueden mantenerse las bases de las estacas durante las 24 horas del día introducidas en una solución débil del compuesto hormonal, antes de la plantación. (6).

Los reguladores aplicados a la base de la estaca, aceleran la formación de raíces. El ácido indol butírico, fué el más eficaz, pero la misma cantidad de una mezcla de ácido indol butírico y ácido naftalenacético, en proporciones iguales fue más eficaz que cualquier regulador empleado solo.

Una inmersión rápida de la base de las estacas en una solución concentrada (8 a 10 miligramos), de la mezcla por milímetro de alcohol al 50%, fue tan eficaz, como mojar las bases en soluciones débiles de la misma mezcla (70 miligramos por litro durante 24 horas). (12)

Los factores que favorecen el enraizamiento son: temperatura, humedad, oxígeno, luz y edad del material vegetativo, los tres primeros afectan la división celular por otra parte la falta de luz, estimula la formación de raíces y los materiales vegetativos jóvenes desarrollan brotes fácilmente. (Edmund et al, 1957).

Las plantas que crecen en un ambiente donde la temperatura, humedad y luminosidad son adecuadas, tienen una relación alta de carbohidratos a nitrógeno y consecuentemente pueden formar raíces más fácilmente que esos donde la proporción es baja. (8).

Análisis químicos han demostrado que el contenido de nitrógeno aumenta de la base a las puntas, pero los carbohidratos disminuyen en la misma dirección, de tal manera que las partes basales que tienen un contenido alto de carbohidratos y bajo en nitrógeno, enraízan más fácilmente. (Tukey y Green, 1934). (7)

En los últimos años se han observado vastos aumentos en el rendimiento del cultivo del cacao, e indudablemente el buen éxito alcanzado con los métodos de propagación vegetativa. (3)

Es posible multiplicar por medios vegetativos tipos de cacao de alto rendimiento y resistencia a enfermedades y cultivarlos satisfactoriamente bajo condiciones de campo y con un amplio rango de climas y suelos. En parcelas experimentales se han observado que estacas de clones seleccionados, a menudo sobrepasan considerablemente la producción comparadas con plantas de semilla de los mismos progenitores. (3)

Propagando y sembrando estacas enraizadas de clones seleccionados por su alta capacidad productiva, el rendimiento de cacao debe ser mucho mejor que el de una plantación hecha al azar con plantas provenientes de semillas cuyos progenitores se desconocen. (4).

3. ESTIMACIONES DE INCREMENTO DE PLANTACIONES DE CACAO Y SU PROYECCION A CINCO AÑOS PLAZO:

El cacao además de ser un cultivo netamente tropical, a corto plazo se puede adaptar fácilmente en plantaciones ya establecidas de café, aprovechando la sombra, sin modificar ni hacer grandes inversiones, sustituyéndose los cafetales por nuevas plantaciones de cacao, especialmente en zonas marginales.

Los datos obtenidos actualmente de producción de cacao seco oscila entre 4 a 8 quintales por manzana en plantaciones intercaladas, con un promedio de 6 quintales en plantaciones establecidas únicamente con cacao, la producción a nivel nacional oscila entre los 11 a 18 quintales por manzana, con un promedio general de 15 quintales.

Actualmente el proyecto de cacao de la Estación de Fomento "Los Brillantes", atiende y asesora un promedio de 168 fincas, controlando en un 60-80% de la producción nacional, la mayoría de estas fincas se encuentran en la zona del pacífico, Alta Verapaz e Izabal, con una cantidad de 823,823 plantas, de las cuales la Estación de Fomento "Los Brillantes", ha aportado 451,243 plantas que equivalen al 54.77%, y 372,580 de las propias fincas que equivalen al 45.23% de la totalidad sembrada respectivamente; dicho material cubre una extensión de 40 caballerías, 50 manzanas. (2,610 Mz.), o sea 1,818 Has. desde 1957 hasta 1958 con una producción estimada de 28,500 quintales de cacao seco equivalente a 1.295,454 kilogramos. El promedio de producción de 10.8 quintales de cacao seco/Mz. en fincas grandes.

La superficie potencial para promover la producción de cacao en Guatemala es de aproximadamente, 36,750 Has. correspondiendo 6,875 Has. a la zona Sur Occidental y 30,675 Has. a la zona norte. (*)

Las estimaciones de incremento de plantaciones de cacao son bastante buenas por el interés que tienen los agricultores por el fomento de este cultivo, fácilmente puede llegar de un 300 a 400% más que el área sembrada actualmente, puesto que unas 15 fincas cuentan con sus propios almácigos para el establecimiento de nuevas plantaciones para cubrir de 8 a 10 caballerías en total.

Lo anterior permite pensar que el cultivo del cacao se perfila como uno de los mas prometedores tanto en la costa Sur como en el Occidente, el Norte y el Atlántico del país, donde se cuenta con extensiones suficientes para el cultivo.

* Informes cacao, Costos-Producción-Variedades. Guatemala, DIGESA, 1979. 10 p. (inérito).

4. EXTENSION CULTIVADA DE CACAO EN LA ESTACION DE FOMENTO "LOS BRILLANTES" Y SUS RESPECTIVOS RENDIMIENTOS.

El área cultivada en plantación experimental es de 40 Has. iniciadas en el año 1960, de las cuales 30 Has. están en plena producción, con un rendimiento aproximado de 450 a 500 quintales; este promedio se obtiene de unos doce ensayos donde se tienen a prueba clones comerciales introducidos de México identificados con las letras (R y P), fincas Rioja y Providencia, Costa Rica con 12 clones identificados con las siglas U.F.C.O. (United Fruits Co.), Trinitarios, (6), reconocidos con las siglas I. C.S. (Imperial College Selection).

Los rendimientos que se han obtenido en dichas plantaciones, cuentan con una producción de 87 libras de cacao seco por cuerda de 25×25 Vrs², 13.95 quintales de cacao seco por Mz. y 19.88 quintales de cacao seco por Ha. (11)

Con el tipo de plantas propagadas vegetativamente, - se logran plantas más precoces que empiezan a ensayar - producción a los tres años de edad, a los cinco se logran producciones comerciales que van desde 8 a 18 quintales de cacao seco/mz.

El cacao es un cultivo que aunque no extensamente cultivado, constituye una fuente apreciable de divisas, ya que su demanda en países especializados en industria es considerable y los precios son estímulo para la superación y producción de cacao de calidad.

Un estudio realizado recientemente al azar en cinco

fincas de la costa Sur Occidental del país, proporcionó los siguientes resultados de rendimiento en quintales de cacao seco por cuerda, manzana, hectárea. (4)

	Cda.	Mz.	Ha.
Rendimiento/finca	Libras	Quintales	Quintales
1. San Francisco	111	17.76	25.53
2. La Libertad	90	14.40	20.70
3. Los Brillantes	75	12.00	17.25
4. San Agustín	67	10.72	15.41
5. La Trinidad	35.5	6.5	8.62

Los rendimientos descritos corresponden en su orden a fincas localizadas en:

1. San Antonio Suchitepéquez
2. Colomba, Quetzaltenango
3. Santa Cruz Muluá Retalhuleu
4. San Antonio Suchitepéquez
5. San José el Idolo Suchitepéquez.

VII. MATERIALES Y METODOS:

1. Ubicación del experimento:

El experimento se instaló en la estación de fomento "Los Brillantes", de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Santa Cruz Muluá Retalhuleu.

Coordenadas Geográficas:

Longitud	91°38'
Latitud	14°34'
Altitud S.N.M.	345 metros
Temperatura máxima	33° C
Temperatura mínima	20° C
Clima	Cálido, tropical húmedo (Holdridge) (9)
Vientos	10 Km/hora con dirección dominante NNE/SSW
Horas Luz	9.6

Suelos:

Desde el punto de vista de su origen: poco profundos en terrenos inclinados, bien drenados de origen volcánico CLASE SAMAYAC.

Clase Agrológica:

Bajo el punto de vista de su vocación agrícola: CLASE I. con 0.05%, suelo drenado franco arcilloso, de color negro con buena cantidad de potasio y nutrientes.

Uso Potencial:

De acuerdo a su estructura y textura: Suelos propicios para cultivos tropicales como: cacao, café, mango, hule, cítricos, jocote marañón, musaceas, piña, palma africana, etc. (8)

USO ACTUAL:

Por orden de prioridad: hule, cacao, cítricos, mango, jocote marañón, papaya, piña, otros.

Hidrología:

Precipitación anual	3,927.8 mm.
Humedad R. máxima	70.5 %
Humedad R. mínima	36.5 %

Ríos y fuentes de agua:

Río Muluá

- " Del campo santo
- " Moja huevos
- " Ajashá
- " Cuache
- " Ixcoy
- " Guacalol
- " Maricón

Tenencia de la tierra:

Cuenta con una extensión de 10 caballerías y 54 manzanas distribuidas en la siguiente forma:

<u>PROYECTO</u>	<u>MANZANAS</u>
Hule	369.39
Cacao	188.24
Construcciones	59.73
Frutas Tropicales	22.95

La estación está comunicada por una carretera de terracería transitable en toda época del año con una longitud aproximada de 2 km. la que entronca con la carretera asfaltada que conduce a las cabeceras departamentales de Retalhuleu y Mazatenango.

Clima:

Se caracteriza por tener dos estaciones bien definidas, muy seca de noviembre — abril y muy húmeda mayo-octubre.

2. PROPAGADORES:

2.1. Propagador tipo tienda:

Invernadero construido de madera y polietileno; con área de 5.80 mts². y capacidad para 200 bolsas de 8 pulgadas de diámetro; sus dimensiones: 1.58 mts.

de ancho por 3.67 mts. de largo por 0.96 mts. de alto.

El sistema de riego en el propagador es a base de neblineras (3 en cada propagador), las que están reguladas por medio de una bomba eléctrica, lo que permite el control del riego y la cantidad necesaria que distribuye cada neblinera que es de 1600 cc. cada una.

La humedad relativa se mantiene constante entre 90 y 98% durante el período de enraizamiento; la temperatura promedio se mantiene en 40 grados Centígrados la que se controla con un termómetro.

Intemperie:

Galera rústica de madera con techo de lámina de zinc intercalada con lámina de plástico transparente que permite controlar la sombra hasta en un 75% durante todo el tiempo.

El área a ocupar fué de 5.80 mts². para cada clón. El riego se controló por medio de una bomba de mochila de 4 galones aplicando la misma cantidad de agua que distribuyen las tres neblineras en la tienda de propagación (1,600 c.c. por neblinera y 4,800 cc. en total), para cada riego.

Temperatura promedio diaria	26 grados Centígrados
Humedad Relativa	53.5 %

3. MATERIAL DE PROPAGACION:

Clones o cultivares:

El término de clón, se le ha denominado a la obtención de plantas propagadas vegetativamente; con la finalidad de conservar las características de los progenitores tales como: precocidad, alta producción y resistencia a plagas y enfermedades.

El cacao es una planta que manifiesta variabilidad cuando se propaga por semilla clonal, por lo tanto está comprobado que por este sistema no es transmisora de características deseables; exceptuando los híbridos, por tal motivo es más exitosa cuando se hace vegetativamente.

El material seleccionado para el experimento fué obtenido del tipo de rama ortotrópica proveniente de árboles bien sombreados presentando uniformidad en cantidad de yemas, largo, peso y grosor.

Para preparar las estacas, se descartó la yema terminal de un brote y se cortó el tallo por encima de cada hoja, de modo que el brote se divide en estacas, cada hoja y sus yemas y con trozo de tallo por debajo de casi la longitud de un entrenudo.

La longitud de las estacas con yemas brotadas fué de 25 cm. a las que se les quitó las hojas basales dejando 5, cortadas por la mitad para reducir la pérdida de agua.

Características del material seleccionado:

Provenientes de los clones guatemaltecos S.G.U. 69, -

SGU. 72, el primero de tipo angoleta (lagarto), el segundo de tipo amelonado, con rendimiento aproximado por árbol de 125 mazorcas (pochas), en producción; con abundante rama terminal del tipo ortotrópico semileñosa e ideal para propagación vegetativa. Ambos clones están considerados como de rendimiento promedio entre otros tipos.

El clón mexicano 15-R, de tipo angoleta, con rendimiento promedio de 125 mazorcas por cosecha y similares características que los dos clones guatemaltecos.

El tipo amelonado necesita un promedio de 900 a 1,000 mazorcas para hacer un quintal de cacao seco, el tipo angoleta necesita un promedio de 1,000 a 1,200 mazorcas para hacer un quintal de cacao seco.

Todo el material seleccionado es resistente a Phytophthora Palmivora; la distribución que se tiene de ellos a nivel nacional es bastante aceptable por la mayoría de los agricultores que tienen interés en el fomento del cultivo. La estación de fomento "Los Brillantes", ha enviado material con estas características deseables a la Franja Transversal del Norte, para el establecimiento de jardines de multiplicación.

Otras consideraciones sobre el material de propagación:

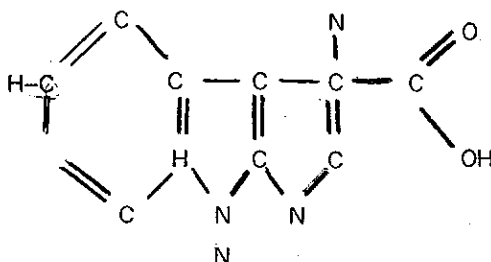
Suficiente área foliar, intensidad adecuada de luz, - temperatura constante del aire 20 y 27°C; atmósfera saturada de humedad, un medio enraizante apropiado, ausencia de plagas y enfermedades, hormonas de crecimiento, disponibilidad de agua, material para enraizar y condición de la yema apical.

Dependiendo del material disponible, las estacas para enraizar pueden tener de una a seis y más hojas, con tallos desde 2 a 20 centímetros o más de longitud. Deben proceder de jardines clonales con árboles bien sombreados o de brotes autosombrados, deben de ser del 2o. ó 3er, crecimiento de la rama, con hojas completas, sanas, color verde normal, de ramas jóvenes, corteza de color pardo del lado del haz, mientras el lado del envés debe ser verde.

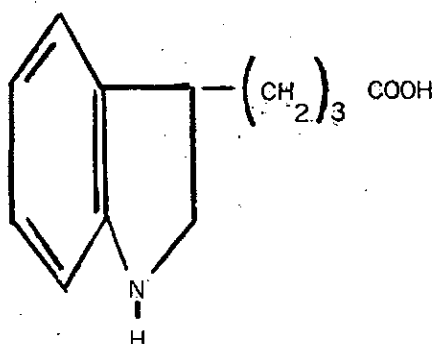
4. DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO:

Las hormonas de enraizamiento que se emplearon son dos: Acido Indol Acético e Indol Butírico, ambos en tres dosis diferentes (4, 8, 12 partes por millón respectivamente).

Estructura química del ácido indol acético:



Estructura química del ácido indol butírico:



5. MANEJO DEL EXPERIMENTO:

El experimento en ambos ambientes fue tratado idénticamente.

5.1. Preparación del sustrato:

Se llenaron bolsas de polietileno negro especiales para propagación con tierra preparada convenientemente para ser colocadas en las tinas de propagación y en la galera rústica de acuerdo con el diseño establecido.

5.2. Del material de propagación:

Material apical de ramas ortotrópicas obtenido de los clones S.G.U. 69, S.G.U. 72 y del clon mexicano 15-R, que reunieron características de uniformidad en cantidad de hojas, yemas, largo, peso, grosor, apropiado sano y vigoroso; este material fué

preparado en un ambiente mojado antes de ser plan
tado..

5.3. Manejo de los enraizadores:

Acido Indol Acético y Acido Indol Butírico ambos en concentraciones de 4-8-12 partes por millón res
pectivamente (producto en polvo).

La hormona se aplicó en la parte inferior de la es
taca para luego ser plantadas en las bolsas pre
viamente preparadas.

5.4. Evolución del experimento:

Las estacas plantadas permanecieron en un ambiente saturado de humedad 80-90%, durante 30 días, con riego controlado mediante el sistema de neblineras durante 15 días en forma continua de las 6 am. a las 6 pm. 2 minutos cada dos horas con un promedio de 1800 cc. de agua por tienda de propaga
ción.

La frecuencia de riego cambió a partir del décimo
sexto día con riego de cada 3 horas durante 2 minutos, en el período de las 6 am. a las 6 pm. durante 15 días, tiempo necesario para terminar la pr
imera etapa llamada de Enraizamiento.

A partir del día 30 la frecuencia de riego se redu
jo a 2 durante el período de las 6 am. a las 6 pm. durante 8 días, este período es llamado ac
limatación; este se realiza con el propósito de evitar cam
bios bruscos de ambiente y con ello lograr un por
centaje mayor de plantas vivas.

Al finalizar el período de aclimatación, el riego se suspende y todo el material pasa a un tercer período llamado de Endurecimiento, el cual tarda 50 días y consiste en sacar todo el material de los propagadores a un patio donde se controla la sombra hasta un 50% el material permanece en este lugar hasta completar 3 meses, que es el tiempo necesario para que las plantas alcancen una altura de 1 a 1.5 pies de altura para ser sembradas en el campo definitivo.

El ambiente húmedo de la intemperie se controló con una bomba de mochila, con la misma cantidad de agua y la misma frecuencia que en los propagadores.

En ambos ambientes la temperatura y la humedad relativa, se controlaron los registros con termómetros para iguales parámetros.

5.5. DATOS A TOMAR:

Qué Medir:

- Peso de las varetas al momento de la siembra y al finalizar el experimento.
- Longitud y diámetro de las varetas antes y después del experimento.
- Defoliación por vareta.
- Número de brotes por vareta.
- Largo, peso y número de raíces.
- Pérdidas.
- % de enraizamiento.

En qué tiempo:

1a. Lectura al momento de la siembra:

- peso de las varetas al momento de la siembra
- Longitud y diámetro de las varetas.

2a. Lectura: a 15 días de la siembra:

- Defoliación
- Emergencia de brotes
- Pérdidas

3a. Lectura a 30 días de la siembra

4a. Lectura a 45 días de la siembra

5a. Lectura a 60 días de la siembra

6a. Lectura a 75 días de la siembra

- Defoliación
- Emergencia de brotes
- Pérdidas
- Peso y diámetro de vareta
- Largo y peso de raíces

En cada una de las lecturas, se analizó una unidad de cada tratamiento y de cada dosis por clón.

7a. Lectura y final a 90 días de la siembra

- No. de raíces
- No. de brotes
- Peso de vareta
- Peso raíces
- Longitud de raíces
- Diámetro de vareta
- Defoliación
- % de enraizamiento.

6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL;

6.1. Diseño de Parcelas subdivididas:

El diseño y sus características:

1. Posee tres factores, es trifactorial, pero su montaje varía a un experimento trifactorial común en los aspectos siguientes: hay tantas parcelas principales como niveles de un factor existen, y este factor es el más difícil de aplicar en el campo en forma segmentada. Cada una de estas parcelas que se conocen como parcelas principales se dividen tantas veces como niveles, - posea el segundo factor, siendo estas divisiones conocidas como parcelas medias, a cada parcela media se le subdivide en parcelas pequeñas, correspondiéndole a cada subparcela un nivel del tercer factor que es el más fácil de aplicar en el campo.
2. El número de unidades experimentales es el resultado de la multiplicación de los niveles de los tres factores y esto multiplicado a su vez por el número de repeticiones que se tengan en cada parcela principal de bloque.
3. Se evalúan en el análisis de varianza el efecto de los tres factores aisladamente (efectos principales), la interacción existe en la combinación de dos factores (interacciones de segundo orden) y el efecto causado por la combinación de los tres factores actuando simultáneamente (interacción del tercer orden).

4. Este tipo de diseño experimental pierde precisión en la evaluación de las parcelas principales, pero se incrementa en la parcela media y siendo máxima la precisión en la parcela pequeña, razón por la cual el error experimental no es común a los tres factores y sus combinaciones, siendo éste el motivo del cálculo de tres errores experimentales conocidos como: - Error (a), Error (b) y Error (c) respectivamente para las parcelas grandes, medianas y pequeñas.

6.2. Unidad experimental:

El número de unidades experimentales son el resultado del producto de los niveles de los tres factores y éste multiplicado a su vez por el número de repeticiones de cada parcela principal de bloques.

6.3. Dimensiones del experimento:

El área unitaria experimental fue de 104.40 mts^2 ; 6 parcelas grandes de 17.40 mts^2 c/u, con calles entre parcelas de 60 cm.

6.4. Tratamientos:

Dos ácidos y 4 dosis cada uno respectivamente.

6.5. Evaluación de tratamientos:

Para la evaluación se tomó en cuenta la efectividad

que tuvo cada uno de los tratamientos para cada va
riable a evaluar.

- a. Longitud de raíces
- b. Número de raíces
- c. Peso de raíces
- d. Diámetro de vareta
- e. Peso de vareta
- f. Número de brotes
- g. Defoliación.

Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = M + B_l + C_j + E(a)_{ij} + A_k + CA_{jk} + E(b)_{ijk} + B_l + BC_{jl} + BA_{kl} + CAB_{jkl} + E(c)_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valor de la variable respuesta para la $ijkl$ -ésima unidad experimental.

M = Valor y efecto de la media general.

B_l = Efecto del l -ésimo bloque.

C_j = Efecto del j -ésimo clon.

$E(a)_{ij}$ = Efecto del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

A_k = Efecto del k -ésimo ácido.

CA_{jk} = Efecto de la combinación del j -ésimo clon con el k -ésimo ácido.

$E(b)_{ijk}$ = Efecto del error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

B_l = Efecto de la l -ésima dosis de ácido.

BC_{jl} = Efecto de la combinación del j -ésimo clon con la l -ésima dosis del ácido.

BA_{kl} = Efecto de la combinación del k-ésimo ácido con la l-ésima dosis de ácido.

CAB_{jkl} = Efecto del j-ésimo clon combinado con el k-ésimo ácido y con la l-ésima dosis de ácido.

$E(c)_{ijkl}$ = Efecto del error experimental asociado a la ijkl-ésima unidad experimental.

Teniendo cada subíndice los siguientes valores:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ controla las repeticiones o bloques.

$j = 1, 2, 3,$ controla los clones.

$k = 1, 2$ controla los ácidos.

$l = 0, 1, 2, 3$ controla las dosis de ácido.

Análisis de varianza

De acuerdo al modelo estadístico el formulario para la suma de cuadrados es:

$i = 1, 2 \dots r$ (bloques)

$j = 1, 2 \dots c$ (clones)

$k = 1, 2 \dots a$ (ácidos)

$l = 1, 2 \dots b$ (dosis)

$$\text{FC} \dots\dots\dots \frac{(Y\dots)^2}{rcab}$$

$$\text{SC bloques} \dots\dots\dots \frac{\sum_{i=1}^r (Y_i\dots)^2}{cab} \quad \text{— FC}$$

$$\text{SC clones} \dots\dots\dots \frac{\sum_{j=1}^c (Y_{.j\dots})^2}{rab} \quad \text{— FC}$$

$$\text{SC error (a)} \dots\dots\dots \text{SC subtotal (a) — SC clones — SC bloques.}$$

$$\text{SC subtotal (a)} \dots\dots\dots \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (Y_{ij\dots})^2}{ab} \quad \text{— FC}$$

$$\text{SC ácido} \dots\dots\dots \frac{\sum_{k=1}^a (Y\dots k.)^2}{rcb} \quad \text{— FC}$$

$$\text{SC clon, ácido} \dots\dots\dots \frac{\sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^a (Y_{.jk\dots})^2}{rb} \quad \text{— FC — SC clon — SC ácido}$$

$$\text{SC error (b)} \dots\dots\dots \text{SC subtotal (b) — SC subtotal (a) — SC ácido — SC clon, ácido}$$

$$\text{SC subtotal (b)} \dots\dots\dots \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^a (Y_{ijk\dots})^2}{b} \quad \text{— FC}$$

$$\text{SC dosis} \dots\dots\dots \frac{\sum_{L=1}^a (Y_{..l})^2}{rca} \quad \text{FC}$$

$$\text{SC dosis, clon} \dots\dots\dots \frac{\sum_{J=1}^c \sum_{L=1}^b (Y_{.jl})^2}{ra} \quad \text{FC - SC dosis - clon}$$

$$\text{SC dosis, ácido} \dots\dots\dots \frac{\sum_{K=1}^a \sum_{L=1}^b (Y_{..kl})^2}{rc} \quad \text{FC - SC dosis - SC ácido}$$

$$\text{SC dosis, ácido, clon} \dots\dots\dots \frac{\sum_{J=1}^c \sum_{K=1}^a \sum_{L=1}^b (Y_{.jkl})^2}{r} \quad \begin{array}{l} \text{FC - SC dosis - SC ácido} \\ \text{do - SC clon} \\ \text{- SC dosis,} \\ \text{clon - SC ácido, clon} \end{array}$$

$$\text{SC error (c)} \dots\dots\dots \text{SC total} - \text{SC subtotal (b)} - \text{SC dosis} - \text{SC dosis, clon} - \text{SC dosis, ácido} - \text{SC dosis, ácido, clon}$$

$$\text{SC total} \dots\dots\dots \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{J=1}^c \sum_{K=1}^a \sum_{L=1}^b (Y_{ijkl})^2}{1} \quad \text{FC}$$

LA TABLA DEL ANALISIS DE VARIANZA ES LA SIGUIENTE:

Fuentes de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	Fc	Ft
bloques	$r-1$	fórmula	SC/GL	CM/CM _a	Tablas
clones	$c-1$	"	"	"	"
error (a)	$(r-1)(c-1)$	"	"		
Subtotal (a)	$rc-1$	"			
ácido	$a-1$	"	SC/GL	CM/CM _b	Tablas
ácido, clón	$(c-1)(a-1)$	"	"	"	"
error (b)	$(r-1)(a-1)c$	"	"		
Subtotal (b)	$rac-1$	"			
dosis	$b-1$	"	SC/GL	CM/CM _c	Tablas
dosis, clón	$(b-1)(c-1)$	"	"	"	"
dosis, ácido	$(b-1)(a-1)$	"	"	"	"
clón, ácido, dosis	$(b-1)(a-1)(c-1)$	"	"	"	"
error (c)	$(r-1)(c-1)ab$	"	"	"	"
total	$rabc-1$	"			

Las abreviaturas utilizadas en este cuadro significan:

r = número de bloques o repeticiones

c = número de clones

a = número de ácidos

b = número de dosis

SC = suma de cuadrados.

GL = grados de libertad.

CM = cuadrado medio.

CM_a = cuadrado medio del error (a).

CM_b = cuadrado medio del error (b).

CM_c = cuadrado medio del error (c).

F_c = valor de F calculado.

F_t = valor de F tabular, comúnmente usado a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01

Las hipótesis que se analizan son:

1.- Para bloques: H₀ = todos los bloques son iguales.

H_a = por lo menos un bloque es diferente.

Esta se plantea con el propósito de establecer si el bloqueo realmente era necesario. Se desea que resulte significativa la prueba de F, ya que así se rechaza H₀ indicando que cuando menos un bloque es diferente a los demás, con esto confirmamos que el montaje en bloques al azar era el adecuado.

- 2.- Para clones: H_0 = todos los clones son iguales.
 H_a = por lo menos un clon es diferente.

Para la evaluación del efecto exclusivo de cada clon, conocido como efecto principal.

- 3.- Para ácidos: H_0 = todos los ácidos son iguales.
 H_a = al menos un ácido es diferente.

Evalúa el efecto principal de los ácidos empleados.

- 4.- Para las dosis: H_0 = todas las dosis son iguales.
 H_a = al menos una dosis es diferente.

- 5.- Para las combinaciones de dos factores, o sea las interacciones de segundo orden:

H_0 = no existe interacción, por lo que los dos tratamientos actúan independientemente.

H_a = Si existe interacción, entonces los dos tratamientos evaluados poseen dependencia entre sí.

- 6.- Para la combinación de los tres factores evaluados, o sea la interacción de tercer orden:

H_0 = no existe dependencia entre los tres factores evaluados.

H_a = hay dependencia entre los tres factores.

El orden de evaluación es el siguiente:

- 1.- Establecer si es o no significativa la interacción de tercer orden, ya que es ella la que incluye los cambios de los tres factores y sus efectos en conjunto sobre la variable respuesta.
- 2.- Establecer si hay o no significancia entre las interacciones de segundo orden, donde se establecen los cambios de un factor y su influencia en un segundo.
- 3.- Establecer si existe o no significancia entre los efectos principales para definir si los diferentes niveles de cada factor son diferentes en sus resultados.
- 4.- Establecer si hubo o no significancia entre los bloques para definir si hubo diferencias entre los bloques.

Prueba de medias

Estas se realizan para el caso en que se tengan significativas las interacciones o los efectos principales. Su objetivo es establecer cual nivel o combinación de niveles es el que ha provocado la significancia de la prueba de F. Para esto se tiene que hacer las siguientes consideraciones:

Si es la triple interacción la que es significativa es a las medias de los resultados de los tres factores actuando simultáneamente. Su fórmula es:

$$\bar{Y}_{.jkl} = \frac{Y_{.jkl}}{r}$$

Si el resultado de la triple interacción resulta no significativo (NS) se estudian las interacciones de segundo orden, ya que al menos un factor está actuando independientemente y eso provocó la no significancia de la triple interacción. Para las interacciones de segundo orden se evalúa solamente el efecto simultáneo de dos factores, por lo que se tienen tres interacciones de este tipo. Según salgan significativas el cálculo de sus medias es:

$$\text{Para clon, ácido} \quad \bar{Y}_{.jk.} = \frac{Y_{.jk.}}{rb}$$

$$\text{para clon, dosis} \quad \bar{Y}_{.j.l} = \frac{Y_{.j.l}}{ra}$$

$$\text{para ácido, dosis} \quad \bar{Y}_{..kl} = \frac{Y_{..kl}}{rc}$$

Si ninguna interacción hubiera salido significativa entonces ninguno de los factores estudiados tiene dependencia con alguno de los otros, y estos actúan independientemente. Si los efectos principales resultan significativos indica que los niveles de cada factor actúan estadísticamente en forma diferente. El cálculo de sus medias es el siguiente:

$$\text{para clones} \quad \bar{Y}_{.j..} = \frac{Y_{.j..}}{rab}$$

$$\text{para ácidos} \quad \bar{Y}_{..k.} = \frac{Y_{..k.}}{rcb}$$

$$\text{para dosis } \bar{Y}_{...I} = \frac{Y_{...I}}{rca}$$

Si ningún efecto principal resultará significativo indica que todos los tratamientos aplicados son estadísticamente iguales.

Pero, si se hubieran tenido algunos efectos principales significativos así como las interacciones entonces para el cálculo de medias predomina el criterio anterior, o sea, se considera que el efecto principal está influenciado en sus diferencias por el otro factor con el que resultó significativa la interacción, por lo que es más recomendable realizar la prueba de medias a la interacción y no al factor solo.

Cálculo del comparador

La única prueba que es posible hacer en este diseño es la de diferencia mínima significativa (DMS) ya que existen varias fuentes de error y por eso no es posible hacer las comparaciones tradicionales (Tukey, SNK, Dunnet, etc.). Para este caso es necesario considerar una serie de situaciones antes de realizar la comparación de la diferencia de las medias con el comparador. Así se tendrían las siguientes fórmulas para cada caso:

Comparación	Error estandard (Sx)	t calculada
<u>Efectos principales:</u>		
dosis	$\sqrt{\frac{E_c}{rac}}$	$t(GL_c)$
ácido	$\sqrt{\frac{E_b}{rcb}}$	$t(GL_b)$
clon	$\sqrt{\frac{E_a}{rab}}$	$t(GL_a)$
<u>Interacciones de segundo orden:</u>		
Diferentes dosis para el mismo - clon (dosis, clon)	$\sqrt{\frac{E_c}{ra}}$	$t(GL_c)$
Diferentes dosis para el mismo ácido (dosis, ácido)	$\sqrt{\frac{E_c}{rc}}$	$t(GL_c)$
Diferentes dosis para diferente ácido (dosis, ácido)	$\sqrt{\frac{(b-1)E_c + E_b}{rcb}}$	$\frac{(b-1)E_c (tb)^b + E_b (ta)^a}{(b-1)E_c + E_b}$
Diferentes dosis para diferente - clon (dosis, clon)	$\sqrt{\frac{(b-1)E_c + E_a}{rab}}$	$\frac{(b-1)E_c (tb + Ea (tc))^a}{(b-1)E_c + Ea}$
<u>Interacción de tercer orden:</u>		
Diferente dosis para el mismo clon y el mis- mo ácido.	$\sqrt{\frac{E_c}{r}}$	$t(GL_c)$
Diferente ácido para el mismo clon y la dosis indistinta.	$\sqrt{\frac{(b-1)E_c + E_b}{rb}}$	$\frac{(b-1)E_c (tb) + E_b (ta)}{(b-1)E_c + E_b}$
Diferente clon para ácido indis- tinto y dosis indistinta.	$\sqrt{\frac{a(b-1)E_c + (a-1)E_b + E_a}{rab}}$	$\frac{a(b-1)E_c (tb) + (a-1)E_b (ta) + E_a (tc)}{a(b-1)E_c + (a-1)E_b + E_a}$

Las abreviaturas usadas en el cuadro anterior se detallan a continuación:

E_c = Cuadrado medio del error (c).

E_b = Cuadrado medio del error (b).

E_a = Cuadrado medio del error (a).

r = número de repeticiones o bloques.

a = número de ácidos.

b = número de dosis.

c = número de clones.

GL_a = grados de libertad para el error (a).

GL_b = grados de libertad para el error (b).

GL_c = grados de libertad para el error (c).

t_a = valor tabular de t para los grados de libertad del error (a).

t_b = valor tabular de t para los grados de libertad del error (b).

t_c = valor tabular de t para los grados de libertad del error (c).

El valor de DMS se obtiene por la fórmula general:

$$DMS = (S_x) (t \text{ calculada}) (2)$$

La metodología de la comparación es la siguiente:

- 1.- Se ordenan las medias de las combinaciones o efectos - principales que hallan resultado significativas en el An-deva.
- 2.- En un cuadro de doble entrada se colocan horizontalmen- te en la parte superior las medias de mayor a menor. $\bar{Y}$ en el margen izquierdo se colocan verticalmente las mis- mas medias, solo que de menor a mayor.
- 3.- En la intersección de cada columna e hilera se coloca la diferencia entre la media que encabeza la columna y la que se encuentra en el margen izquierdo de la hile- ra. Esto se hace con todas las intersecciones que se tie- nen con signo positivo en la diferencia.
- 4.- Se procede a comparar cada diferencia con el valor de DMS respectivo, si es menor la diferencia de medias - que el valor de DMS es no significativo y se coloca en esa casilla NS, si por el contrario, el valor de la dife- rencia es mayor al valor DMS es significativo o altamen- te significativo según sea nuestro criterio de selecció- n de alfa, entonces se coloca en la casilla un asterisco o dos según sea el caso.
- 5.- Ya concluida la comparación se desarrolla una tabla en donde se ordenan de mayor a menor las medias que se compararon y se procede a asignarles la misma letra mi- núscula del alfabeto iniciando con la letra a a todos aquellos promedios que resultaron no significativos entre sí en cada columna de la tabla.
- 6.- El hecho de que una o un grupo de medias posea la mis-

ma letra, significa que estadísticamente todas ellas son iguales, pero que son diferentes a las que no poseen la misma letra. Es de este cuadro que se obtienen las conclusiones y recomendaciones finales.

Transformaciones

En algunos casos es necesario modificar la variable respuesta debido a que la misma es una variable discreta (o sea que solamente adquiere valores enteros, ejemplo: conteos) y uno de los supuestos del análisis de varianza es que el error experimental se distribuye normalmente, cosa que no se logra si la variable respuesta no es continua. Para lograr su continuidad se utilizan distintas modificaciones matemáticas para obtener de una variable discreta una continua (que posee decimales). La transformación utilizada en este caso es la raíz cuadrada de la variable respuesta más uno. $(x + 1)$. Con el propósito de hacer continuas aquellas variables que fueron conteos y que además hubo conteos con cero (0) datos.

Si la variable fue modificada se indica al inicio del análisis, así como cual fué la transformación utilizada.

VIII. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS:

VARIABLE: Número de raíces TRANSFORMACION: $X+1$

CUADRO No. 1

cab	Yijkl	Media		a ₁	a ₂	Suma	
110	15.39	2.20		b ₀	38.69	36.65	75.34
111	13.79	1.97		b ₁	43.10	40.85	83.95
112	15.06	2.15		b ₂	45.46	41.54	87.00
113	12.56	1.79		b ₃	38.89	42.96	81.85
120	11.40	1.63		Suma	166.14	162.00	328.14
121	9.16	1.31					
122	13.29	1.90					
123	15.54	2.22					
210	10.63	1.52		a ₁	a ₂	Suma	
211	15.93	2.28		c ₁	56.80	49.40	106.20
212	13.38	1.91		c ₂	54.00	55.00	109.00
213	14.07	2.01		c ₃	55.33	57.61	112.94
220	13.78	1.97		Suma	166.13	162.01	328.14
221	14.37	2.05					
222	14.02	2.00					
223	12.83	1.83					
310	12.67	1.81		c ₁	c ₂	c ₃	Suma
311	13.38	1.91	b ₀	26.79	24.41	24.14	75.34
312	17.02	2.43		22.95	30.30	30.70	83.95
313	12.26	1.75		28.36	27.40	31.25	87.00
320	11.47	1.64		28.10	26.80	26.85	81.85
321	17.32	2.47		106.20	109.00	112.94	328.14
322	14.23	2.05	Suma				
323	14.49	2.08					

CUADRO No. 1-A

	GL	SC	CM	Fc	0.05	0.01	
Bloques	6	113.379	18.897	309.356	3.00	4.82	* *
Clones	2	0.412	0.206	3.372	3.88	6.93	NS
Error (a)	12	0.733	0.061				
Subtotal (a)	20	114.524					
Acidos	1	0.101	0.101	0.487	4.41	8.28	NS
Acido-clón	2	0.989	0.495	2.384	3.55	6.01	NS
Error (b)	18	3.733	0.207				
Subtotal (b)	41	119.384					
Dosis	3	1.749	0.583	3.141	2.472	3.967	*
Dosis-clón	6	3.254	0.542	2.922	2.042	2.977	*
Dosis-ácido	3	0.881	0.294	1.582	2.472	3.967	NS
Dos-Ac-Clón	6	4.739	0.790	4.255	2.042	2.967	* *
Error (c)	108	20.046	0.186				
Total	167	150.018					

Comparación de medias a la triple interacción:

Comparador parcela grande = 0.45

Comparador parcela media = 0.47

Comparador parcela pequeña = 0.46

cab	Media	
321	2.47	a
312	2.43	ab
211	2.28	abc
123	2.22	abcd
<u>110</u>	2.20	abcde
112	2.15	abcde
323	2.08	abcdef
221	2.05	abcdef
322	2.03	abcdef
213	2.01	abcdefg
222	2.00	abcdefg
<u>220</u>	1.97	abcdefg
111	1.97	bcdefg
311	1.91	cdefg
312	1.91	cdefg
122	1.90	cdefg
223	1.83	cdefg
310	1.81	cdefg
113	1.97	defg
313	1.75	efg
320	1.64	fg
120	1.63	fg
210	1.52	g
211	1.31	g

Los tratamientos que tienen igual letra, poseen igual comportamiento a un nivel de significancia de 0.05.

Se pueden utilizar indistintamente cualesquiera de los siguientes tratamientos.

CUADRO No. 1-B

Clón	Ácido	Dosis
3	2	1
3	1	2
2	1	1
1	2	3
1	1	0
1	1	2
3	2	3
2	2	1
3	2	2
2	2	2
2	2	0

Si dado el caso de que el tratamiento 321 de clón, ácido, dosis, respectivamente, resultara impráctico aplicarlo, es posible aplicar alguno de los siguientes:

3	1	2
2	1	1
1	2	3
1	1	0
1	1	2
3	2	3
2	2	1
3	2	2
2	1	3
2	2	2
2	2	0
1	1	1

Aún, si para el número de raíces resultara impráctico aplicar el tratamiento 312 con el orden conocido, entonces, - se recomienda aplicar indiferentemente alguno de los siguientes:

2	1	1
1	2	3
1	1	0
1	1	2
3	2	3
2	2	1
3	2	2
2	1	3
2	2	2
2	2	0
1	1	1
3	1	1
3	1	2
1	2	2
3	1	0

CUADRO No. 2

cab	Yijk.	Media		a ₁	a ₂	Suma	
110	11.01	1.57	b ₀	35.06	33.05	68.11	
111	10.05	1.44	b ₁	33.87	36.59	70.46	
112	11.33	1.62	b ₂	32.94	33.19	66.13	
113	9.23	1.32	b ₃	35.51	35.28	70.79	
120	10.42	1.49					
121	10.79	1.54	Suma	137.38	138.11	275.49	
122	10.55	1.51					
123	9.37	1.34					
210	11.84	1.69		a ₁	a ₂	Suma	
211	12.12	1.73	c ₁	41.62	41.13	82.75	
212	11.92	1.70	c ₂	50.05	48.92	98.97	
213	14.17	2.02	c ₃	45.71	48.06	93.77	
220	11.35	1.62					
221	14.52	2.07	Suma	137.38	138.11	275.49	
222	14.52	2.07					
223	12.35	1.76					
310	12.21	1.74		c ₁	c ₂	c ₃	Suma
311	11.70	1.67	b ₀	21.42	23.19	23.49	68.11
312	9.69	1.38	b ₁	20.84	26.64	22.98	70.46
313	12.11	1.73	b ₂	21.88	22.62	21.63	66.13
320	11.28	1.61	b ₃	18.60	26.52	25.67	70.79
321	11.28	1.61					
322	11.94	1.71					
323	13.56	1.94	Suma	82.75	98.97	97.77	275.49

ANDEVA: Número de brotes. CUADRO N.º 2-A

CUADRO N.º 2-A

	GL	SC	CM	Fc	0.05	0.01	
Bloques	6	17.298	2.883	26.777	3.00	4.82	***
Clones	2	2.450	1.225	11.378	3.88	6.93	***
Error (a)	12	1.292	0.108				
Sub-total (a)	20	21.040					
Acido	1	0.003	0.003	0.037	4.41	8.28	NS
Acido-clón	2	0.122	0.061	0.746	3.55	6.01	NS
Error (b)	18	1.471	0.082				
Sub-Total (b)	41	22.637					
Dosis	3	0.340	0.113	1.774	2.472	3.967	NS
Dosis-clón	6	1.695	0.283	4.421	2.042	2.977	***
Dosis-ácido	3	0.272	0.091	1.419	2.472	3.967	NS
Dos-ác-clón	6	1.069	0.178	2.788	2.042	2.977	***
Error (c)	108	6.901	0.064				
Total.	167	32.913					

CUADRO No. 2-B

Comparación múltiple de medias a la interacción:

Cab	Media		
221	2.07	a	Todos los tratamientos que se indican con la misma letra, tienen un mismo comportamiento a un nivel de significancia de 0.05
213	2.02	ab	
323	1.91	abc	
223	1.76	bcd	
310	1.74	cde	
313	1.73	cde	
211	1.73	cde	
322	1.71	cde	Comparador de parcela grande = 0.29
212	1.70	cde	
210	1.69	cde	Comparador de parcela mediana = 0.28
311	1.69	cde	
220	1.62	def	Comparador de parcela pequeña = 0.27
112	1.62	defg	
321	1.61	defg	
320	1.61	defg	
110	1.57	defgh	
121	1.54	defgh	
222	1.53	defgh	
120	1.49	efgh	
111	1.44	fgh	
312	1.38	fgh	
123	1.34	gh	
113	1.32	h	

Los tratamientos que mayor número de brotes producen, son las combinaciones siguientes:

Clón	Acido	Dosis
2	2	1
2	1	3
3	2	3

El segundo grupo de igual comportamiento, menor que el trío anterior, son las combinaciones siguientes:

Clón	Acido	Dosis
2	1	3
3	2	3
2	2	3

El tercer grupo en importancia está constituido por las combinaciones siguientes:

3	2	3
2	2	3
3	1	0
3	1	3
2	1	1
3	2	2
2	1	2
2	1	0
3	1	1

VARIABLE: Peso de Vareta

TRANSFORMACION: Ninguna

CUADRO No. 3

cab	Yijk.	Media		a1	a2	Suma	
110	120.6	17.23	b0	381.2	415.5	796.7	
111	128.0	18.29	b1	393.6	406.1	799.7	
112	134.2	19.17	b2	427.5	417.6	845.1	
113	123.5	19.64	b3	401.4	417.5	818.9	
120	137.9	19.70					
121	132.8	18.97	Suma	1603.1	1656.7	3260.4	
122	134.5	19.21					
123	139.6	19.94					
210	127.0	18.14		a1	a2	Suma	
211	127.0	19.57					
212	138.1	19.73	c1	506.3	544.8	1051.1	
213	138.6	19.80	c2	540.7	552.2	1092.9	
220	138.3	19.76	c3	556.7	559.7	1116.4	
221	135.2	19.31					
222	137.6	19.66	Suma	1603.7	1656.7	3260.4	
223	141.1	20.16					
310	133.6	19.09		c1	c2	c3	Suma
311	128.6	18.37					
312	155.2	20.74	b0	258.5	265.3	272.9	796.7
313	139.3	19.90	b1	260.8	272.2	266.7	799.7
320	139.3	19.90	b2	268.7	272.7	300.7	845.1
321	138.1	19.73	b3	263.1	279.7	276.1	818.9
322	145.5	20.79					
323	136.8	19.54	Suma	1051.1	1092.9	1116.4	3260.4

ANDEVA: Peso de vareta:

CUADRO No. 3-A

	GL	SC	CM	Fc	0.05	0.01	
Bloques	6	147.258	24.543	4.534	3.000	4.82	*
Clones	2	39.069	19.535	3.609	3.88	6.93	NS
Error (a)	12	64.959	5.413				
Sub-total (a)	20	251.286					
Acidos	1	16.720	16.720	4.233	4.41	8.28	NS
Acido-clón	2	12.271	6.136	1.550	3.55	6.01	NS
Error (b)	18	71.259	3.959				
Sub-total (b)	41	357.536					
Dosis	3	35.480	11.827	2.723	2.472	3.967	*
Dosis-clón	6	24.310	4.052	0.933	2.042	2.977	NS
Dosis-ácido	3	23.517	7.839	1.805	2.472	3.967	NS
Dosis-ácido-clón	6	14.788	2.465	0.567	2.042	2.977	NS
Error (c)	108	469.141	4.344				
Total	167	918.771					

Se realizó comparación de medias solamente entre dosis, pues los restantes tratamientos y sus combinaciones resultaron no significativos, por consiguiente sus efectos son similares.

Comparador de parcela pequeña ≈ 0.9

b	media	
2	20.12	a
3	19.50	ab
1	19.04	b
0	18.97	b

Con los resultados anteriores, se recomienda la aplicación de las dosis 2 y 3, siempre y cuando sea conveniente.

Si la dosis no es posible aplicarla, no habría diferencia en aplicar la 2 o cualquiera de las restantes.

Para el caso anterior, se recomienda utilizar el clón más abundante en la región, con cualquiera de los dos ácidos y con una dosis de grado 2, o bien con grado 3, 1, 0, indistintamente.

VARIABLE: Diámetro de vareta TRANSFORMACION: Ninguna

CUADRO No. 4

cab	Yijk.	Media		a ₁	a ₂	Suma
110	6.41	0.92	b ₀	19.58	21.19	40.77
111	6.31	0.90	b ₁	19.27	20.59	39.86
112	6.62	0.94	b ₂	20.05	20.70	40.75
113	6.38	0.91	b ₃	20.44	21.07	41.51
120	6.77	0.97				
121	7.10	1.01				
122	7.05	1.01	Suma	79.34	83.55	162.89
123	7.27	1.04				
210	6.46	0.92		a ₁	a ₂	Suma
211	6.44	0.92				
212	6.62	0.95	c ₁	25.72	28.19	53.91
213	7.19	1.03	c ₂	26.71	27.27	53.98
220	7.03	1.00	c ₃	26.91	28.09	55.00
221	6.54	0.93				
222	6.78	0.97	Suma	79.34	83.55	162.89
223	6.92	0.99				
310	6.71	0.96				
311	6.52	0.93		c ₁	c ₂	c ₃
312	6.81	0.97				Suma
313	6.87	0.98	b ₀	13.18	13.49	14.10
320	7.39	1.06	b ₁	13.41	12.98	13.47
321	6.95	0.99	b ₂	13.67	13.40	13.68
			b ₃	13.65	14.11	13.75
			Suma	53.91	53.98	55.00
						162.89

ANDEVA: Diámetro de vareta.

CUADRO No. 4-A

	GL	SC	CM	Fc	0.05	0.01	
Bloques	6	1.488	0.248	15.184	3.000	4.820	**
Clones	2	0.013	0.007	0.398	3.880	6.930	NS
Error (a)	12	0.196	0.016				
Sub Total (A)	20	1.698					
Acido	1	0.106	0.106	7.512	4.41	8.280	**
Acido-clón	2	0.034	0.017	1.205	3.55	6.010	NS
Error (b)	18	0.254	0.014				
Sub-total (B)	41	2.091					
Dosis	3	0.033	0.011	0.943	2.472	3.967	NS
Dosis-clón	6	0.040	0.007	0.571	2.042	2.977	NS
Dosis-ácido	3	0.017	0.006	0.486	2.472	3.967	NS
Dosis-ácido-clón	6	0.044	0.007	0.629	2.042	2.977	NS
Error (c)	108	1.260	0.012				
Total	167	3.485					

Es necesaria una prueba múltiple de medias solamente para los ácidos, ya que los demás tratamientos y sus interacciones resultaron no significativas, o sea, manifestaron igual comportamiento entre ellas por lo que es indistinto aplicarlos.

Para los ácidos en vista de que solamente son dos y la prueba de andeva resultó significativa para ellos, se tiene que el ácido mejor es enumerado con el código "2" y que tiene una media de 27.85, mientras que el ácido numerado con el código "1" tiene una media de 26, 45, recomendándose usar el ácido 2 con cualquier dosis y con cualquier clón.

VARIABLE: Defoliación

TRANSFORMACION: $X+1$

CUADRO No. 5

cab	Yijk.	Media	S	a ₁	a ₂	Suma	
110	10.19	1.46	b ₀	31.99	29.35	51.34	
111	10.60	1.51	b ₁	29.43	30.62	60.05	
112	11.14	1.59	b ₂	31.56	30.53	62.09	
113	10.01	1.43	b ₃	29.89	31.50	61.39	
120	9.69	1.38					
121	8.46	1.21					
122	10.60	1.51	Suma	122.87	122.00	244.87	
123	9.87	1.41					
210	10.87	1.55					
211	8.96	1.28		a ₁	a ₂	Suma	
212	10.28	1.47					
213	10.60	1.51	c ₁	41.94	38.62	80.56	
220	11.11	1.59	c ₂	40.71	43.16	83.87	
221	11.20	1.60	c ₃	40.22	40.22	80.44	
222	10.33	1.48					
223	10.52	1.50	Suma	122.87	122.00	244.87	
310	10.93	1.56					
311	9.87	1.41					
312	10.14	1.45					
313	9.28	1.33	b ₀	19.88	21.98	19.48	51.34
320	8.55	1.22	b ₁	19.06	20.16	20.83	60.05
321	10.96	1.57	b ₂	21.74	20.61	19.74	62.09
322	9.60	1.37	b ₃	19.88	21.12	20.39	61.39
323	11.11	1.59					
			Suma	80.56	83.87	80.44	244.87

ANDEVA: Defoliación

CUADRO No. 5-A

	GL	SC	CM	F _c	0.05	0.010	
Bloques	6	6.870	1.145	5.254	3.00	4.820	**
Clones	2	0.135	0.086	0.310	3.88	6.93	NS
Error (a)	12	2.615	0.218				
Sub-total (a)	20	9.620					
Acido	1	0.004	0.004	0.053	4.41	8.28	NS
Acido-clón	2	0.300	0.150	1.971	3.55	6.01	NS
Error (b)	18	1.370	0.076				
Sub-total (b)	41	11.294					
Dosis	3	0.052	0.017	0.164	2.472	3.967	NS
Dosis-clón	6	0.436	0.073	0.687	2.042	2.977	NS
Dosis-ácidos	3	0.282	0.094	0.889	2.472	3.967	NS
Dosis-ácidos-clón	6	0.894	0.149	1.409	2.042	2.977	NS
Error (c)	108	11.423	0.106				
Total	167	24.380					

Como todos los tratamientos y sus interacciones resultaron no significativas, se entiende que todos los tratamientos tienen - igual efecto sobre la defoliación, por lo que se puede recomendar cualquier combinación.

VARIABLE: Longitud de raíces. TRANSFORMACION: Ninguna

CUADRO No. 6

cab	Y _{ijk} .	media		a ₁	a ₂	Suma	
110	40.40	5.77	b ₀	86.4	73.3	159.70	
111	35.75	5.11	b ₁	101.35	90.1	191.45	
112	38.70	5.53	b ₂	106.20	96.8	203.00	
113	29.70	4.24	b ₃	86.70	109.0	195.70	
120	22.80	3.26					
121	9.90	1.41	Suma	380.65	369.2	749.85	
122	24.30	3.47					
123	41.00	5.87					
210	20.00	2.86		a ₁	a ₂	Suma	
211	43.00	6.14					
212	17.50	2.50	c ₁	144.55	98.00	242.55	
213	27.00	3.86	c ₂	107.50	121.20	228.70	
220	29.00	4.14	c ₃	128.60	150.00	278.60	
221	36.20	5.17					
222	33.00	4.71	Suma	380.65	369.2	749.85	
223	23.00	3.24					
310	26.00	3.71		c ₁	c ₂	c ₃	Suma
311	22.60	3.23					
312	50.00	7.14					
313	30.00	4.24	b ₀	63.20	49.00	47.50	159.70
320	21.50	3.07	b ₁	45.65	79.20	66.60	191.45
321	44.00	6.29	b ₂	63.00	50.50	89.50	203.00
322	39.50	5.64	b ₃	70.70	50.00	75.00	195.70
323	45.00	6.43					
			Suma	242.55	228.70	278.60	749.85

ANDEVA: Longitud de raíces

CUADRO No. 6-A

Bloques	6	2580.816	430.136	132.956	3.00	4.82	**
Clones	2	23.699	11.850	3.663	3.88	6.93	NS
Error (a)	12	38.822	3.235				
Sub-total (a)	20	2643.338					
Acido	1	0.780	0.780	0.121	4.41	8.28	NS
Acido-clón	2	49.444	24.722	3.850	3.55	6.01	*
Error (b)	18	115.584	6.421				
Sub-total (b)	41	2809.145					
Dosis	3	26.093	8.698	1.441	2.472	3.967	NS
Dosis-clón	6	110.233	18.372	3.044	2.042	2.977	**
Dosis-ácido	3	20.263	6.754	1.119	2.472	3.967	NS
Dosis-ácido-clón	6	108.797	18.133	3.004	2.042	2.977	**
Error (c)	108	651.836	6.036				
Total	167	3726.367					

CUADRO No. 6-B

cab	media	
312	7.14	a
323	6.43	ab
321	6.29	ab
211	6.14	abc
123	5.86	abcd
110	5.77	abcde
322	5.64	abcdef
112	5.43	abcdef
211	5.17	abcdefg
111	5.11	abcdefgh
212	4.71	abcdefgh
313	4.24	bcdefgh
130	4.24	bcdefgh
220	4.14	bcdefgh
213	3.86	bcdefgh
310	3.71	cdefgh
122	3.47	defgh
120	3.26	efgh
213	3.24	efghi
311	3.23	efghi
320	3.07	fghi
210	2.86	ghi
212	2.50	hi
121	1.41	i

Todos los tratamientos que se indican con la misma letra manifestaron igual comportamiento a un nivel de significancia del 0.05.

Siendo los comparadores:

Parcela grande = 2.58

Parcela mediana = 2.66

Parcela pequeña = 2.60

Los tratamientos que provocaron la máxima longitud de raíces fueron las combinaciones siguientes:

Clón	Acido	Dosis	Clón	Acido	Dosis
3	1	2	3	2	2
3	2	3	1	1	2
2	1	1	2	1	1
1	2	3	1	1	1
1	1	0	2	1	2

De no ser así se tendría la situación de excluir el tratamiento 3, 1, 2, habría que aplicar alguno de los siguientes:

Clón	Acido	Dosis	Clón	Acido	Dosis
3	2	3	2	1	1
3	2	1	1	1	1
2	1	1	2	1	2
1	2	3	3	1	3
1	1	0	1	3	0
3	2	2	2	2	0
1	1	2	2	1	3

VARIABLE: Peso de raíces:

TRANSFORMACION: Ninguna

CUADRO No. 7

cab	Yijk.	Media		a ₁	a ₂	Suma	
110	11.80	1.69	b ₀	15.90	5.70	21.60	
111	4.60	0.66	b ₁	10.80	10.10	20.90	
112	7.10	1.01	b ₂	15.60	14.30	29.90	
113	3.90	0.56	b ₃	15.00	17.70	32.70	
120	2.10	0.30					
121	2.50	0.36					
122	2.30	0.33	Suma	57.30	47.80	105.10	
123	5.00	0.71					
210	1.90	0.27					
211	1.20	0.17		a ₁	a ₂	Suma	
212	4.40	0.63					
213	8.40	1.06	c ₁	27.40	11.90	39.30	
220	1.40	0.20	c ₂	15.90	17.00	32.90	
221	5.40	0.77	c ₃	14.00	18.90	32.90	
222	2.60	0.37					
223	7.60	1.08	Suma	57.30	47.80	105.10	
310	2.20	0.31					
311	5.00	0.71					
312	4.10	0.59		c ₁	c ₂	c ₃	Suma
313	2.70	0.39					
320	2.20	0.31	b ₀	13.90	3.30	4.40	21.60
321	2.20	0.31	b ₁	7.10	6.60	7.20	20.60
322	9.40	1.34	b ₂	9.40	7.00	13.50	29.90
323	5.10	0.73	b ₃	8.90	16.00	7.80	32.70
			Suma	39.30	32.90	32.90	105.10

CUADRO No. 7-A

Bloques	6	68.969	11.495	48.828	3.000	4.820	**
Clones	2	0.488	0.244	1.036	3.88	6.930	NS
Error (a)	12	2.825	0.235				
Sub-total (a)	20	72.281					
Acido	1	0.537	0.537	0.832	4.41	8.280	NS
Acido-clón	2	4.203	2.102	3.256	3.55	6.01	NS
Error (b)	18	11.616	0.645				
Sub-total (b)	41	88.637					
Dosis	3	2.504	0.835	2.138	2.472	3.967	NS
Dosis-clón	6	8.753	1.459	3.737	2.042	2.977	**
Dosis-ácido	3	2.165	0.722	1.848	2.472	3.967	NS
Dosis-ácido-clón	6	6.395	1.066	2.730	2.042	2.977	*
Error (c)	108	42.165	0.390				
Total	167	150.620					

Por haberse obtenido significancia en los resultados se efectuó prueba de medias para la triple interacción.

cab	Media
-----	-------

110	1.69	a
322	1.43	ab
223	1.08	abc
213	1.06	abcd
112	1.01	abcde
221	0.77	bcdef
323	0.73	cdef
311	0.71	cdef
123	0.71	cdef
111	0.66	cdef
212	0.63	cdef
312	0.59	cdef
113	0.56	cdef
313	0.39	def
222	0.37	ef
121	0.36	ef
122	0.33	ef
321	0.31	f
320	0.31	f
310	0.31	f
120	0.30	f
210	0.27	f
220	0.20	f
211	0.17	f

Todos los tratamientos que tienen indicada la misma letra tienen igual comportamiento a un nivel de significancia de 0.05.

COMPARADORES:

Parcela grande	=	0.69
Parcela mediana	=	0.73
Parcela pequeña	=	0.66

Los tratamientos que a continuación se describen, presentan igual comportamiento para determinar el peso máximo de raíces, por lo que cualquiera de ellos se puede aplicar con los mismos resultados.

Clon	Acido	Dosis
1	1	0
3	2	2
2	2	3
2	1	3
1	1	2

A continuación se describen los tratamientos que se pueden aplicar pero con menos efectividad para obtener máximo peso de raíces.

Clón	Acido	Dosis
3	2	2
2	2	3
2	1	3
1	1	2
2	2	1

Finalmente, los siguientes tratamientos tienen igual comportamiento al 0.05 de significancia, pero con menor resulta-

do que los dos casos anteriores.

Clón	Acido	Dosis
2	2	3
2	1	3
1	1	2
2	2	1
3	2	3
3	1	1
1	2	3
1	1	1
2	1	2
3	1	2
1	1	3

VARIABLE: Número de brotes.

CUADRO No. 8

Bloques	SSuma	Media	Tratamientos	Suma	Media
1	3.0	1.0	1	22.28	3.18
2	8.9	3.0	2	29.48	4.21
3	11.9	4.0	3	26.71	3.82
4	11.8	3.9	Suma	78.46	3.74
5	13.8	4.6			
6	14.4	4.8			
7	14.8	4.9			

ANDEVA: NUMERO DE BROTES

FV	GL	SC	CM	FC
Bloques	6.00	34.30		
Tratamientos	2.00	3.77	1.68	12.86
Error	12.00	1.76	0.15	
Total	20.00	39.83		

CV % = 10.25 para clones para clones.

VARIABLE: Diámetro de vareta; Factores: clón-ácido..

G: parcela grande, P: parcela chica, B: repeticiones..

Tratamientos	Suma	Media	Tratamientos	Suma	Media
G ₁ P ₁	25.7	3.7	G ₂ P ₁	26.7	7.8
G ₁ P ₂	28.2	4.0	G ₂ P ₂	27.3	3.9
G ₁	53.9	3.9	G ₂	54.0	3.9
G ₁ B ₁	6.8	3.4	G ₂ B ₁	7.4	3.7
G ₁ B ₂	7.2	3.6	G ₂ B ₂	6.8	6.4
G ₁ B ₃	7.5	3.8	G ₂ B ₃	7.4	3.7
G ₁ B ₄	8.0	4.0	G ₂ B ₄	7.3	3.7
G ₁ B ₅	8.0	4.0	G ₂ B ₅	7.7	3.9
G ₁ B ₆	7.8	3.9	G ₂ B ₆	7.6	3.8
G ₁ B ₇	8.7	4.4	G ₂ B ₇	9.8	4.9
G ₃ P ₁	26.9	3.8	P ₁	79.3	3.8
G ₃ P ₂	28.1	4.0	P ₂	83.6	4.0
G ₃	55.0	3.9			
G ₃ B ₁	6.9	3.5	B ₁	21.0	
G ₃ B ₂	7.1	3.6	B ₂	21.1	
G ₃ B ₃	7.7	3.9	B ₃	22.6	
G ₃ B ₄	7.9	4.0	B ₄	23.2	
G ₃ B ₅	7.5	3.8	B ₅	23.2	
G ₃ B ₆	8.1	4.1	B ₆	23.5	
G ₃ B ₇	9.8	4.9	B ₇	28.3	
				162.9	3.9

ANDEVA: DIAMETRO DE VARETA

CUADRO No. 9

FV	GL	SC	CM	F _c
Bloques	6	5.952	0.992	15.164
Clones	2	0.053	0.027	0.406
Error (a)	12	0.785	0.065	
Sub-total	20	6.791		
Acidos	1	0.422	0.422	7.470
Acido-clón	2	0.136	0.068	1.201
Error (b)	18	1.017	0.056	
Total	41	8.365		

CV (a) % = 6.595

CV (b) % = 6.128

VARIABLE: Largo de raíces; Factores: clón-ácido.

G; parcela grande, P; parcela chica, B; repeticiones.

Tratamientos	Suma	Media	Tratamientos	Suma	Media
G1P1	144.6	20.7	G2P1	107.5	15.4
G1P2	98.0	14.0	G2P2	121.2	17.3
G1	242.6	17.3	G2	228.7	16.3
G1B1	0.0	0.0	G2P1	0.0	0.0
G1B2	0.0	0.0	G2P2	0.0	0.0
G1B3	5.0	2.5	G2P3	10.0	5.0
G1B4	24.8	12.4	G2P4	22.0	11.0
G1B5	68.5	34.3	G2P5	54.0	27.0
G1B6	68.0	34.0	G2P6	73.0	36.5
G1B7	76.3	38.1	G2P7	69.7	34.9
G3P1	128.6	18.4	P1	380.7	18.1
G3P2	150.0	21.4	P2	369.2	17.6
G3	278.6	19.9			
G3B1	0.0	0.0	B1	0.0	0.0
G3B2	0.0	0.0	B2	0.0	0.0
G3B3	15.5	7.8	B3	30.0	0.0
G3B4	40.0	20.0	B4	86.8	0.0
G3B5	71.5	35.8	B5	194.0	0.0
G3B6	79.0	39.5	B6	220.0	0.0
G3B7	72.6	36.3	B7	218.6	0.0
				749.9	17.9

ANDEVA: LARGO DE RAICES

CUADRO No. 9-A

FV	GL	SC	CM	F _c
Bloques	6	10323.265	1720.544	132.955
Clones	2	94.796	47.398	3.663
Error (a)	12	155.290	12.941	
Sub-total	20	10573.351		
Acidos	1	3.121	3.122	0.122
Acido-clón	2	197.775	98.888	3.850
Error (b)	18	462.335	25.685	
Total	41	11236.582		

CV (a) % = 20.149

CV (b) % = 28.387

IX. CONCLUSIONES

1. En las combinaciones del 1 al 12 (clón-ácido-dosis), para la variable número máximo de raíces, todos los tratamientos que tienen la misma letra indicada, tienen el mismo comportamiento a un nivel de significancia del 0.05%, por lo tanto se pueden combinar indistintamente cualquiera de ellos.
2. En las combinaciones del 1 al 3 para la variable número de brotes los tratamientos presentaron igual comportamiento por lo tanto, se pueden aplicar indistintamente cualquiera de ellas con los mismos resultados.
3. Para la variable peso y diámetro de vareta se comprobó que las mejores dosis a emplear son las de grado 2 y 3 de cualquier ácido y con el clón mas abundante en la región.
4. Para la variable longitud y peso de raíces en las combinaciones (clón-ácido-dosis), todos los tratamientos que tienen la misma letra indicada, tienen el mismo comportamiento a un nivel de significancia del 0.05%, por lo tanto, los tratamientos que provocaron la máxima longitud y peso fueron los numerados del 1 al 6 en orden de importancia y eficacia.
5. Para la variable defoliación, en las combinaciones (clón-ácido-dosis), todos los tratamientos resultaron no significativos por lo que se puede concluir que cualquier combinación es buena.

X. RECOMENDACIONES

1. Continuar los estudios por parte de instituciones idóneas con la intención de evaluar el resto de materiales existentes en los jardines clonales de la Estación de Fomento los "Brillantes", para lograr en corto o mediano plazo los resultados tendientes a determinar que otros clones con características deseables tales como resistencia a plagas y enfermedades, buena producción, que mediante este sistema podrían reproducirse y fomentarlos a escala comercial.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Brandeu, J. El Cacao. Trad. por: Engel M. Hernández Cardona. Barcelona, Ed. Blume, 1970. 297 p.
- 2) Chandler, William Henry. Frutales de hoja perenne. México, Unión Tipográfica Hispanoamericana, 1962. 666 p.
- 3) ———. Evergraen orchards. London. Henry Kimpton. 1964. 535 p.
- 4) Cleland, R. A separation of auxin induced cell wall - loosening into its plastic and elastic components. - *Physiol. Plantarum*. 11:599-609. 1958.
- 5) Enríquez, C. Gustavo. El cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, s.e. 1983. 156 p.
- 6) Hitchcock, A.E. and P.W. Zimmerman. Rot inducing substance efective on apple cutings taken in may. *Proc. Amar. Soc. Hort. Sci.* 40:292-297. 1942.
- 7) Holdridge, L.R. Mapa de zonificación ecológica de - Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura SCIDA, 1958. s.p.
- 8) Holman, R.M. y Robbins, W.W. Botánica General. - México, Unión Tipográfica Hispanoamericana, 1965. 632 p.

- 9) León, J. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José Costa Rica, IICA, 1968. 487 p.
- 10) Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación. Manual Racional del cultivo del cacao, Guatemala, INTECAP 1981. 54 p.
- 11) Rivera de León, S. El cultivo racional y beneficiado del cacao. Guatemala, INTECAP, 1979. 36 p.
- 12) Simons, C.S. Tárano, J.S. y Pinto, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por: Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
- 13) Wilson, L. Carl y Loomis E. Walter. Botánica. 4a. ed., México, Unión Tipográfica Latinoamericana, 1968. 682 p.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1949

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....

Asunto.....

"IMPRINASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O