

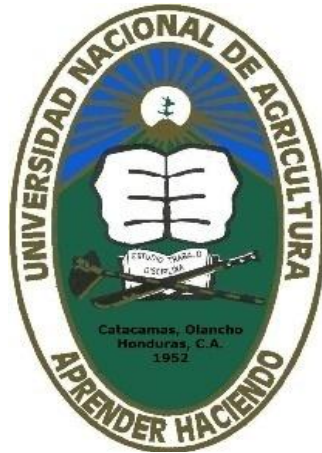
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**COMPARACIÓN DE TRES PRODUCTOS ENRAIZADORES APLICADOS AL
CAFÉ EN LA ETAPA DE VIVERO**

POR:

HORLYN DANILO DUARTE LÓPEZ

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE, 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**COMPARACIÓN DE TRES PRODUCTOS ENRAIZADORES APLICADOS AL
CAFÉ EN LA ETAPA DE VIVERO**

POR:

HORLYN DANILO DUARTE LÓPEZ

MIGUEL H. SOSA, M. Sc.

Asesor Principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2011

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a **Dios todopoderoso** por brindarme la oportunidad de existir, por darme fortaleza y haber ingresado a este centro de estudio, de donde hoy salgo egresado y más que vencedor, por ser el padre amigo que siempre ha estado conmigo.

A mi madre **Bernarda López Domínguez** por su trabajo, apoyo incansable e incondicional que ha proporcionado en el transcurso de mi vida y por los consejos sabios que me han guiado por el camino correcto, por impulsar día tras día mi formación, meta que es su mayor sueño.

A mis hermanos **Miguel Ángel Tróchez López, Noé Rodimiro Duarte López, Oneida Suyapa Duarte López** por sus consejos, comprensión, por haberme transmitido su fortaleza, cariño, ánimo y apoyo en todo momento y así superar los desafíos encontrados.

Al **P. Patricio Larrosa Martos** por sus consejos, comprensión, confianza y amistad, su apoyo moral y económico durante toda mi carrera.

A mi novia **Jesenia Dileyla Gómez Méndez**, por su comprensión, confianza, paciencia apoyo, por trasmitirme ánimo, fortaleza y motivarme, este es también su triunfo.

A mis **compañeros** por haber formado parte en las experiencias vividas, ocupando así, un lugar especial en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A **Dios todopoderoso** por haberme brindado sabiduría paciencia en cada momento de mi carrera y así realizar de manera satisfactoria las actividades que surgieron en este largo camino.

A mi madre **Bernarda López Domínguez** por estar siempre conmigo en todo momento para animarme y apoyarme .

A mis hermanos **Miguel Ángel Tróchez López, Noé Rodimiro Duarte López y Oneyda Suyapa Duarte López** por todo el apoyo económico, moral y anímico en las etapas difíciles.

Al M. Sc. **Miguel Hernán Sosa**, al M.Sc. **Gustavo López** y el M. Sc. **Mario Edgardo Talavera**

Al **Ing. Harold Gamboa** por haberme transmitido de su experiencia y su conocimiento durante el proceso de investigación.

Al **Personal de Campo y Administrativo del Centro de Investigación y Capacitación “Jesús Aguilar Paz”** por haberme ayudado y orientado muchas veces en la realización del trabajo de campo y al mismo tiempo brindarme su amistad.

Al **M. Sc. Esmelyn Padilla** por haberme ayudado en la transformación de los datos obtenidos en esta investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Importancia económica del café.....	4
3.2 Generalidades del cultivo	6
3.2.1 Propagación	6
3.2.2 Selección de semilla	6
3.2.3 Producción de vivero.....	7
3.3 Características del suelo para el llenado de bolsas	7
3.4 Fertilización en el vivero	8
3.5 Enraizamiento.....	8
3.5.1 Inducción al enraizamiento.....	8
3.6 Hormonas vegetales.....	9
3.6.1 Las Auxinas	9
3.6.2 Las Citoquininas	11
3.6-3 Las Giberelinas	12
3.7 Productos comerciales promotores de enraizamiento.....	13
3.7.1 Raizal 400	13
3.7.2 Rootex.....	13
3.7.3 Activa	14
IV MATERIALES Y MÉTODOS	15

4.1 Descripción del lugar de ensayo.....	15
4.2 Materiales y equipo	15
4.3 Factor bajo estudio.....	15
4.4 Tratamiento	16
4.5 Unidad y Diseño experimental.....	16
4.5.1 Modelo estadístico	17
4.6 Manejo del experimento	17
4.7 Variables de respuesta	18
4.7.1 Altura de la planta (Parte aérea).....	18
4.7.2 Número de hojas	18
4.6.3 Volumen radicular.....	19
4.6.4 Longitud de raíz	19
4.6.5 Diámetro del tallo.....	19
4.6.6 Peso fresco de raíz.....	19
4.6.7 Peso fresco de las hojas	20
4.6.8 Peso fresco del tallo.....	20
4.6.9 Peso de seco de la raíz	20
4.6.10 Peso seco de las hojas.....	20
4.6.11 Peso seco del tallo	21
4.7 El análisis estadístico	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1 Altura planta.....	22
5.2 Número de hojas.....	22
5.3 Longitud de raíz.....	23
5.4 Diámetro del tallo	24
5.5 Volumen de raíz	25
5.6 Peso fresco de hojas.....	26
5.7 Peso fresco del tallo (g).....	27
5.8 Peso fresco de raíz	27
5.9 Peso seco de hojas (g).....	28
5.10 Peso seco del tallo (g)	29

5.11 Peso seco de raíz (g)	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES	30
RECOMENDACIONES	31
VI BIBLIOGRAFÍA	32
VII. ANEXOS	37

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.....	16
Cuadro 2. Análisis de costos beneficios.....	21
Cuadro 3. Relación costo beneficio	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Altura de la plántula de cafeto sometidas a distintos enraizadores.....	22
Figura 2. Número de hojas de la plántula de cafeto sometidas a distintos enraizadores	23
Figura 3. Longitud de raíz (cm) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores	24
Figura 4. Diámetro del tallo (mm) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores.....	25
Figura 5. Volumen (cm ³) de raíz en de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores.....	26
Figura 6. Peso fresco de las hojas (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores.....	26
Figura 7. Peso fresco del tallo (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores.....	27
Figura 8. Peso fresco de raíz (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores	28
Figura 9. Peso seco de hojas (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores	29
Figura 10. Peso seco del tallo (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores.....	30
Figura 11. Peso seco de raíz (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Anexo Análisis de varianza para la variable altura de planta	38
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número de horas	38
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.....	38
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo	39
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable volumen de raíz	39
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso fresco de hojas	39
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable peso fresco del tallo	40
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz	40
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable peso seco de hojas	40
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable peso seco tallo	41
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable peso seco raíz	41
Anexo 12. Composición del Activa	41
Anexo 13. Composición del Raizal 400.....	42
Anexo 14. Composición química de Rootex®	42
Anexo 15. Dosis de los tratamientos.....	42

DUARTE LÓPEZ, HD. 2011. Comparación de tres productos enraizadores aplicados al café (*Coffea arabica*) en la etapa de vivero. Tesis Ing. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigación y Capacitación Jesús Aguilar Paz, ubicado en la aldea La Fe, en el municipio de Ilama, Santa. Bárbara, con el objetivo de encontrar que producto enraizador es el más eficaz y rentable en la fase de vivero de café. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual incluyó cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los productos evaluados fueron T1=Testigo, T2=Raizal 400, T3=Rootex y T4=Activa. Se evaluaron las variables, altura de planta (cm), número de hojas, volumen radicular (cm^3) longitud de la raíz (cm), diámetro del tallo (mm), peso fresco de la raíz (g), peso fresco del tallo (g), peso fresco de las hojas (g), peso seco de raíz (g), peso seco de hojas (g), peso seco del tallo (g), peso seco de raíz (g). Las mediciones de todas estas variables se realizaron a los noventa días. Ninguna de las variables presentó diferencias relevantes con respecto al testigo, sin embargo, el T3=Rootex promovió en la plántula de cafeto resultados ligeramente superiores a los demás tratamientos, en las variables altura de planta, volumen radicular, peso fresco de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, y peso seco del tallo por lo tanto, el Rootex fue el mejor producto enraizador evaluado, en segundo lugar el Raizal, el Activa fue el enraizador que presentó efectos positivos menores.

Palabras claves: Enraizadores, café, vivero.

I INTRODUCCIÓN

Si bien el proceso de enraizamiento es vital en todas las plantas, vista su importancia en la absorción de agua, nutrientes y firmeza en el suelo. Este fenómeno acarrea mayor relevancia en cultivos como el café que por ser cultivos trasplantados, la calidad radicular solo puede comprobarse tiempo después, cuando ya se hayan hecho inversiones fuertes y el efecto determinante se reflejará en la producción.

La formación del enraizamiento es sin duda un proceso muy importante que repercutirá en el transcurso del crecimiento y desarrollo de la planta. Un cuidadoso manejo de la formación de raíz, garantiza un cultivo de calidad, de lo contrario, se producirán plantas con: susceptibilidad a hongos, bacterias, nemátodos, deficiencias de nutrientes y débil anclaje de la planta: afectando posteriormente la producción, incluso causando la muerte de las plantas por lo que se investiga cual es el producto que a de utilizarse para controlar lo máximo posible estos detalles.

El fenómeno fisiológico del enraíce es un mecanismo de producción y sobrevivencia de las plantas. Este se ve afectado principalmente por hormonas, compuestos que son sintetizados por las mismas plantas y que son determinantes para casi todos los fenómenos biológicos de las plantas tales como germinación, crecimiento vegetativo, floración y fructificación. A consecuencia de la enorme importancia económico-social del rubro cafetalero la tecnología ha venido mejorando y hoy ya se cuenta con hormonas que han sido aisladas o creadas sintéticamente, se han elaborado productos que contienen estas hormonas en pequeñas concentraciones para estimular el enraizamiento (CASAFE s.f.)

Para alcanzar la rentabilidad en el cultivo de café, hoy en día, los productores se enfocan en cultivar las variedades más resistentes y con facilidad de adaptación, sin embargo, es bien

sabido que para ello también es imprescindible brindarle un manejo de calidad al cultivo, y dentro del manejo en su parte vegetativa, es muy importante proveerle a la planta todas las condiciones necesarias para que desarrolle un potente sistema radicular.

El presente estudio pretende comparar tres productos enraizadores en café y busca investigar cual de los tres es más eficiente y rentable, mediante la evaluación del efecto de éstos, sobre el desarrollo vegetativo de las plántulas de café a través de las variables; volumen radicular, peso de materia fresca y seca de raíces, peso de materia fresca y seca del follaje, número de hojas por planta. Además que esta información esté disponible para los productores de café y las personas que lo necesiten.

II OBJETIVOS

2.1 General

Comparar el efecto de tres productos enraizadores sobre el desarrollo vegetativo del Café en la fase de vivero.

2.2 Específicos

Investigar el producto de mayor eficacia para el enraizamiento en el café.

Determinar cuál enraizador es más rentable económicamente.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia económica del café.

Menciona Sondahl y colaboradores (s.f.) que el café es el producto agrícola más importante en el mercado internacional pues genera mucha economía, su producción, es restringida a los países tropicales, a los cuales les aporta ingresos por exportaciones del grano que son su principal fuente de divisas y que les dan acceso a las tecnologías y a los servicios modernos. Por ejemplo en Honduras se produce café en 15 departamentos beneficiándose unas 100,000 familias el 90% pequeños productores según el IHCAFÉ (s.f.)

Según Infoagro (1999) el café ha representado por muchos años uno de los principales sectores de las economías de la región centroamericana pues su influencia en la formación de los tejidos económicos y sociales de las sociedades centroamericanas es sin duda muy importante y aún hoy en día, su efecto es sensible en los rendimientos de las economías regionales.

Pero para cultivar exitosamente el café es necesario tener conocimiento y dedicación en el manejo de cada etapa. De acuerdo a la forma como se desarrolla el cultivo, se puede considerar que el crecimiento vegetativo del cafeto, es decir, la formación de raíces, ramas, nudos y hojas, comprende cuatro etapas: germinación a trasplante, almácigo, siembra definitiva a primera floración y de ahí en adelante la fase de crecimiento vegetativo intercalado con la fase reproductiva (resto de vida de la planta) (Cenicafe s.f)

En la fase vegetativa, específicamente, en el vivero ocurren procesos fisiológicos en la plántula de café, uno en particular que influirá trascendentalmente durante la vida de la

planta, esto es el desarrollo radicular. Pues la raíz le proporciona no solo anclaje en el suelo a la planta sino también la absorción y transporte de agua y nutrientes (Translate s.f.)

Numerosos factores como la genética de la planta, temperatura, oxígeno pueden afectar el desarrollo normal de las raíces. Durante las etapas de desarrollo del cultivo afecta además el manejo de suelo, clima, plagas y enfermedades; esto debe cuidarse sobre todo desde la germinación hasta el trasplante al suelo (Cenicafe s.f.)

Avilán y Antúnez (1976) señalan que cuando las condiciones son favorables, las plantas pueden desarrollar su sistema radicular característico, no obstante, su conformación depende en primer lugar de su constitución genética.

En cuanto a la temperatura Melgares *et al.* (2002) en experimentos realizados, determinaron que la temperatura óptima es 20°C, y las temperaturas más elevadas, parecen tener un efecto contraproducente y producir sistemas radiculares menos complejos, éste efecto, al parecer influye en el peso de la parte aérea

La temperatura del suelo afecta el crecimiento de los componentes del sistema radical, la iniciación y ramificación, la orientación y dirección del crecimiento y la tasa de renovación de las raíces. A medida que el calentamiento por el sol avanza hacia abajo durante la temporada de crecimiento, progresivamente capas más profundas de suelo pasan a ser aptas para el crecimiento de las raíces. La temperatura del suelo generalmente limita tanto la expansión del sistema radical como su proliferación, particularmente temprano en la temporada de crecimiento (Kaspar y Bland, 1992)

En cuanto al manejo del suelo, este es un factor muy importante mencionan Pérez *et al.* (s.f.) porque si la estructura no es porosa ni rígida, será difícil la penetración de las raíces y causará una restricción al desarrollo, que se traduce en apareamiento de una red de raíces

que se muestran muy divididas y gruesas y epidermis rugosa que afecta la distribución vertical del sistema radicular.

Para el desarrollo de la raíz influyen factores que deben manejarse con sumo cuidado; una numerosa cantidad de ápices permiten una mayor absorción de agua solventando de manera crucial las necesidades hídricas de la planta. El agua permite la disponibilidad de elementos como el potasio, calcio, magnesio, fósforo, etc. los cuales suplen las necesidades durante el ciclo de la planta. Otro factor es el control de nemátodos: evita las mutilaciones y permite un buen crecimiento radicular, el riego debe aplicarse solamente lo necesario pues el exceso puede permitir problemas de hongos y un déficit puede causar problemas en los niveles hormonales (Callejas, 2005)

3.2 Generalidades del cultivo

3.2.1 Propagación

Según Sullca (s.f.) la forma de propagar el cafeto en forma comercial es por semilla no obstante la propagación vegetativa se usa también pero solo para fines específicos; tales como conservación de híbridos interespecíficos, injertos, etc.

Para la selección de las plántulas es necesario indica Aristizabal (s.f.) que un sistema radicular apropiado tenga abundancia de raíces absorbentes, finas, blancas y sanas.

3.2.2 Selección de semilla

Para Ortiz, (2007) las características que se deben tener en cuenta para escoger la semilla para reproducción de café debe tener una buena conformación física, sano y vigoroso, debe provenir de una planta que esté en plena producción, no debe tener daños causados por plagas, es necesario que sea lo más resistente posible a ataques entomológicos y

fitopatológicos, debe distinguirse por su buen rendimiento y excelente fruto, que rinda cosechas anuales lo más parejas o regulares posibles, además la edad mínima debe oscilar entre 5 y 6 años.

3.2.3 Producción de vivero

Para los investigadores del IHCAFE, específicamente Ordóñez (s.f.) el propósito fundamental del vivero es obtener buenas plantas y que sean de calidad. Este proceso comienza desde la selección de la variedad, considerando las características propias de la misma y también de su capacidad de producción. Para lograr lo anterior se debe contar con semilla de café de plantas que garanticen la obtención de los resultados deseados, al ser una planta perenne, el éxito, de la futura plantación se asegura cuando se cuenta con material genético de calidad, es por tal razón que se debe disponer de una semilla que garantice seguridad en nuestra inversión.

A su vez, Aristizabal (s.f.) argumenta que una planta de café con un sistema radicular que tiene pocas raíces primarias y secundarias y no tiene raíces absorbentes presenta paloteo, amarillamiento, fuerte ataque de mancha de hierro y continua pérdida y caída de hojas. Todo esto es indicativo de desnutrición, que no siempre se corrige con fertilización puesto que el problema de la raíz puede tener otros orígenes, como mal drenaje del suelo (encharcamiento), ataque de palomilla, nemátodos, presencia de llagas radicales (negra, estrellada, macana)

3.3 Características del suelo para el llenado de bolsas

El sustrato, debe estar libre de organismos dañinos como hongos, nemátodos. La capacidad de crecimiento radicular del café es restringida por las condiciones edáficas prevalecientes. El suelo utilizado para el llenado de las bolsas debe provenir de la parte superficial del mismo, con buenas características de fertilidad las cuales se pueden mejorar haciendo uso de abonos orgánicos, y por consiguiente se producirán plantas de excelente calidad y debe

tener textura franca o suelta que posea porcentajes equilibrados de arena, arcilla y limo según la FAO (s.f.)

3.4 Fertilización en el vivero

Menciona Monge (1999) que lo que es realmente importante es la fertilización, es decir, brindar a la planta una nutrición correcta que le permita una mayor resistencia a las enfermedades y una condición nutricional óptima para la producción de un volumen importante de fruto de buena calidad.

3.5 Enraizamiento

Asimismo, Vivanco, (2009) asegura que muchas especies se enraízan con facilidad en una gran diversidad de medios de enraizamiento, no obstante, también hay plantas que enraízan con dificultad y el medio de enraizamiento puede influir mucho no solo en el porcentaje de plantas que enraízan sino también en la cantidad del sistema radicular que se forme

3.5.1 Inducción al enraizamiento

A veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces: las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas; las cuales hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas como el Ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA): éstas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces (Vivanco, 2009)

La industria agrícola ofrece muchos productos con contenido hormonal para regular el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las hormonas tienen un funcionamiento vital en muchos fenómenos llevados a cabo en las plántulas lo cual influye de manera positiva en lo que es la producción de las plantas (CASAFE s.f.)

3.6 Hormonas vegetales

Existen sustancias orgánicas llamadas hormonas vegetales que se encuentran a muy baja concentración, éstas se sintetizan en determinados lugares de la planta y se traslocan a otros sitios donde realmente ejercen su fundamental acción reguladora, entre estas se encuentran las citoquininas, giberelinas y las auxinas, ésta última se encuentra en toda la planta y es la más importante en la estimulación del enraizamiento de la planta (Duval, 2006)

Ramos (2000) comprobó en un estudio realizado que la longitud de la raíz fue bastante notable al aplicarle auxinas, propone que es debido al incremento de la plasticidad de las paredes celulares ya que esto provoca que disminuya la presión que existe alrededor de las células por lo que permite una mayor turgencia.

Un estudio realizado por Tuchán (2009) demuestra que los datos más bajos obtenidos en las variables de peso de materia fresca y seca, y el número de hojas son obtenidos a partir de tratamientos hechos con productos más bajos en la concentración de fitohormonas.

Dentro de los grupos de hormonas vegetales más importantes que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas se encuentran las auxinas, giberelinas, y citoquininas (Alaquairum s.f.)

3.6.1 Las Auxinas

Las auxinas son las fitohormonas más conocidas, su característica común es favorecer el alargamiento de las células. Las auxinas se encuentran en compuestos naturales y sintéticos muchos de estos últimos se emplean extensamente en la agricultura (Vivanco, 2009)

Rodríguez (s.f.) citado por López, (2010) indica que las auxinas se producen en los ápices del tallo, y viajan hacia abajo por el floema, actúan sobre las células meristemáticas produciendo su alargamiento debido a que reblandecen sus paredes celulósicas, al mismo tiempo entra el agua en las células, con lo que aumenta la turgencia y su volumen, también se produce un aumento del metabolismo celular, produciendo una mayor longitud, las auxinas además provocan la aparición de raíces

Las auxinas en la promoción de arrancamiento tienen como función la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de la aplicación además de las relaciones hídricas entre otros aspectos. Un método sencillo es la aplicación de la hormona por medio de remojo en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxina según las instrucciones de los preparados comerciales (Infojardín 2007)

Rodríguez (s.f.) citado por López, (2010) relata que uno de los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina AIB, tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas, la destruyen en forma relativamente lenta. Un producto químico persistente resulta muy eficaz como estimulante de raíces. Debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. Los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta.

3.6.1.1 Los efectos de las auxinas

Ayuda en el crecimiento pues estimula la elongación celular, incrementan la extensibilidad de la pared celular y estimulan la diferenciación del xilema y el floema, produce tropismos es decir es responsables del fototropismo y gravitropismo: estimulan la formación de raíces laterales o adventicias, e inhiben la elongación de la raíz principal ([apspublic2](#) s.f.)

Las auxinas tienen una característica en común y es lo de poder actuar en pequeñas cantidades, es muy importante aplicar las concentraciones adecuadas puesto que estas hormonas en concentraciones muy altas actúan como herbicidas, además las auxinas interfieren en los tropismos ([Alaquairum](#) s.f.)

- **Fototropismo.** El estímulo es la luz y la longitud de onda implicada es la de azul y el mecanismo de acción de las auxinas se ve regulado por la radiación de azul, aumentando su concentración y es hacia esa zona donde se dirige la planta (Raya, 2003)
- **Gravitropismo.** Aquí el estímulo es la gravedad y es el responsable que las raíces se adentren en el sustrato. Los sensores de la gravedad son un tipo especial de amiloplastos que se encuentran en el ápice de la Raíz, dichos amiloplastos contienen estatolitos (“piedrecitas”) que según como se apoyan sobre el retículo endoplasmático (RE) de la célula que los contiene provocan una reacción distinta (Botanical s.f.)

3.6.2 Las Citoquininas

Rodríguez (s.f.) citado por López, (2010) se refiere a Citoquininas como sustancias derivadas de las purinas, se producen en los ápices, su actividad a nivel celular resulta de su estimulación del proceso de división celular, por lo que, en general, estimulan el crecimiento, además estas hormonas retrasan el envejecimiento y la muerte de los órganos que las poseen, por lo que se conocen como hormonas de la juventud.

3.6.2.1 Los efectos que producen son:

Las citoquininas producen también crecimiento en conjunto con las auxinas estimulan la proliferación de células meristemáticas, y asimismo estimulan la expansión de los cotiledones tras el primer haz de luz que reciben, además causan diferenciación y morfogénesis lo que significa que provocan cambios en la morfología según el tipo de crecimiento y junto a las auxinas estimulan la formación de raíces ([cmapspublic2](#) s.f.)

3.6-3 Las Giberelinas

Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente como el de la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento en el tallo. Su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis). Además de ser encontradas en el floema, las giberelinas también han sido aisladas de exudados del xilema, lo que sugiere un movimiento más generalmente bidireccional de la molécula en la planta (scribd s.f.)

Montenegro (s.f) citado por (López) apunta que estas son derivados de lípidos e igual que las anteriores son producidas en el ápice y son conducidas por el floema a todos los demás órganos de la planta: su actividad consiste en el alargamiento de las células, además son las responsables de la germinación de la semilla (López, 2010)

3.6.3.1 Los efectos de las giberelinas

Las giberelinas tienen un papel mayor que las auxinas en plantas con crecimiento de entrenudos, provocan la reversión a fases juveniles de la planta, pueden suplir los fotoperíodos y los termoperíodos necesarios para el crecimiento y casi todas las semillas germinan inducidas por GA, posibilitan la movilización de reservas en la semilla y sustituyen requisitos ambientales (cmappublic2 s.f.)

Los efectos biológicos de las giberelinas señala Weaver (1972) estimulan el crecimiento de las plantas, es posible que estimule a su vez la síntesis enzimática de las células, la estimulación de la síntesis de RNA (Ácido ribonucleico), interfieren en la expansión celular así como otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal.

En un experimento realizado por López (2010) se demuestran, que no existen diferencias significativas con respecto a la época de aplicación de sustancias enraizadoras, utilizado con fin de aumentar el desarrollo radicular, por lo que se pueden realizar aplicaciones a los 15 días después del trasplante o a los 30 días después.

En la industria agrícola existe muchos productos sintéticos que además de ser controladores de plagas, también estimulan el metabolismo celular y promueven la.

3.7 Productos comerciales promotores de enraizamiento

3.7.1 Raizal 400

El Raizal 400 es un bioestimulante que promueve la actividad de la planta que se traduce en un mejor desarrollo de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso de esta, este enraizador se aplica al suelo disuelto en agua o vía riego por goteo. Para el caso de almácigos, puede usarse la inmersión de bandejas en la solución, de acuerdo a las dosis recomendadas, el no presenta incompatibilidad con los agroquímicos de acción neutra, sin embargo, se recomienda hacer una pequeña muestra antes de proceder a su mezcla con otros productos ([arystalifescience](#) s.f.). La composición química se presenta en anexo 13

3.7.2 Rootex

El Rootex es un promotor del desarrollo radicular. Es una combinación de fitohormonas, aminoácidos, ácidos orgánicos y nutrientes cuya finalidad es inducir la emisión de raíces, así como fortalecer su crecimiento posterior. Los beneficios generales del reforzamiento del sistema radicular son: una mayor capacidad exploratoria del suelo, una mejor formación de tejidos vasculares y una mayor capacidad para sintetizar hormonas que en conjunto

establecen condiciones para un mayor potencial productivo La composición química se presenta en anexo 14.

3.7.3 Activa

Es un iniciador y estimulante de la actividad radicular y del desarrollo vegetativo, es un fertilizante órgano-mineral líquido basado en nitrógeno, fósforo, zinc, aminoácidos y extractos de origen vegetal para aplicación radicular y foliar, la aplicación de activa permite estimular el desarrollo radicular así como superar el estrés post-trasplante: además este enraizador tiene como componente las hormonas giberelina, citoquinina y auxinas, el Activa no se debe mezclar con aceites minerales productos que contengan azufre (afecor s.f.). La composición química se presenta en anexo 12

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del lugar de ensayo

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Capacitación Jesús Aguilar Paz (CIC-JAP) del IHCAFE ubicado en la aldea de la Fé, en el municipio de Ilima, en el departamento de Santa Bárbara, se encuentra a una altura de 750 msnm con precipitación promedio de 2800 mm al año, los suelos son muy fértiles con alto contenido de bases cambiables, materia orgánica y micro nutrientes, no se presentaron problemas de acidez, y se sitúa a 14° 59' latitud norte y 88° 31' longitud oeste, su temperatura óptima oscila entre 20°C y 25°C (Redalyc s.f.)

4.2 Materiales y equipo

Para la realización del experimento se utilizaron los siguientes materiales: terreno, plántulas de café, bolsas de polietileno, sustrato para embolsar, azadón, machete, lima, tijera, alambre, estacas, hojas de monitoreo, probetas de 100 ml y 1000 ml, cartulina, fertilizante (16-20-0), desinfectante de sustrato Bravo, insecticida repelente Perfection, fungicida Benlate, productos enraizadores (Activa, Rootex y Raizal 400), agua, jeringas de 60 ml, bomba de mochila, balanza analítica, horno microondas, vernier, libreta de campo, lápiz, teléfono, calculadora, computadora.

4.3 Factor bajo estudio

Se compararon tres productos enraizadores disponibles en el mercado nacional (Rootex, Raizal 400 y Activa) y como testigo el agua.

4.4 Tratamiento

A las plantas del testigo (T1) solo se les aplicó 50 ml agua para proporcionarle efectos idénticos cantidad de agua en relación a las plantas tratadas con productos enraizadores.

- Para el Raizal 400 la solución se realizó con 10 gramos por cada litro de agua; se aplicó 50ml de solución por planta.
- En cuanto al Rootex se preparó una solución a razón de cinco ml/l de agua; al momento de aplicar se usó 57 ml de la solución en la raíz de la planta haciendo uso de una jeringa de 60 ml.
- Con respecto al Activa se efectuó una solución a razón de 2.5 ml/l de agua, para luego aplicar 25 ml de la solución a cada plántula de la unidad experimental.

La primera aplicación se realizó 12 días después del trasplante, la solución se efectuó a la raíz. Las aplicaciones se efectuarán cada 15 días, utilizando jeringas.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción	Dosis
T1	Testigo	50 ml
T2	Raizal 400	10 g/l de agua
T3	Rootex	5 ml/l de agua
T4	Activa	2.5 ml/l de agua

4.5 Unidad y Diseño experimental

El experimento se realizó utilizando un diseño completamente al azar, comparando tres productos enraizadores con un testigo (agua) . Se destinaron para el ensayo chapola de la variedad Catuaí producida en los semilleros del Centro de Investigación y Capacitación Jesús Aguilar Paz (CIC-JAP) del IHCAFE.. Se usaron cuatro repeticiones para un total de

16 unidades experimentales. Cada unidad experimental comprendía 10 plántulas haciendo un total de 160 plantas.

4.5.1 Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = Es la variable de respuesta observada.

μ = Es la media general

α_i = es el efecto i-ésimo del nivel del factor enraizador.

β_j = Es el efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ijk} = Es el efecto del error experimental.

4.6 Manejo del experimento

Se construyó un vivero con las siguientes dimensiones: 5 m de largo por 4 m de ancho. Luego de llenar las bolsas se procedió al alineamiento de las mismas, colocando en cada unidad experimental dos líneas de cinco plántulas cada línea, dejando 50 cm entre cada unidad experimental. Ocho días antes del trasplante de la chapola se le hizo una aplicación al sustrato embolsado con una solución de agua y fungicida Bravo a razón de 3.3ml/l de agua para evitar ataques fungosos a la raíz.

A este vivero se le colocó Erul (*Pteridium aquilinum*), para evitar que las lluvias escarbaran el sustrato. Durante el tiempo del experimento se le aplicó riego tres días a la semana, no obstante, cuando habían lluvias se dejaba de regar. El control de malezas en el vivero y la limpieza alrededor del área destinada para el ensayo se realizó cuando se consideró necesario

El sustrato utilizado para el experimento contenía las siguientes proporciones:

- 25 % de lombricompuesto

- 30 % de gallinaza
- 45 % de tierra

Se seleccionó para el trasplante chapolas sanas de tamaño uniforme, vigorosas, bien formada, sin daños de ningún tipo, y para eliminar cualquier infestación con esporas de hongos, a estas plantas se les sumergió la raíz en un recipiente con una solución preparada con agua y fungicida Bravo a razón de 3.3 ml/l de agua.

4.7 Variables de respuesta

Se evaluaron las variables, altura de planta (cm), número de hojas, volumen radicular (cm³) longitud de la raíz (cm), diámetro del tallo (mm), peso fresco de la raíz (g), peso fresco del tallo (g), peso fresco de las hojas (g), peso seco de raíz (g), peso seco de hojas (g), peso seco del tallo (g), peso seco de raíz (g). La medición de todas las variables antes mencionadas se tomaron al haber transcurrido los 90 días.

4.7.1 Altura de la planta (Parte aérea)

Para medir esta variable se hizo uso de una regla graduada en centímetros, se tomaron diez plántulas de cada uno de los tratamientos, midiendo desde la base del tallo hasta la inserción del último par de hojas verdaderas.

4.7.2 Número de hojas

La medición de esta variable consistió en contar desde las hojas cotiledonales hasta el último par de hojas verdaderas, en todas y cada una de las plántulas.

4.6.3 Volumen radicular

Esta variable se tomó con el objetivo de observar cual de los tratamientos utilizados tendría un mayor efecto en el crecimiento de la raíz. Se tomaron las diez plántulas de cada unidad experimental y luego se procedió a quitar el sustrato del pilón haciendo uso de baldes con agua para ablandar el sustrato y evitar el desprendimiento de la raíz. Posteriormente se midió el volumen radicular: se sumergió la raíz de la plántula en una probeta de 100 ml la cual contenía 90 ml de agua, la raíz provocó un aumento en el volumen de agua; ese aumento de volumen fue considerado el volumen de la raíz basándose en el Principio de Arquímedes.

4.6.4 Longitud de raíz

Con el objetivo de conocer la longitud que tenían las raíces de las plántulas de café, se tomaron las 10 plantas de cada tratamiento para medirles la raíz principal con una regla graduada en centímetros.

4.6.5 Diámetro del tallo

Para medir esta variable se hizo uso del vernier o pie de rey, en donde el tallo está más consistente, haciendo dos mediciones y tomando como dato final la media de estas.

4.6.6 Peso fresco de raíz

Se tomó a cada una de las diez plántulas de cada tratamiento, y se colocó el sistema radicular en una placa Petri para pesarla en la balanza digital.

4.6.7 Peso fresco de las hojas

Para realizar la medición de esta variable se separaron las hojas que ya estaban completamente desarrolladas, posteriormente se colocaron en una placa Petri para pesarlas en la balanza digital.

4.6.8 Peso fresco del tallo

Para la medición de esta variable se tomó el tallo de las 10 plántulas, se colocaron en las placas Petri y se pesaron en la balanza digital.

4.6.9 Peso de seco de la raíz

En vista de no contar con un horno de ventilación forzada se procedió de la manera siguiente:

Primero se hizo la calibración del microondas, para saber cuál era el tiempo necesario para que se secaran las muestras, haciéndolo en periodos de dos minutos en presencia de un vaso con 150 ml de agua destilada por periodo. El vaso de agua se incluyó para humedecer el medio y evitar la ignición de la muestra. Se observó que a los 8 minutos dejó de bajar el peso de la muestra.

Se colocó la raíz de cada una de las plantas en una placa Petri, luego se introdujo al microondas, en dos periodos de cuatro minutos cada uno en presencia de un vaso con 150 ml de agua destilada luego se procedió a pesar en la balanza digital.

4.6.10 Peso seco de las hojas

Esta variable se realizó de la siguiente manera:

Se efectuó la calibración como se describe el procedimiento en la variable anterior, y se observó que la muestra dejó de bajar peso a los 12 minutos.

Se colocaron las hojas de cada planta en una placa Petri para ser secadas en el microondas, durante 12 minutos en periodos de cuatro minutos en presencia de un vaso con 150 ml de agua destilada y luego se procedió a pesarla en la balanza digital.

4.6.11 Peso seco del tallo

Para realizar la medición de esta variable se hizo también la calibración correspondiente y se observó que las muestras dejaron de bajar su peso a los 12 minutos, se procedió a secar las muestras en tres periodos de 4 minutos en presencia del vaso con agua y posteriormente se pesó en la balanza digital.

4.7 El análisis estadístico

Este se efectuó mediante el análisis de varianza con el Diseño Completo al Azar (DCA) para cada una de las variables utilizando el paquete estadístico SPSS y se aplicaron pruebas de medias (Duncan) al 5 por ciento de probabilidad.

4.8 Análisis de costos

Cuadro 2. Análisis de costos beneficios

Actividades costos	Costo unitario	Unidad	unidades utilizadas	total
Bolsas	100	Paquete	1	100
Contruccion de ramada	150	D/h	2	300
Preparación del sustrato	150	D/h	2	300
Aplicación de fungicida	380	litro	0.2	76
Fertilización	10	libra	10	100
Aplicación de insecticida	420	litro	0.2	84
Total				960

Cuadro 3. Relación costo beneficio

Tratamiento	Costo fijo	Costo de enraizador (Lps)	Total Costos	Total Ingreso	RC/B
Agua	960	27	987	160	0.16
Raizal	960	16.80	976.8	160	0.16
Rootex	960	21.92	981.92	160	0.16
Activa	960	0.0			

Los costos son similares entre si dado que son costos de un área pequeña, y comparten los mis mismos costos de inversión siendo su única variante el enraizador utilizado.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura planta

Las plantas sometidas a los tratamientos que contenían productos hormonales presentaron mayor altura que las plantas testigo quedando demostrado que la aplicación de estos productos, genera diferencia en la dominancia apical de las pántulas, esto se debe a que las paredes celulares de las células tratadas con auxinas presentan mayor capacidad de expansión que las células no tratadas. (Salesbury y Ross, 2000)

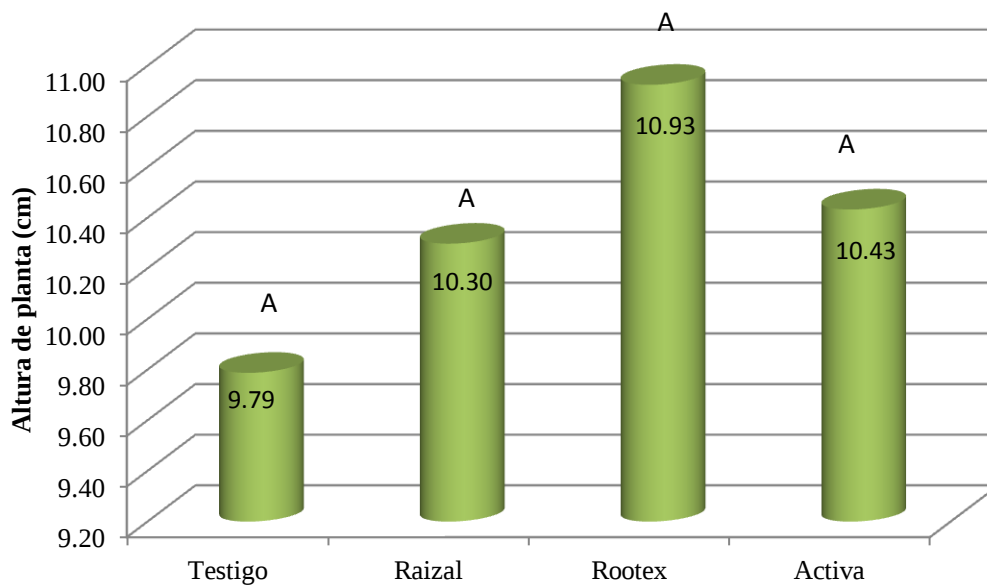


Figura 1. Altura de la plántula de cafeto sometidas a distintos enraizadores

5.2 Número de hojas

Aparentemente la diferenciación y desarrollo foliar no responde a estímulos hormonales exógenos, en la figura 2, se observa que no hubo variación significativa en la producción de hojas. Esto se debió quizá al manejo agronómico, el buen suministro de fertilizantes, en forma oportuna provocó que los tratamientos no promovieran respuestas significativas.

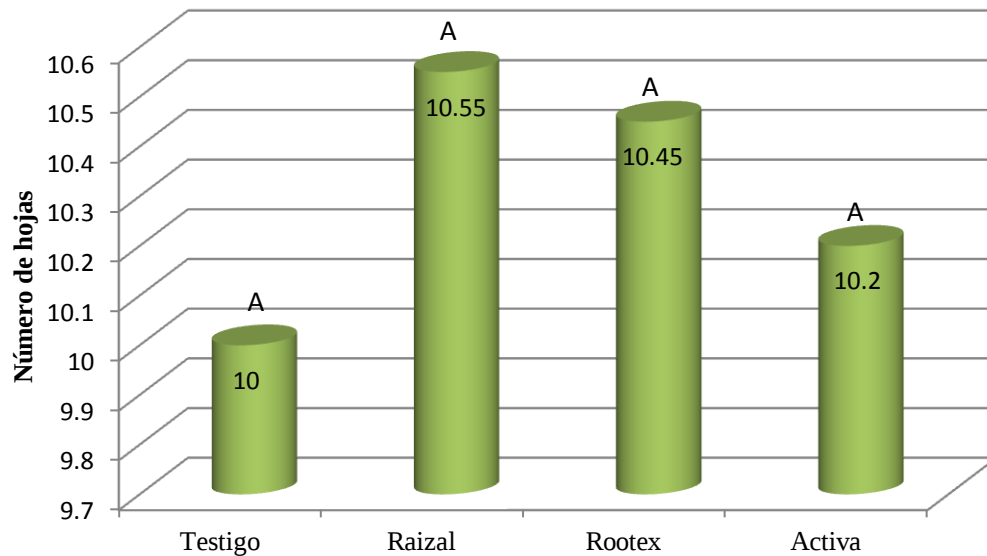


Figura 2. Número de hojas de la plántula de cafeto sometidas a distintos enraizadores

En la figura 2 se observa que las plantas tratadas con Rootex son las que presentaron mayor diferencia en producción de hojas con respecto a las plantas testigo, esto debido a que este producto contiene mayor concentración de nitrógeno que los otros productos lo que provoca en las plántulas el desarrollo de follaje.

5.3 Longitud de raíz

La variable longitud de raíz no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) promovidas por los tratamientos (Anexo 3). Se destaca sin embargo, la respuesta de las plantas tratadas con Activa (T1). La longitud de la raíz principal en general fue más corta en las plantas del testigo probablemente debido a que no hubo una necesidad aparente para hacerlo porque si no crece verticalmente hacia arriba por que debe crecer hacia abajo. En un estudio realizado en esquejes de (*Hypericum ssp*) se observó que los esquejes tratados con productos con auxinas presentaron mejor enraizamiento lo cual es atribuido al efecto positivo de las auxinas de provocar división de las células (Vivanco 2009). Las auxinas además de producir su efecto en órganos de origen también pueden translocarse a otros sitios para ejercer su efecto

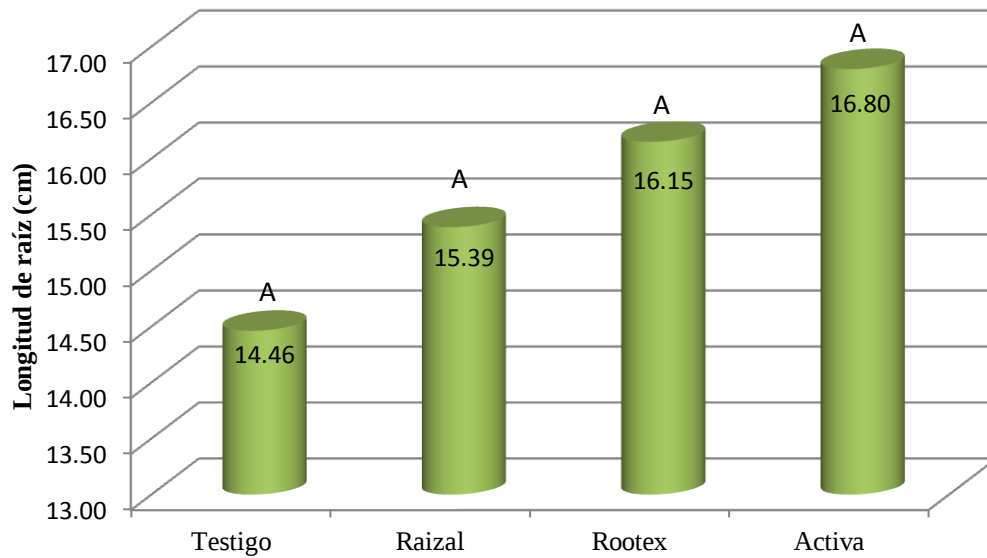


Figura 3. Longitud de raíz (cm) de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

5.4 Diámetro del tallo

Según los datos recabados y el análisis estadístico realizado para la variable diámetro del tallo, se determinó que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en las plantas evaluadas de los diferentes tratamientos, por lo tanto, en este caso esta variable no ha sido influida por la aplicación de productos con fitohormonas. Un estudio realizado en (*Saccharum officinarum*) en el cual se usaron productos hormonales en diferentes dosis y en diferentes etapas.

En la figura 4 se observa que las medias de todos los tratamientos son similares estadísticamente, estos resultados pueden ser quizá porque la acción de las fitohormonas es menor en el tallo, por lo tanto no se observa una respuesta positiva de las plantas tratadas con sustancias hormonales en relación a las plantas del testigo. Se cree que las auxinas del tallo son destruidas por la luz.

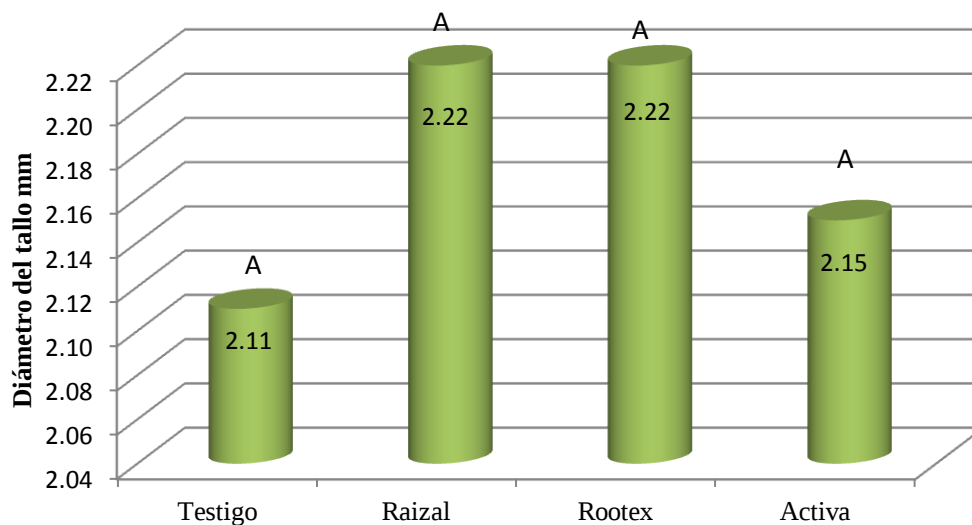


Figura 4. Diámetro del tallo (mm) de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

5.5 Volumen de raíz

Para esta variable se refleja un comportamiento similar al no mostrar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, quizás porque la fisiología de la planta no permite un estímulo promisorio para obtener un crecimiento significativo. Sin embargo, las plantas tratadas con Rootex (T_3) presentaron un volumen mayor con respecto a las plantas del testigo (T_1), esto es debido a que el Rootex tiene un contenido más alto de Fósforo. El Fósforo es un elemento indispensable para el desarrollo radicular y foliar de las plantas (Crespo *et al.* 1997).

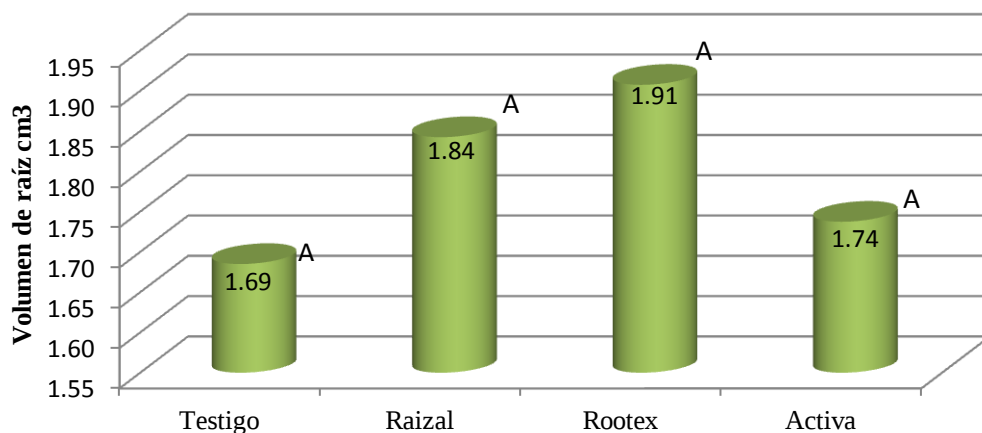


Figura 5. Volumen (cm³) de raíz en de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

5.6 Peso fresco de hojas

Para la variable peso fresco de hojas no presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), no obstante, se puede observar que es mayor el efecto positivo en las plantas tratadas con Rootex y en segundo lugar las plantas tratadas con Raizal, esto es debido al contenido de Fósforo en los productos lo cual proporciona desarrollo radicular y foliar.

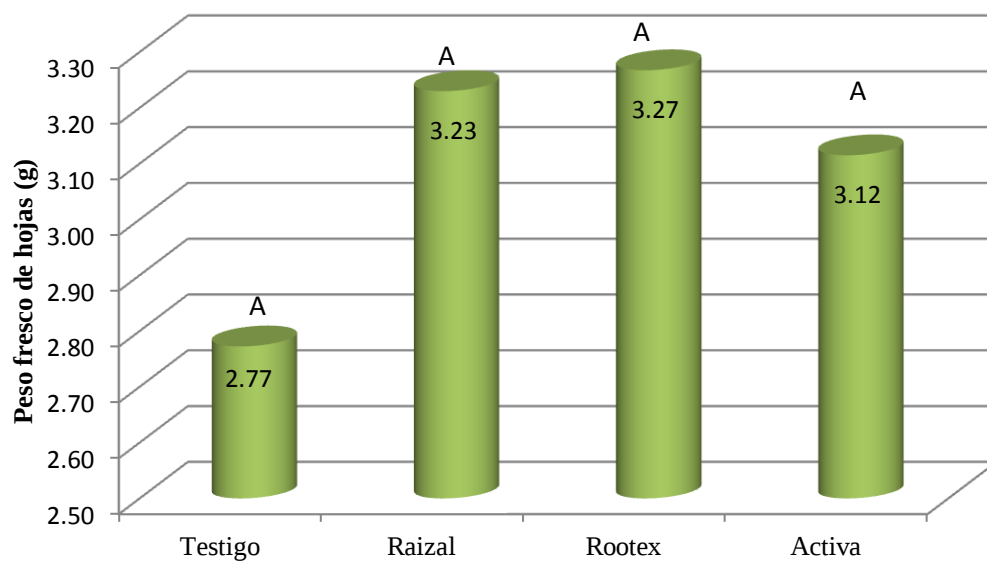


Figura 6. Peso fresco de las hojas (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distinto enraizadores

5.7 Peso fresco del tallo (g)

Esta variable no fue estimulada significativamente por los enraizadores. Como se muestra en la figura 7 las plantas tratadas con enraizadores no presentaron peso del tallo diferentes al testigo esto es debido a que el crecimiento del tallo de las plantas es muy poco influenciado hormonalmente.

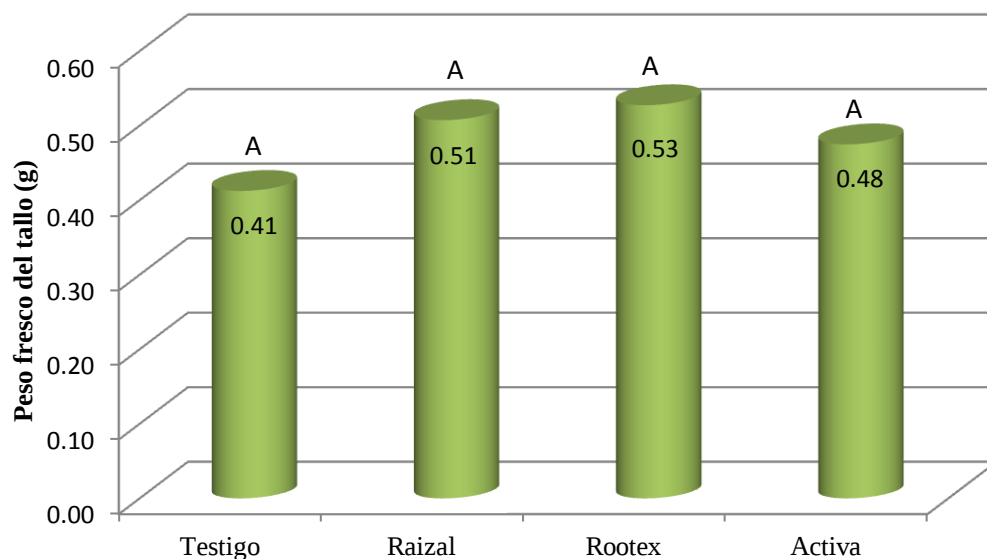


Figura 7. Peso fresco del tallo (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

5.8 Peso fresco de raíz

Al analizar los datos de esta variable no presentaron diferencias significativas, esto es debido a lo expresado para la variable anterior. En la gráfica se observa que las plantas a las que se les aplicó Rootex presentaron una ligera diferencia de peso, seguido por las plantas tratadas con el Raizal, esto es debido a que las concentraciones de fósforo pueden estimular el volumen radicular.

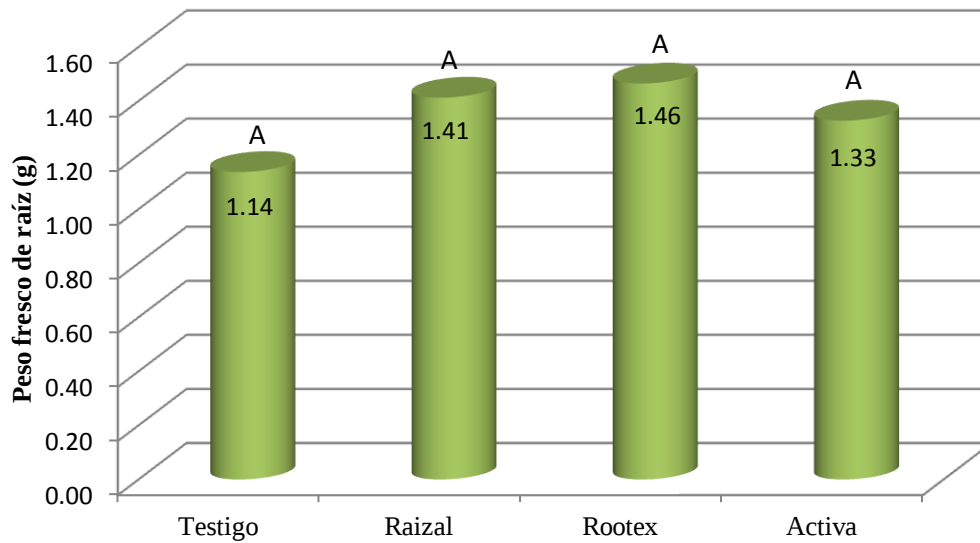


Figura 8. Peso fresco de raíz (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

5.9 Peso seco de hojas (g)

No se observó diferencias significativas ($p > 0.05$). Se destacó sin embargo, una tendencia de las plantas tratadas con productos a presentar una cantidad de materia seca mayor que las plantas del testigo como se muestra en la figura 9. La insignificancia es debido quizás a que en esta etapa la fisiología de la planta no acusa un estímulo hormonal evidente que pueda provocar un crecimiento diferencial a las variables morfológicas bajo estudio.

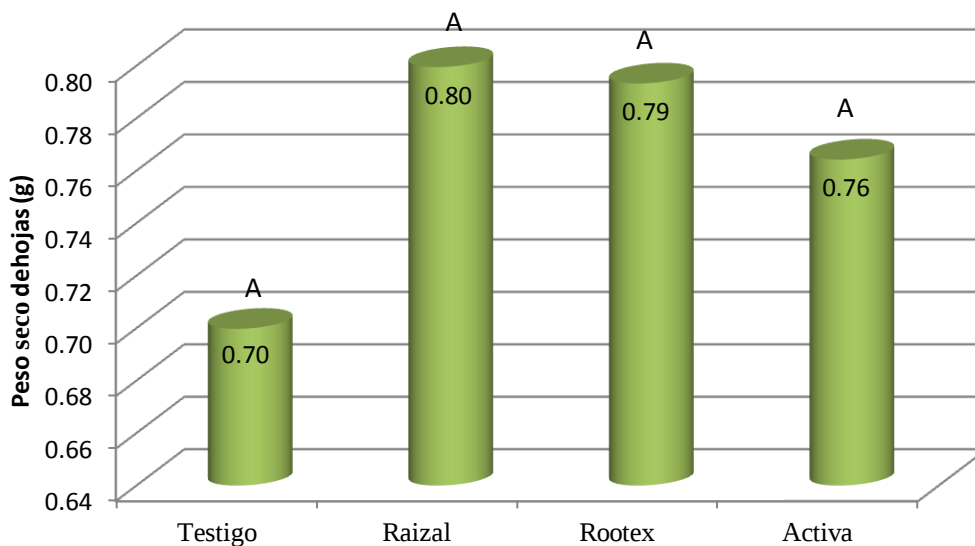


Figura 9. Peso seco de hojas (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

5.10 Peso seco del tallo (g)

Se observó en esta variable mucha similitud en el peso de materia seca entre las plantas tratadas con productos enraizadores y las plantas testigo, debido a que en esta fase debe advertirse una buena nutrición mineral en esta fase, asegurada en el sustrato (lombricompost + gallinaza) puede haber enmascarado los efectos hormonales) a las cuales se les aplicó productos enraizadores y las plantas testigo debido a que el crecimiento del tallo no es promovido por hormonas.

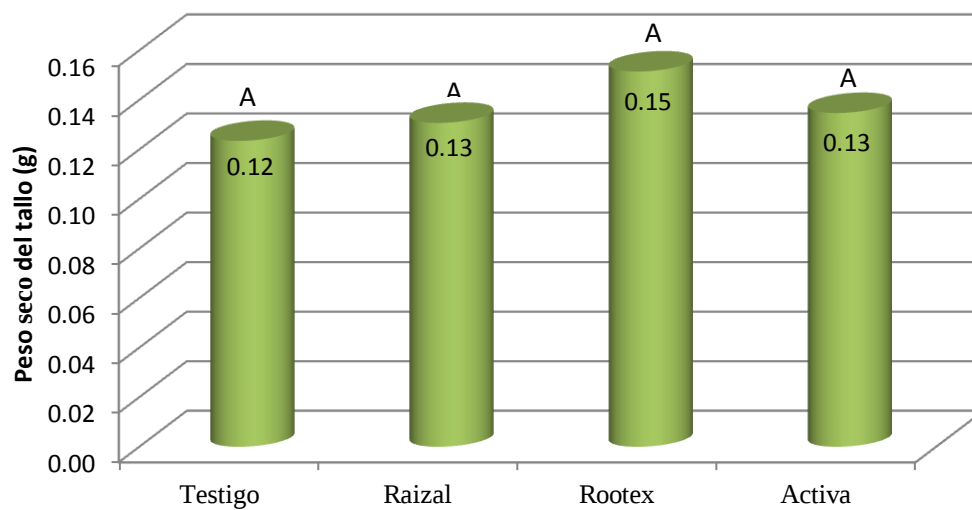


Figura 10. Peso seco del tallo (g) de plántulas de cafeto sometidas a los distintos enraizadores

CONCLUSIONES

Ninguno de los enraizadores provocó diferencia estadística significativa en el en plántulas de café

El enraizador Rootex fue el que en repetidas veces provocó los mejores resultados, y en segundo lugar el Raizal.

De los productos evaluados, el Activa presentó en más ocasiones efectos positivos bajos.

Ninguno de los enraizadores afectó significativamente las variables morfológicas durante los 90 días del estudio.

No es posible recomendar ninguno de estos productos como enraizadores o estimuladores para las plántulas de cafeto en los primeros 90 días de la fase de vivero.

RECOMENDACIONES

Realizar nuevamente este ensayo con un periodo de tiempo mayor de 90 días.

Evaluar otro tipo de enraizadores en plántulas de café (*Coffea arabica*)

Realizar este ensayo en época de verano para comparar los resultados obtenidos en este experimento.

VI BIBLIOGRAFÍA

Activa (En línea). Consultado el 15 de mayo. 2011. Disponible en <http://afecor.com/activa.php>

Aristizabal, GV (s.f.). Fisiología, nutrición y fertilización del Cafeto (en línea). Consultado el 29 de mayo 2011. Disponible en www.ipni.net/.../Fisiología,%20nutrición%20y%20fertilización%20del%20cafeto.pdf

Avilán, L y Antúnez, NL (1976). Morfología inicial del sistema radicular Phaseolus vulgaris L. 'Carioca' en condiciones controladas (en línea). Consultado el 30 de mayo 2011. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2602/arti/avilan_l.htm

Bidwell, R.C.S. 1979. Fisiología Vegetal. Trad. Por Guadalupe Jerónimo Cano Cano AGT, Editor, S. A. México D.F. Mex. 601, 620. p

Crespo, G. y S. Fraga. 2005. Efecto de la aplicación superficial de fertilizante mineral y abono orgánico en la recuperación de un campo forrajero de Pennisetum purpureum cv. King grass. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 39

Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización de horno a microondas (en línea). Consultado el 20 de agosto 2011. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf

Duval, R. (2006). Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta (en línea). Consultado el 31 de mayo 2011. Disponible en <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20general.pdf>

Estructura de la planta (en línea). Consultado el 27 de mayo 2011. Disponible en <http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.kew.org/ksheets/pdfs/b3plant.pdf>

Fase vegetativa (en línea). Consultado el 27 de mayo 2011. Disponible en http://cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas_Produccion&file=fasveg

FAO (s.f.) (en línea). Consultado el 8 de junio 2011. Disponible en <http://teca.fao.org/es/node/3435>

Función de la materia orgánica en el suelo (en línea). Consultado el 21 de mayo 2011. Disponible en <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html>

Giandino, C; y Defendis, L. (s.f.). (en línea) Volumen de un cuerpo irregular. Citado el 8 de mayo 2011. Disponible en www.youtube.com/watch

Giraldo, LA; Rios, HF; & Polanco, MF. (2009). Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. (En línea). Consultado el 26 de Mayo 2011. Disponible en http://riaa.unad.edu.co/PDF01/Giraldo_etal_enraizadores.pdf

Hömberg, BF. y Ripken, RR. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Germinadores y vivero (en línea) 3 ed. Alemania. Consultado el 29 de mayo 2011. Disponible en http://www.ifoam.org/growing_organic/7_training/training_pdf/other_training_materials/soil_plant/caficultura_ecologica.pdf

Hormonas de las plantas (en línea). Consultado el 15 de mayo 2011. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/5512655/Giberelina>

Hormonas vegetales (en línea). Citado el 28 de mayo 2011 disponible en http://www.alaquairum.net/hormonas_vegetales.htm

Importancia del café en Honduras (en línea). Consultado el 22 de mayo 2011. Disponible en http://www.cafedehonduras.org/aboutus_esp.php

Importancia económica del café (en línea). Consultado el 15 de mayo 2011. Disponible en http://webapp.ciat.cgiar.org/biotechnology/cultivo_tejidos/capitulo27.pdf

Kaspar, TC. & Bland, WL. (1992). Soil temperature and root growth Soil Science. consultado el 24 de mayo 2011. Disponible en http://journals.lww.com/soilsci/Abstract/1992/10000/soil_Temperature_and_Root_Growth.s.aspx

López, WG. 2010. Evaluación del ácido Indol -3- butírico para la inducción y desarrollo del sistema radicular en el cultivo de caña de azúcar (saccharum spp). Tesis Ing. Agro. Universidad de San Carlos de Guatemala. 17p.

Melgares, J; Bañón, S; Martínez, J; Fernández, JA. y Balenzategui, L. 2002. Influencia de diferentes temperaturas de sustrato y concentraciones de ácido indolbutírico en el esquejado de *Coriaria myrtifolia* (en línea). Consultado el 30 de mayo 2011. Disponible en <http://www.terra.es/personal8/ocamurcia/Floricultura/esquejado%20Coriaria.pdf>

Ortiz, AL. 2007. Café Selección de semilla. (en línea). Universidad del Valle Tecnología de Alimentos. Cali, Valle, Colombia. Consultado el 13 de mayo 2011. Disponible en <http://www.ilustrados.com/documentos/cafe-240807.pdf>

Producción de Semilleros y Viveros (en Línea). Consultado el 12 de mayo 2011. Disponible en http://www.cafedehonduras.org/ihcafe/administrador/aa_archivos/documentos/tec_guia_pr oduccion_semilleros.pdf

Propagación del cultivo. (en línea). Consultado el 15 de mayo 2011. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/cafe/PAQUETE%20%20TECNOL%C3%93GICO%20-%20CAFE.pdf>

Raizal 400 (en línea). Consultado el 15 de mayo 2011. Disponible en http://www.arystalifescience.cl/productos/fichas_pdf/RAIZAL%20400_FCH.pdf

Ramos, M. 2000 Evaluación de Ácido Indolbutírico y Naftalenacético como estimulante para el enraíce de estacas en Napoleón (*Boungainvillea glabra*) Tesis Ing. Agro. ENA. Catacamas, Honduras. 34 p.

Reguladores del crecimiento. (en línea). Citado el 27 de mayo 2011. Disponible en <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1HVZJSFF5-108L2H5-NFR/Reg.%20del%20Crecimiento.pdf>

Root-plus (en línea). Consultado el 15 de mayo. 2011. Disponible en <http://es.marketingarm.com/productos/Mejorador-Raiz/Root-Plus>

Sánchez, GA. 2001. Evaluación del ácido Naftalenacético y el herbicida 2,4-D, como estimulante de enraíce para estacas de Napoleón (*Boungainvillea glabra*). Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. 23p.

Situación del café (en línea). Consultado el 15 de mayo 2011. Disponible en <http://infoagro.net/shared/docs/a5/dcalidad14.pdf>

Sullca, JA. (s.f.). Paquete tecnológico de manejo integrado de café (en línea). Consultado el 29 de mayo 2011. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/cafe/PAQUETE%20%20TECNOL%C3%93GICO%20-%20CAFE.pdf>

Tuchan, JL. 2009. Efecto de cuatro enraizantes comerciales en plántulas del Piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo condiciones naturales y de invernadero. Proyecto de Graduación del Programa de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

Weaver, RJ. 1976 Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Por Agustín Contín. Edit. Trillas, S.A. de C.V. 1ra Ed. México. 119, 122p.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Anexo Análisis de varianza para la variable altura de planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Tratamiento	3	2.6245687	0.8748562	1.74	0.2124358 ns
Error	12	6.041125	0.5034271		
Total	15	8.6656937			

c.v = 7.3 %

ns = no significativo

 $R^2 = 0.30$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número de horas

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.74	0.2466667	2.35	0.1239472 ns
Error	12	1.26	0.105		
Total	15	2			

c.v = 3.5 %

ns = no significativo

 $R^2 = 0.37$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	12.16625	4.0554167	1.68	0.223332 ns
Error	12	28.91375	2.4094792		
Total	15	41.08			

c.v = 10.5 %

ns = no significativo

 $R^2 = 0.30$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.0003617	0.0001206	0.51	0.6830322 ns
Error	12	0.0028383	0.0002365		
Total	15	0.0031999			

c.v = 6.7 %

ns = no significativo

 $R^2 = 0.11$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable volumen de raíz

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.1212188	0.0404063	0.66	0.5909527 ns
Error	12	0.732125	0.0610104		
Total	15	0.8533438			

c.v = 13.3 %

ns = no significativo

 $R^2 = 0.14$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso fresco de hojas

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.609525	0.203175	1.06	0.4023692 ns
Error	12	2.30105	0.1917542		
Total	15	2.910575			

c.v = 14.2%

ns = no significativo

 $R^2 = 0.21$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable peso fresco del tallo

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.0303688	0.0101229	1.85	0.19122674 ns
Error	12	0.065525	0.0054604		
Total	15	0.0958938			

c.v = 16.64%

ns = no significativo

 $R^2 = 0.32$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.2478688	0.0826229	0.98	0.43366416 ns
Error	12	1.009525	0.0841271		
Total	15	1.2573938			

c.v = 21.7%

ns = no significativo

 $R^2 = 0.20$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable peso seco de hojas

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.0249752	0.0083251	0.62	0.61818011 ns
Error	12	0.1623793	0.0135316		
Total	15	0.1873544			

c.v = 14.6%

ns = no significativo

 $R^2 = 0.13$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable peso seco tallo

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.0016903	0.0005634	2.34	0.12442113 ns
Error	12	0.0028835	0.0002403		
Total	15	0.0045738			

c.v = 12.9%

ns = no significativo

 $R^2 = 0.37$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable peso seco raíz

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Significancia
Repetición	3	0.0006135	0.0002045	0.19	0.90378056 ns
Error	12	0.0131835	0.0010986		
Total	15	0.013797			

c.v = 13.1%

ns = no significativo

 $R^2 = 0.04$

* = significancia al 5%

** = significancia al 1%

Anexo 12. Composición del Activa

Componentes	Cantidad en %
Extractos de origen vegetal (polisacáridos, citoquininas, auxinas y giberelinas)	3.8
Aminoácidos totales	5.9
Nitrógeno (N) total	12.1
N. orgánico	0.9
N. amoniacal	3.6
N. ureico	7.6

Anhídrido fosfórico (P ₂ O ₅) soluble en agua	12.1
Materia orgánica total	6.4
Zinc (Zn) quelatado por EDTA soluble en agua	0.18

Anexo 13. Composición del Raizal 400

Componentes	Cantidades
Nitrógeno	9%
Fósforo	45%
Potasio	11%
Magnesio	0.6%
Zinc	0.8%
Bioestimulantes	400 ppm

Anexo 14. Composición química de Rootex®

Ingrediente Activo	%p/v
Nitrógeno (N)	7
Fósforo (P ₂ O ₅)	47
L-aminoácidos y Ácidos Orgánicos	18.5
Fitohormonas	300 ppm
Inertes	21.5
Total	100

Anexo 15. Dosis de los tratamientos.

Sustancias	Dosis
Raizal 400	5g/L de agua
Root-plus	5ml/L
Activa	2cc/L
Testigo	Solamente agua

Anexo 16 Relación beneficio-costo

Tratamiento	Egresos por manejo	Egresos enraizadores	Ingresos	Ganacias
T1 Raizal 400	93	27	160	40
T2 Rootex	93	16.8	160	50.2
T3 Activa	93	21.92	160	45.08
T4 Agua	93	0		