

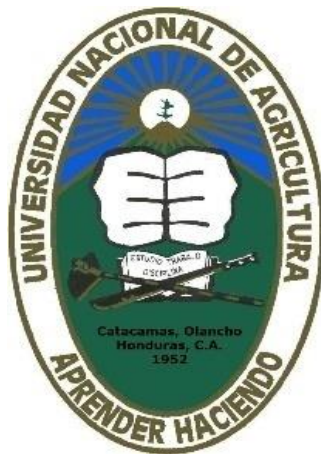
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ENRAIZADORES
COMERCIALES EN LA ETAPA DE VIVERO DE TRES HÍBRIDOS F1 DE CAFÉ**

POR:

ROGER ANTONIO VILLALTA VÁSQUEZ

**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, 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ENRAIZADORES
COMERCIALES EN LA ETAPA DE VIVERO DE TRES HÍBRIDOS F1 DE CAFÉ**

POR:

ROGER ANTONIO VILLALTA VÁSQUEZ

MIGUEL HERNAN 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, 2013

DEDICATORIA

A mi "**DIOS**" Todopoderoso por ser mi respaldo, por darme siempre su fortaleza y sabiduría, y permitirme la oportunidad de haber logrado mi objetivo propuesto.

A mis padres **José Adolfo Villalta (Q.D.D.G.)** y **Antonia Vásquez Guardado** 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 y fue su mayor sueño.

A mis hermanos **Mirna, Delfina, Carmen, Doris, Roxana, Adolfo, Milton**, por sus consejos, comprensión, por haberme transmitido su fortaleza, cariño, ánimo y apoyo en todo momento y así superar los desafíos encontrados.

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

AGRADECIMIENTO

A mi "**DIOS**" por ser mi apoyo en todo momento, por darme inteligencia, sabiduría, conocimiento, entendimiento, por darme muchas bendiciones sobre mi vida.

A mi madre **Antonia Vásquez Guardado**, y mis hermanos, **Mirna, Delfina, Carmen, Doris, Roxana, Adeldo, Milton**, por haberme dado la posibilidad de estudiar y desarrollarme, ya que sin su esfuerzo, sacrificio, consejos y paciencia no hubiese finalizado mi meta. La distancia no me impidió sentirlos cerca día a día.

A mi alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por haberme acogido por estos cuatro años y permitirme culminar mis estudios universitarios.

Al M. Sc. **Miguel Hernán Sosa**, al M. Sc. **Héctor Antonio Díaz** Por compartir sus amplios conocimientos sobre la investigación por sus consejos que han sido de mucho provecho y al **Instituto Hondureño del café (IHCAFE)** por darme su apoyo durante la realización del experimento.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
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 Cultivo de café	4
3.2 Propagación	5
3.3 Mejoramiento genético y origen de los híbridos	5
3.4 Producción de vivero	7
3.5 Medios de cultivo	8
3.6 Funciones de los sustratos	9
3.7 Sustrato de enraizamiento.....	9
3.8.1 Raíces o sistema radical del café	10
3.8.2 Fisiología del enraizamiento.	10
3.8.3 Capacidad de enraizamiento.....	11
3.8.4 Enraizamiento de segmentos.....	12
3.8.5 Inducción del enraizamiento.....	12
3.9 Los efectos de las auxinas	13
3.10 Factores que influyen en el enraizamiento.....	13
3.10.1 Fototropismo.	13
3.10.2 Gravitropismo.	13
3.10.3 Las citoquininas.....	14
3.10.4 Los efectos que producen son:	14
3.10.5 Las giberelinas.....	14

.....linas	15
3.11 Productos comerciales promotores de enraizamiento	15
3.11.1 18-46-0 + Bayfolan.....	15
3.11.2 Raizal 400	16
3.11.3 Fertigro + Rootex	16
3.11.4 Radifarm.....	16
3.11.5 Fertilizante granular 10-20-10 Duplicado + ERGOCROP	17
3.11.6 Solu Feed.....	17
3.11.7 Maxi-Grow	17
3.11.8 Liquid feed + Multifeed.....	17
3.12.9 Raycat +Solucat 10-52-10.....	17
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1 Ubicación del experimento	18
4.2 Materiales y equipo.....	18
4.3 Factores bajo estudio	18
4.3.1 Factor (A)	18
4.3.2 Factor (B).....	19
4.4 Tratamientos.....	19
4.4.1 Testigo; 18-46-0 + Bayfolan	19
4.4.3 Solu Feed	19
4.4.4 Fertigro + Rootex	19
4.4.5 Raycat	20
4.4.7 Sustratos.....	20
4.5 Lombricompost.....	20
4.6 Híbridos F1 proporcionados por el IHCAFE	20
4.7 Unidad y Diseño experimental	21
4.7.1 Modelo estadístico	22

	22
4.9 Variables de respuesta	23
4.9.1 Altura de la planta (Parte aérea)	23
4.9.2 Número de hojas	23
4.9.3 Volumen radicular	23
4.9.4 Longitud de raíz	24
4.9.5 Diámetro del tallo	24
4.9.6 Peso fresco de raíz	24
4.9.7 Peso fresco de las hojas	24
4.9.8 Peso fresco del tallo	25
4.9.9 Peso de seco de la raíz	25
4.9.10 Peso seco de las hojas	25
4.9.11 Peso seco del tallo	25
4.12 El análisis estadístico	26
4.13 Análisis de costos	26
Cuadro 4. Análisis de costos beneficios	26
Cuadro 5. Relación costo beneficio	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1 Altura de planta	28
6.2 Numero de hojas	30
5.3 Volumen radicular	32
5.4 Longitud de raíz	34
5.5 Diámetro de tallo	35
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
VI. BIBLIOGRAFIA	42
VII. ANEXOS	46

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Híbridos F1 seleccionados	20
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos	21
Cuadro 3. Distribución de los Tratamientos	21
Cuadro 4. Análisis de costos beneficios	26
Cuadro 5. Relación costo beneficio	26
Cuadro 6. Peso fresco de hojas, tallo y raíz de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	38
Cuadro 7. Peso seco de hojas, tallo y raíz de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Altura de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	28
Figura 2. Número de hojas de las plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	31
Figura 3. Longitud de raíz de las plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	33
Figura 3. Volumen radicular de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	35
Figura 5. Diámetro de tallo de las plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta	47
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número de hojas	47
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable volumen radicular	47
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz	48
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo	48
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso fresco de hojas	48
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable peso fresco del tallo	49
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz	49
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable peso seco de hojas	49
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable peso seco de tallo	50
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz	50
Anexo 12. Composición del Raycat enraizador	50
Anexo 13. Composición del Rootex	51
Anexo 14. Composición del Solufeed viveros	51
Anexo 15. Dosis de los tratamientos	52

comparación de la eficiencia de tres enraizadores comerciales en la etapa de vivero de tres híbridos f1 de café (*Coffea arabica*). Tesis Ing. Catacamas, Olancho, Hond. Universidad Nacional de Agricultura. 54 pág.

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 tres híbridos F1 de café, utilizando un total de 360 plántulas. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar Generalizado (DBCAG), el cual incluyó 12 tratamientos y tres repeticiones. Los productos evaluados fueron T1=Testigo, T2=Solufeed Viveros, T3=Rootex + Fertigro y T4=Raycat enraizador. 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, del tallo y de las hojas (g), peso seco de raíz, tallo, y de hojas (g). Las mediciones de todas estas variables se realizaron a los noventa días. El análisis detectó diferencias mínimas significativas ($P \leq 0.05$) para la longitud radicular en el híbrido Milenio con respecto al testigo siendo influenciado este nivel de significancia por el enraizador Rootex + Fertigro y diámetro de tallo ($P \leq 0.05$) en el híbrido Casiopea siendo los tres productos comerciales los que promovieron este resultado, en el resto de variables no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Palabras claves: Enraizadores, Café, Híbrido, Vivero.

I. INTRODUCCIÓN

El enraizamiento es un proceso de suma importancia en todas las plantas, mostrando su importancia en la absorción de sus medios de vida como el agua, nutrientes y la firmeza requerida en el suelo. Este proceso de enraizamiento acarrea relevancia en cultivos como café que por ser cultivos trasplantados, la calidad radicular puede comprobarse en tiempo después, cuando ya se haya hecho inversiones fuertes y el efecto determinante se reflejara en su época de 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, nematodos, deficiencias de nutrientes y débil anclaje de la planta afectando posteriormente la producción, incluso causando la muerte de las plantas, por lo que es menester investigar sobre como inducir en las plantas más eficientes sistemas radiculares.

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.

En el afán de producir mejores genotipos de café, varias instituciones investigativas de Centro América han iniciado un programa de mejoramiento genético. Hoy se encuentran disponibles tres híbridos F1 producidos in vitro, pero no se sabe cómo reaccionaran bajo condiciones normales, de allí que en la aclimatación como fase posterior a la in vitro se

de los procesos de crecimiento y desarrollo, por ello, generar o reactivar un excelente sistema radicular es vital para el resto de la vida de estas plantas.

Es así como en el presente estudio se pretende comparar tres enraizadores comerciales en viveros de híbridos f1 de café para determinar cuál de los tres es más eficiente y rentable, para lo cual se evaluó el efecto de estos sobre varias características morfológicas y anatómicas de las plantas. Además que esta información esté disponible para los productores de café y las personas que lo necesiten.

II. OBJETIVOS

2.1 General

- ✓ Comparar la eficiencia de tres enraizadores comerciales en etapa de vivero de tres híbridos f1 de café

2.2 Específicos

- ✓ Determinar el efecto de los enraizadores comerciales sobre la eficiencia de absorción en las plantas híbridas F1 de café
- ✓ Determinar el enraizador de mayor eficiencia para el enraizamiento en vivero de híbridos f1 de café
- ✓ Analizar económicamente los tratamientos en estudio

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Cultivo de café

El café familia Rubiáceas, es un arbusto, perenne originario de Etiopía. Su grano genera una de las bebidas estimulantes más conocidas en el mundo por su contenido de cafeína y también para otros usos como licores, bebidas y caramelos. Cuenta con un buen mercado internacional ya que es altamente rentable y demandado como un gran rubro de calidad.

El café es el principal producto de exportación agrícola en Honduras. Además es el cultivo que mejor distribuye la riqueza mediante empleos en la región centroamericana. Es un cultivo de seguridad alimentaria, por la cantidad de empleos que genera y contribuye a la diversidad ecológica (Ihcafe. s.f.)

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 (Infoagro,1999).

Para Ihcafe (s.f.), la caficultura de los países centroamericanos tiene una significativa importancia económica y social; sigue siendo fuente importante de empleo e ingreso para cerca de 300 mil familias productoras y un millón de asalariados temporales y permanentes que se desempeñan en todos los eslabones de la cadena de producción e industria del café, tiene especial relevancia el hecho de que la caficultura ocupa tradicionalmente el territorio montañoso húmedo y tierras frágiles de ladera que conforman las cuencas altas del sistema hidrográfico, en las vertientes de ambos mares, Pacífico y Caribe.

El arbusto de café puede propagarse por métodos sexuales o asexuales. El primer método incluye el uso de la semilla en grano y el segundo la utilización de estacas, esquejes o injertos. 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 (Sullca. s.f.).

3.3 Mejoramiento genético y origen de los híbridos

Con el objetivo de incrementar la productividad, calidad, resistencia a plagas y diversificar la genética de las variedades de café cultivadas, en un esfuerzo conjunto entre diferentes instituciones miembros del Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Caficultura en Centroamérica, se desarrolló el proyecto de selección de híbridos F1 de café a principios de la década de 1980. Para reducir el tiempo de liberación de estas variedades y la producción de las plantas a nivel comercial, se desarrolló la tecnología de multiplicación clonal basado en la embriogénesis somática (PROMECAFE.s.f.).

Para hacer efectiva la aplicación de esta tecnología en Honduras, implicó al Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) buscar financiamiento para la construcción y equipamiento de un moderno laboratorio, así como la capacitación del personal técnico idóneo para desarrollar el proceso. Con financiamiento otorgado por la Cuenta del Milenio-Honduras bajo acuerdo de donación se hizo posible el establecimiento del laboratorio, que coloca al sector cafetalero nacional en ventajas tecnológicas respecto al resto de los países centroamericanos.

Actualmente se reproducen tres híbridos F1 de café (coffea arábica), Casiopea, Milenio, Centroamericano, las primeras 125,000 plantas de los híbridos de café, serán destinadas

las de validación distribuidas a nivel nacional (Ihcafe

La embriogénesis somática es técnica eficiente de multiplicación clonal alternativa para la multiplicación de híbridos de café en fases tempranas de mejoramiento que no pueden propagarse por semilla solo por métodos vegetativos (PROMECAFE, 2007).

Para el IHCAFE (2011), con el establecimiento de este moderno laboratorio con capacidad de reproducir un millón de plantas anuales, el sector cafetalero del país dispondrá de híbridos de café con características superiores en productividad, calidad de taza y resistencia a enfermedades. Teniendo una alternativa que propiciará el aumento de la productividad e ingresos económicos para los caficultores.

Los Híbridos F1, obtenidos por cruces entre las variedades comerciales Caturra o Sarchimor y los materiales genéticos de origen Etíope, provenientes de las prospecciones de 1962 de la FAO o de 1963 de la ORSTOM, han sido desarrollados agrónomicamente en la región, en el marco de PROMECAFE, por las instituciones que velan por el cultivo de café en su respectivo país: ANACAFE, Guatemala, PROCAFE, El Salvador, IHCAFE, Honduras e ICAFE, Costa Rica; el CATIE, Costa Rica y el CIRAD, Francia; quienes hicieron aportaciones para el desarrollo de este material genético y para la coordinación científica (PROMECAFE, 2011).

Gracias al esfuerzo de instituciones propietarias de los Híbridos F1, se cuenta con material genético de C. arábica superiores y con variedades de café arábica, altamente competitivas en rendimiento y calidad. En las instituciones socias de estos proyecto, se mantienen capacidades operativas de los respectivos laboratorios de biotecnología, para la propagación clonal in vitro y conservación del material genético del proyecto de Híbridos

colucrado en este proceso y se espera que su desarrollo
para la caficultura de la región (PROMECAFE.2011).

Posteriormente el programa de mejoramiento genético de PROMECAFE propone que una vez que se cuente con material genético con posibilidades de creación de variedades aptas para ser desarrolladas, se proponga:

1. Que esas variedades sean multiplicadas y aclimatadas para establecer ensayos en los países de PROMECAFE
2. Después de un período de desarrollo se cree un mecanismo que regule su liberación, distribución, tecnología óptima para su utilización.

Se conviene entonces la necesidad de formar un mecanismo que asegure la perennidad del proyecto y señale las funciones, responsabilidades, reglas y mecanismos legales e institucionales para el manejo, venta, utilidades y otros aspectos sobre los productos generados.

Según Santacreo (s.f.) a partir de los ensayos regionales con Híbridos F1 en sus fases de evaluación sobre características agronómicas, producción, rendimiento y cualidades organolépticas, resistencia a la enfermedad roya del cafeto y tolerancia a nematodos, entre los años 1,992 a 2,005, se seleccionaron tres como Híbridos candidatos a constituir nuevas variedades y se acuerda poner nombre a estos, Centroamericano, Milenio y Casiopea.

3.4 Producción de vivero

Para IHCAFE (1995), el éxito de la futura siembra dependerá de la calidad de planta que se lleve al campo la hechura de un buen vivero es parte fundamental en el éxito de la futura plantación. En Honduras existen dos formas de hacer los viveros de café: uno en bolsas de

en el suelo; las dos opciones son adecuadas para la
el productor decide por la alternativa más apropiada
para sus condiciones.

Así mismo debe tomar en cuenta ciertos factores para la realización de un vivero el cual nos garantizara un mayor éxito en la realización del mismo, tales como la ubicación, preparación del terreno, época de realización, condición del mismo, entre otros factores.

La preparación de plantas de vivero de buena calidad, es un aspecto muy importante de la caficultura moderna, debido al imperativo de renovar las plantaciones viejas y utilizar los mismos o nuevos terrenos para la siembra de variedades de alta producción, resistentes a la roya, y a ciertas plagas. Además la densidad de siembra debe ser mantenida en un 100%, vale decir que las plantas que por alguna razón perecen, deben ser sustituidas a intervalos anuales (Carvajal. 1984).

3.5 Medios de cultivo

Según OIRSA (2002), el material en el cual se plantan semillas, se insertan brotes, o se establecen plantas, se le llama sustrato o medio. El medio da soporte, almacena y suministra nutrientes, agua y aire para el sistema radical. El propósito de un medio, es propiciar un buen crecimiento, dentro del espacio limitado de un recipiente, y preparar las plantas para un trasplante exitoso. Existen muchos materiales y sus mezclas. Cada productor que trata de crear su propio medio, a veces hace un uso innecesario o inadecuado de componentes.

Tierra es el medio más común, pero hay más. Algunos medios son orgánicos y otros inorgánicos. Un medio sin tierra puede suministrar oxígeno, agua, nutrientes y soporte para las plantas, tan bien como lo hace el suelo. Conforme mejor sea el medio mayor es el desarrollo del sistema radical absorbente y se produce un almácigo de más calidad, el que

rá mayor crecimiento. Este es un factor económico
productor no debe descuidar (Fonteno. 1999).

Según Ballester (1,992) a diferencia del suelo, que mantiene más o menos estables sus características en el tiempo, los sustratos no se comportan de igual forma. Varios materiales y sus mezclas son utilizados para preparar medios. Las características resultantes de las mezclas no siempre son la suma de las características de sus partes, por lo que lo importante de un sustrato no son sus ingredientes y componentes sino sus propiedades y parámetros.

3.6 Funciones de los sustratos

Para Ballester (1992), hay cuatro funciones con las que debe cumplir un medio para mantener un buen crecimiento de las plantas.

- ✓ Proporcionar un anclaje y soporte para la planta.
- ✓ Retener humedad de modo que esté disponible para la planta.
- ✓ Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.
- ✓ Servir como depósito para los nutrientes de la planta.

3.7 Sustrato de enraizamiento.

Un buen medio de enraizamiento se obtiene con arena gruesa o grava fina, que debe estar limpia, húmeda y bien aireada. Si su capacidad de retención de agua es baja se puede mejorar adicionando aserrín, turba, vermiculita u otros materiales.

3.8 Enraizamiento

Aparte de las hormonas reguladoras del crecimiento, que intervienen de forma activa en el proceso de enraizamiento y desarrollo de planta, también encontramos algunas sustancias y

miento, las cuales pueden ser naturales o sintéticas

Así mismo, Vivanco citado por Duarte (2011), 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.

3.8.1 Raíces o sistema radical del café

Según Alvarado y Rojas (1994) las clases de raíces que tiene el cafeto son, pivotantes, axiales o de sostén, laterales y raicillas. La pivotante puede considerarse como la raíz central, su longitud máxima en una planta adulta es de 50 a 60 cm, las raíces axiales o de sostén y las laterales se originan a partir de la pivotante; de las laterales generalmente se desarrollan las raicillas que en un alto porcentaje (80-90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Las raicillas son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrimentos a partir del suelo.

3.8.2 Fisiología del enraizamiento.

Se necesitan dos procesos para que a partir de una estaca o esqueje se logre una nueva planta. Dichos procesos son rizogénesis y organogénesis. Para que ocurra la rizogénesis son necesarios los mecanismos de diferenciación y que crezcan nuevas raíces. La iniciación de raíces depende de una multiplicidad de factores fisiológicos, anatómicos, ambientales y genéticos. (Villalobos, citado por Montoya, 1993).

que a través de las múltiples experiencias de varios
firmación de que el material adulto es más difícil de
enraizar por razones complejas y todavía poco comprendidas; probablemente se deba más a
su edad fisiológica que a su madurez reproductiva.

Montoya (1993), divulga que el proceso de rizogénesis está regido por la temperatura y su
velocidad depende del contenido y presencia de enzimas propias. La capacidad rizogénica
del tejido depende de su constitución genética, por lo tanto, hay especies fáciles o difíciles
de enraizar. Para producir un tejido nuevo se necesitan moléculas de ATP
(Adenosintrifosfato), cuya presencia depende del oxígeno, agua, temperatura y existencia
de metabólicos de los cuáles se obtiene la energía y el oxígeno necesarios para la formación
de nuevas proteínas.

Hartmann y Kester (1995), opinan que el estado nutricional de la planta y en particular la
relación carbón nitrógeno (C/N), es un factor de iniciación o estimulación de
enraizamiento. Una relación C/N alta mejora el enraizamiento para un número de especies
estudiadas.

3.8.3 Capacidad de enraizamiento

Según Ford-Logan (1992), la capacidad de las plantas para formar raíces adventicias es
controlada por un complejo de factores interactuantes, incluida nutrición, medio ambiente,
factores genéticos y otros, y numerosos componentes endógenos y exógenos.

Álvarez y Varona (1988), señalan que el enraizamiento se origina de mutaciones de células
somáticas que ocurre durante la expansión y producción de estacas de clones seleccionados.
Estos son brotes anormales o mutaciones originados desde la ocurrencia de una mutación
de una de las células mitóticas en el meristemo apical de un brote. La probabilidad de que

3.8.4 Enraizamiento de segmentos

Según Valenzuela (2010), el enraizamiento de segmentos es una técnica de propagación que tiene muchas ventajas y se emplea exitosamente sin necesidad de gran inversión económica. La técnica más común es la inducción de la formación de raíces en una sección del tallo o de la rama, de manera que se origine una planta independiente. En los casos en que se ha experimentado propagar árboles mediante la enraización a partir de segmentos se ha tenido éxito en más de 80%. La selección de cualquiera de ellos depende básicamente de las características inherentes a cada especie, de las facilidades para obtener y manipular los cortes (en función del estado fenológico de la planta), del propósito de la propagación y de la disponibilidad de recursos económicos.

3.8.5 Inducción del enraizamiento

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que 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 hay de origen natural, como el ácido Indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido Indolbutírico (AIB) y el ácido Naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas (Valenzuela, 2010).

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

olismo celular, produciendo una mayor longitud, las
n de raíces

3.9 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. 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, según Giraldo, citado por Duarte, (2011).

3.10 Factores que influyen en el enraizamiento

3.10.1 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, citado por Duarte (2011).

3.10.2 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 (ópiédrecitasô) que según como se apoyan sobre el retículo endoplasmático (RE) de la célula que los contiene provocan una reacción distinta, Botanical citado por Duarte (2011).

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.

3.10.4 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 (Weaver, 1976).

3.10.5 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 (Giraldo, 2009).

Montenegro (s.f) citado por López (2010), 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

idad consiste en el alargamiento de las células, además
ón de la semilla.

3.10.6 Los efectos de las giberelinas

Según Giraldo, citado por por Duarte (2011) 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.

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 las 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 como a los 30 días. En la industria agrícola existe muchos productos sintéticos que además de ser controladores de plagas, también estimulan el metabolismo celular

3.11 Productos comerciales promotores de enraizamiento

3.11.1 18-46-0 + Bayfolan

Según FENORSA, (s.f.) este fertilizante es utilizado en las etapas iniciales del cultivo con alto % de fosforo (P), su contenido es de 18% N y 46% de P. Este producto se utilizara en

AFE (2.25 libras /4 galones de agua) aplicándose cada fertilización foliar utilizando Bayfolan forte a una dosis de 4 cc/litro de agua, la misma se aplicara 15 días después de cada fertilización disuelta. Cabe mencionar que este tratamiento será el Testigo.

3.11.2 Raizal 400

Según GBM (s.f.) es una fórmula desarrollada primordialmente para proveer nutrientes y estimular el crecimiento de raíces de plantas jóvenes provenientes ya sea de trasplantes o de siembra directa. La acción conjunta de su balance N, P, K, Mg, S y su complejo hormonal constituye un suplemento muy adecuado a los principales requerimientos nutricionales de plantas jóvenes lográndose un brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso

3.11.3 Fertigro + Rootex

Para SEAGRO (s.f.) fertigro es una formula liquida nutricional especialmente diseñada para proporcionar parte de Nitrógeno (N) y todo el Fosforo (P) que requiere el cultivo. El rootex es un enraizador fungicida que ayuda a la inducción de la raíz, protegiendo eficazmente el desarrollo radicular, de las enfermedades fungosas y bacterias.

3.11.4 Radifarm

Es un producto que induce la producción de raíces principalmente de absorción, cuya función es la forma de agua y nutrientes, como base del crecimiento y la producción final del cultivo (VALAGRO, s.f.).

La diferencia de este tratamiento es que los productos ergo será aplicados vía foliar cada 15 días después de haberse aplicado el fertilizante a la planta (ERGO, s.f.).

3.11.6 Solu Feed

Es un compuesto mineral 100% soluble de nutrientes mayores (NyP) y menores (Bo,Cu,Fe,y Mg) desarrollado de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las plantas en etapa inicial (Duwets s.f.).

3.11.7 Maxi-Grow

Es un bioestimulante complejo de origen orgánico que contiene auxinas, giberelinas y citoquininas, además de micronutrientes en forma quelatada (SEAGRO s.f.).

3.11.8 Liquid feed + Multifeed

Para DUWEST (s.f.) es un aminoácido que se aplicara de manera conjuntan a Multi feed; siendo este un complemento foliar en polvo diseñado exclusivamente para el cultivo de café el cual contiene los tres elementos mayores perfectamente balanceados y elementos menores como, Hierro(Fe),Magnesio(Mn),Zinc(Zc),Cobre(Cu) y Molibdeno(Mo)

3.12.9 Raycat +Solucat 10-52-10

Es un fertilizante soluble de alta calidad y pureza tanto en macro elementos como oligoelementos, utilizados disueltos en el agua (Atlántica Agrícola, s.f.)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del experimento

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, y se sitúa a 14° 59' latitud norte y 88° 31' longitud oeste, su temperatura óptima oscila entre 20°C y 25°C.

4.2 Materiales y equipo

Para la realización del experimento se utilizaron los siguientes materiales disponibles: terreno, plántulas híbridas F1 de café, bolsas de polietileno, sustrato para embolsar, azadón, alambre, estacas, hojas de monitoreo, probetas de 100 ml y 1000 ml, cartulina, fertilizantes, desinfectantes, insecticida repelentes, fungicidas, productos enraizadores, balanza analítica, horno de ventilación forzada, vernier, libreta de campo, lápiz, teléfono, calculadora, computadora.

4.3 Factores bajo estudio

4.3.1 Factor (A)

Se compararon tres enraizadores comerciales disponibles en el mercado nacional;

- Fertigro + Rootex,
- Solufeed Viveros

4.3.2 Factor (B)

- Casiopea
- Centroamericano
- Milenio

4.4 Tratamientos

4.4.1 Testigo; 18-46-0 + Bayfolan

A las plantas del testigo (T1) solo se les aplicó 50 ml de agua para proporcionarle efectos placebo relativos a los posibles efectos de los enraizadores comerciales.

4.4.3 Solu Feed

En cuanto a este se preparó la solución de 28.7 gramos / 2.3 litros de agua; aplicando 50 ml/plantas

4.4.4 Fertigro + Rootex

Se preparó una solución a razón de 25 ml +5 gramos/ litros de agua; al momento de aplicar se usó 50 ml de la solución en la raíz de la planta haciendo uso de una jeringa de 60 ml

Para este se preparó una solución de 4 onzas/bomba de 20 lt, para la aplicación al suelo, el cual se debe aplicar cada 15 días, y se preparara otra solución de 56.8 g/bomba de 20 lt para la aplicación foliar que se hizo un mes después del trasplante.

4.4.7 Sustratos

Generalmente se establece la proporción, 70% de tierra y 30% de sustrato, para el caso se utilizara como sustrato; suelo más lombricompost

4.5 Lombricompost

Se puede definir como la biotecnología que se encarga de reproducir la lombriz de tierra y en la cual se utiliza principalmente a la lombriz roja californiana, como herramienta de trabajo para la transformación de recursos orgánicos, es muy rico en vida microbial, la que es básica para la relación suelo-planta; además las lombrices ayudan a neutralizar el pH del suelo y hacen que los elementos nutritivos se solubilicen (Ihcafe s.f.).

4.6 Híbridos F1 proporcionados por el IHCAFE

Cuadro 1. Híbridos F1 seleccionados

Nombre Seleccionado Híbrido	Correspondiente
Centroamericano	L13A44
Milenio	L12A28
Casiopea	L04A34

ientos

Producto	Nombre	Casa comercial	Dosis/producto	Dosis/planta
P1	Solu Feed, Viveros	Duwest	200ml/16lt de agua	25 ml/planta,
P2	Rootex, Fertigro	Seagro	25 g/ 5 litros de agua	50 ml/ planta
P3	Raycat enraizador	Atlantica Agricola	5 ml + 2.5 g / litro de agua	25 ml/planta
P.Testigo	18-46-0 + Bayfolan	Fertica + Bayer	3.75 ml/ lt de agua	4 gr/planta

Cuadro 3. Distribución de los Tratamientos

Tratamiento	Hibrido		
	Casiopeia	Centroamericano	Milenio
Rootex + Fertigro	Rootex +Fertigro Casiopea	Rootex. Centroamericano	Rootex. Milenio
Raycat enraizador	Raycat. Casiopea	Raycat. Centroamericano	Raycat. Milenio
Solufeed viveros	Solufeed. Casiopea	Solufeed. Centroamericano	Solufeed. Milenio
Testigo	Testigo. Casiopea	Testigo. Centroamericano	Testigo. Milenio

4.7 Unidad y Diseño experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas, el experimento se realizó utilizando un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial de 4x3 con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El diseño se instaló de acuerdo a las condiciones de campo.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = La variable de respuesta observada

μ = La media general

γ_k = Es el efecto del k-ésimo bloque o repetición

α_i = El efecto i-ésimo nivel del factor A

β_j = El efecto del j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ EL efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B

ϵ_{ijk} = El error experimental.

4.8 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 de polietileno con dimensión de 6x8 pulgadas, utilizando un sustrato o medios de cultivo que para el caso fue; 30% Lombricompost + 70% Tierra, 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. Dos días antes del trasplante de las plántulas híbridas de café se realizó una aplicación al sustrato embolsado de una solución de agua y fungicidas.

El control de malezas en el vivero y la limpieza alrededor del área destinada para el ensayo se realizó química y manualmente cuando se consideró necesario.

Se seleccionó para el trasplante, las plántulas híbridas de café, sanas de tamaño uniforme, vigorosas, bien formada, sin daños de ningún tipo, y para eliminar cualquier infestación con

les sumergió la raíz en un recipiente con una solución

4.9 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).

4.9.1 Altura de la planta (Parte aérea)

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

4.9.2 Número de hojas

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

4.9.3 Volumen radicular

Esta variable se tomó con el objetivo de observar cuál de los tratamientos utilizados tendría un mayor efecto en el crecimiento de la raíz. Se tomaron cuatro 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, sumergiendo la raíz de la plántula en una probeta de 100 ml la cual contenía 100ml de agua que fue introducida a un recipiente que solo contenía a esta, su

la cantidad de agua desprendida de la probeta al

4.9.4 Longitud de raíz

Con el objetivo de conocer la longitud que tendrían las raíces de las plántulas híbridas f1 de café, se tomaron las cuatro plantas de cada tratamiento para medirles la raíz principal con una regla graduada en centímetros.

4.9.5 Diámetro del tallo

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

4.9.6 Peso fresco de raíz

Se tomó cada una de las cuatro plántulas de cada tratamiento, detectando el sistema radicular en una placa Petri para pesar en la balanza digital.

4.9.7 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.

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

4.9.9 Peso de seco de la raíz

Se utilizó un horno de ventilación forzada, utilizando vasos que contenían agua destilada para humedecer el medio y evitar la ignición de muestras y así saber cuál es el tiempo necesario en el que las muestras se secaron. Se colocó la raíz de cada una de las plantas en una placa Petri, luego se introdujeron al horno, 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.

4.9.10 Peso seco de las hojas

Para esta variable se efectuó la calibración como se describe el procedimiento en la variable anterior, y se observaron las reacciones que la muestra presento.

Se pesaron las hojas de las cuatro plántulas en una placa Petri para ser secadas en el horno durante un periodo de tiempo, se utilizó agua destilada y luego se procedió a pesarla en la balanza digital.

4.9.11 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

Este se efectuó mediante el análisis de varianza con el Diseño en Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial de 4x3, (DBCA) para cada una de las variables utilizando el paquete estadístico InfoStat y se aplicaran pruebas de medias (Duncan) al 5 % de probabilidad.

4.13 Análisis de costos

Cuadro 4. Análisis de costos beneficios

Actividades costos	Costo unitario	unidades utilizadas	Total
Construcción de sombreadero	150 D/h	2	300
Bolsas	120 lps paquete (360 uniddades)	360	43.20
Preparación del sustrato	150 D/h	2	300
Aplicación de fungicida	350 lt	5 ml	175
Fertilización	7 lps libra	8.8	61.6
Aplicación de insecticida	1600 lps litro	0.05 ml	80
Total			952

Cuadro 5. Relación costo beneficio

Tratamiento	Costo fijo	Costo de enraizador (Lps)	Total Costos	Total Ingreso	RC/B
Duwest	952	20.12	972.12	7200	6.4
Atlantica Agrícola	952	16.26	968.26	7200	6.4
Seagro	952	19.27	971.27	7200	6.4
Testigo	952	15.4	967.4	7200	6.4



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

lo que son costos de un área pequeña, y comparten los
do su única variante el enraizador utilizado.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta

La altura de las plántulas no fue incrementada por los enraizadores, solo el tratamiento Rootex + Fertigro promovió mayor altura que el testigo, sin ser significativa.

Salisbury (2000), muestra que el hacer uso de estos productos, crea diferencias en cuanto a dominancia apical en las plántulas, lo que indica que las paredes celulares de las células tratadas con auxinas presentan mayor capacidad de expansión que las células no tratadas.

Según Sosa (2013), en algunos momentos las auxinas son sintetizadas en las raíces y trasladadas a las hojas, pero eso no ocurrió en este ensayo, porque la materia orgánica no permitió una sinérgica combinación con los enraizadores.

El aumento de altura en plántulas tratadas o no con estimulantes hormonales dependerá de diferentes factores según la etapa en la que se tome este dato, por una parte Bidwell (1979) menciona que los cotiledones en la etapa juvenil de las plántulas proporcionan los suficientes nutrientes para su crecimiento inicial hasta que las primeras hojas puedan lograr la sustentación de la plántula.

Lo anterior se muestra en la Figura 1, en la toma de datos a los 90 días después del trasplante si bien las plántulas más altas son las tratadas con Rootex + Fertigro para los tres híbridos con respecto al testigo estas no muestran diferencias estadísticas significativas. Además es muy probable que el letargo en el patrón de crecimiento y desarrollo que sufren estas plántulas durante su vida in vitro las imposibilita o las insensibiliza en los tratamientos estimulantes bajo estudio

s con relación a las plántulas tratadas con Rootex + Fertigro a concentraciones mayores de citocininas que el resto de los enraizadores lo que se comprueba en la Figura 3 en la cual las plántulas estimuladas por Rootex + Fertigro mostraron altos volúmenes radiculares a lo que según Weaver (1987) se debe a bajas concentraciones de auxinas con respecto a las de citocininas, impulsando de esta forma la producción de raíz, más que la parte aérea.

Al final de la evaluación de los enraizadores con los híbridos se muestra en la Figura 1 que todas las plántulas tratadas o no con estimuladores de crecimiento no mostraron diferencias significativas en altura, sin embargo, se presentó un evento que cabe destacar. La evolución en ganancia de altura de las plántulas tratadas con Rootex + Fertigro, lo cual se atribuye a factores como una mayor capacidad para sintetizar hormonas, mayor capacidad exploratoria del suelo, mejor formación de tejidos vasculares. Dado que este producto se considera una combinación de fitohormonas, aminoácidos, extractos orgánicos, y nutrientes cuya finalidad es inducir la emisión de raíces así como fortalecer su crecimiento posterior (Seagro s.f.).

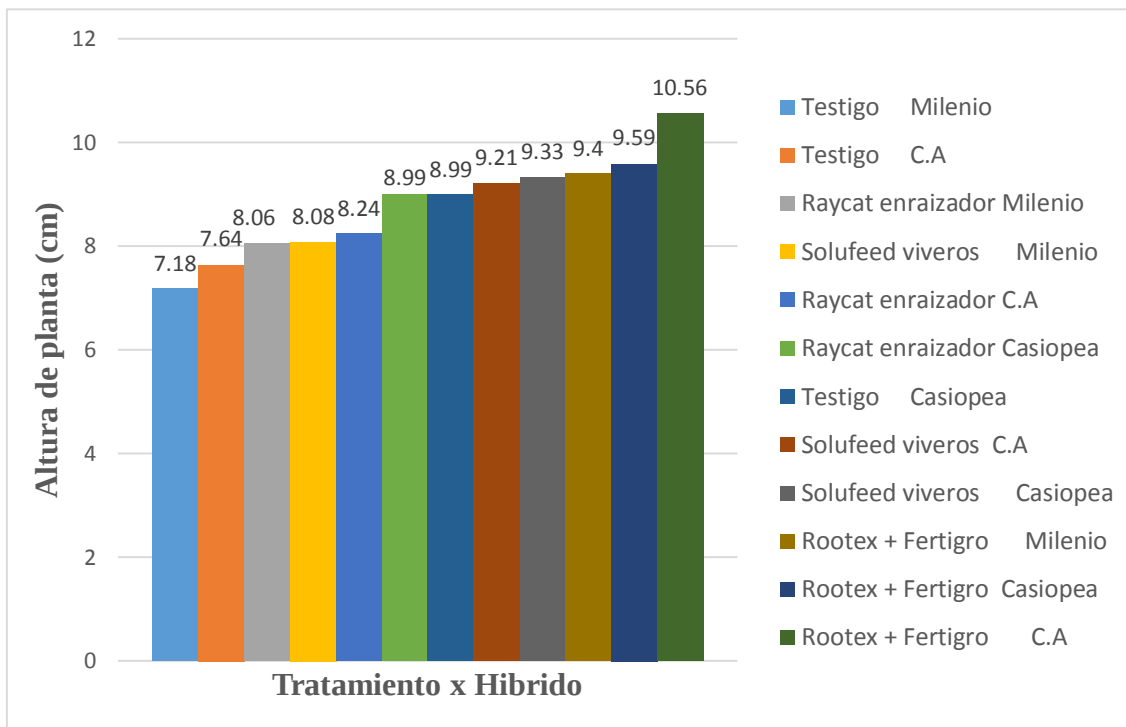


Figura 1. Altura de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

En relación al número de hojas, se observa que el desarrollo foliar responde muy poco a estímulos hormonales exógenos aplicados al suelo, la cual muestra que no hubo variación significativa ($p > 0.05$) en la producción de hojas.

Según la prueba de Duncan al 5% (figura 2), se aprecia que el enraizador Raycat enraizador en el híbrido Casiopea estimuló el mayor número de hojas lo cual se atribuye a su contenido de polisacáridos al 15% y nitrógeno en un 4%, mientras que el Solufeed viveros generó el menor número de hojas en el híbrido Centroamericano, los demás tratamientos provocaron valores intermedios.

En la investigación, los 3 enraizadores utilizados no produjeron un efecto significativo en el número de hojas, el motivo de este comportamiento se atribuye quizá a que las auxinas endógenas que son las que contienen las plantas no se combinaron sinérgicamente con las auxinas exógenas presentes en el enraizador lo que provocó un mal funcionamiento del enraizador hacia las plántulas, obteniendo una respuesta no significativa en el número de hojas.

Para Sosa (2013), uno de los modos de acción de las auxinas es estimular la flexibilidad de la pared celular y otro el de actuar estimulando genes y RNA para provocar síntesis de proteínas de respuesta e inhibitorias, auxinas en exceso causan efectos negativos en el crecimiento celular.

La falta de respuesta al agregado exógeno no necesariamente se debe a que el tejido sea poco sensible o tenga poca capacidad de respuesta. Podría deberse a que los niveles endógenos son saturantes. Si agregamos hormona en esta condición no va a haber respuesta en ninguno de los tres casos a pesar de su distinta capacidad de respuesta y sensibilidad.

experimentos donde se estudia la respuesta a niveles de esas hormonas, dado que las hormonas controlan aspectos importantes del crecimiento y desarrollo.

Para Ríos (2011), la auxina que se produce en el meristema apical del tallo se difunde hacia abajo, reprimiendo el crecimiento de las yemas axilares. Cuanto mayor sea la distancia entre el ápice y la yema axilar, menor será la concentración de auxina y, en consecuencia, menor será la represión del crecimiento de la yema. Si el meristema apical se corta, eliminándose la producción de auxina, las yemas axilares quedan desinhibidas y comienzan a crecer vigorosamente.

Las citocininas son sintetizadas en las raíces. Estimulan la división celular, inhiben el envejecimiento de algunos órganos como las hojas y las flores y puede revertir el efecto inhibidor de las auxinas en la dominancia apical.

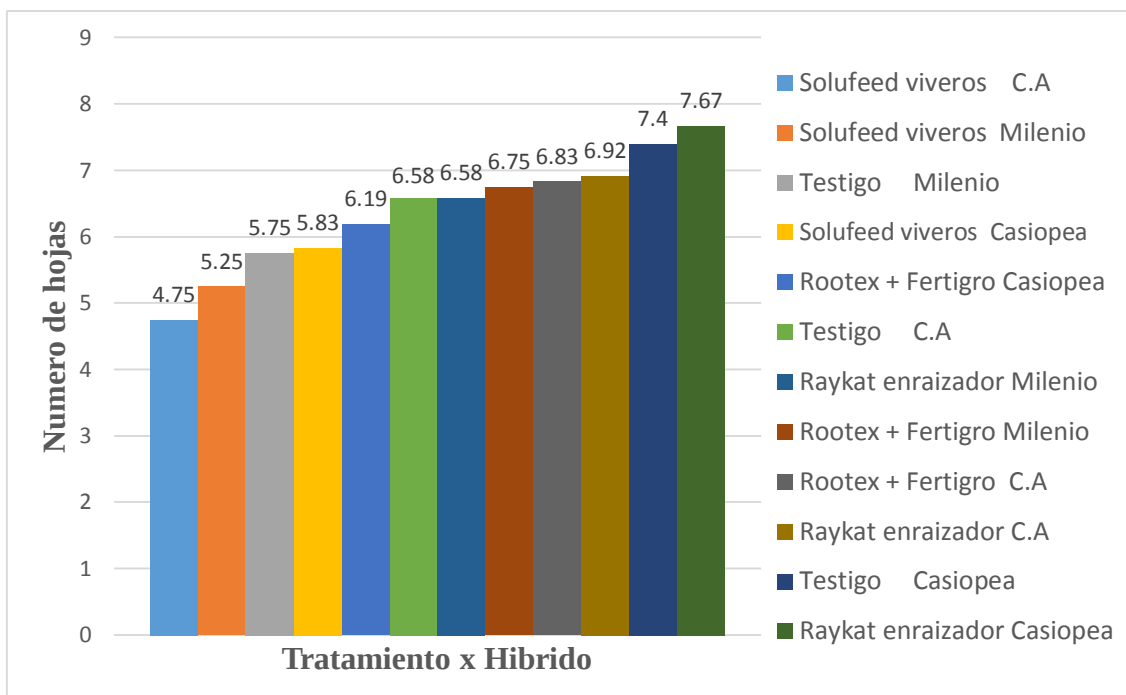


Figura 2. Número de hojas de las plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

diferencias en número de hojas, en la cual pese a que no
número de hojas en las plántulas del híbrido Casiopea
tratadas con el enraizador Raycat el cual posee en su composición Nitrógeno, Fosforo,
Hierro, Zinc y aminoácidos libres. El zinc y el aminoácido triptófano son elementos
indispensables en la ruta biosintética de las auxinas

5.3 Volumen radicular

No se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo tanto ninguno de los
híbridos se ve influido por el uso de enraizadores; la prueba de medias según Duncan 5%
muestra que la variedad centroamericano con enraizador Rootex + Fertigro en relación al
testigo mostro mayor volumen radicular.

Las diferencias no significativas que presentan las plántulas de los tres híbridos tratadas con
estos enraizadores se deben quizá al trastorno provocado por el propio enraizador después
de realizar las aplicaciones.

Jordán y Casaretto (2006), indica que si existiese un nivel relativamente alto de citocininas
vs. auxinas, el tejido manifiesta la formación de nuevos brotes a cambio de la intensa
proliferación celular vista antes. Si por el contrario, los niveles de ambas hormonas se
invierten de manera de tener una relación más alta de auxinas vs. citocininas, la expresión
del tejido cambia y se originan raíces.

Las citocininas son sintetizadas en las raíces. Estimulan la división celular, inhiben el
envejecimiento de algunos órganos como las hojas y las flores y pueden revertir el efecto
inhibidor de las auxinas en la dominancia apical (Favard, 1987).

Los estudios sobre la respuesta a distintas combinaciones de auxinas y citocininas indican
que sus concentraciones relativas afectan el desarrollo de las células indiferenciadas que

Las hormonas se encuentran en concentraciones bajas y las permanecen indiferenciadas y forman una masa amorfa de tejido (callo). Cuando la concentración de auxina es más alta que la de citocinina, el tejido indiferenciado origina raíces organizadas. Con una concentración más elevada de citocinina, aparecen yemas. Así, el balance cuidadoso de las dos hormonas puede producir tanto raíces como yemas y, de este modo, una planta incipiente (fisiovegetal, 2011).

La inducción del enraizamiento se logra mediante el efecto de los ácidos orgánicos. Y por otra parte el fortalecimiento de éstas mediante la participación del fósforo, potasio y los aminoácidos (COSMOCEL, s.f.).

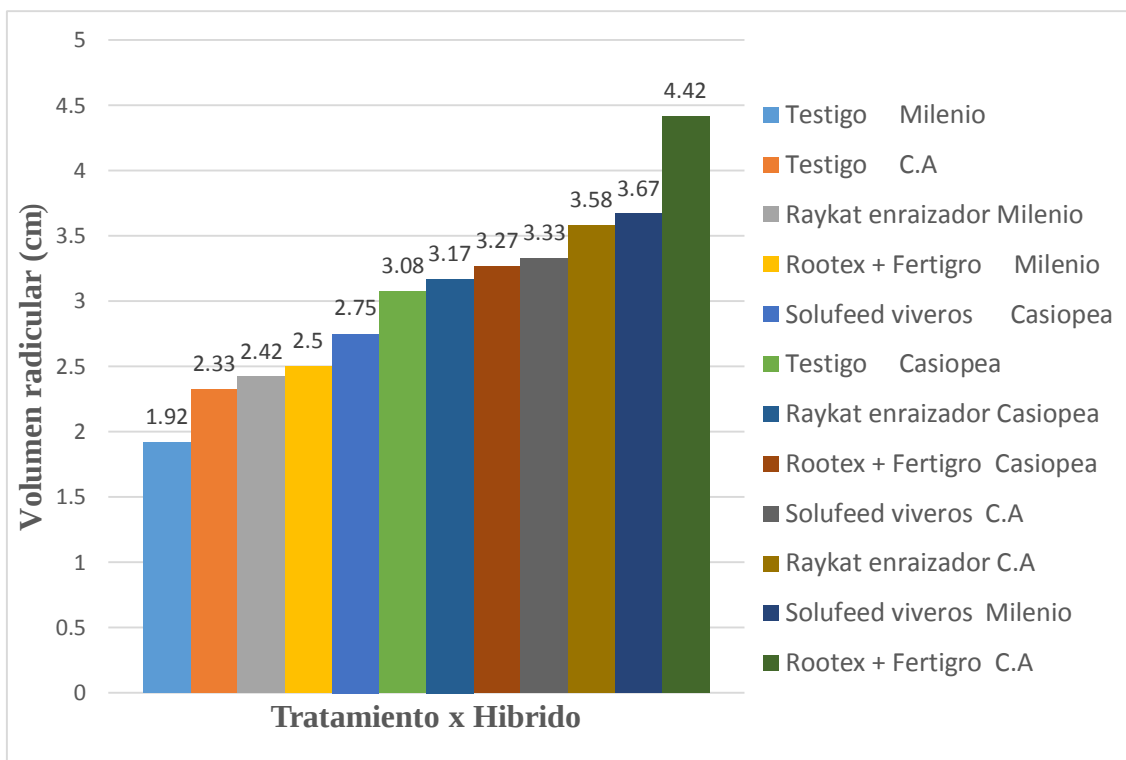


Figura 3. Volumen radicular de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

la 3 la cual muestra que la plántula de café posee en sus reservas de nutrientes y hormonas para el desarrollo de su sistema radicular en la etapa inicial. Lo que indica que estas plántulas al no reaccionar con los enraizadores aplicados, se desarrollan con sus reservas de nutrientes y hormonas que las mismas poseen.

5.4 Longitud de raíz

El análisis de varianza para la longitud de raíz determino que existen diferencias mínimas significativas. El enraizador Rootex + Fertigro incremento la longitud radicular, principalmente en el híbrido Milenio, esta es una acción típica de las auxinas porque al aumentar la plasticidad de las paredes celulares se permite la absorción de agua y así la elongación celular.

El sistema radicular de la planta es el responsable de explorar el suelo y tomar el agua y nutrientes minerales de éste; una raíz abundante es una de las formas más directas y económicas de incrementar la eficiencia en la absorción de nutrientes, cualquiera que sea su mecanismo de ingreso, flujo de masas, difusión o bien intercepción.

La relación entre un buen sistema radicular y la adecuada formación de tejidos vasculares es directa y establecen en conjunto una de las bases más importantes para el logro de un mayor potencial productivo. Adicionalmente a ello, es en la raíz, donde se sintetizan la mayor parte de las hormonas responsables de la regulación del metabolismo de la planta en procesos tan importantes como la división, engrosamiento y elongación celular; senescencia, cuaje y crecimiento de fruta (Seagro s.f.).

Duarte (2011) muestra que 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. Las auxinas además de producir su efecto en órganos de origen también pueden translocarse a otros sitios para ejercer su efecto.

amamiento del enraizador Rootex + Fertigro en el híbrido de significancia, el desarrollo de esta variable está íntimamente ligada al volemén radicular, ya que la composición de Rootex según Seagro (s.f.), además de lograr el estímulo sobre la plántula, permite lograr su efecto sobre cualquier otra etapa de desarrollo de la planta, cuando la emisión de raíces sea insuficiente por efecto de temperatura, humedad, estado nutrimental, enfermedad, concentración salina, etc.

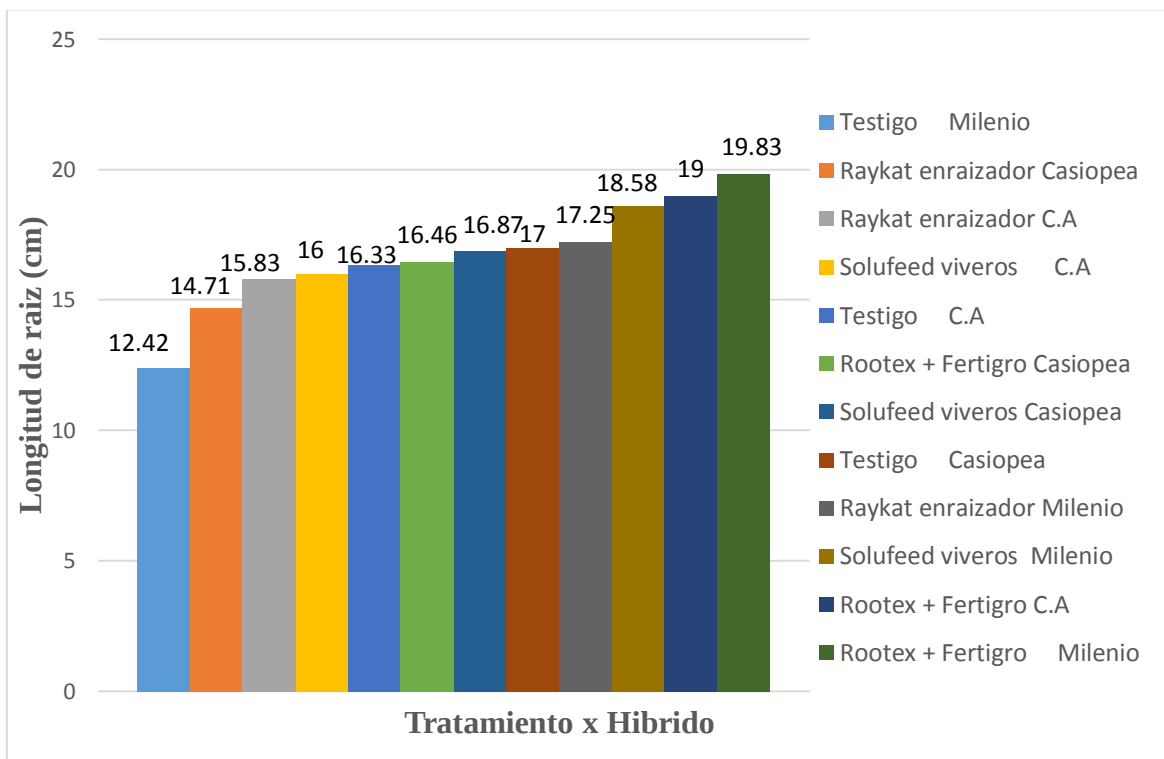


Figura 4. Longitud de raíz de las plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

5.5 Diámetro de tallo

Al analizar los datos de esta variable se encontró que existe diferencia estadística significativas, sobresaliendo el híbrido Centroamericano con el enraizador Rootex + Fertigro.

utilizan auxinas y citocininas para promover la división y tallos, respectivamente. Las auxinas estimulan a la división de células localizadas en el periciclo en la zona justo arriba de la zona de elongación para provocar la formación de raíces laterales. Este fenómeno también se aplica en la formación de raíces adventicias la cual puede ocurrir en varios tejidos donde existan un grupo de células en activa división (Favard, 1987).

Para Jordan y Casaretto (2006), el efecto que tienen las auxinas sobre el crecimiento de tallos y raíces es importante para controlar los tropismos. Estas respuestas se concretan con curvaturas, giros o inclinaciones que realizan los tallos y raíces hacia un estímulo de luz (fototropismo), de gravedad (geotropismo) o de contacto (tigmotropismo). En el caso de la luz, la auxina que se produce en el ápice, en vez de ser transportada hacia la base, es transportada lateralmente hacia el lado sombreado. Asimismo, se han encontrado varias proteínas que actuarían como receptoras para el fototropismo (fototropinas).

Las giberelinas estimulan fuertemente la división y elongación celular en la porción sub-apical de los tallos y también en el meristema intercalar. Los mecanismos de división y elongación de la pared no están aún bien aclarados a nivel celular, pero se asume que el efecto de ósmosis de la pared celular sería diferente a la ejercida por la auxina (o reguladores de este tipo), aunque sería un efecto complementario.

El diámetro de tallo vincula a las raíces y las hojas, cumple la función de transporte, por medio de la savia, y de almacenamiento de agua y de sustancias de reserva. El mayor diámetro del tallo se debe a un mayor contenido de raíces que presentaron estos enraizadores (figura 5) ya que influyen directamente en la absorción de nutrientes

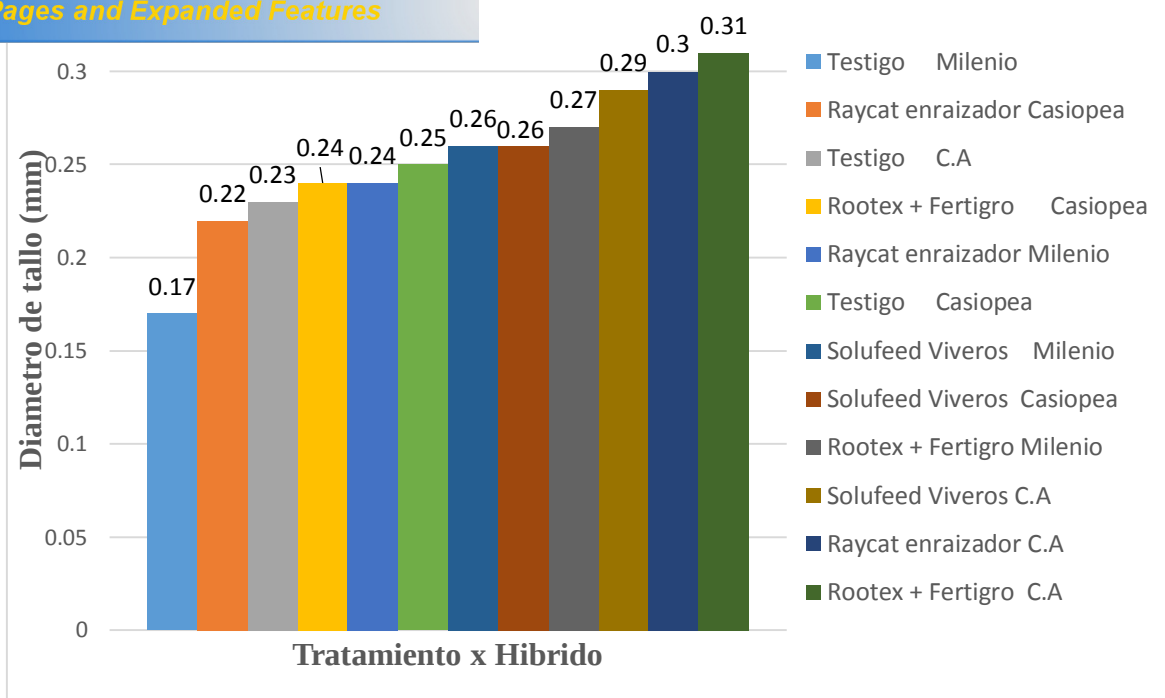


Figura 5. Diámetro de tallo de las plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

5.6 Peso fresco de hojas, tallo y raíz

En cuanto a estas variables se demostró que ninguna de ellas es afectada significativamente, por lo tanto, en este caso estas variable no ha sido influida por la aplicación de productos hormonales, no obstante, se puede observar que es mayor el efecto positivo en las plantas de híbrido Centroamericano tratadas con el enraizador Rootex + Fertigro y en segundo lugar el enraizador Solufeed viveros en el mismo híbrido, esto es debido al contenido de Nitrógeno y Potasio en los productos lo cual facilita desarrollo foliar.

A la vez que las reservas de los cotiledones se acaban, las primeras hojas verdaderas van activando el proceso fotosintético en el cual trasforman los nutrientes captados por las raíces en metabolitos que servirán para el crecimiento y desarrollo de la plántula, de tal manera, que cuando los cotiledones se secan y caen es porque han perdido todos sus

cionado en su totalidad creando una autosuficiencia en

De esta manera las primeras hojas desarrolladas, dan origen a la ganancia de peso en vivero en plántulas estimuladas con estos enraizadores comerciales, en este caso la ganancia no se mostró significativamente, pero se sabe que este desarrollo es logrado debido al contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los productos lo cual proporciona desarrollo radicular y foliar. En cuanto al tallo la no estimulación significativa quizá es debido a que el crecimiento del mismo en estas plantas es muy poco influenciado hormonalmente.

Cuadro 6. Peso fresco de hojas, tallo y raíz de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

Peso fresco			
Tratamiento x Híbrido	Hoja	Tallo	Raíz
Testigo- Milenio	0.63	0.32	0.51
Raykat enraizador-Milenio	0.64	0.36	0.65
Rootex + Fertigro-Casiopea	0.77	0.39	0.65
Raykat enraizador-C.A	0.82	0.39	0.73
Testigo-C.A	0.83	0.35	0.66
Raykat enraizador-Casiopea	0.84	0.37	0.75
Solufeed viveros-Milenio	0.85	0.41	0.77
Rootex + Fertigro-Milenio	0.89	0.44	0.71
Solufeed viveros-Casiopea	0.89	0.40	0.79
Solufeed viveros-C.A	0.93	0.44	0.82
Testigo-Casiopea	1.08	0.41	0.73
Rootex + Fertigro-C.A	1.22	0.50	0.91
Media General	0.89	0.40	0.72
Enraizador	n.s	n.s	n.s
Híbrido	n.s	n.s	n.s
Híbrido*Variedad	n.s	n.s	n.s
C.V	14.23	9.30	11.18
R ²	0.37	0.37	0.36
*=Significativo n.s=No significativo			
C.V= Coeficiente de variación			

Se observó que estas variables no difieren estadísticamente, reflejando un comportamiento similar entre las mismas. Duarte (2011) encontró que la insignificancia es debida quizás a que en esta etapa la fisiología de la planta no resalta un estímulo hormonal evidente que pueda provocar un crecimiento diferencial a las variables bajo estudio, no obstante, la prueba de medias según Duncan 5% muestra las diferencias con respecto a las plantas de híbridos del testigo que difieren en alguna de ellos como peso, sobresaliendo en grado mayor en las plantas del híbrido Centroamericano tratadas con el enraizador Rootex + Fertigro, quizá sea que en esta fase debe percibir una buena nutrición mineral, asegurada en el sustrato (suelo+lombricompost) el cual puede haber enmascarado los efectos hormonales.

Cuadro 7. Peso seco de hojas, tallo y raíz de plántulas de híbridos F1 de café sometidas a los distintos enraizadores

Tratamiento x Híbrido	Peso seco		
	Hoja	Tallo	Raíz
Testigo-Milenio	0.62	0.14	0.16
Raycat enraizador-Milenio	0.64	0.13	0.35
Testigo-C.A	0.66	0.14	0.32
Rootex + Fertigro-Casiopea	0.69	0.15	0.33
Raycat enraizador-C.A	0.69	0.17	0.39
Raycat enraizador-Casiopea	0.72	0.10	0.43
Solufeed viveros-Milenio	0.73	0.20	0.45
Solufeed viveros-Casiopea	0.76	0.23	0.44
Rootex + Fertigro-Milenio	0.76	0.18	0.39
Solufeed viveros-C.A	0.81	0.22	0.39
Testigo-Casiopea	0.84	0.17	0.36
Rootex + Fertigro-C.A	0.91	0.27	0.56
Media General	0.74	0.18	0.38
Enraizador	n.s	n.s	n.s
Híbrido	n.s	n.s	n.s
Híbrido*Variedad	n.s	n.s	n.s
C.V	7.86	18.49	13.32
R ²	0.31	0.36	0.42
*=Significativo n.s=No significativo			
C.V= Coeficiente de variación			

CONCLUSIONES

.Los productos enraizadores combinados con lombricompost no promovieron o estimularon diferencias en las variables morfológicas y condiciones de las plántulas en los tres genotipos evaluados.

La condición in vitro del origen de las plántulas de los tres genotipos quizá inhibió o impidió cualquier respuesta morfológica provocada por los enraizadores.

La composición del enraizador Rootex + Fertigro aplicado en el híbrido Centroamericano en cuanto al crecimiento longitudinal de raíz fue el único de los enraizadores evaluados que provoco diferencias mínimas significativas en las plántulas de híbridos de café.

La composición del enraizador Rootex + Fertigro fue el que en repetidas veces provoco los mejores resultados según la prueba de medias de Duncan 5%, seguido del enraizador Raycat aplicados a las plántulas de híbridos de café. |

RECOMENDACIONES

Evaluar otro tipo de enraizadores en plántulas de híbridos de café con uno o más sustratos diferentes al lombricompost.

Realizar nuevamente este ensayo con un periodo de tiempo mayor a los 90 días y darle el tiempo establecido de 150 días máximo a nivel de viveros de café.

Analizar la condición in vitro de donde se originan las plantas de los tres híbridos F1.

Evaluar estos enraizadores en plántulas generadas sexualmente y no in vitro.

VI. BIBLIOGRAFIA

Alvarado S., Rojas, C. 1994. Cultivo y beneficiado del café. San José Costa Rica.EU-NED. 1. ed. 184p

Álvarez, P. y Varona, J. 1988. Silvicultura. La Habana, Cuba, Edit. Pueblo y Educación. 22p.

Aristizabal, G.V. (1988.). Fisiología, nutrición y fertilización del Cafeto.28 p.

Avilán, L y Antúnez, N.L. (1976). Morfología inicial del sistema radicular Phaseolus vulgaris L. 'Carioca' en condiciones controladas. 2. ed. 53p.

Ballester, J. 1992. Substratos para el cultivo de plantas ornamentales. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid. Divulgadoras Número 11/92 HD. 44 p.

Bidwel, RGS. 1979. Fisiología vegetal: suelo agua y aire: la nutrición de la planta. Trad. G Cano et al. Distrito Federal, Mexico. AGT. 784p

Canes, G. García, A. (2010) .PROMECAFE, 30 años de experiencia .Guatemala, IICA 88 p.

Carvajal, J.f. 1965. El diagnóstico del estado nutricional del cafeto con base en la acumulación de nitrógeno y fosforo soluble en las hojas. Organización de las naciones unidas

_____. 1984. Nutrición mineral del cafeto. Requerimiento de la cosecha Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industria STICA. Información técnica n°9,16p.

Duarte, H. 2011. Comparación de tres productos enraizadores aplicados al café en la etapa de vivero. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho, Honduras, C.A. 22p.

Fonteno, D. 1999. Sustratos: tipos y propiedades físicas químicas. En: Agua, sustratos nutrición. David W. Reed, Editor. Trad. M. Pizano. Hortitécnia, Bogotá. pp. 93-123.

Giraldo, L.A. 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

Hartmann. H.; Kester, D. 1995. Propagación de plantas : principios y prácticas. 5 ed. México, Continental. Pagina 680 760

Instituto hondureño del café IHCAFE, 1991. Guia técnica para el cultivo de café. Tegucigalpa (Honduras, C.A.).p. 9-20.

Instituto Salvadoreño de investigación del café.1983. Técnica moderna para el cultivo de café, San Salvador, El Salvador.p.139-142.

Kaspar, TC. y Bland, WL. (1992). Soil temperature and root growth Soil Science. consultado el 24 de abril 2013. Disponible en

Logan. J. 1992. The rooting environment for cuttings from forest trees. Applications of vegetative propagation in forestry: Southern Regional Information Exchange Group biennial symposium on forest genetics. Huntsville. p. 97-112.

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

Montoya, L. 1993. Manual práctico de propagación de plantas. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 106 p.

OIRSA. 2002. Producción de sustratos para viveros. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional ñ vifinex república de china ñ oirsa. Costa Rica. p 47.

Ordoñez, V., M, A. 1995. Evaluación de la capacidad germinativa de la semilla de café con diferentes porcentajes de humedad con respecto al tiempo de almacenamiento. *In* 6to. Seminario nacional de investigación y transferencia en caficultura, IHCAFE. Tegucigalpa, (Honduras).p.274-304.

Santacreo, R. (s.f.) Coordinador Programa Mejoramiento Genético. IHCAFE. Sitio Web <http://www.ihcafe.org/> Dirección. Edificio El Faro, Avenida Las Minitas No. 734-A, Colonia las Minitas Tegucigalpa, M. D. C., Honduras Teléfono: (504) 232-2544 Fax 232-2768 Email: ihcafe@ihcafe.org

ducción vegetal (entrevista). Catacamas Olancho,

Hond, Universidad Nacional de Agricultura.

Valenzuela, N. 2010. Disponible en www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx. Propagación Vegetativa. Consultado el 12 de del 20 mayo 2013.

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

Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnica de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. México D. F. Limusa p. 342 ñ 346.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

VII. ANEXOS

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

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	18.56	2	9.28	4.56	0.0220
Tratamiento	17.88	3	5.96	2.93	0.0560
Hibrido	6.86	2	3.43	1.69	0.2083
Tratamiento*Hibrido	5.06	6	0.84	0.41	0.8615
Error	44.74	22	2.03		
Total	93.09	35			

C.V. = 9.24 %

ns = no significativo

$R^2 = 0.32$

*= Significativo al 5%

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

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.47	2	0.24	0.11	0.8999
Tratamiento	15.79	3	5.26	2.36	0.0989
Hibrido	3.05	2	1.52	0.68	0.5152
Tratamiento*Hibrido	5.38	6	0.90	0.40	0.8693
Error	49.03	22	2.23		
Total	73.72	35			

C.V. = 13.21 %

$R^2 = 0.31$

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable volumen radicular

Fuente de Variacion	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	3.49	2	1.74	2.38	0.1163
Tratamiento	4.74	3	1.58	2.15	0.1226
Hibrido	3.78	2	1.89	2.57	0.0989
Tratamiento*Hibrido	7.29	6	1.21	1.66	0.1794
Error	16.14	22	0.73		
Total	35.43	35	35.43	35	

C.V. = 14.95%

$R^2 = 0.46$

a variable longitud de raíz

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Bloque	35.12		2	17.56	4.51	0.0228
Tratamiento	53.03		3	17.68	4.55	0.0126
Hibrido	3.66		2	1.83	0.47	0.6304
Tratamiento*Hibrido	71.80		6	11.97	3.08	0.0243
Error	85.56		22	3.89		
Total	249.17		35			

C.V. = 13.43 %

$R^2 = 0.52$

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	4.0E-03	1.92	0.1700
Tratamiento	0.02	3	0.01	2.67	0.0727
Hibrido	0.02	2	0.01	3.80	0.0382
Tratamiento*Hibrido	0.02	6	2.5E-03	1.23	0.3313
Error	0.05	22	2.1E-03		
Total	0.10	35			

C.V. = 18.61 %

$R^2 = 0.47$

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

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.31	2	0.15	2.85	0.0796
Tratamiento	0.17	3	0.06	1.07	0.3805
Hibrido	0.24	2	0.12	2.25	0.1286
Tratamiento*Hibrido	0.46	6	0.08	1.43	0.2479
Error	1.19	22	0.05		
Total	2.38	35			

C.V. = 14.23%

$R^2 = 0.37$

a variable peso fresco del tallo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	4.0E-03	2	2.0E-03	1.39	0.2704
Tratamiento	0.01	3	2.9E-03	1.98	0.1465
Hibrido	1.9E-03	2	9.7E-04	0.67	0.5208
Tratamiento*Hibrido	0.01	6	8.9E-04	0.62	0.7155
Error	0.03	22	1.4E-03		
Total	0.05	35			

C.V. = 9.30%

$R^2 = 0.37$

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

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.81	2	0.41	11.54	0.0004
Tratamiento	0.29	3	0.10	2.79	0.0647
Hibrido	0.17	2	0.09	2.46	0.1082
Tratamiento*Hibrido	0.28	6	0.05	1.35	0.2782
Error	0.77	22	0.04		
Total	2.33	35			

C.V. = 11.18%

$R^2 = 0.36$

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

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.42	2	0.21	5.69	0.0102
Tratamiento	0.13	3	0.04	1.17	0.3444
Hibrido	0.10	2	0.05	1.41	0.2665
Tratamiento*Hibrido	0.33	6	0.06	1.51	0.2198
Error	0.81	22	0.04		
Total	1.79	35			

C.V. = 7.86%

$R^2 = 0.31$

la variable peso seco de tallo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.04	2	0.02	2.78	0.0839
Tratamiento	0.05	3	0.02	2.28	0.1072
Hibrido	0.02	2	0.01	1.13	0.3412
Tratamiento*Hibrido	0.03	6	0.01	0.65	0.6933
Error	0.17	22	0.01		
Total	0.32	35			

C.V. = 11.03%

$R^2 = 0.36$

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

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.43	2	0.21	15.94	0.0001
Tratamiento	0.10	3	0.03	2.49	0.0868
Hibrido	0.02	2	0.01	0.92	0.4116
Tratamiento*Hibrido	0.10	6	0.02	1.24	0.3266
Error	0.29	22	0.01		
Total	0.94	35			

C.V. = 13.32%

$R^2 = 0.42$

raizador

Componentes	Cantidad en %
Aminoácidos libres	4 % p/p
Polisacáridos	15 % p/p
Nitrógeno (N) total	4 % p/p
Nitrógeno (N) orgánico	1,8 % p/p
Nitrógeno (N) nítrico	0,3 % p/p
Nitrógeno (N) amoniacal	1,9 % p/p
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅) soluble en agua	8 % p/p
Óxido de potasio (K ₂ O) soluble en agua	3 % p/p
Hierro (Fe) EDDHA	0,1 % p/p
Boro (B) soluble en agua	0,03 % p/p
Zinc (Zn) EDTA	0,02 % p/p

Anexo 13. Composición del Rootex

Ingrediente Activo	%p/v
Nitrógeno (N)	7 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	47 %
Potasio (K ₂ O)	6 %
L-aminoácidos y Acidos Orgánicos	18.5 %
(Fitohormonas 300 ppm) Inertes	21.5 %
Total	100%

1 viveros

Componentes	Cantidad en %
Nitrogeno Totao (N)	12.00%
Fosforo Total (P2O5)	60.00%
Boro (B)	0.0100%
Zinc Quelatado EDTA (Zn)	0.0075%
Hierro Quelatado EDTA (Fe)	0.0500%
Manganeso Quelatado EDTM (Mn)	0.0250%
Cobre Quelatado EDTM (Cu)	0.0055%
Molibdeno (Mo)	0.0035%
Ingredientes Activos	27.8985%
Total	100.000%

Anexo 15. Dosis de los tratamientos

Producto	Dosis
Raykat , solucat	5 ml + 2.5 g / litro de agua
Solufeed viveros	200ml/16lt de agua
Rootex + Fertigro	25 g/ 5 litros de agua
Testigo	Solo agua