

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**COMPARACIÓN DE LOS BENEFICIOS NUTRICIONALES DE SUSTRATOS
ORGÁNICOS Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN VIVEROS DE CAFÉ**

POR:

CARLOS ALFREDO MATUTE VARELA

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

COMPARACIÓN DE LOS BENEFICIOS NUTRICIONALES DE SUSTRATOS
ORGÁNICOS Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN VIVEROS DE CAFÉ

POR:

CARLOS ALFREDO MATUTE VARELA

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

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por acompañarme a cada segundo de mi vida, por ser mi guía y por darme la oportunidad de superarme como profesional y por darme un maravilloso hogar y rodearme de personas que me aman y son sinceras.

A MIS PADRES

Juan Blaz Matute Cruz y Blanca Eva Varela Amador por ser un regalo de Dios en mi vida, por ser mi apoyo y regalarme su confianza y enseñarme que las cosas cuestan en la vida.

A MIS HERMANOS

Rosa, Tania, Hernán Juan, por acompañarme en innumerables ocasiones y siempre estar presente en toda circunstancia, y muy en especial le dedico esta tesis a Rosa y a Tania.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO por darme el regalo de la vida, por ser mi guía y refugio, y cuidar de mí y mi familia a cada instante.

A mi Familia por su apoyo, moral y económico para culminar mi meta.

A mis amigos por su apoyo, compañía y consejos, en especial a aquellos que encontré en la universidad nacional de agricultura y que son más que mis amigos son como unos hermanos más; Kellyn, Jorje, Alejandro, Manuel, Lenin (culmi), Marlon.

A mi chaparra bella que siempre estuvo ahí regañándome para hacer las tareas cuando no quería.

A mis compañeros del cuarto 14 por haber compartido estos cuatro años juntos.

A la Universidad Nacional de Agricultura por ser mi alma mater, y acogerme entre sus entrañas por cuatro años.

A mis asesores el M.Sc. Gustavo López, y en especial al M.Sc. Miguel Sosa por su esmero y dedicación en mi educación y por convertirse en un amigo más que en un Docente.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACION	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Importancia económica.....	4
3.2. Origen del café y descripción	4
3.3. Etapas de desarrollo del cultivo	5
3.3.1. Selección de semilla	5
3.3.2. Preparación de semilleros.....	6
3.3.3. Siembra de semilla	6
3.3.4. Trasplante al vivero	6
3.3.5. Vivero	7
3.3.6. Vivero en bolsas de polietileno	7
A) Selección de lugar para el vivero.....	7
B) Trasplante a las bolsas	8
C) Control de plagas y enfermedades	8
D) Riego	8
E) Control de malezas	8
3.4. Costo de producción.....	9
3.5. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en vivero	9
3.5.1. Relación entre el pH y la nutrición	9
3.5.2. Contenido de humedad del medio.....	10
3.5.3. Salinidad de la solución.....	10

3.6.	Análisis nutricional de la plantas	10
3.7.	Composición nutricional del café	10
3.8.	Fertilización	11
3.8.1.	Aplicación de fertilizantes al suelo	11
3.8.2.	La raíz	12
3.8.3.	Movilidad de los nutrientes	12
3.9.	Aplicación foliar de nutrientes	13
3.9.1.	Las hojas.....	13
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
4.1.	Descripción del sitio experimental	29
4.3.	Tratamientos.....	29
4.4.	Unidad y diseño experimental	30
4.5.	Manejo del experimento	31
4.5.1.	Preparación de sustrato	31
4.5.2.	Llenado de las bolsas.....	31
4.5.3.	Trasplante de la chapola	31
4.5.4.	Tipo de sombra.	32
4.5.5.	Aplicaciones al suelo.....	32
4.5.6.	Aplicaciones foliares.....	34
4.5.7.	Control de enfermedades.....	35
4.6.	Variables evaluadas.....	35
4.6.1.	Altura de planta.....	36
4.6.2.	Diámetro del tallo	36
4.6.3.	Peso seco de la raíz y parte aérea de la planta	36
4.6.4.	Número de cruces	36
4.6.5.	Vigor de planta	37
4.6.6.	Contenido nutricional en hojas	37
4.6.7.	Costo de producción por planta	37
4.6.8.	Área foliar	37
4.7.	Análisis estadístico.....	38
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1.	Diámetro del tallo	38

5.2. Altura de planta.....	39
5.3. Área foliar	40
5.4. Peso seco de la raíz	41
5.5. Peso seco de la parte aérea de la planta.....	43
5.6. Numero de cruces.....	44
5.7. Vigor de planta y Costo de Producción.....	45
5.8. Análisis foliar	47
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	54
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamientos evaluados en plantas de vivero de café Lempira	30
Tabla 2. Programa de fertilización al suelo de Atlantica Agrícola.....	32
Tabla 3. Programa de fertilización al suelo de ENLASA.....	33
Tabla 4. Programa de fertilización al suelo de Cosmocel.	33
Tabla 5. Programa de fertilización foliar de Atlantica Agrícola.	34
Tabla 6. Programa de fertilización foliar de ENLASA	34
Tabla 7. Programa de fertilización foliar de Cosmocel.	35
Tabla 8. Comparación del costo de producción de una planta según tratamiento utilizado y su calidad (vigor) obtenida.	46

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diferenciación de diámetros en (mm), obtenidos en plantas de café Lempira en vivero, tratadas con programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos a los 105 días de edad.	39
Figura 2. Altura de plantas de café (cm) Lempira en vivero a los 105 días de edad, producto del uso de sustratos en combinación con programas de fertilización.	40
Figura 3. Área foliar (cm ²) en plantas de café Lempira en vivero a los 105 días de edad, tratadas con programas de fertilizantes en combinación con sustratos orgánicos.	41
Figura 4. Peso seco en gramos de raíces de café Lempira en vivero, sometidas a programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos a los 105 días de edad.	43
Figura 5. Variación de pesos (g) de la parte aérea (hojas tallos y ramas) en plantas de vivero de café Lempira sometidas a programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos de 105 días de edad.	44
Figura 6. Porcentajes de cruz expresados en plantas de vivero de café a los 105 días de edad, sometidas a programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos.	45
Figura 7. Composición nutricional expresada en promedio de cada tratamiento según el programa aplicado en combinación con sustratos orgánicos en plantas de café en vivero a los 105 días de edad.	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Costos para producir una planta con el programa de Atlántica Agrícola en combinación con el sustrato Bio - Abono.....	57
Anexo 2. Costos para producir una planta con el programa de Atlántica Agrícola en combinación con el sustrato DAP (18-46-0).	58
Anexo 3. Costos para producir una planta con el programa de Atlántica Agrícola en combinación con el sustrato Fosfomagnical (18-46-0).	59
Anexo 4. Costos para producir una planta con el programa de ENLASA en combinación con el sustrato Bio - Abono.....	60
Anexo 5. Costos para producir una planta con el programa de ENLASA en combinación con el sustrato DAP (18 46-0).....	61
Anexo 6. Costos para producir una planta con el tratamiento ENLASA en combinación con el sustrato Fosfomagnical.....	62
Anexo 7. Costos para producir una planta con el Programa Cosmocel en combinación con el sustrato Bio - Abono.	62
Anexo 8. Costos para producir una planta con el Programa Cosmocel en combinación con el sustrato DAP (18 46 0).....	63
Anexo 9. Costos para producir una planta con el Programa Cosmocel en combinación con el sustrato Fofomagnical.	63
Anexo 10. Costos para producir una planta con el Programa Convencional en combinación con el sustrato. Bio – Abono.	64
Anexo 11. Costos para producir una planta con el Programa Convencional en combinación con el sustrato DAP (18 46 0).	64
Anexo 12. Costos para producir una planta con el Programa Convencional en combinación con el sustrato Fofomagnical.	65
Anexo 13. Análisis estadístico para la variable diámetro del tallo.	65

Anexo 14. Análisis de la varianza para la variable Área Foliar.	65
Anexo 15. Análisis de la varianza para la variable Altura.	66
Anexo 16. Análisis de la varianza para la variable peso seco de la raíz.	66
Anexo 17. Análisis para la variable peso seco Aéreo.	66
Anexo 18. Numero de cruces por tratamiento y repetición al día de la toma de datos.	67
Anexo 19. Vigor de plantas evaluadas en promedios por tratamiento y repetición.	67
Anexo 20. Análisis foliar de los tratamientos estudiados.	68

Matute, C.A. 2013. Comparación de los beneficios nutricionales de sustratos orgánicos y programas de fertilización en viveros de café. Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura. pag.82

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar la respuesta de crecimiento y desarrollo vegetativo en plántulas de café en vivero, inducido por fertilización al suelo y al follaje. Se estableció en los en Los Mágüeles a 6.3 Kilómetros de ciudad de Campamento, se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones por tratamiento, se utilizaron 20 plantas como parcela útil. Se evaluaron 4 programas de fertilizantes (Atlántica Agrícola, ENLASA, Cosmocel, convencional) y tres sustratos (Bio- Abono, DAP, Fofomagnical), las aplicaciones foliares y al suelo se hicieron cada 21 días. Las variables evaluadas son altura de planta, diámetro del tallo, área foliar, peso seco de la raíz y parte aérea, número de cruces, vigor de planta y se determinó el costo de producir una planta según programa de fertilización. El tratamiento que mejor respondió según las variables evaluadas fue el Cosmocel y el sustrato que mejor efecto expresó fue el bio abono. Los resultados manifestarán que hay influencia en la aplicación de los programas de fertilización con los sustratos en la producción de plantas de café en vivero.

Palabras clave: Respuesta, Fertilización, Sustrato, Programa, Producción

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una amplia gama de productos hidrosolubles, bioestimulantes enraizadores de aplicación al suelo y foliar; no obstante en nuestro medio no hay muchas investigaciones con estos productos y es muy escasa la utilización de los mismos por los caficultores a pesar que hay experiencias con productores innovadores que han demostrado que los mismos son más eficientes que los programas convencionales, basados en el uso de fosfato diamónico y otros productos tradicionales utilizados en la caficultura nacional.

El cultivo del café recientemente sufrió una alta decaída en las plantaciones de todo el país debido a ataques severos causados por la roya (*Hemileia vastatrix*). De 400,000 mil manzanas que están cultivadas la mitad es susceptible, unas 100,000 ya están dañadas. Lo cual ha llevado al establecimiento de nuevas plantaciones con variedades resistentes.

Durante las dos últimas décadas, la caficultura ha sido la actividad económica de mayor importancia para el país, llegando a superar ampliamente otros cultivos de importancia comercial y un aspecto relevante han sido los buenos precios del café que ha venido motivar a los productores a seguir apostándole a este rubro, mediante la ampliación y/o renovación de sus unidades productivas de café.

Debido a esto la producción de viveros de café se ha vuelto una práctica cotidiana en la caficultura, para renovar las fincas afectadas o para establecer nuevas áreas productivas; es muy importante utilizar adecuadas técnicas de producción para obtener plantas de excelente calidad y así asegurar plantaciones de alta productividad que garanticen al productor márgenes de utilidad adecuados para su inversión.

En respuesta a esta situación o como medida a la alta demanda de plantas de café en vivero, se hace necesario evaluar o dar a conocer a nuestros agricultores los diferentes programas que existen en el mercado para la producción de plantas en vivero. Y llevar una respuesta contundente al agricultor que afirme que estos son eficientes. Con este objetivo se realizó este trabajo, para evaluar algunos de los diferentes fertilizantes que existen en el mercado para disponer de productos garantizados, que ayuden a mejorar la producción nacional de café.

II. OBJETIVOS

2.1.General

- Comparar las respuestas de crecimiento y desarrollo vegetativo de plántulas de café (*Coffea arabica*) en vivero, inducido por la fertilización al suelo y al follaje y uso sustratos orgánicos.

2.2.Específicos

- Determinar el efecto nutricional mediante la respuesta observada en las plantas tratadas con los diferentes fertilizantes foliares y al suelo, aplicados en vivero de café.
- Definir cuál es mejor programa de fertilización al suelo y foliar, en cuanto a la nutrición foliar, mediante un análisis de las hojas.
- Determinar el costo de producción de una plántula de café según el tratamiento aplicado.
- Establecer cuál es el programa por el cual se producen mayor cantidad de plántulas sanas y vigorosas que garanticen un desarrollo y producción rentable a futuro en la plantación

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Importancia económica

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.

3.2. Origen del café y descripción

Flores (1993) argumenta que el cafeto es una planta perenne originaria de los altiplanos (África) de Etiopía, de donde se dispersó a varios países extendiendo en la actualidad una amplia variedad de tipos de especies en el mundo.

Es una planta que está constituida por uno o más tallos de crecimiento vertical (ortotrófico) en cuyos extremos las yemas vegetativas se mantienen a la planta en continuo crecimiento de tal manera que a lo largo del tallo en cada nudo normalmente emite un par de ramas (bandolas), en el cual las ramas primarias dan lugar a la formación de las secundarias hasta las terciarias comúnmente llamado “palmeo de ramas” (Fournier 1980).

Sus hojas son elípticas, a menudo oblongas y hasta lanceoladas, con coloración verde oscuro brillante en el haz y verde claro en el envés el ancho y largo varía de acuerdo a la variedad y especie, existiendo también diferencias por efecto de ambiente: por ejemplo la exposición a la sombra o al sol. Las flores tienen lugar en las axilas de las hojas de las

ramas o bandolas particularmente blancas, su fruta es una drupa que durante su crecimiento es de color verde claro, y maduro es rojo vino (Carvajal 1984).

Según CICAFFE (2011) la raíz pivotante o central, está formada con raíces axilares o de sostén, laterales y raicillas (utilizadas por la planta para absorber agua y nutrientes). Estas son renovadas continuamente ya que la absorción de nutrimentos y agua se da predominantemente en tejidos nuevos. Si se realiza sin precaución la poda de raíz o se hace una siembra inadecuada del vivero se produciría un agotamiento prematuro o muerte de las plantas cuando comiencen a dar producción a los dos o tres (2-3) años de establecimiento en el campo, por las dificultades de absorción y transporte de nutrientes a causa de un sistema radicular deficiente.

3.3.Etapas de desarrollo del cultivo

3.3.1. Selección de semilla

IHCAFFE (2001) la selección de la semilla se debe hacer manualmente para lo cual se necesita personal capacitado, ya que se requiere destreza y conocimiento para eliminar granos que no reúnan las características adecuadas, rechazando los que presenten los siguientes defectos, grano caracol, grano triangulo grano monstruo, grano pequeño y semilla brocada o lastimada. No es recomendable manejar semilla de café a granel por periodos mayores de 15 días, ya que pierde con facilidad su humedad y daña su apariencia.

Mora (2008) quizá lo más importante cuando se va establecerse un semillero de café o de cualquier cultivo, es el de disponer de semilla bien seleccionada, con alto poder de germinación, además de la pureza genética y sanidad, porque de ello depende en gran medida, el éxito de la futura siembra.

3.3.2. Preparación de semilleros

Según Matute (sf) la elaboración de semilleros de café, es una de las etapas del cultivo en donde se busca obtener plántulas sanas y vigorosas para su trasplante y todo esto depende de la utilización de una buena semilla, un buen sustrato así como de su manejo durante 50 a 75 días. El sustrato preferiblemente debe ser de arena de río, la que producirá un buen drenaje y disminución de los riesgos de ataques de enfermedades producidas por hongos. Se deben hacer tratamientos al sustrato ya sea químico o cultural para prevenir las enfermedades:

Cultural: consiste en exponer la tierra a la luz del sol, removiendo la tierra semanalmente durante un mes, también se puede utilizar agua hirviendo utilizando un galón por metro cuadrado de semillero

Químico: para este se aplica productos preventivos en los semilleros o camellones

3.3.3. Siembra de semilla

Carvajal (1984) esta se puede realizar al voleo o al chorrillo, las semillas deben cubrirse con una capa delgada (1 cm) de tierra sobre la que se coloca una cobertura vegetal muerta.

3.3.4. Trasplante al vivero

Por su vez IHCAFE (2001) indica que el éxito de la futura producción dependerá de la calidad de la planta que se lleve al campo, la hechura de un buen vivero es parte fundamental en el éxito de la futura plantación.

3.3.5. Vivero

Estudios realizados por FUNDESYRAN (2010) explicaron que la etapa de vivero consiste en traer las plántulas de café del semillero a un sustrato con mayor cantidad de nutrientes para que desarrollen la capacidad de asimilar su trasplante al campo definitivo, recibiendo un cuidado individualizado. Existen dos formas, una es por siembra directa de las plántulas al suelo y la otra por siembra en bolsas de polietileno negro.

3.3.6. Vivero en bolsas de polietileno

Según IHCAFE (2001) la decisión de que bolsa utilizar dependerá del tiempo que tenga planificado para que la planta esté en vivero, entre más pequeña es la bolsa, menor tiempo puede permanecer en el vivero o al contrario

Estas son algunas de las condiciones que se deben presentar, al momento de establecer un vivero:

A) Selección de lugar para el vivero

Según la FHIA (2001) el lugar donde se debe establecer el vivero debe contar con las siguientes características:

- ✓ Cerca del lugar definitivo de plantación.
- ✓ Cerca de una fuente de agua.
- ✓ Fácil acceso
- ✓ Es importante que esté protegido de vientos fuertes y de los animales.
- ✓ El terreno debe ser lo más plano posible, de lo contrario, hay que nivelarlo.

B) Trasplante a las bolsas

El trasplante de las plántulas a las bolsas es una labor de mucho cuidado por lo que debe ser realizada por personal capacitado para no perder el material. Si este no tiene suficiente experiencia, se debe realizar un agujero en el sustrato que contiene la bolsa y colocar las plántulas de tal forma que no se maltrate la raíz, para evitar la entrada de agentes patógenos (Carvajal 1994).

C) Control de plagas y enfermedades

El mejor control de plagas (insectiles y fungosas) se da con la prevención, para ello se deben realizar todas las labores culturales pertinentes para evitar que las plagas lleguen a infectar el vivero como: El monitoreo continuo, una nutrición balanceada, utilizar agua apta para el riego (libre de contaminantes), cercar bien el vivero para que no entren animales domésticos ni silvestres, controlar la cantidad de riego que se aplica al vivero y dejando como último recurso el uso de insumos agrícolas (Zumbado 2009).

D) Riego

Los riegos se aplican constantemente según la necesidad del cultivo y la época, ya que en épocas secas demanda mayor cantidad de agua. Este se realiza humedeciendo completamente el sustrato de las bolsas (FUNDESYRAN 2010).

E) Control de malezas

Para Ordoñez (2001) el control de malezas en viveros se hace de preferencia en forma manual, utilizando el azadón para eliminar las malezas de la calle, y manualmente las malezas que crece dentro de la bolsa. Otras prácticas, como el uso de arena blanca sobre la

superficie de la bolsa, disminuye la incidencia de malezas. El uso de herbicidas es efectivo pero delicado, ya que puede causar fitotoxicidad cuando no se aplica adecuadamente.

3.4.Costo de producción

Cada una de las prácticas que se planifiquen requiere de una inversión; es decir todo tiene un costo y muchas veces pasa desapercibido la atención a este tema ya que según análisis de costos producir una plántula de café en estado chapola su costo es de L.0.25 y para una plántula de vivero de café a seis meses el costo es de L. 2.57 (Matute & Pineda, 2011), estos dependerá de la eficiencia de manejo que se implemente; es decir las buenas prácticas, de lo contrario estos costos pueden ser superados.

3.5.Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en vivero

3.5.1. Relación entre el pH y la nutrición

Según Phillion (1984) el pH en una solución involucra no solo iones H^+ u OH^- en las soluciones del medio de crecimiento, por ejemplo, el pH con frecuencia refleja la actividad de otros iones; este no afecta directamente el crecimiento de las plantas, pero si en los efectos negativos de los valores de pH en la toxicidad de iones aluminio y magnesio y en la no disponibilidad de micronutrientes en los suelos minerales. Sin embargo la disponibilidad de nutrientes se ha demostrado ocurre aproximadamente con un pH de 6.5 en los suelos minerales; mientras que en los suelos orgánicos el valor es mucho más bajo entre 5.0-5.5. El efecto de la disponibilidad de los nutrientes, no es tan crítica, cuando se produce en macetas que cuando se cultiva en campo.

3.5.2. Contenido de humedad del medio

Puesto que los iones nutrientes están disueltos en la solución acuosa el contenido de humedad del sustrato afecta tanto la disponibilidad como la absorción de nutrientes. por tanto ,la fertilización es altamente dependiente de prácticas de riego en el vivero, y un bajo contenido de humedad reduce drásticamente la efectividad de la fertilización (Jones 1962).

3.5.3. Salinidad de la solución

Según Jones (1983) la salinidad aumentara conforme la planta tome sales fertilizante, o conforme las sales sean lixiviadas del sustrato, la salinidad también puede ser dañina bajo condiciones elevadas de evapotranspiración, si el medio de crecimiento se deja secar.

3.6. Análisis nutricional de la plantas

Para Warncke (1986) la concentración de nutrientes minerales en el follaje de las plantas es una medida verdadera de la efectividad de los programas de fertilización, porque el análisis nutricional de la planta refleja la absorción actual de nutrientes minerales.

3.7. Composición nutricional del café

Amores (1993) la composición nutricional de las hojas varia con la edad de las plantas posición de las hojas, época de muestreo, humedad del suelo y otros factores. Esta también es estrechamente relacionada con la disponibilidad de los nutrientes, por tanto si el suministro de algún nutriente por parte del suelo es deficiente, tal condición influirá en su concentración foliar.

Por lo general la productividad según Monroig (sf) de una planta se afecta con anterioridad a que el nivel del nutriente haya descendido, bajo el nivel crítico que es cuando se manifiestan los síntomas visibles de la deficiencia. De ahí la importancia de realizar análisis foliares y de suelos en plantas que aparentan tener un buen estado nutricional, pero que puede tener una deficiencia latente no manifiesta en síntomas a simple vista. Estos análisis deben realizarse para determinar el estado nutricional del cafeto y sus necesidades de fertilización.

3.8. Fertilización

Según Amores (1993) la fertilización es suplir en cantidades adecuadas oportunas y balanceadas, los elementos minerales esenciales para optimizar los ciclos vegetativos y reproductivos ya que por lo general los suelos no suplen en cantidades suficientes los elementos que requieren los cafetos durante todo el periodo productivo.

Las plantas absorben elementos nutricionales de las proximidades de las raíces, no obstante la presencia de un elemento no es prueba para considerarlo esencial, para el desarrollo del cultivo (Tisdale y Nelson, 1996).

Según Martin et al (1987) las cantidades de nutrientes que extrae un cultivo es diferente de acuerdo con la variedad, el tipo de suelo, las condiciones de clima y el manejo del cultivo.

3.8.1. Aplicación de fertilizantes al suelo

Las zonas cafetaleras presentan diversas variedades de suelos en cuanto a fertilidad, por lo que no es aconsejable utilizar un fertilizante genérico en todas las fincas y lotes de producción. Las recomendaciones de fertilización derivadas de la interpretación de los análisis de suelos se ajustan a las necesidades de nutrientes y determina una fórmula para

cada sitio. Existe más flexibilidad para disponer de estas fórmulas ajustadas con las mezclas físicas de fertilizantes (Carbajal 1984).

El análisis de suelos es la alternativa más barata, ecológica y segura para reducir los costos de fertilización de cafetales puesto que permite utilizar solamente el fertilizante que el cultivo y el suelo requieren evitando así la pérdida de fertilizante por lixiviación o por exceso reduciendo los costos (Valencia s.f.).

3.8.2. La raíz

Para INFOAGRO (sf) el sistema radicular de una planta puede considerarse el órgano más importante desde el punto de vista agronómico y por lo general constituye más de la mitad de la superficie de contacto de la planta con el medio (suelo y aire). Este condiciona el anclaje de la planta al suelo y la absorción y acumulación de nutrientes.

Según Raven (1992) el crecimiento de la raíz tiene lugar en el ápice, en el extremo dispone de una cápsula o cofia bastante resistente y secretora de mucus, bajo la cofia se encuentra el meristemo (zona de división celular). A medida que la raíz va madurando aparece el tubo criboso, la endodermis y el xilema inmaduro. La zona de máxima elongación comprende desde la aparición del tubo criboso maduro hasta la aparición de elementos del xilema maduros. La zona de máxima absorción comprende desde la aparición del tubo criboso hasta la presencia de la banda de Caspary en la endodermis.

3.8.3. Movilidad de los nutrientes

Según Rodríguez (2001) los mecanismos por los que los nutrientes en disolución acuosa llegan a las raíces están asociados al flujo de agua en el suelo y a la capacidad exploratoria del sistema radicular.

Los nutrientes se mueven por dos vías:

Apoplasto: El agua y los nutrientes se mueven en el espacio intermembrana por transporte pasivo. Es el sistema mayoritariamente usado por el agua.

Simplasto: Los nutrientes entran por transporte activo a la célula y se mueven, célula a célula por los plasmodesmos. La nutrición por vía radicular pese a ser el modo de absorción de nutrientes especializada se ve afectada por muchos factores.

3.9. Aplicación foliar de nutrientes

Es muy importante para la producción en la caficultura, se debe realizar para completar la nutrición en la finca. Proporciona una rápida y eficaz asimilación de los nutrientes, por lo que es posible corregir una deficiencia observada o satisfacer una demanda en ciertos procesos fisiológicos de la planta que ocurren en el verano, tiempo donde no hay humedad suficiente en el suelo para aplicar fertilizantes granulados. Las vías de absorción foliar de la planta son por cutícula y los estomas de las hojas (Herrera, 2001).

3.9.1. Las hojas

Raven, (1992) las hojas y tallos tiernos constituyen los puntos de entrada de los nutrientes en forma mineral, aunque pierden esta capacidad a medida que envejecen las hojas y suberifican los tallos. Las plantas pueden absorber por las hojas los nutrientes por dos vías de entrada: los estomas y los ectodermos.

Los estomas son aberturas que se encuentran en las hojas a través de los cuales se produce la salida de agua y el intercambio de oxígeno y CO₂. La distribución de los estomas, así como el tamaño y forma, varía ampliamente de una especie a otra. Se encuentran generalmente cerrados en la noche y durante los momentos más calurosos del día. Los ectodesmos: son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular y en la cutícula, que en parte pueden alcanzar la superficie de la cutícula. Su

función es excretar soluciones acuosas, por lo que cabe la posibilidad de que tenga lugar el proceso inverso.

3.10. Absorción y movilidad de los nutrientes vía foliar

Para INFOAGRO (sf) el proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en tres etapas: (1) las sustancias nutritivas aplicadas a la superficie salvan la cutícula y la pared celular por difusión libre o por intercambio iónico (vía apoplástica); (2) las sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática (por absorción activa o pasiva) y por último (3) pasan al citoplasma mediante la ocurrencia de un proceso metabólico.

La velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes está condicionada por los siguientes factores: (a) la especie cultivada, (b) los nutrientes implicados y su forma iónica, (c) las condiciones ambientales y (d) la tecnología empleada en la aplicación. Como ejemplo el potasio se absorbe en períodos de horas hasta un día (con una tasa de asimilación del 80%), en cambio el fósforo es el macronutriente más lentamente asimilado por vía foliar (para el mismo periodo, un día, su absorción es del 15 %) INFOAGRO (sf).

3.11. Sustratos

Por su vez Zumbado (2009) afirma que para obtener un buen sistema radicular se debe preparar un buen sustrato, para ello se recomienda hacerlo con un 25% de materia orgánica, un 25% de granza, 50% de tierra que no sea muy arcillosa y adicionar por cada metro cúbico 4 kilos de cal agrícola. Se debe esterilizar el sustrato, para ello se puede utilizar el método de solarización, que consiste en exponer al sol el sustrato dándole vuelta de tal forma que todo el material reciba los rayos del sol. También se puede utilizar vapor de agua o agua hirviendo. Existen en el mercado algunos productos que pueden utilizarse, siempre y cuando no contaminen ni dejen residuos contaminantes en el sustrato, ni afecten el ambiente.

3.11.1. Fosfomagnical

Para la empresa COSMOCEL (sf) el fosfomagnical un fertilizante mineral del suelo que contiene calcio, fosforo magnesio azufre, especialmente formulado para suelos ácidos con altas deficiencias de estos nutrientes. Tiene una solubilidad gradual que lo convierte en un fertilizante apropiado en zonas de alta precipitación, suelos arenosos o en cultivos donde se requiere un efecto residual que perdure durante el ciclo de la cosecha. Mejora el desarrollo radicular para un mejor aprovechamiento de los nutrientes y en consecuencia produce un aumento significativo de la cosecha, por su composición natural, puede ser usado en fines orgánicos.

P₂O₅ 10%

CaO 20%

MgO 10%

S (SO₄) 10%

Inertes 50%

Color café claro

pH 7

Aspecto polvo

Densidad 1.2g/cc a 20 °C

Es especial para aplicarlo durante la preparación de suelos, durante la siembra, para viveros, almácigos, resiembra, durante el inicio del ciclo del cultivo o para fertilizar con el objetivo de buscar un excelente desarrollo radicular

3.11.2. Bio-abono

IHCAFE. (1997) se produce de la pulpa del café que se ofrece a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), que la ingiere y después la excreta totalmente descompuesta y con una fuerte carga microbial benéfica que contribuye a mejorar la materia orgánica del suelo

pH.....	6.08
Materia Organica.....	33.50
P(ppm).....	100
K(meq %).	13.13
Ca(meq %).	10.5
Mg (meq%).	6.46
Fe(ppm).....	14
Cu(ppm).....	0.5
Zn(ppm).....	22
Mn (ppm).....	79

3.12. Descripción de los productos a evaluar

3.12.1. Programa de Atlántida Agrícola

A. Biocat-15

Es una enmienda húmica líquida de origen vegetal especialmente formulada para incorporarse en el agua a través del sistema de riego. Este producto está certificado por SOHISCERT para emplearse en agricultura ecológica/orgánicos

Extracto húmico total.....15%

Acido húmicos.....7%

Ácidos fulvicos.....8%

B. Raycat enraizante

Es un bioestimulantes que se adaptan su composición a las necesidades específicas de la plantas, en cada una de las etapas de su ciclo vital, aportándoles los componentes que necesiten en cada momento, induce y favorece el desarrollo radicular en los primeros estadios de la planta.

Aminoácidos libres.....4%

Extracto de alga5%

Vitaminas0,2%

Nitrógeno total.....6%

Pentóxido de fósforo (P_2O_5) sol. en agua.....4%

Óxido de potasio (K_2O).....3%

Hierro (Fe).....0,1%

Boro (B).....0,03%

Zinc (Zn).....0,02%

Molibdeno (Mo).....0,01%

Manganeso (Mn).....0,07%

Cobre (Cu).....0,01%

C. Soluctat 10-52-10

Son abonos NPK para su aplicación al suelo con microelementos quelatados. Su cuidada formulación permite ofrecer una perfecta solubilidad y fácil asimilación. Favorece además la precocidad, el rendimiento, el calibre y la coloración de los fruto.

Nitrógeno(N) total.....10%

Pentóxido de fosfato (P_2O_5) sol. en agua....52%

Óxido de potasio (K_2O).....10%

Hierro(Fe)EDTA.....0,02%

Manganeso (Mn) EDT.....0,01%

Boro (B) soluble en agua.....0,01%

Cobre(Cu)EDTA.....0,002%

Zinc(Zn)EDTA.....0,002%

D. Kelix mix

Es un producto formulado a base de microelementos formulados a base de microelementos quelatados y en forma mineral que permiten que el elemento deficitario pueda ser absorbido eficientemente.

Zinc (Zn) EDTA.....0,37%

Molibdeno (Mo) soluble en agua.....0,18%

Manganeso (Mn).....	2%
Boro (B).....	0,65%
Hierro (F).....	5%
Cobre (Cu).....	0,19%

E. Microcat Zinc

Productos líquidos desarrollados a base de microelementos doblemente complejados por aminoácidos y ácidos orgánicos desarrollados específicamente para aplicaciones foliares.
ATLÁNTICA AGRÍCOLA (sf)

Aminoácidos libres.....	2,5%
Nitrógeno total.....	5,5%
Zinc (Zn) soluble en agua	10%
Ácidos orgánicos.....	9%

F. Microcat Mix

Aminoácidos libres.....	2,5%
Nitrógeno(N) total.....	3,8%
Oxido de magnesio (MgO).....	2,5%
Hierro (Fe) soluble en agua.....	4,1%
Boro (B) soluble en agua.....	0,25%
Zinc (Zn) soluble en agua.....	1,5%

Manganeso (Mn) soluble en agua.....1%

Ácidos orgánicos.....10%

G. Razormin

Producto bioestimulantes y enraizante, cuya equilibrada formulación primero induce el enraizamiento y posteriormente al desarrollo radicular y de masa foliar. Ayuda a los cultivos a superar cualquier situación de estrés y fitotoxicidad, ATLÁNTICA AGRÍCOLA (sf)

Aminoácidos libres.....7%

Polisacáridos.....3%

Nitrógeno total.....4%

Pentóxido de fósforo (P_2O_5) soluble en agua.....4%

Óxido de potasio (K_2O).....3%

Hierro (Fe).....0,4%

Boro (B) soluble en agua.....0,1%

Manganeso (Mn) soluble en agua.....0,1%

Cobre (Cu) soluble en agua.....0,02%

Molibdeno (Mo) soluble en agua.....0,01%

Zinc (Zn) soluble en agua.....0,085%

3.12.2. Programa de ENLASA

A. Algatec

Es un fertilizante y bioestimulante concentrado a base de extractos de algas pardas de los géneros Laminaria, ascophyllum y Sargassum, las cuales tienen acción foliar y radicular. ALGATEC® contiene un completo grupo de nutrientes orgánicos de rápida absorción y alta eficacia para todo tipo de cultivos. Estimula el desarrollo radicular, el crecimiento vegetativo, la floración y desarrollo de frutos. Utilicé ALGATEC sólo o para acompañar las aplicaciones de fertilización foliar, con esto se mejorará la absorción de los nutrientes que se apliquen y además se fortalecerá el proceso fisiológico por el que se encuentre la planta y en donde se necesite nutrición eficaz (desarrollo de raíz, crecimiento vegetal, floración o desarrollo del fruto) (ENLSA sf).

Acidos Orgánicos	70.03%
Fulvatos.....	4.11%
Nitrógeno (N).....	1.35%
Fósforo (P ₂ O ₅).....	0.65%
Potasio (K ₂ O).....	10.04%
Calcio (CaO).....	1.17%
Magnesio (MgO).....	1.57%
Zinc (Zn).....	0.79%
Molibdeno (Mo).....	0.02%
Azufre (SO ₃).....	4.29%
Manganeso (Mn)	0.01%

Cobre (Cu)	0.01%
Hierro (Fe)	0.01%
Boro (B)	0.05%
Aminoácidos	0.90%
Humedad	5.00%

B. Eneroot

Es un fertilizante y bioestimulantes concentrado a base de aminoácidos, nutrientes y hormonas de crecimiento especializados en la elongación radicular. ENEROOT® se usa en agricultura como enraizador en una amplia línea de cultivos, tales como: hortalizas, banano, café, caña, cítricos, mango, plátano, ornamentales, frutas, vegetales en general y todos los cultivos que necesiten de promotores nutricionales completos para promover un completo desarrollo radicular (ENLASA sf).

Nitrógeno (N)	7.25%
Aminoácidos Totales	46.17%
Magnesio (Mg)	2.10%
Zinc (Zn)	0.76%
Molibdeno (Mo)	0.02%
Manganeso (Mn)	0.01%
Cobre (Cu)	0.76%
Hierro (Fe)	0.76%
Azufre (SO ₄)	1.98%
Boro (B)	1.52%

Auxinas.....	0.05%
Citoquininas.....	0.05%
Giberelinas.....	0.05%
Inertes.....	38.54%

C. Enerfol

Es un fertilizante y bioestimulante concentrado a base de aminoácidos de origen vegetal, los cuales tienen acción foliar y radicular. Es un nutriente biológico de rápida absorción y alta eficacia para todo tipo de cultivos. Estimula el desarrollo radicular, el crecimiento vegetativo, la floración y el desarrollo de frutos.

Utilicé ENERFOL ® para acompañar las aplicaciones de fertilización foliar. Con esto se mejorará la absorción de los nutrientes que se apliquen y además se fortalecerá el proceso fisiológico por el que se encuentre la planta y en donde se necesite nutrición eficaz desarrollo de raíz, crecimiento vegetal, floración o desarrollo del fruto ENLASA (sf).

Aminoácidos Libres.....	45%
Nitrógeno Total.....	7.25%
Magnesio (MgO).....	3.63%
Zinc (Zn).....	0.79%
Molibdeno (Mo).....	0.02%
Manganeso (Mn)	0.01%
Cobre (Cu)	0.79%

Hierro (Fe)	0.79%
Azufre (SO ₂).....	05%
Boro (B).....	1.58%
Inertes.....	38.06%

D. Fosfitec

Los fosfitos son una fuente soluble de nutrientes de rápida asimilación para las plantas y de efectiva estimulación del sistema de defensa natural contra el ataque de plagas y enfermedades, La acción del fósforo en forma de ion fosfito estimula el crecimiento y los mecanismos de autodefensa, aportando un fortalecimiento de la raíz y el tejido vegetal en general. Esto da lugar a prevenir las enfermedades propias de las épocas de la lluvia (phytophthora, mildiu, gomosis) y otras enfermedades ocasionadas por hongos en todo tipo de cultivos, ENLASA (sf)

Fósforo (P ₂ O ₅).....	41%
Potasio (K ₂ O).....	38%

E. NPK-1

Incluye una amplia gama de nutrientes mayores y menores que vienen formulados utilizando un novedoso sistema denominado gel-retén. Se trata de una formulación que usa un vehículo novedoso de transporte de nutrientes en donde se logra una máxima concentración equivalente a un sólido, pero con múltiples ventajas técnicas de absorción foliar (ENLASA sf).

N.....	12%
P (K ₂ O).....	30 %

K (P₂O₅).....12%

Quelatos orgánicos.....5%

Aminoácidos.....5%

F. Triple 20-20-20

Contiene bioestimulantes, NPK, elementos menores y materia orgánica en niveles balanceados para permitir un uso eficiente en cualquier etapa del cultivo.

Nitrógeno (N).....20%

Fosforo (P₂O₅).....20%

Potasio (K₂O).....20%

Boro (B).....0.01%

Hierro (Fe).....0.01%

Zinc (Zn).....0.01%

Materia orgánica.....0.79%

Aminoácidos totales.....0.79%

Inertes.....38.39%

3.12.3. Programa de Cosmocel

A. Rootex

Es una combinación de fitohormonas, aminoácidos orgánicos y nutrientes cuya finalidad es inducir la emisión de raíces así como fortalecer su crecimiento posterior, COSMOCEL (sf)

Nitrógeno(N).....	7%
Fosforo(P_2O_5).....	-.47%
L-aminoácidos y ácidos orgánicos.....	18.5%
Fitohormonas.....	300 ppm
Inertes.....	21.5%

B. Fosfacel

Es un nutriente para aplicación foliar con alta concentración de fosforo y nitrógeno. Está diseñado para aplicaciones tempranas como promotor de enraizamiento y floración. COSMOCEL (sf).

Nitrógeno (N).....	11%
Fosforo (P_2O_5).....	58%
L-aminoácidos.....	3%
Extracto de origen Orgánico.....	2%
Inertes.....	26%

C. Maxi-Grow-Excel

Según la Empresa COSMOCEL es un bioestimulante complejo de origen orgánico que contiene auxinas, giberelinas y citoquininas, además de micronutrientes en forma quelatada.

Combinación de extractos de origen orgánico.....	112.5 g/l
Auxinas.....	0.09
Giberelinas	0.10
Citoquininas	1.50
Nitrógeno (N).....	6.6
Fosforo (P ₂ O ₅).....	13.13
Potasio (K ₂ O).....	13.13
Calcio (Ca).....	2.0
Magnesio (Mg).....	4.0
Hierro (Fe).....	17.2
Zinc (Zn).....	26.5
Manganeso (Mn).....	13.13
Cobre (Cu).....	13.13

D. Fertigro 8-24-0

Formula liquida nutricional especialmente diseñada para proporcionar parte del nitrógeno y todo el fosforo que requiere un cultivo contiene ácidos orgánicos que pueden ayudar a la planta a asimilar mejor algunos nutrientes presentados o adicionados al suelo

Nitrógeno amoniacal.....8%

Fosforo (P_2O_3).....24%

Extractos orgánicos derivados

Leonardina7.2%

3.12.4. Programa convencional

A. Ortax bio-fuerte

Es un fertilizante formulado con macroelementos aminoácidos, hormonas, vegetales y otras sustancias coklait, para inducir a los cultivos a una reacción positiva y reconstituyente tras situaciones críticas, producidos por situaciones climáticas.

Nitrógeno(N) total.....1.28%

Nitrógeno(N) orgánico.....1.28%

Fosforo (P_2O_5).....24%

Potasio (K_2O).....1.6%

Materia orgánica total.....8%

Aminoácidos libres.....8%

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.Descripción del sitio experimental

El experimento se estableció en la aldea Los Magueles, a 6.3 km de la Ciudad de Campamento. Ubicada en el Departamento de Olancho, en la finca del Ing. Mario Palma. Se encuentra a una altura 836msnm, temperatura mínima y máxima anual entre 18°C – 29°C, una precipitación promedio de 1300mm promedio en los meses de lluvia.

4.2.Factor bajo estudio

Consistió en evaluar distintas fuentes nutricionales, vía sustratos, aplicaciones foliares y al suelo. Se utilizó el criterio de 6 pares de hojas para trasplante a campo.

4.3.Tratamientos

Se evaluarón 12 mezclas de cuatro programas de fertilización (Convencional, Atlántica Agrícola, Cosmocel, ENLASA,) y tres sustratos de suelo (DAP, Bio-Abono, Fosfomagnical), Se evaluaron un total de 12 tratamientos.

Tabla 1.Tratamientos evaluados en plantas de vivero de café Lempira

T	SUBSTRATO/SUELO	PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN
1	Bio-abono 25% P/P	Atlántica Agrícola
2	Bio-abono 25% P/P	ENLASA
3	Bio-abono 25% P/P	Cosmocel
4	Bio-abono 25% P/P	Programa Convencional
5	2.5 kg m ³ fosfato diamonico	Atlántica Agrícola
6	2.5 kg m ³ fosfato diamonico	ENLASA
7	2.5 kg m ³ fosfato diamonico	Cosmocel
8	2.5 kg m ³ fosfato diamonico	Programa Convencional
9	Fosfomagnical, 5 kg / m ³	Atlántica Agrícola
10	Fosfomagnical, 5 kg / m ³	ENLASA
11	Fosfomagnical, 5 kg / m ³	Cosmocel
12	Fosfomagnical, 5 kg / m ³	Programa Convencional

A las plantas sometidas a los tratamientos descritos anteriormente se les dio manejo desde la chapola hasta que obtuvieron las condiciones óptimas para salir a campo, la variedad de café estudiada fue Lempira.

4.4. Unidad y diseño experimental

La unidad experimental consto de 36 plantas, de las cuales 20 fueron la parcela útil. Se distribuyeron en un diseño en bloques completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones por tratamiento, cada repetición estuvo formada por 12 parcelas cada/una.

4.5. Manejo del experimento

4.5.1. Preparación de sustrato

El sustrato se mezcló con pala, encima de nylon plásticos para evitar que se contaminara, de la siguiente manera

✓ Bio-abono

Este se mezcló a razón de 3 partes de tierra y 1 parte de bio-abono en base a m³

✓ Fosfomagnical

Este se mezcló 5 kg por m³, se utilizaron baldes de 20 litros, se aplicó 0.45 Kg de mineral cada 4 baldes de tierra.

✓ Fosfato diamonico

Se aplicó 1.14 Kg de 18-46-0 por metro cubico, se utilizó baldes de 20 litros, se aplicó 0.23Kg, cada 4 baldes de tierra.

4.5.2. Llenado de las bolsas

Se utilizaron bolsas de polietileno de 9 cm*18 cm se llenaron por grupo de sustrato.

4.5.3. Trasplante de la chapola

La chapola se humedeció un día antes, se seleccionaron según la forma de la raíz, se trasplantaron en horas de la mañana, para evitar el estrés producido por el calor. Se realizó con personas con experiencia para evitar la pérdida de chapolas en el trasplante.

4.5.4. Tipo de sombra.

Se utilizó sombra por completo al principio y se redujo paulatinamente hasta quedar destapado por completo cerca de los 60 días después del trasplante.

4.5.5. Aplicaciones al suelo

Las aplicaciones al suelo se hicieron según el programa de fertilización utilizado en el tratamiento. Esta se realizó con bomba de inyección de 20 litros.

✓ Programa de Atlántida Agrícola

Se aplicó cada 21 días hasta llegar al trasplante del vivero con los siguientes productos.

Tabla 2. Programa de fertilización al suelo de Atlantica Agrícola.

Producto	Cantidad/Litro	Dosis/Planta
Biocat-15	25 ml	Se aplicaron 50 ml por planta de esta mezcla.
Raycat enraizante	2.5 ml	
Solucat 10-52-10	25 g	
Kelix mix	5 ml	

✓ Programa de ENLASA

La primera fertilización se aplicó a los 15 días después del trasplante y después se continuo cada 21 días con los siguientes productos

Tabla 3. Programa de fertilización al suelo de ENLASA.

Producto	Cantidad	Dosis/Planta
20-20-20	25 g	se aplicaron 50ml por planta de esta mezcla
Algatec	1.25 g	
Eneroot	1.25 g	

✓ **Programa de Cosmocel**

La primera aplicación se hizo a los 15 días después del trasplante y después se continuó cada 21 días con los siguientes productos:

Tabla 4. Programa de fertilización al suelo de Cosmocel.

Producto	Cantidad	Dosis/planta
Fertigro 8-24-0	25 ml	se aplicó 50ml por planta de esta mezcla
Rootex	5g	

✓ **Programa Convencional**

A los ocho días después del trasplante se aplicó NOVARRIZ en dosis de cinco ml por litro de agua, de esta mezcla, se aplicó 50 ml/planta.

A los 15 días después del trasplante, se aplicó 50g por litro de agua de fosfato diamónico, se aplicó 50 ml por planta.

La tercera y cuarta aplicación se hizo a los 45 y 75 días después del trasplante.

4.5.6. Aplicaciones foliares

Estas se realizaron según lo indicado por el programa de fertilización utilizado en el tratamiento, con bomba de aspersión de 20 litros, y se utilizó una película (nylon) de protección para evitar la contaminación por rocío a los otros tratamientos.

✓ Programa de Atlántica Agrícola

La primera aplicación se realizó cuando las plantas emitieron el primer par de hojas verdaderas y después se continuó cada 21 días con los siguientes productos.

Tabla 5. Programa de fertilización foliar de Atlantica Agrícola.

Producto	Cantidad	Dosis/planta
Razormin	2.5 ml	se aplicaron 50 ml por planta de esta mezcla
Solucat 10-52-10	5 g	
Microcat Zn	2.5 ml	
Microcat mix	2.5 ml	

✓ Programa de ENLASA

La primera aplicación se hizo al emitir el primer par de hojas, y después se continuo cada 21 días con los siguientes productos.

Tabla 6. Programa de fertilización foliar de ENLASA.

Producto	Cantidad/Litro	Dosis/planta
NPK-1	2.5 ml	se aplicaron 50ml por planta de esta mezcla
Enefol	2 ml	
Fosfitec k	2.5 ml	

✓ Programa de Cosmocel

A los 15 días después del trasplante se hizo la primera aplicación y después se continuó cada 21 días con los siguientes productos.

Tabla 7. Programa de fertilización foliar de Cosmocel.

Producto	Cantidad/Litro	Dosis/planta
Maxi- grow	2.5 ml	se aplicaron 50ml por planta de esta mezcla
Fosfacel	5 g	

✓ Programa Convencional

Se aplicó ORTAX BIOFUERTE en dosis de 75 ml por bomba de 20 litros, haciendo la primera al emitir el primer par de hojas, y se continuó cada 21 días hasta llegar al trasplante.

4.5.7. Control de enfermedades

Se aplicó Nucilate para el control de enfermedades que se presentaron en el vivero principalmente *Cercospora coffeicola*.

4.6. Variables evaluadas

Las variables, diámetro del tallo, altura, área foliar, peso seco de raíz y parte aérea, fueron medidas cuando las plantas tenían 105 días en vivero, y a la vez se tomaron las muestras para el análisis foliar para enviarlas al laboratorio y realizar el análisis foliar.

El criterio que se tomó para iniciar la evaluación de las plantas a los 105 días de edad, fue que al menos el 50% de las plantas de uno de los tratamientos presentara 6 pares de hojas.

4.6.1. Altura de planta

En la determinación de esta variable se midieron al azar cada una de las plantas de la parcela útil (20 plántulas) con una regla graduada en milímetros, desde la base de la planta hasta el último brote apical. Y se calculó un promedio.

4.6.2. Diámetro del tallo

Este se midió con un pie de rey cuando se empezaron a evaluar las plantas, se tomó la medida al inicio del tallo de la plántula (parte de abajo, un cm arriba del suelo) se utilizaron 20 plantas seleccionadas al azar.

4.6.3. Peso seco de la raíz y parte aérea de la planta

Se tomaron dos plantas al azar por parcela y se separó la parte aérea y la parte radicular de la planta, se llevaron al laboratorio para secarlas a una temperatura de 70° C en un horno durante un periodo de 36 horas, seguidamente se pesaron en una balanza analítica, para tomar el peso de la materia seca (en ambas partes de la planta).

4.6.4. Número de cruces

Se contó el número de cruces presentes hasta el día del levantamiento de los datos(a los 105 días de edad) se utilizaron 20 plantas de cada parcela.

4.6.5. Vigor de planta

Este se clasifico según características presentadas, como color, conformación de las hojas, altura, diámetro y otras características para una planta ideal para llevarla a campo. Esta variable sólo es utilizada como un criterio al momento de vender plantas.

4.6.6. Contenido nutricional en hojas

Se tomaron muestras de 20 hojas por tratamiento y se enviaron al laboratorio de la compañía Stándar Fruit Company. Una vez obtenidos los resultados se hizo una comparación promedio entre tratamientos de la composición nutricional que muestra cada uno, para determinar la disponibilidad de nutrientes en cada programa de fertilización, y así determinar cuál proporciona la cantidad óptima y cuál es el más eficiente.

4.6.7. Costo de producción por planta

Se determinó el costo de producción de una planta, según el programa de fertilización aplicado para determinar cuál es más rentable. Se incluyeron costos de mano de obra (trasplante, riego, aplicaciones foliares y al suelo, llenado de bolsas, preparación del sustrato y alineado de las bolsas), insumos (fertilizantes, bolsas) y costos por semilla.

4.6.8. Área foliar

Se utilizaron 20 plantas a las cuales se les midió la longitud de la hoja con regla graduada en cm, y se les calculó el área foliar de cada tratamiento. Se calculó aplicando la fórmula utilizada por CENICAFE Colombia ($Y = 2.02501 X - 0.57278$, $Y = \text{Área foliar}$, $X = \text{Longitud de la hoja}$) (Huerta 1962).

4.7. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza (ANAVA) para encontrar diferencias entre los tratamientos, por medio de un programa informático (InfoStat), se utilizó un nivel de significancia de 0.05 y se realizó la prueba de tukey de comparación de media.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Diámetro del tallo

Las plantas de café Lempira para esta variable sufrieron un estímulo significativo estadísticamente (p. 0.05), en el tamaño del diámetro, se pudo observar que las plantas que mejor expresaron su desarrollo del diámetro fueron las que se les aplicó el tratamiento de Cosmocel - bio abono, quienes superaron a todas las demás con 1.07mm de diferencia.

Las plantas tratadas con los programas en combinación con el sustrato DAP sobresalieron ligeramente con el programa Cosmocel, presentando una reducción del diámetro de 0.30 mm menos que las de mayor desarrollo.

Para Pinto *et al.* (2008) la variación se puede atribuir a la respuesta a los elementos nutritivos aplicados, correspondientes a los distintos abonos orgánicos, cada tratamiento actúa en forma distinta debido a sus contenidos propios de nutrientes.

Las plantas tratadas en combinación con el sustrato Fosfomagnical, manifestaron el mayor diámetro con el programa Cosmocel, el cual obtuvo una diferencia 0.29 mm menos que el mejor tratamiento.

Según Gutiérrez (2012) los tallos constituyen la vía para el tráfico de minerales a larga distancia dentro de las plantas, tanto en el xilema como en el floema, de la raíz al follaje y viceversa.

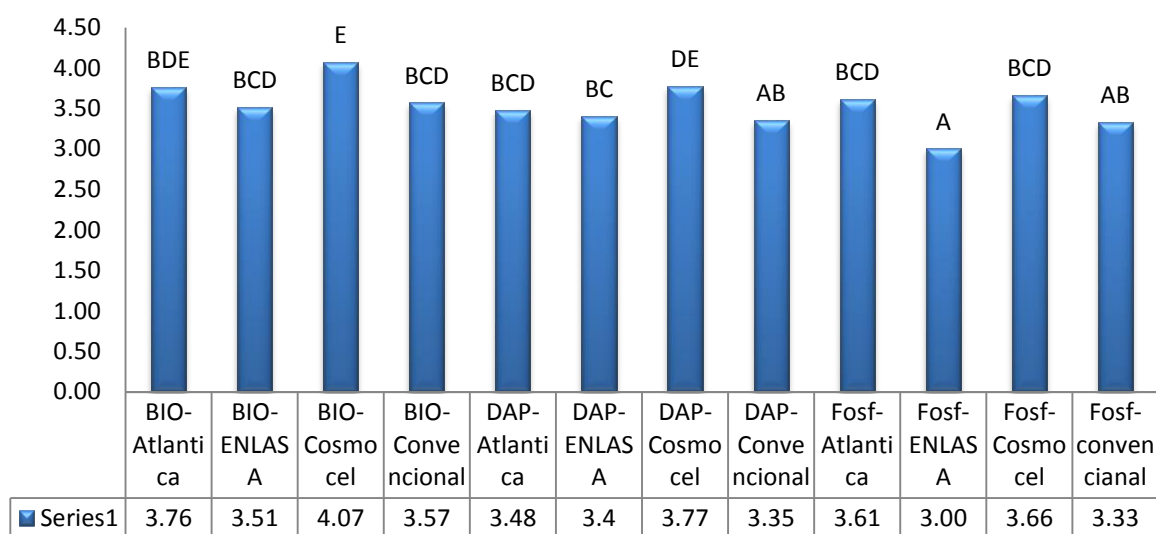


Figura 1. Diferenciación de diámetros en (mm), obtenidos en plantas de café Lempira en vivero, tratadas con programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos a los 105 días de edad.

Un buen desarrollo del tallo en la etapa de plántula en vivero indica que la planta en su edad adulta tendrá también un tallo grueso y resistente, lo que le dará resistencia para soportar su producción, así como fuertes vientos.

5.2. Altura de planta.

En esta variable las plantas de Lempira, presentaron diferencia estadísticamente significativa, las que mayor efecto presentaron son las tratadas con el bio abono en combinación con el programa Cosmocel (Figura 2)

Se puede observar que las plantas manejadas con el sustrato DAP también presentaron su mayor efecto con el programa Cosmocel, siendo 1.86 cm menor que la mayor altura promedio observadas.

La mayor altura atribuida a las plantas con el sustrato Fosfomagnical son las que permanecieron bajo la combinación, con el programa de Atlántica Agrícola, siendo 3.45 cm más baja que la más alta , también se observó que la combinación Cosmocel estuvo prácticamente igual al anterior con una diferencia apenas de 0.14 cm menos.

Martínez. (2005) reportó que la media expresada en su investigación fue de 21.87 cm, la cual es similar a los resultados obtenidos, con una diferencia apenas de 0.45 cm más baja.

Al mismo tiempo para Bueso (2012) la mayor altura reportada fue de 11.43 cm la cual es mucho menor que la expresada por las plantas de esta investigación, observar la figura 2.

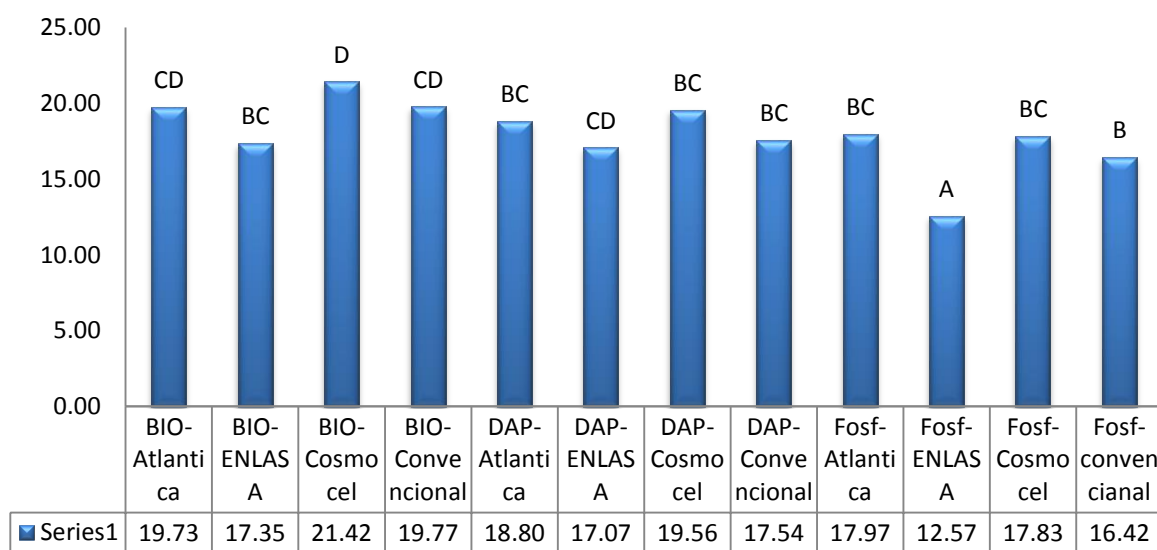


Figura 2. Altura de plantas de café (cm) Lempira en vivero a los 105 días de edad, producto del uso de sustratos en combinación con programas de fertilización.

5.3. Área foliar

Para esta variable las plantas tratadas presentaron diferencia estadística, el mayor resultado que se obtuvo en las plantas de Lempira fue con el bio abono en combinación con el programa Cosmo cel.

Las plantas tratadas con el sustrato Fosfomagnical, son las que presentaron menor área foliar en combinación con todos los programas de fertilización, las que mayor área foliar presentaron son las de Atlántica Agrícola y Cosmo cel (Figura 3), con una similar diferencia de 9 cm² entre ambos programas.

Según Molina (2012) el nitrógeno es constituyente de aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, clorofila, y tiene un gran impacto en el crecimiento vegetativo.

En trabajos realizados por Intriado (2012) las medias obtenidas en plantas de 5 meses de edad fue de 306 cm² de área foliar, siendo diferentes a las obtenidas en esta investigación a excepción de que en estas plantas se realizó a los 105 días de edad.

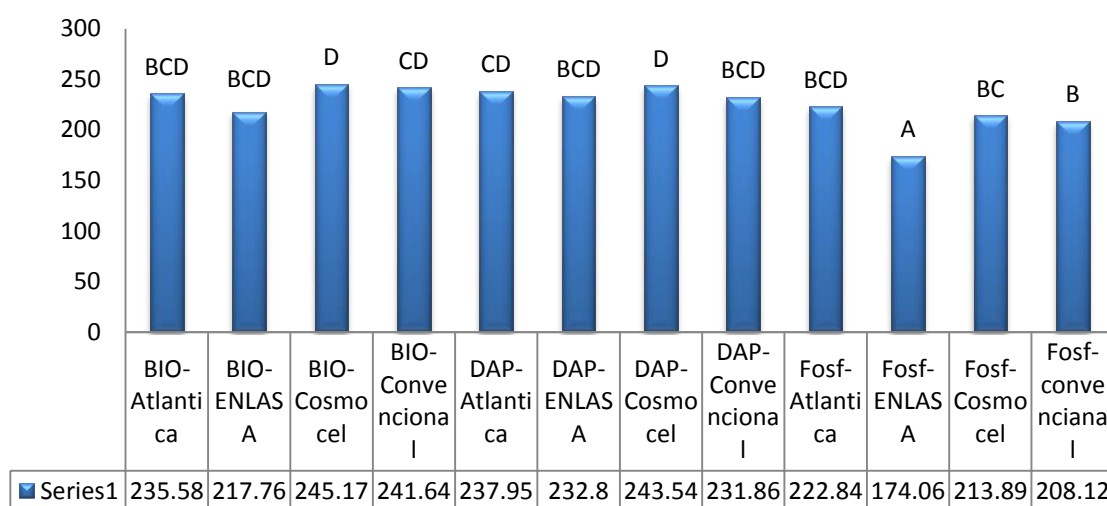


Figura 3. Área foliar (cm²) en plantas de café Lempira en vivero a los 105 días de edad, tratadas con programas de fertilizantes en combinación con sustratos orgánicos.

5.4. Peso seco de la raíz

Las plantas de Lempira en cuanto al peso de raíz presentaron una respuesta diferente en comparación con los datos obtenidos en las anteriores variables, mostrando una respuesta diferente con cada sustrato, las que mayor peso presentaron son las tratadas con ENLASA en combinación con el sustrato bio- abono (Figura 4).

La respuesta expresada por las plantas tratadas con el sustrato DAP, mostraron su mayor efecto en combinación con el programa Cosmo cel siendo una diferencia de apenas 0.05 g en comparación con las de mayor peso adquirido.

En cambio las que se combinaron con Fofomagnical expresaron un comportamiento bien marcado con este sustrato en comparación con los demás programas siendo de 0.19 g menos que el de máximo peso.

Para Gutiérrez (2012) las raíces son los órganos involucrados en la absorción de agua y minerales por excelencia. Sus atributos morfológicos y fisiológicos, expresados por ejemplo en su alta relación superficie/volumen y en la plasticidad de su arquitectura, determinan su éxito ecológico en el forrajeo de nutrientes y agua en un ambiente hostil y competitivo (el suelo).

Para Manzanares (s.f.) el efecto de las auxinas está condicionado en relación con la concentración de Calcio ya que esta aumenta la tasa de división celular.

Según Saborio (2012) las auxinas están involucradas en diversos procesos fisiológicos: crecimiento, respuesta a la luz y a la gravedad (tropismos), dominancia apical, senescencia, diferenciación de xilema y floema, diferenciación de yemas axilares y raíces.

Para Molina (2012) el Fosforo también forma parte esencial para el desarrollo de las raíces de las plantas.

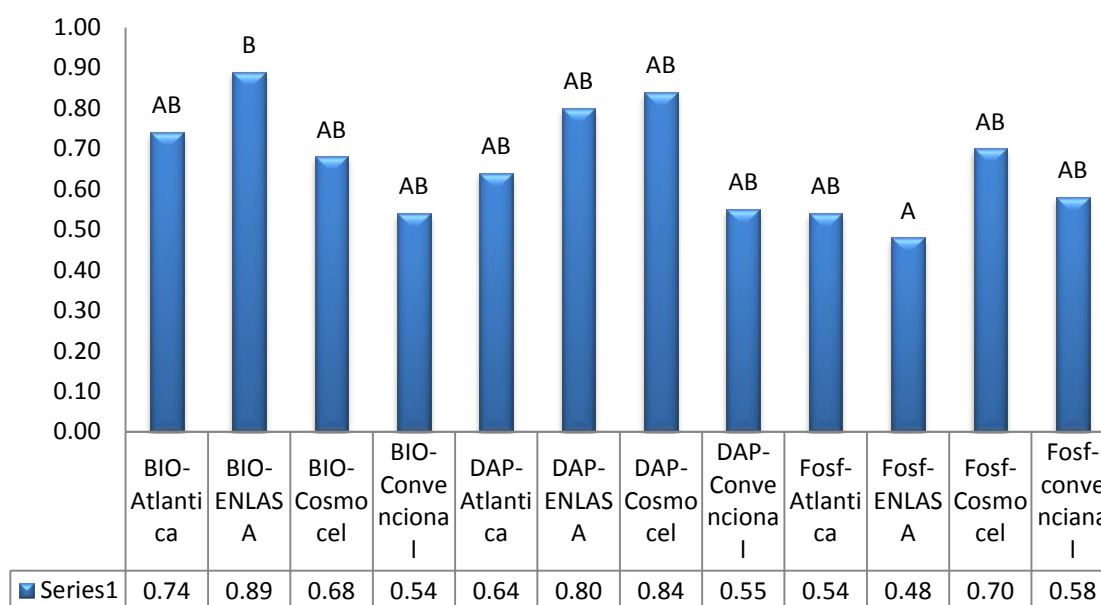


Figura 4. Peso seco en gramos de raíces de café Lempira en vivero, sometidas a programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos a los 105 días de edad.

5.5. Peso seco de la parte aérea de la planta

Para esta variable las plantas tratadas mostraron diferencia estadística, las que presentaron el mayor peso son las tratadas con el programa Cosmo cel en combinación con el sustrato DAP (Figura 5).

Con el uso del bio - abono las plantas que mejor respondieron fueron las tratadas en combinación con el programa de Atlántica Agrícola siendo 0.24 g menos en comparación con las de mayor resultado.

Cuando el sustrato aplicado fue el Fosfomagnical su mayor efecto se apreció en combinación con el Cosmo cel siendo 1.53 g menos que el de mayor peso, siendo similar entre los demás programas a excepción del programa ENLASA que presento menor peso, debido a que inicialmente fue en esta combinación donde se presentaron los menores valores en cuanto a las demás variables.

Según Adriano (2011) esta variable en su experimento mostro un comportamiento similar al obtenido en esta investigación.

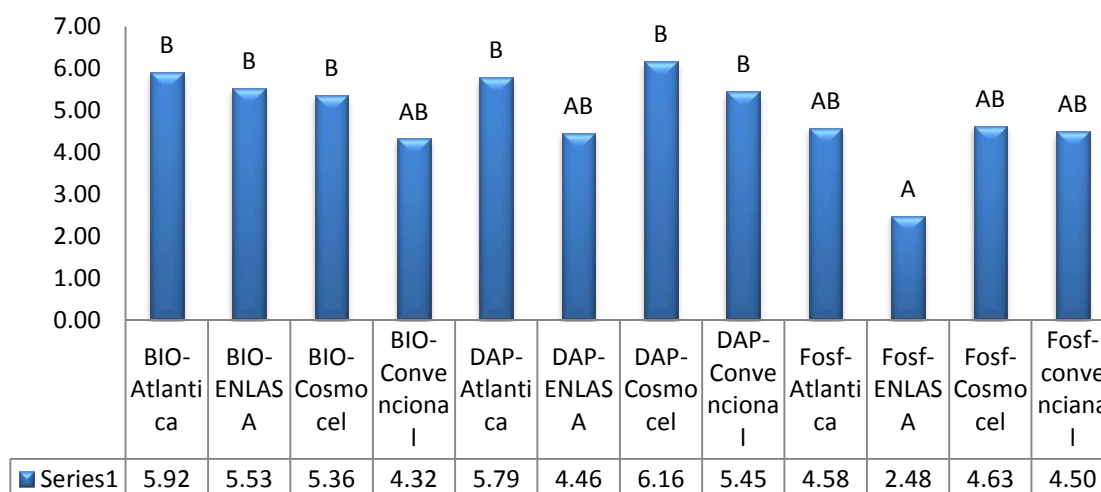


Figura 5. Variación de pesos (g) de la parte aérea (hojas tallos y ramas) en plantas de vivero de café Lempira sometidas a programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos de 105 días de edad.

5.6. Numero de cruces

En la determinación del número de cruces las plantas que mejor respuesta expresaron fueron las tratadas con el programa Cosmo cel en combinación con el sustrato bio abono, presentando estas el mayor número de cruces a los 105 días de edad, teniendo el 43.5% de las plantas tratadas con cruz (ver figura 6) en comparación con la cantidad de cruces que presentaron las demás plantas tratadas.

En cuanto a los tratamientos en combinación con el sustrato DAP, se comportaron de manera similar en combinación con los programas de Atlántica Agrícola y Cosmo cel, siendo ambos un 16% menor que el de mayor efecto.

Las plantas producidas en combinación con el sustrato Fosfomagnical son las que menor desarrollo de la cruz presentaron, expresando un retraso en el crecimiento de la planta siendo un 36% menor en comparación con el mejor resultado.

Este desarrollo acelerado del crecimiento según Saborio (2012) se puede causar al aplicar bioestimulantes formulados a base de aminoácidos, ya que suple a la planta con estos bloques estructurales (aminoácidos), esto favorece el proceso de producción de proteínas con lo que se produce un ahorro de energía, que la planta puede dirigir hacia otros procesos tales como el crecimiento.

Para Jordan et al (2006) el uso de hormonas en bajas cantidades regula los procesos de crecimiento, ya que en dosis altas pueden afectar el desarrollo causando una disminución del crecimiento.

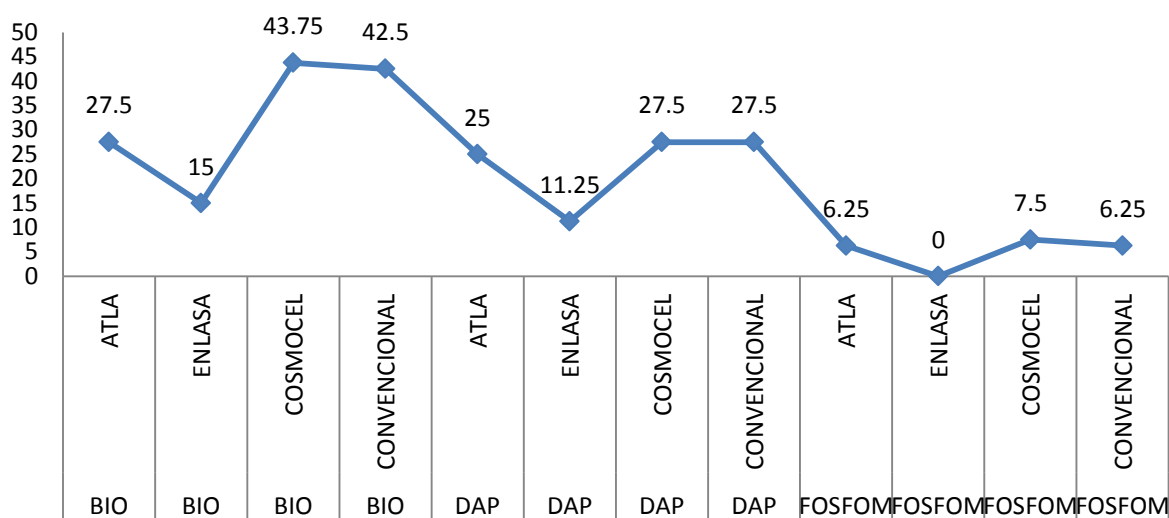


Figura 6. Porcentajes de cruz presente en plantas de vivero de café a los 105 días de edad, sometidas a programas de fertilización en combinación con sustratos orgánicos.

5.7. Vigor de planta y Costo de Producción.

Las plantas de Lempira más eficaces en cuanto a calidad, resultaron ser las de BIO-Cosmocel, DAP - Cosmocel y bio-Convencional evaluados con el mismo nivel de calidad.

Este último, económicamente es más rentable en comparación a los otros dos, aunque el tratamiento DAP-Convencional resulta ser el de más bajo costo y presenta una buena calidad con un 90% con respecto a los tres tratamientos anteriormente descritos y presenta el costo más barato de producción en comparación con todos los tratamientos

Desde el punto de vista económico y de calidad el tratamiento más eficaz fue el BIO-Convencional, ya que su producción unitaria por planta es de bajo costo y presentó el mejor vigor.

En cuantos a los tratamientos de Atlántica Agrícola se pueden producir plantas de calidad pero su costo es muy elevado en combinación con cualquiera de los tres sustratos, lo cual lo pone en desventaja con los demás tratamientos

En combinación con el sustrato Fosfomagnical las plantas que presentaron mejor calidad son las del programa Atlántica Agrícola y Cosmocel, ambos programas presentan el mismo nivel de calidad en sus plantas pero con diferente costo. Superando el Atlántica Agrícola a Cosmocel, siendo este último la opción más barata para producir plantas de buena calidad a bajo costo en combinación con este sustrato.

Tabla 8. Comparación del costo de producción de una planta según tratamiento utilizado y su calidad (vigor) obtenida.

Tratamiento	Costo Planta/Lps	Calidad(Vigor)
BIO - ATLAN	2.72	9
BIO - ENLASA	1.34	9
BIO - COSM	1.14	10
BIO – CONV	0.72	10
DAP – ATLANT	2.46	9
DAP – ENLASA	1.08	9
DAP – COSM	0.88	10
DAP – CONVE	0.46	9
FOSFO- ATLAN	2.48	9
FOSFO - ENLASA	1.10	5
FOSFO – COSM	0.90	9
FOSFO – CONV	0.47	8

5.8. Análisis foliar

Según el análisis foliar que se realizó a las plantas de cada tratamiento, las que mayor concentración de nutrientes mostraron en su composición foliar, fueron las que se combinaron con el programa de Atlántica Agrícola, siendo similar la disponibilidad en combinación con todos los sustratos.

Las plantas tratadas con el programa de ENLASA, son las que mostraran un comportamiento similar en su conformación nutricional foliar en comparación con las de mayor composición nutricional foliar destacándose en la mayoría de los nutrientes, con excepción del (B) boro y del (Na) sodio.

El efecto expresado en las plantas tratadas con el programa Cosmocel fue el que presento la más baja cantidad de nutrientes en su conformación nutricional de las hojas en combinación con cualquiera de los sustratos evaluados.

En referencia a las plantas que se utilizó el programa Convencional estas presentaron una composición foliar intermedia en comparación con las de más alto contenido nutricional de las hojas.

En lo descrito anteriormente se refleja el comportamiento nutricional de cada programa en combinación con cada sustrato, pero es aquí donde se determina que al hacer una comparación en base a la composición nutricional foliar y las características morfológicas de cada planta de café, se demuestra que las plantas tratadas con el programa Cosmocel presentaron una alta eficiencia nutricional

La eficiencia nutricional está condicionada con el equilibrio de los nutrientes y también puede ser afectada por la cantidad de hormonas utilizadas y el gasto de energía.

La composición nutricional foliar expresada en las plantas de Cosmocel no mostro una relación en común con el desarrollo de las plantas, se disminuyó la cantidad de nutrientes acumulados en la hoja, pero se expresó en el desarrollo de los demás órganos de la planta.

Según Taiz et al. (2006) las hormonas vegetales participan en la regulación de la relación fuente sumidero, afectando el reparto de los foto - asimilados, al controlar principalmente el crecimiento de los sumideros.

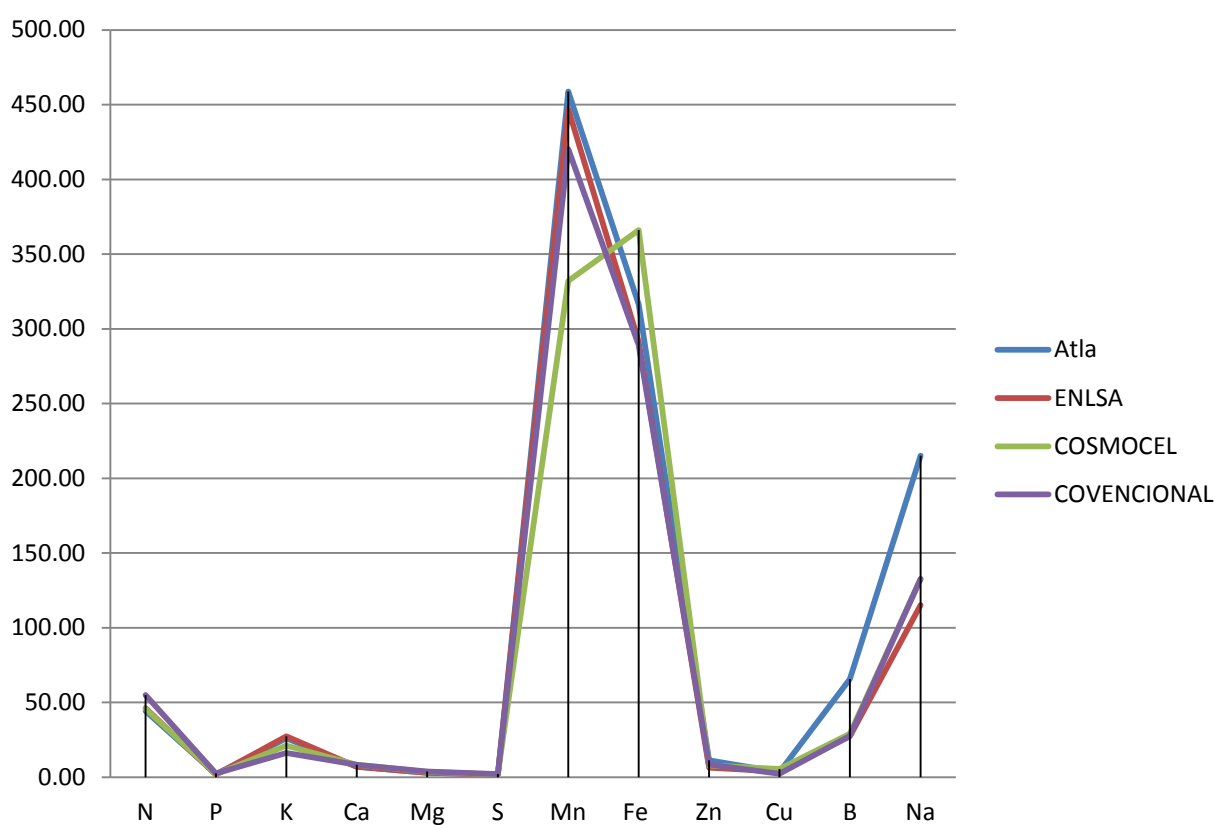


Figura 7. Composición nutricional expresada en promedio de cada tratamiento según el programa aplicado en combinación con sustratos orgánicos en plantas de café en vivero a los 105 días de edad.

VI. CONCLUSIONES

El programa convencional mostro un comportamiento similar en comparación con las plantas del programa Cosmocel en su vigor de planta y fueron las de menor costo, por tanto estas son la mejor opción para producir plantas de calidad y de bajo costo.

El mejor programa de fertilización para la producir una planta de café en vivero según características morfológica, fue con el programa de la compañía Cosmocel este fue el predominante en altura, diámetro del tallo, área foliar y anduvó en mayor rango en el peso seco de raíz, número de cruces y vigor de las plantas y mostro un efecto positivo con todos los sustratos.

Según el costo, las plantas producidas mediante el programa Convencional y el Sustrato DAP (18-16-0) son las que tienen el menor costo.

El sustrato que expresó mejor efecto en la nutrición y disponibilidad de los nutrientes en interacción con los programas utilizados fue el bio-abono.

Los más altos niveles de nutrientes en los análisis foliares, se presentaron en las plantas tratadas con el programa de Atlantica Agrícola

Las plantas que expresaron una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes son las tratadas con el programa Cosmocel.

El mayor número de plantas sanas y vigorosas fueron las tratadas con bio-abono como sustrato y el programa de Cosmocel y similarmente las del Convencional.

La mejor alternativa para la producción de plantas según el costo es utilizar el programa Convencional con el sustrato DAP.

VII. RECOMENDACIONES.

Realizar este tipo de estudios, evaluados desde el vivero y llevar la evaluación continua hasta establecer las plantas en campo, dándoles el manejo común, solo diferenciando las plantas por programa y medir el nivel de producción, para determinar si hay algún efecto a benéfico a futuro en la producción de plántulas con el uso de estos programas de fertilización en la etapa de vivero.

Se recomienda que deben continuarse, y si es posible intensificarse, investigaciones de esta índole, con otros productos, dosis y frecuencias de aplicaciones pero orientados de una perspectiva científica y no solo comercial.

Realizar un estudio similar con el uso de aminoácidos en diferentes dosis en combinación con hormonas para comprobar directamente el uso de estos bioestimulantes.

Realizar este mismo trabajo pero con repeticiones por separado de sustrato programa, y la combinación para medir el efecto directo y a la vez la combinación de ambos.

Es recomendable que cuando se haga el análisis nutricional sea de la planta completa ya que para este trabajo la composición nutricional de la hoja no fue exactamente determinante para especificar el estado nutricional de las plantas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Adriano, M; Jarquín, R; Hernández, C; Figueroa, M; Monreal, C. Biofertilización de Café Orgánico en Etapa de Vivero en Chiapas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

Alvarado, SM. 2007. Cultivo y beneficiado del café. Condiciones climáticas. San José C. R. 3 ed. 26 p.

Amores, FP. 1993. manual del cultivo del café. Fertilización del Café. Quevedo Ecuador. 99 p.

Carvajal, JF. 1984 Cafeto: Cultivo y fertilización. Instituto Internacional de la Potasa. Berna/Suiza. 2 ed. 141 p.

CICAFE (Centro de Investigación en Café). 2011. Guía técnica para el cultivo de café. Aspectos generales del cultivo. Costa Rica, AGRIS, 3 p. Consultado en línea. 2 junio 2013. Disponible en: www.icafe.go.cr

Fourier, OL. 1980. Fundamentos ecológicos del cultivo del café. PROMECAFE IICA. 4 p.

FUNDESYRAN (fundación salvadoreña para el desarrollo y restauración ambiental). 2010. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador, El Salvador.

Gutiérrez 2012, Fertilización Foliar Principios y Aplicación, Aspectos Básicos Sobre La Nutrición Mineral de las Plantas,U.C.R. Costa Rica. Pag. 3-5.

Informo, sí. Fisiología y nutrición vegetal, Aproximación a la fisiología y desarrollo. Curso de educación superior.

Herrera, J. 2001. Suelo fertilización y Nutrición del café.

Huerta , F. A. 1962. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el área del cafeto ,CENICAFE, Colombia Pág 33 - 42

Intriado 2012, Efecto de los Diferente Tipos y Volúmenes de Sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café Arábigo a nivel de vivero, Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Técnica de Manabí, Santa Ana, Ecuador.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2001. Manual de Caficultura. Producción de semillas y vivero. Tegucigalpa MCD. 33-25 p.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). Producción de semilleros y viveros. Tegucigalpa Honduras. 26 p.

Jordan, Casarreto, Fisiología Vegetal, Hormonas y reguladores de crecimiento, auxinas, Giberalinas y Citoquininas, Editorial Universidad de La Serena, La Serena Chile, Capitulo XV

López, CC. 1998. Fertirrigacion Cultivos Hortícolas y Hornamentales. . diagnóstico de la nutrición en plantas , Madrid. Mundi Prensa. 3 ed. 226 p.

Mártir, OJ.;Galvez, R.;Vigoa, H. 1987. La Habana Cuba, revista científica técnica.669 p.

Matute, N. 2013. Manual de buenas prácticas de semillero, Instituto Hondureño del Café. La Paz, Honduras. 2 p.

Monroig, MF. Ingles. Sf. Ecos del Café. Síntomas de Deficiencia Nutricional. Puerto Rico. Consultado en línea :4 de junio de 2013.Disponible en: academic.uprm.edu/mmonroig

Mora, N. 2008. Agro Cadena de Café. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Huetar, Norte de Costa Rica, 49 p.

Molina, 2012, Fertilización Foliar Principios y Aplicación, fuentes de fertilizantes, U.C.R. Costa Rica. Pag. 33-35

Martínez, A. 2005. Evaluación de diferentes sustratos en la utilización de la técnica de Tubete para producir plántulas de café (*Coffea arabica L*) var. Catuai, en la etapa de vivero, finca Monte María, San Juan Alotenango, Sacatepequez. Tesis Ingeniero Agronomo, facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ordoñez, M. 2001. Producción de Semilleros de Café. Instituto Hondureño del café. Tegucigalpa, Honduras.

Pinto, A; Vargas, S. 2008. “Efecto de los abonos orgánicos y químicos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*). Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientalistas. Escuela de Ingeniería Agronómica. Ibarra, Ecuador, pag 43.

Philon. BJ 1984. La propagación de plantas. Crecimiento de las plantas en semillero de abeto negro con diferentes niveles de fertilización

Raven, HP.1992. Biología de las Plantas. La Raíz. Barcelona. Ed Reverte S. A. 400 – 408 p.

Saborío 2012, Fertilización Foliar Principios y Aplicación, Bioestimulantes y fertilización foliar, U.C.R. Costa Rica. Pag. 3-5.

Rodríguez, UE. 2001. Fisiología de producción de cultivos tropicales, absorción y transporte de iones. San José C.R. Editorial De Universidad De Costa Rica.1 ed. 141 - 146 p.

Tisdale, SL.; Nelson, WL. 1966. Soil Fertility and fertilizers. Macmillan. New York. 694 p.

Zumbado, UD. 2009. Manual de buenas prácticas agrícolas en los cultivos de café con asocio de aguacate. Preparación de Sustratos. Ecuador. 14 p.

Warncke, DD. 1986, interpretación dela extracción de nutrientes. McAllen

ANEXOS

Anexo 1. Costos para producir una planta con el programa de Atlántica Agrícola en combinación con el sustrato Bio - Abono.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Atlántica Agrícola- BIO-ABONO							
Costo bolsa						0.08	80
Llenado de bolsa						0.25	250
Aplicación foliar						0.001	1.71
Aplicación al suelo						0.03	30
costo fertilizante						2.36	2356.8
Razormin	625	1000	0.63	2.5	1.5625	0.013	12.5
Solucat	130	1000	0.13	5	0.65	0.005	5.2
Microcat mix	235	1000	0.24	2.5	0.5875	0.005	4.7
Microcat Zn	220	1000	0.22	2.5	0.55	0.004	4.4
Aplicación al suelo							
Biocat-15	185	1000	0.185	25	4.625	0.925	925
Raycat enraizante	330	1000	0.33	2.5	0.825	0.165	165
Solucat	130	1000	0.13	25	3.25	0.650	650
Kelix mix	290	1000	0.29	5	1.45	0.290	290
Sustrato						0.3	300
Costo Total						2.718	2718.51

Nota; solo al primer anexo se le agregan los costos fijos los demás solo lo tienen sumados al costo total.

Anexo 2. Costos para producir una planta con el programa de Atlántica Agrícola en combinación con el sustrato DAP (18-46-0).

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Atlántica Agrícola - DAP(18-46-0)							
Costo fertilizante						2.097	2096.8
Razormin	625	1000	0.63	2.5	1.5625	0.013	12.5
Solucat	130	1000	0.13	5	0.65	0.005	5.2
Microcat mix	235	1000	0.24	2.5	0.5875	0.005	4.7
Microcat Zn	220	1000	0.22	2.5	0.55	0.00	4.4
Aplicación al suelo							
Biocat-15	185	1000	0.19	25	4.625	0.925	925
Raycat enraizante	330	1000	0.33	2.5	0.825	0.165	165
Solucat	130	1000	0.13	25	3.25	0.650	650
Kelix mix	290	1000	0.29	5	1.45	0.29	290
Sustrato						0.040	40
Costo Total						2.4578	2458.51

Anexo 3. Costos para producir una planta con el programa de Atlántica Agrícola en combinación con el sustrato Fosfomagnical (18-46-0).

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Atlántica Agrícola – Fosfomagnical							
Costo fertilizante						2.12	2115.8
Razormin	625	1000	0.63	2.50	1.56	0.01	12.5
Solucat	130	1000	0.13	5.00	0.65	0.01	5.2
Microcat mix	235	1000	0.24	2.50	0.59	0.00	4.7
Microcat Zn	220	1000	0.22	2.50	0.55	0.00	4.4
Aplicación al suelo							
Biocat-15	185	1000	0.19	25.00	4.63	0.93	925
Raycat enraizante	330	1000	0.33	2.50	0.83	0.17	165
Solucat	130	1000	0.13	25.00	3.25	0.65	650
Kelix mix	290	1000	0.29	5.00	1.45	0.29	290
Sustrato						0.059	59
Costo Total						2.48	2477.51

Anexo 4.Costos para producir una planta con el programa de ENLASA en combinación con el sustrato Bio - Abono.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento ENLASA - BIO-ABONO							
Costo fertilizante						0.98	981.5
Aplicación foliar							
NPK 1	220	1000	0.22	25	5.5	0.04	44
Enerfol	350	750	0.47	1.25	0.58	0.00	4.67
Fosfitek	200	1000	0.2	1.25	0.25	0.00	2
Aplicación al suelo							
Triple 20	85	1000	0.09	2.5	0.21	0.04	42.5
Algatec	550	750	0.73	2	1.47	0.29	293.33
Eneroot	590	1000	0.59	2.5	1.48	0.30	295
Sustrato						0.3	300
Costo Total						1.34	1343.21

Anexo 5. Costos para producir una planta con el programa de ENLASA en combinación con el sustrato DAP (18 46-0).

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento ENLASA - DAP (18-46-0)							
Costo fertilizante						0.72	721.5
Aplicación foliar							
NPK 1	220	1000	0.22	25	5.5	0.044	44
Enerfol	350	750	0.47	1.25	0.58	0.00	4.67
Fosfitek	200	1000	0.2	1.25	0.25	0.002	2
Aplicación al suelo							
Triple 20	85	1000	0.09	2.5	0.21	0.04	42.50
Algatec	550	750	0.73	2	1.47	0.29	293.33
Eneroot	590	1000	0.59	2.5	1.48	0.30	295.00
Sustrato						0.04	40.00
Costo Total						1.08	1083.21

Anexo 6. Costos para producir una planta con el tratamiento ENLASA en combinación con el sustrato Fosfomagnical.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento ENLASA – Fosfomagnical							
Costo fertilizante						0.74	740.5
Aplicación foliar							
NPK 1	220	1000	0.22	25	5.5	0.044	44
Enerfol	350	750	0.47	1.25	0.583	0.005	4.67
Fosfitek	200	1000	0.20	1.25	0.250	0.002	2
Aplicación al suelo							
Triple 20	85	1000	0.085	2.5	0.2125	0.043	42.5
Algatéc	550	750	0.73	2	1.47	0.293	293.3
Eneroot	590	1000	0.59	2.5	1.475	0.295	295
Sustrato						0.059	59
Costo Total						1.823	1823.71

Anexo 7. Costos para producir una planta con el Programa Cosmotel en combinación con el sustrato Bio - Abono.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Cosmotel - BIO-ABONO							
Costo fertilizante						0.78	782.4
Aplicación foliar							
Maxi-Grow	630	1000	0.63	25	15.75	0.13	126
Fosfacel 800	160	1000	0.16	5	0.8	0.01	6.4
Aplicación al suelo							
Fertigro	120	1000	0.12	2.5	0.3	0.06	60
Rootex	290	1000	0.29	5	1.45	0.29	290
Sustrato						0.30	300
Costo Total						1.14	1144.11

Anexo 8. Costos para producir una planta con el Programa Cosmocel en combinación con el sustrato DAP (18 46 0).

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Cosmocel - DAP(18 - 46 - 0)							
Costo fertilizante						0.52	522.4
Aplicación foliar							
Maxi-Grow	630	1000	0.63	25	15.75	0.13	126
Fosfacel 800	160	1000	0.16	5	0.8	0.01	6.4
Aplicación al suelo							
Fertigro	120	1000	0.12	2.5	0.3	0.06	60
Rootex	290	1000	0.29	5	1.45	0.29	290
Sustrato						0.04	40
Costo Total						0.88	884.11

Anexo 9. Costos para producir una planta con el Programa Cosmocel en combinación con el sustrato Fofomagnical.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Cosmocel - Fosfomagnical							
Costo fertilizante						0.54	541.4
Aplicación foliar							
Maxi-Grow	630	1000	0.63	25	15.75	0.13	126
Fosfacel 800	160	1000	0.16	5	0.8	0.01	6.4
Aplicación al suelo							
Fertigro	120	1000	0.12	2.5	0.3	0.06	60
Rootex	290	1000	0.29	5	1.45	0.29	290
Sustrato						0.06	59
Costo Total						0.90	903.11

Anexo 10. Costos para producir una planta con el Programa Convencional en combinación con el sustrato. Bio – Abono.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Convencional - Bio Abono							
Costo fertilizante						0.19	186.21
Aplicación al Foliar							
Ortax	320	1000	0.32	5	1.6	0.013	12.80
Aplicación al suelo							
DAP	8	454	0.02	50	0.88	0.13	132.16
NOVARAIZ	330	1000	0.33	2.5	0.83	0.04	41.25
Sustrato						0.30	300.00
Costo Total						0.72	715.76

Anexo 11. Costos para producir una planta con el Programa Convencional en combinación con el sustrato DAP (18 46 0).

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Convencional - DAP (18 - 46 - 0)							
Costo fertilizante						0.186	186.209
Aplicación al Foliar							
Ortax	320	1000	0.32	5.00	1.60	0.01	12.80
Aplicación al suelo							
DAP	8	454	0.02	50.00	0.88	0.13	132.16
NOVARAIZ	330	1000	0.33	2.50	0.83	0.04	41.25
Sustrato						0.04	40.00
Costo Total						0.46	455.76

Anexo 12. Costos para producir una planta con el Programa Convencional en combinación con el sustrato Fofomagnical.

Producto	Precio lps/lt	C/ml & G	Precio/ml	dosis ml&g /lt de agua	Precio dosis/lps	Total costo/P	Costo 1000 P
Tratamiento Convencional - Fosfomagnical							
Costo fertilizante						0.19	186.21
Aplicación al Foliar							
Ortax	320	1000	0.32	5	1.6	0.01	12.80
Aplicación al suelo							
DAP	8	454	0.02	50	0.88	0.13	132.16
NOVARAIZ	330	1000	0.33	2.5	0.83	0.04	41.25
Sustrato						0.059	59.00
Costo Total						0.47	474.76

Anexo 13. Análisis estadístico para la variable diámetro del tallo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	3.24	14	0.23	10.50	<0.0001	
Tratamiento	3.22	11	0.29	13.27	<0.0001	**
Bloque	0.02	3	0.01	0.34	0.7936	n.s.
Error	0.73	33	0.02			
Total	3.97	47				

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

n.s.: No significativo

C.V; 4.19 %

R²; 82%

Anexo 14 Análisis de la varianza para la variable Área Foliar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	20120.39	14	1437.17	10.35	<0.0001	
Tratamiento	17892.22	11	1626.57	11.71	<0.0001	**
Bloque	2228.17	3	742.72	5.35	0.0041	*
Error	4584.35	33	138.92			
Total	24704.73	47				

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

n.s.: No significativo

C.V; 5.23%
R²; 81%

Anexo 15.Análisis de la varianza para la variable Altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	221.77	14	15.84	11.01	<0.0001	**
Tratamiento	217.52	11	19.77	13.75	<0.0001	**
Bloque	4.24	3	1.41	0.98	0.4125	n.s.
Error	47.46	33	1.44			
Total	269.23	47				

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

n.s.: No significativo

C.V; 6.66%
R²; 82%

Anexo 16.Análisis de la varianza para la variable peso seco de la raíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	0.81	14	0.06	2.28	0.0256	
Tratamiento	0.77	11	0.07	2.74	0.0124	n.s.
Bloque	0.05	3	0.02	0.61	0.6150	n.s.
Error	0.84	33	0.03			
Total	1.65	47				

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

n.s.: No significativo

C.V; 24.07%
R²; 49%

Anexo 17.Análisis para la variable peso seco Aéreo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	48.75	14	3.48	3.67	0.0011	
Tratamiento	44.25	11	4.02	4.24	0.0006	*
Bloque	4.50	3	1.50	1.58	0.2125	n.s.
Error	31.33	33	0.95			
Total	80.09	47				

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

n.s.: No significativo

C.V; 19.76%
R²; 61%

Anexo 18. Numero de cruces por tratamiento y repetición al día de la toma de datos.

Tratamiento	Sustrato	Programa	101	201	301	401
1	BIO	ATLA	6.00	6.00	6.00	4.00
2	BIO	ENLASA	4.00	4.00	2.00	2.00
3	BIO	COSMOCEL	15.00	9.00	1.00	10.00
4	BIO	CONVENCIONAL	15.00	10.00	7.00	2.00
5	DAP	ATLA	8.00	4.00	7.00	1.00
6	DAP	ENLASA	2.00	3.00	0.00	4.00
7	DAP	COSMOCEL	11.00	6.00	3.00	2.00
8	DAP	CONVENCIONAL	1.00	7.00	4.00	10.00
9	FOSFOM	ATLA	2.00	1.00	2.00	0.00
10	FOSFOM	ENLASA	0.00	0.00	0.00	0.00
11	FOSFOM	COSMOCEL	2.00	3.00	0.00	1.00
12	FOSFOM	CONVENCIONAL	0.00	2.00	1.00	2.00

Anexo 19. Vigor de las plantas evaluadas en promedios por tratamiento y repetición.

Tratamiento	Sustrato	Programa	100	100	100	400
1	BIO	ATLA	8.50	9.75	9.00	9.00
2	BIO	ENLASA	8.00	9.00	8.50	8.75
3	BIO	COSMOCEL	10.00	9.50	9.25	10.00
4	BIO	CONVENCIONAL	10.00	9.75	9.25	9.00
5	DAP	ATLA	8.75	9.00	9.00	9.00
6	DAP	ENLASA	8.50	8.50	8.50	9.00
7	DAP	COSMOCEL	10.00	9.50	9.00	9.25
8	DAP	CONVENCIONAL	8.00	9.25	9.00	9.75
9	FOSFOM	ATLA	9.00	9.00	8.50	8.00
10	FOSFOM	ENLASA	5.50	5.25	4.75	5.75
11	FOSFOM	COSMOCEL	8.00	8.50	8.75	9.00
12	FOSFOM	CONVENCIONAL	7.50	9.00	8.75	8.00

Anexo 20. Análisis foliar de los tratamientos estudiados.

Tratamiento	g/kg						mg/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B	Na
BIO ATLAN	39.70	2.12	28.73	6.04	2.82	2.01	255	360	12	5	89	231
BIO ENLASA	41.20	1.89	27.95	6.88	2.79	1.83	351	286	7	6	29	116
BIO COSM	42.00	2.62	29.85	7.25	3.32	1.91	233	355	8	9	34	149
BIO CONVEN	52.00	2.62	23.79	8.91	3.34	2.18	411	316	11	3	32	139
DAP ATALN	50.80	2.29	23.80	7.22	2.86	2.03	766	267	11	2	46	193
DAP ENLASA	51.80	1.66	25.61	7.27	3.03	2.09	656	266	6	2	26	109
DAP COSM	52.70	1.88	16.27	9.00	3.53	1.98	564	313	8	2	28	116
DAP CONVE	59.70	2.49	12.19	7.35	3.99	2.23	493	269	8	2	27	144
FOSFO ATLA	42.20	2.02	25.59	7.83	3.11	1.99	355	322	11	3	62	222
FOSFO ENLASA	45.90	1.57	28.81	7.19	2.92	1.98	334	321	6	3	27	121
FOSFO COSM	42.80	2.15	17.47	8.90	4.26	1.92	199	430	8	6	25	133
FOSFO CONVE	53.40	2.29	12.99	8.88	4.46	2.06	356	283	7	2	24	115

Fuente; Stándar Fruit Company