

Efecto de dos biofertilizantes y fertilización convencional en el crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero

**Rene Francisco Urbina Suazo
Daniel Isaac Tosta Vásquez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA INGENIERÍA AGRONOMICA

Efecto de dos biofertilizantes y fertilización convencional en el crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Rene Francisco Urbina Suazo
Daniel Isaac Tosta Vásquez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2018

Efecto de dos biofertilizantes y fertilización convencional en el crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero

Rene Francisco Urbina Suazo

Daniel Isaac Tosta Vásquez

Resumen. El éxito de una futura plantación dependerá de la calidad de las plantas que se lleven al campo, siendo la nutrición y el manejo parte fundamental de un buen vivero. Para lograr esto se utilizan fertilizantes sintéticos o alternativas orgánicas. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización sintética y dos biofertilizantes en el crecimiento de plántulas de café mediante aplicaciones al sustrato en la etapa de vivero. El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Propagación de Plantas de Zamorano, Honduras. Los tratamientos evaluados fueron: fertilización con fosfato diamónico, biol, biofertilizante multimineral a base de aguas mieles y sin fertilización. Los tratamientos se aplicaron 22 días después del trasplante, el biofertilizante y el biol fueron aplicados al sustrato con una dosis de 35 mL/planta al 20% en intervalos de 7 días hasta completar 8 aplicaciones y como fertilizante se utilizó fosfato diamónico en forma granular utilizando 4 g/planta y tres aplicaciones diluidas de 3.4 g/planta en 40 mL de agua cada una, aplicados en intervalos de 15 días. Las variables evaluadas fueron diámetro de tallo, altura de plántula, número de hojas, área foliar y longitud de raíz. Se realizaron cuatro repeticiones en un diseño de bloques completamente al azar, con una separación de medias por Duncan ($P \leq 0.05$). La fertilización convencional generó mayores resultados en altura de plántula, número de hojas y área foliar. Para las variables diámetro de tallo y longitud de raíz los tratamientos evaluados no tuvieron efecto ($P \leq 0.05$).

Palabras clave: Aguas mieles, alternativa orgánica, DAP, nutrición.

Abstract. The success of a future plantation will depend on the quality of the plants in the field, being the nutrition and maintenance the fundamental part for good nursery in the establishment of the plantation. The objective of this experiment was the evaluation of the effect of conventional fertilization vs two bio fertilizers in the growth of coffee seedling through applications in the substratum in the stage of nursery. The experiment took place in the Plant Propagation Unit from Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. The evaluated treatments were fertilization with diammonium phosphate, biol, honey water based multimineral bio fertilizer and without fertilization. The application of the treatments was 22 days after transplant. The bio fertilizer and the biol application to the substratum dose was of 35 mL at 20% with 7 days intervals completing 8 applications, for the granular fertilizer diammonium phosphate was applied using 4 g/plant and three diluted applications of 3.4 g/plant in a 40 mL of water each one with intervals of 15 days. The evaluated variables were stem diameter, plant height, leaf number, foliar area, and root length. Four repetitions were performed in a completely randomized block design, with a Duncan media separation ($P \leq 0.05$). Synthetic fertilization generated higher results in seedling height, leaf number and foliar area. For the variables stem diameter and root length the evaluated treatments had no effect ($P \leq 0.05$).

Key words: DAP, honey waters, organic alternative, nutrition.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Análisis químico del sustrato a base de suelo, compost, casulla de arroz y arena de río en relación (2-2-3-1) utilizado en la evaluación de dos biofertilizantes y fertilización con fosfato diamónico en plántulas de café variedad Parainema en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.....	4
2. Composición de los tratamientos de fertilización de plántulas de café variedad Parainema en etapa de vivero con fosfato diamónico y biofertilizantes.....	5
3. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre diámetro de tallo en plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.....	7
4. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre altura de plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.....	8
5. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre número de hojas en plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.....	9
6. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre área foliar de plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.....	10
7. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre longitud de raíces en plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.....	11

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café juega un papel importante en la economía mundial ya que es considerado como el motor económico de muchos países principalmente del trópico, siendo además el segundo producto que más se comercializa a nivel global, solo detrás del petróleo. Se estima que alrededor de 125 millones de personas viven del cultivo de café, incluyendo los 25 millones de pequeños productores (Monroig 2015). Este cultivo en Honduras tienen un rol muy importante dado que representa el 38% del producto interno bruto agrícola (PIBA) y el 8% del PIB nacional (IHCAFE 2017). De igual manera, este cultivo se encuentra presente en 15 de los 18 departamentos que conforman el país, jugando un papel importante en la economía nacional al ser el principal producto de exportación, generando alrededor de un millón de empleos directos e indirectos durante su periodo de cosecha (IHCAFE 2016).

Actualmente alternativas como producciones más intensivas donde se aprovecha de mejor manera los recursos disponibles y uso de insumos de origen orgánico han ganado terreno como alternativa a los bajos precios del grano en el mercado internacional y el alto costo de los insumos que se utilizan en una explotación cafetalera. Estas alternativas deben de buscar principalmente una producción rentable al usar de manera más eficiente los recursos disponibles.

El uso de insumos, como los fertilizantes, debe iniciar desde temprana edad en el cultivo, para garantizar el desarrollo de plantas vigorosas, altamente productivas y tolerantes al cambio climático. El correcto manejo de la plantación desde temprana edad garantiza el futuro de la producción (Lazo 1988). Para lograr esto se suelen utilizar fertilizantes sintéticos, o alternativas orgánicas como el uso aguas mieles y biol aplicados de manera regular durante el proceso de producción de plántulas en café (Toalombo Yumbopatín 2013).

Las aguas mieles son un subproducto generado en el beneficiado húmedo de café, que generalmente son decantados a cuerpos de agua superficiales causando así un impacto negativo al medio ambiente. Afortunadamente se ha descubierto un gran potencial a estas aguas mieles como fuente de nutrición. La aplicación de las aguas mieles en fincas genera un mejoramiento de la fertilidad del suelo, debido a su alto contenido en nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fósforo, potasio, magnesio entre otros minerales (COMSA 2017).

El uso de aguas mieles tratadas se puede convertir en una alternativa potencial para dar un mejor uso de los subproductos del cultivo de café, con aplicabilidad en los sistemas de cultivos como biofertilizantes. Bolaños et al. (2013) en Colombia realizaron un estudio sobre la efectividad de las aguas residuales del beneficiado húmedo de café y tratadas con lixiviados proveniente de pulpa de café, inoculado con microorganismos eficientes (ME) como bioinsumo. Concluyeron que usando una dosis de $30 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de estas aguas residuales se pueden obtener resultados positivos en la producción de rábano, *Raphanus sativus* y pepino, *Cucumis sativus* L.

El biol es un fertilizante orgánico elaborado a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza, plantas verdes y ceniza puesto a fermentar por varios días, obteniendo un producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Representa un gran potencial en la producción de plántulas mejorando características como la biodisponibilidad de nutrientes, promoviendo el correcto desarrollo de raíces y tallos (Toalombo Yumbopatín 2013). La calidad del mismo puede ser afectada por la mala calidad de sus componentes o por malas prácticas durante su elaboración. Su uso tiene ventajas como la nutrición a un bajo costo, promueve la actividad de microorganismos en el suelo y repele ciertas plagas.

Villancis Junco y Aguilar Bravo (2016) realizaron un estudio completo evaluando el comportamiento agronómico de cinco variedades de café tanto en vivero como en campo abierto, en la cual se aplicaron dos dosis de biol, una de 0.025 L biol/ L de agua y de 0.05 L biol/ L de agua, tomando datos de la altura, diámetro de tallo, presencia de plagas y enfermedades en el cultivo. Concluyeron que la altura promedio según los tratamientos aplicados en las variedades indican que tanto en el tratamiento de 0.025 L biol/ L agua con 20.51 cm en promedio como en el de 0.05 L biol/ L agua con 21.89 cm, mientras que el diámetro promedio de tallo de las variedades según los tratamientos aplicados estas fueron iguales tanto en el tratamiento 1 con 1.77 mm y el con 1.76 mm. Las variedades de café estudiadas reaccionaron favorablemente a la aplicación de los dos tratamientos con biol.

La implementación de este estudio tendrá un gran impacto en la caficultura hondureña ya que propone utilizar los desechos provenientes de dicha actividad, ya que como lo asegura Montero Mora *et al.* (2009) una de las alternativas más accesible para los pequeños agricultores es el uso de las aguas mieles. Esta actividad agrícola genera gran cantidad de desechos que causan un impacto negativo al medioambiente, pero, que si son manejados adecuadamente pueden llegar a ser una muy buena fuente de fertilización.

Dada la problemática del alto costo en los precios de los fertilizantes químicos, y la alternativa de usar los desechos generados en la producción de café como biofertilizantes, se realizó la presente investigación con el objetivo de:

- Evaluar el efecto de fertilización con el fertilizante sintético fosfato diamónico y dos biofertilizantes en el crecimiento de plántulas de café mediante aplicaciones al suelo en la etapa de vivero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio.

El estudio se realizó en la Unidad de Propagación de plántulas de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, durante el periodo de 7 de mayo al 18 de septiembre de 2018, a 30 km de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras, a 800 msnm con una precipitación acumulada de 420 mm y una temperatura promedio de 26 °C en los meses que se realizó el estudio.

Biofertilizantes.

El biofertilizante a base de aguas mieles fue obtenido de un productor de La Florida, La Paz, Honduras. Está preparado a base de aguas mieles, el cual es un subproducto del procesamiento del beneficiado húmedo del café, enriquecido con suero de leche, melaza, ceniza, harina de hueso, cascarilla de arroz, pasto fermentado y sulfatos de zinc, magnesio, manganeso, fósforo y potasio.

El biol es un biofertilizante líquido preparado en la Unidad de Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. El cual esta elaborado a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza, plantas verdes y ceniza puesto a fermentar por 45 días, obteniendo un producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos.

Sustrato.

Para el crecimiento de plántulas de café de variedad Parainema se utilizó como sustrato una mezcla compuesta por 0.08 m³ de: suelo, compost, casulla de arroz, y arena de río en relación (2-2-3-1) por volumen, más 0.91 kg de cal con el fin de estabilizar el pH a 7.4. Se pasteurizó el sustrato a 90 °C por 6 horas en la Unidad de Olericultura Extensiva de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, con el fin de eliminar semillas de malezas y organismos patógenos vivos que son perjudiciales para el desarrollo de la futura planta. Una vez finalizado este proceso se llenaron bolsas plásticas de polietileno de 20.32 × 22.86 centímetros. Las características químicas del sustrato fueron alto contenido de materia orgánica de 7.53%, con una textura franco arenoso. Alto en fósforo, potasio, hierro, manganeso, zinc, contenidos medios de nitrógeno total, calcio, sodio, azufre, cobre y boro y con un contenido bajo de magnesio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis químico del sustrato a base de suelo, compost, casulla de arroz y arena de río en relación (2-2-3-1) utilizado en la evaluación de dos biofertilizantes y fertilización con fosfato diamónico en plántulas de café variedad Parainema en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.

Sustrato	Aporte (%)					
	pH	M.O	N	P	K	Ca
	7.4	7.53	0.38	0.85	2.2	6.3

Fuente: Laboratorio de Suelos, Zamorano (2018).

Germinación.

Se utilizó la variedad Parainema obtenidas por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). Se decidió utilizar esta variedad porque se adapta muy bien a altitudes medias, es resistente a roya y nematodos. Previo a la siembra se realizó un tratamiento de pre germinación a las semillas de café con el fin de acelerar el proceso de germinación, el cual consistió en sumergir las semillas en agua por 12 horas y luego se dejaron secar 12 horas fuera del agua bajo sombra, este proceso se repitió durante tres días. Al cuarto día se sembró en semilleros de la unidad de Propagación de plantas, se utilizó como sustrato arena de río, para realizar la siembra se colocaron las semillas en bandas a chorro corrido a dos cm de profundidad y a cinco cm de separación entre línea, posteriormente se taparon con arena. A los 49 días después de siembra en semillero, las plántulas en estado de fosforito fueron trasplantadas a bolsa. La fase de germinación no fue evaluada para este experimento.

Trasplante.

Previo al trasplante se realizó una aplicación preventiva de fungicida utilizando Mega cobro 51 SC a una dosis de 1.7 mL/L de agua, para prevenir hongos que puedan dañar las plántulas, como *Pythium* sp. y *Fusarium* spp. Se seleccionaron plántulas según su desarrollo radicular con los siguientes parámetros: totalmente vertical, sin alteraciones como raíces cortadas, bifurcadas, dobladas, trifurcadas y sin presencia de enfermedades. Al momento de trasplante se enterró la plántula hasta el cuello de la raíz y presionando el sustrato alrededor de la plántula para evitar dejar cámaras de aire logrando un buen contacto entre raíz y medio además de disminuir el estrés provocado por la manipulación.

Tratamientos.

Las plántulas que formaron parte del tratamiento con fosfato diamónico (18-46-0) recibieron cuatro aplicaciones al sustrato. La primera aplicación de forma granular a los 22 días después del trasplante cuando las plántulas estaban en etapa de chapola y las siguientes tres aplicaciones en intervalos de 15 días. Para la primera aplicación se utilizaron cuatro gramos de fertilizante (18-46-0) aplicadas a un costado de la plántula para evitar posibles quemaduras e intoxicaciones, las siguientes tres aplicaciones se aplicaron en forma diluida, de 3.4 g/planta en 40 mL de agua cada una. Adicionalmente, se realizó una aplicación foliar de Vitafol (20-20-20) a una dosis de 4 mL/ L de agua más 0.5 mL de “Break Thru” este último como adherente y dispersante.

Para las plántulas que formaron parte del tratamiento de biofertilizante multimineral a base de agua miel recibieron ocho aplicaciones al sustrato con un intervalo de siete días entre aplicación. Para elaborar la dosis de aplicación se diluyó 0.25 L de biofertilizante / L de agua y se aplicaron 35 mL de esta mezcla al sustrato.

Las plántulas que formaron parte del tratamiento con biol, recibieron ocho aplicaciones de este producto al sustrato con intervalo de siete días. Para la elaboración de la dosis de aplicación se diluyó 0.25 L de biol / L de agua y se aplicaron 35 mL de esta mezcla al sustrato.

Las plántulas destinadas al tratamiento sin fertilización, no contaron con ningún tipo de aplicación ya que éste fue para verificar la eficiencia de los tratamientos. Para evaluar el efecto del biol, el biofertilizante y la fertilización convencional en el crecimiento de las plántulas de café se realizaron cuatro tratamientos en los cuales se obtuvieron las combinaciones especificadas en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de los tratamientos de fertilización de plántulas de café variedad Parainema en etapa de vivero con fosfato diamónico y biofertilizantes.

Fertilización	Aporte (%)		
	N	P	K
Sin fertilización	0.00	0.00	0.00
Fosfato diamónico	18.00	46.00	0.00
Biol	0.02	0.01	0.09
Biofertilizante multimineral	0.30	0.03	0.23

Fuente: Laboratorio de Suelos, Zamorano (2018).

Variables medidas.

Se realizó una sola toma de datos a los 67 días después del trasplante, iniciando con la extracción de las plántulas de las bolsas de vivero, cuidando de no dañar el sistema radicular. Luego se lavaron con agua limpia para quitarles el excedente de sustrato adherido a las raíces y se procedió a la toma de datos.

Diámetro de tallo. Para medir el diámetro de tallo se utilizó un pie de rey, se tomó a cinco mm arriba de la base del tallo.

Altura de plántula. Para medir la altura se tomó el dato desde la base del tallo hasta la última cruz formada por la plántula utilizando un pie de rey.

Número de hojas. Para esta variable se contabilizaron solo aquellas hojas que estaban desarrolladas en su totalidad.

Longitud de raíces. Para esta variable se utilizó el programa WinRHIZO[®]. Se cortó la raíz y se colocó en un recipiente con agua, se sumergió y se colocó el recipiente sobre el escáner y se procedió a escanear. La imagen se guardó para ser analizada en el programa WinRHIZO[®] obteniendo los datos para las variables longitud y volumen de raíz.

Área foliar. Para medir esta variable se utilizó el programa WinRHIZO[®]. Se seleccionó una hoja madura de cada plántula, seguidamente se cortó la hoja y se procedió a escanear. La imagen se guardó para ser analizada en el programa WinRHIZO[®] obteniendo así los datos para esta variable.

Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), compuesto por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales de nueve plantas cada uno. Los datos se tomaron de cada plántula.

Análisis estadístico.

Los datos fueron analizados con el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®] 2013) versión 9.4, mediante un análisis de varianza (ANDEVA), usando el Modelo Lineal General (GLM), y una prueba de separación de medias por DUNCAN mediante el procedimiento LSMeans con un nivel de significancia estadística de 5% ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro del tallo.

El uso de fertilizante con fosfato diamónico y los dos biofertilizantes no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) en cuanto al diámetro de tallo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre diámetro de tallo en plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.

Fertilización	Diámetro de tallo (mm)
Sin fertilización	1.93 n.s
Fertilización con fosfato diamónico	2.04
Biol	2.01
Biofertilizante multimineral	1.95
Probabilidad	0.28
CV %	3.43
R ²	0.50

n.s: no significativo.

CV: Coeficiente de variación.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ramírez Martínez (2016) quien evaluó el efecto de la fertilización orgánica y mineral en el cultivo de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam), obteniendo como resultado que no existe diferencia significativa en cuanto a grosor de tallo aplicando (NPK) o una combinación de abonos orgánicos.

El efecto de los dos biofertilizantes concuerda con los resultados obtenidos por Centeno *et al.* (2014) donde evaluaron el efecto de tres fertilizantes orgánicos; el biofertilizante, purín y el lombrifoliar en el crecimiento y desarrollo de la plántula de café en vivero, obteniendo como resultado que no existe diferencia significativa en comparación a diámetro de tallo.

Altura de plántula.

El uso de fertilización con fosfato diamónico presentó diferencias significativas positivas en altura de plántula en cuanto a los demás tratamientos evaluados ($P \leq 0.05$). Mientras que los biofertilizantes presentaron diferencia en cuanto a las plantas que no recibieron ningún tipo de fertilización (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre altura de plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.

Fertilización	Altura de plántula (cm)
Sin fertilización	8.85 d
Fertilización con fosfato diamónico	10.70 a
Biol	9.46 c
Biofertilizante multimineral	9.82 b
Probabilidad	0.0001
CV %	1.80
R ²	0.98

Medias con distintas letras en la misma columna indican que hay diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de variación.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Andagoya Dávalos y Suazo Lara (2014) quienes demostraron que usando un paquete de fertilización sintética se puede obtener mayores resultados en cuanto altura de plántula de café en vivero, con respecto a los biofertilizantes.

Esta diferencia de altura de plántula se puede atribuir a que la fertilización sintética aporta en gran cantidad los elementos más importantes en el crecimiento de las plantas. Principalmente el fósforo, ya que según Rojas Cisneros *et al.* (2013) este elemento es esencial en la transferencia de energía en las células vivas, también es importante en la formación y translocación de carbohidratos, ácidos grasos y productos intermediarios esenciales, y que en condiciones de deficiencia de fósforo se reducen drásticamente el crecimiento de las plantas. Torres *et al.* (2016) en avena atribuyen este crecimiento a la disponibilidad de nitrógeno de los fertilizantes sintéticos, ya que, estos se solubilizan fácilmente en el suelo por lo cual su efecto en la nutrición de la planta es directo y rápido.

Número de hojas.

El uso de fertilización con fosfato diamónico presentó diferencia ($P \leq 0.05$) en número de hojas en cuanto a los demás tratamientos evaluados. Los biofertilizantes presentaron diferencia en cuanto a las plantas que no recibieron ningún tipo de fertilización (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre número de hojas en plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.

Fertilización	Número de hojas
Sin fertilización	1.99 c
Fertilización con fosfato diamónico	4.27 a
Biol	3.30 b
Biofertilizante multimineral	3.50 b
Probabilidad	0.0004
CV %	11.30
R ²	0.90

Medias con distintas letras en la misma columna indican que hay diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de variación.

El efecto de la fertilización sintética concuerda con los resultados obtenidos por Torres *et al.* (2016) en el cual evaluaron el efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). Demostraron que usando fertilización sintética tiene efecto positivo en el desarrollo de biomasa de las plantas en comparación con el control.

Estos resultados se pueden relacionar directamente con la disponibilidad de nitrógeno de los fertilizantes químicos en comparación con los biofertilizantes. Los fertilizantes inorgánicos se solubilizan fácilmente en el suelo, por lo cual su efecto en la nutrición de las plantas es directo y rápido. Por otro lado, los abonos orgánicos liberan algunos nutrientes de manera más lenta, ya que este proceso depende directamente de la actividad microbiana en el suelo y de algunos factores abióticos (Torres *et al.* 2016).

Área foliar.

El uso de fertilización con fosfato diamónico presentó mayor área foliar que los demás tratamientos evaluados ($P \leq 0.05$). Mientras que los biofertilizantes presentaron diferencia en cuanto a las plantas que no recibieron ningún tipo de fertilización. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre área foliar de plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.

Fertilización	Área foliar (cm²)
Sin fertilización	1.46 c
Fertilización con fosfato diamónico	19.22 a
Biol	2.42 b
Biofertilizante multimineral	3.11 b
Probabilidad	0.0001
CV %	6.32
R ²	0.99

Medias con distintas letras en la misma columna indican que hay diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de variación.

Los resultados de área foliar concuerdan con los obtenidos por Blandón Avilés (2008) en el cual evaluó la producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización y determinó mayores diferencias significativas usando fertilización con fosfato diamónico (DAP), comparada con el fertilizante orgánico y el control. Esto puede deberse que, en el fertilizante sintético, los nutrientes son rápidamente disponible para la planta en comparación con el orgánico que debe descomponerse para que la planta los pueda asimilar.

Los resultados obtenidos con la fertilización con fosfato diamónico se pueden atribuir a la disponibilidad de nitrógeno. Este nutriente es el responsable del crecimiento vegetal y es constituyente de los aminoácidos, por lo tanto, es esencial en la síntesis de proteínas. El adecuado suministro de nitrógeno promueve el crecimiento vegetal, incrementando la relación biomasa/raíces (Molina 2013).

Longitud de raíces.

El uso de fertilizante con fosfato diamónico y los biofertilizantes no presentaron diferencias significativas en cuanto longitud de raíz. Pero se notó que el biofertilizante multimineral presentó diferencia en longitud de raíz, con respecto al testigo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto del fosfato diamónico y dos biofertilizantes sobre longitud de raíces en plántulas de café de la variedad Parainema, a los 67 días después de trasplante a bolsa en etapa de vivero, Zamorano, Honduras.

Fertilización	Longitud de raíces (cm)
Sin fertilización	114.75 b
Fertilización con fosfato diamónico	128.69 ab
Biol	127.41 ab
Biofertilizante multimineral	143.27 a
Probabilidad	0.0519
CV %	9.31
R ²	0.61

Medias con distintas letras en la misma columna indican que hay diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de variación.

Los resultados obtenidos se pueden atribuir al poco tiempo que las plantas fueron sometidas a los diferentes tratamientos. Esto se debe a la curva de desarrollo de la planta propuesta por Dumroese *et al.* (2012) en la cual demuestran que cuando la planta se encuentra en la fase de crecimiento rápido se enfoca principalmente en el desarrollo de los brotes terminales y el crecimiento de la raíz se da en la fase de endurecimiento entre el tercer y cuarto mes del trasplante.

4. CONCLUSIONES

- La fertilización con fosfato diamónico generó mayores resultados en la constitución de la plántula, como altura, número de hojas y área foliar.
- La fertilización con fosfato diamónico y los biofertilizantes no tuvieron efecto sobre el diámetro de tallo y longitud de raíces.
- La utilización de biol y biofertilizante multimineral fabricado a base de aguas mieles promueve mayor crecimiento en plántulas de café en comparación a no realizar ninguna fertilización.

5. RECOMENDACIONES

- Prolongar el estudio por un mayor tiempo hasta que las plántulas estén listas para el trasplante a campo debido a que los biofertilizantes son de liberación lenta.
- Realizar el ensayo con una mayor dosis de aplicación a la utilizada en este estudio y con interacciones entre fertilizantes sintéticos con biofertilizantes.
- Hacer futuras investigaciones con este tipo de alternativa en plantaciones ya establecidas.

6. LITERATURA CITADA

- Andagoya Dávalos EA, Suazo Lara TL. 2014. Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. [Consultado 2018 sep 16]. Disponible en línea en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3434/1/CPA-2014-006.pdf>
- Bolaños E, Muelas M, Mejía L, Trochez T. 2013. Efectividad de la aplicación de bioinsumos de aguas residuales de café en productividad de hortalizas. [Consultado 2018 sep 05] Disponible en línea en: <https://docplayer.es/61967074-Efectividad-de-la-aplicacion-de-bioinsumo-de-aguas-residuales-de-cafe-en-productividad-de-hortalizas.html>
- Blandón Avilés JL. 2008. Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. [Consultado 2018 sep 27]. Disponible en línea en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/849/1/T2552.pdf>
- Centeno H, Sevilla G, Pineda J. 2014. Efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café, variedad Pacamara. [Tesis]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León facultad de ciencias y tecnología departamento de agroecología tropical. [Consultado 2018 sep 15]. Disponible en línea en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3907/1/227164.pdf>
- COMSA (Café Orgánico Márcala S.A). 2017. “Aguas mieles del café”, una oportunidad de nutrición no explorada. [Consultado 2018 sep 05] Disponible en línea en: <http://www.comsa.hn/aguas-mieles-del-cafe-una-oportunidad-de-nutricion-no-explorada/>
- Dumroese K, Jacobs D, Wilkinson K. 2014. Fases de cultivo: Establecimiento y crecimiento rápido. [Consultado 2018 ago 28] Disponible en línea en: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_other/rmrs_2012_dumroese_k004.pdf
- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2017. Informe estadístico anual 2015-2016. [Consultado 2017 sep 28].
- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2016. Principales avances del sector productor de café. [Consultado 2018 jun 28].

- Lazo R. 1988. Evaluación de tres dosis y tres frecuencias de aplicación de fertilizantes diluidos en viveros de café (*Coffea arabica* L.). [Tesis]. Zamorano Honduras. [Consultado 2018 sep 16]. Disponible en línea en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4032/1/CPA%20-%201988-T018.pdf>
- Molina E. 2013. Características y manejo de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo y potasio. Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica. [Consultado 2018 sep 28]. Disponible en línea en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizantes.pdf>
- Monroig F. 2015. Situación del café a nivel mundial. [Consultado 2018 sep 26]. Disponible en línea en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1673/Situaci_n_Mundial_del_Caf__2015.pdf
- Montero Mora A, Morales S, Aurelio J. 2009. La contaminación de las aguas mieles en Costa Rica: un conflicto de contenido ambiental (1840- 1910). Universidad de Costa Rica. [Consultado 2018 sep 16]. Disponible en línea en: <http://www.redalyc.org/pdf/439/43913137001.pdf>
- Ramírez Martínez F. 2016. Efecto de la fertilización orgánica y mineral en el cultivo de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. Santa Clara, Cuba. [Consultado 2018 ago 16]. Disponible en línea en: <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6367/Diploma%20Frandy%20ok%20ok%205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas Cisneros C, Prager S, Flores Menjivar J. 2013. Efecto de bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. [Consultado 2018 sep 16]. Disponible en línea en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v28n01_149.pdf
- Toalombo Yumbopatin M. 2013. Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubusglaucus Benth*). [Tesis]. Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador [Consultado 2018 jul 31] Disponible en línea en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%20C3%ADa%20Agron%20C3%B3mica%20-CD%202005.pdf>
- Torres E, Suárez D, Aristizabal B, Gómez S, Mutis L, Hernández C. 2016. Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). [Consultado 2018 sep 16]. Disponible en línea en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n2/pyf04216.pdf>
- Villancis Junco P, Aguilar Bravo T. 2016. Comportamiento agronómico de cinco variedades de café sometido a diferentes aplicaciones foliares de biol. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de ciencias de la vida y la agricultura, carrera de ingeniería agropecuaria. Santo Domingo, Ecuador. [Consultado 2018 sep 16]. Disponible en línea en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11296/1/T-ESPE-002795>.