

Empleo de alternativas biofertilizadoras en la producción de posturas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo condiciones de la finca La Constancia

Use of biofertilizer alternatives in the production of papaya (*Carica papaya* L.) seedlings under conditions of the farm La Constancia

Ernesto Viquillón Fajardo¹ (ernesto.viquillon@nauta.cu) (<https://orcid.org/0000-0002-8394-7149>)

Anieska Osoria de la Cuesta² (anieska@cug.co.cu) (<https://orcid.org/0000-0003-4070-2325>)

Resumen

El trabajo se realizó en la finca La Constancia del productor Juan Carlos Rivera Daissón, perteneciente a la CCS Fran País García, ubicado en el kilómetro 15 de la carretera Guantánamo-Yateras municipio Manuel Tames, con el objetivo de evaluar la respuesta de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) ante la aplicación de alternativas biofertilizadoras. Para ello, se emplearon los bioproductos azotobacter, microorganismo eficiente, fosforina y testigo de producción. Se evaluó la altura de las plantas, grosor del tallo, número de hojas, en cinco momentos, además la masa fresca y la masa seca (aérea y radical) al momento del trasplante. El experimento se montó sobre un suelo pardo sialítico y se utilizó un diseño completamente aleatorizado. La mejor respuesta vegetal fue la variante número 4 (fosforina), esta solo obtuvo 40 días en comparación con el resto de posturas que demoró 55 días al trasplante, por lo que se obtuvo ingresos de \$ 25020, además se consideró el implemento de la fosforina una alternativa promisoría para la producción de posturas de papaya en condiciones similares.

Palabras claves: alternativas, bioproductos, azotobacter, microorganismo, fosforina.

¹ Ingeniero Agrónomo, Profesor Instructor, Centro Universitario Municipal Manuel Tames, Guantánamo, Cuba.

² Licenciada en Historia, Máster en Ciencias de la Educación, Profesora Auxiliar, Centro Universitario Municipal Manuel Tames, Guantánamo, Cuba.

Abstract

The work was carried out in the property the producing Juan Carlos Perseverance Rivera Daissón belonging to the CCS Fran Country García located in the kilometer 15 of the highway Guantánamo-Yateras municipality Manuel Tames, with the objective of evaluating the answer of papaya plántulas (*Carica papaya* L.) before application of alternative biofertilizadoras. For they were used it the bioproductos azotobacter, efficient microorganism, fosforina and production witness. Being evaluated height of the plants, grosor of the shaft, number of leaves, in five moments, also the fresh mass and the dry mass (air and radical) to the moment of the trasplante. El experiment it was mounted on a floor brown sialítico, a totally randomized design was used. Where the best vegetable answer was the varying number 4 (fosforina) this alone one obtained 40 days in comparison with the rest of postures that delayed 55 days to the transplant, being obtained revenues of \$25020, considering the I implement of the fosforina a promissory alternative for the production of papaya postures under similar conditions.

Key words: alternative, bioproductos, azotobacter, microorganism, fosforina.

Introducción

Las frutas tropicales constituyen un grupo relativamente nuevo en el comercio mundial de productos básicos, superando considerablemente el crecimiento en los mercados de alimentos más importantes, en especial, de cereales, productos pecuarios, aceites vegetales, azúcar y otras frutas y hortalizas (FAO, 2017). La papaya (*Carica papaya* L.) es una fruta conocida en todo el mundo por su agradable sabor y por sus diferentes propiedades, particularmente, por su capacidad digestiva (Rivera y otros, 2001).

En Cuba, existen aproximadamente 5 427 ha plantadas de papaya; sin embargo, los rendimientos son aún bajos (17,63 t.ha⁻¹) y los costos son altos. Se han asumido en la agricultura cubana, el uso de muchos productos biofertilizantes entre ellos los microorganismos eficientes con capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación del suelo producida por químicos (Álvarez, 2012).

Otro aspecto que puede reducir el uso de los fertilizante químicos, y contribuir a la conservación del medio ambiente es el azotobacter que son bacterias que poseen un complejo enzimático capaz de reducir el N del aire a amonio para ser asimilado por las plantas, se utiliza además la fosforina a base de *Pseudomona flourescens* que llevan a cabo la solubilización de los fosfatos (Labiofam, 2016).

Por todo lo anteriormente se planteó el siguiente problema: ¿Qué efecto tendrá la aplicación de alternativas biofertilizadoras sobre posturas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo condiciones de la finca “La Constancia”?

Por ellos nos propusimos evaluar la respuesta de plántulas de papaya ante la aplicación de alternativas biofertilizadoras bajo condiciones de la finca “La Constancia”. Además de determinar la alternativa biofertilizadora más adecuada desde el punto de vista de respuesta vegetal bajo las condiciones del área de estudio, evaluar los días al trasplante de las diferentes variantes en estudio, y valorar los indicadores económicos de las variantes tratadas con las alternativas bajo estas condiciones.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la Finca La Constancia del productor Juan Carlos Rivera Daissón, perteneciente a la CCS Fran País García, ubicado en el km 15 de la carretera Guantánamo-Yateras, en el municipio Manuel Tames de la provincia de Guantánamo. El cultivo objeto de estudio fue la papaya (*Carica papaya* L.) con el empleo de la variedad Maradol roja.

En el experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y ocho réplicas, para la utilización del Microorganismo Eficiente y el azotobacter se manejó a una dosis de 500 ml que se mezcló posteriormente en 6 partes de agua en recipientes de formas separadas, luego se sumergieron las semillas por un período de 10 a 15 minutos y se dejó reposar durante 15 minutos.

En el caso de la fosforina se aplicó por peletización con una dosis de 1 kg/ha, se elaboró una pasta homogénea donde se inocularon las semillas, luego se dejó reposar por 15 minutos bajo sombra, y posteriormente, se realizó la siembra.

Los tratamientos empleados se describen a continuación

- T1 Se utilizó una proporción de 1x1 (Testigo de producción).
- T2 Azotobacter.
- T3 Microorganismoeficiente
- T4 Fosforina.

Variables de respuesta vegetal evaluadas

- Altura de las plantas (cm). Se tomarán las plantas y se medirán desde la base hasta el ápice de las hojas con la ayuda de una cinta métrica, esto será cada 7 días después de la germinación hasta completar un total de cinco mediciones (7, 14, 21, 28, 35).
- Grosor del tallo (mm). Para medir este indicador se utilizó un Pie de Rey y se midió a intervalos al igual que la variable altura, midiendo desde la base del tallo.
- Número de hojas (U). Conteo visual en el momento del trasplante.
- Masa fresca (aérea y radical) (g). Al momento del trasplante, para el tomar el peso se utilizó una balanza técnica.
- Masa seca (aérea y radical) (g). Al momento del trasplante. Para obtener esta variable se seccionó la planta por partes y fueron colocadas en la estufa a 60 °C hasta que se logró una masa constante.

Análisis estadístico

Para determinar diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de acuerdo al diseño experimental, y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Ducan ($p \leq 0.05$). Se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics versión 23 x 86 de Windows.

Valoración económica

Fueron calculados según la metodología propuesta por la FAO (1980), citado por Riera (2004).

- Costo de producción (Cp): se determinó la sumatoria de los gastos incurridos para la producción de una hectárea y se estimaron los rubros gastables como gastos de materiales, financieros y otros que se consumen en el proceso de producción.
- Valor de la producción (Vp): son los ingresos que se alcanzaron a través de la obtención de productos valorados a precios establecidos y tienen su origen por las ventas de las posturas, mediante la siguiente fórmula: (producción x precio).
- Utilidades (U): es la expresión de los beneficios monetarios alcanzados en el proceso de producción y se determina mediante la resta entre el valor de la producción y el costo total de la producción, para determinar eficiencia el resultado debe ser positivo: (Vp-Cp).
- Costo por peso (Cxp): es la relación divisoria entre los costos que se incurren en la producción y sus ingresos provenientes y expresa los gastos en que se incurren para obtener un peso de producción: (Cp/Vp).

Resultados y discusión

Análisis de la variable altura de las plantas en posturas de papaya a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después del rebrote.

La figura número 1 muestra los valores obtenidos para la variable altura de las plantas a los 7, 14, 21, 28, y 35 días donde se aprecia en los primeros 7 días que no hubo diferencias significativas en ningunos de las variantes aplicadas. Inicialmente, todo parece indicar que no hubo acción de los microorganismos en las plántulas evaluadas, se debe destacar que los micoorganismos requieren de condiciones tanto edáficas como biológicas para establecerse.

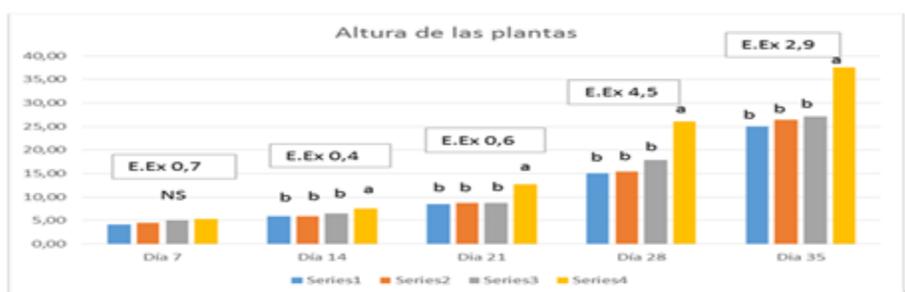


Figura 1. Análisis de la variable altura de las plantas (cm) a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de la germinación con el uso de bioproductos.

En el caso de los 14 días, la situación cambia, se aprecia que en el tratamiento 4 donde se aplicó fosforina se obtiene un valor significativo sobre el resto de la muestra, a partir de los 21 días hasta los 35 días se observa que no hay variación en los resultados, siendo el mismo tratamiento 4 el que alcanza los mejores valores al mostrar diferencia significativa respecto a los demás tratamientos. Esto puede estar dado, ya que los microorganismos de la fosforina solubilizan fosfato elemento que es vital para el desarrollo de las plantas.

Este bioproducto participa en los procesos de fosforilación, fotosíntesis, respiración y en la síntesis y la descomposición de los carbohidratos, proteínas y grasas. Componente esencial de la membrana celular. Fomenta el enraizamiento y macollamiento de los cultivos (Gallardoy otros, 2004).

Resultados similares fueron obtenidos por Luna y otros (2013), con el uso de biofertilizantes en el cultivo del pimiento bajo otras condiciones de estudio. Tames (2017) también obtuvo sus mejores resultados con la utilización de fosforina en el cultivo del tomate y destacó las ventajas que tiene este bioproducto en dicha producción.

Análisis de la variable grosor del tallo en posturas de papaya en cinco momentos después del rebrote

La figura número 2 muestra los valores obtenidos para la variable grosor del tallo de las plantas a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de la germinación, donde se observa que en los primeros 7 días no hubo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos. Con respecto a los 14 días, el contexto cambia, el tratamiento 4 donde se aplica fosforina muestra diferencias significativas con respecto al testigo, no así con el tratamiento 2 y 3 que se mantuvieron con dimensiones semejantes aplicándose azotobacter y microorganismo eficiente respectivamente.

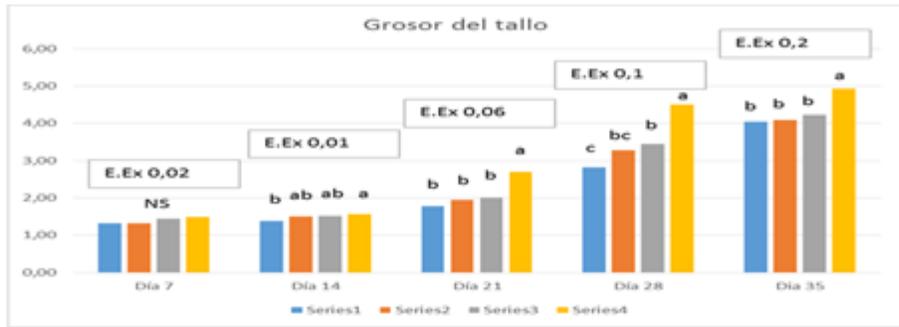


Figura 2. Comportamiento de la variable grosor del tallo (mm) de las plantas a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de la germinación.

A los 21 días, se mantiene los mejores resultados en el tratamiento 4 en relación con el tratamiento 2 y 3 que sí muestra en este caso diferencias significativas. En el caso de los 28 días, el tratamiento 4 difiere con respecto al resto de tratamientos con los mejores resultados, pero existió diferencia significativa del tratamiento 3 con respecto al tratamiento 1, pues se destaca que los microorganismos eficientes tienen una acción superior al azotobacter sobre las plántulas. A los 35 días el tratamiento que se empleó (fosforina) muestra los mejores resultados con diferencias significativas con el resto de tratamientos evaluados.

Esto está dado que a través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, mantienen así la proporción de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio). Este proceso aumenta el contenido de humus en el suelo, y es capaz de mantener una elevada calidad del mismo (IDIAF, 2009).

Martínez y otros (2015) registró resultados similares al medir esta variable de grosor del tallo en el cultivo del maíz con aplicación de otros bioproductos, donde se reconoce las cualidades de producción de enzimas que favorecen el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Otros resultados que no se pueden dejar de mencionar con el uso de productos biológicos es el de Pichyangkura y otros (2015) donde se lograron resultados similares en semillas de cereales, que se obtuvieron aumentos en el tallo y diámetro de las plantas.

Número de hojas en posturas de papaya a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de nacidas

La figura número 3 muestra los resultados obtenidos para la variable evaluada número de hojas de las plantas a los 7, 14, 21, 28 y 35 días posteriormente de la germinación con el uso de productos biológicos, donde se refleja que no existieron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los días señalados.

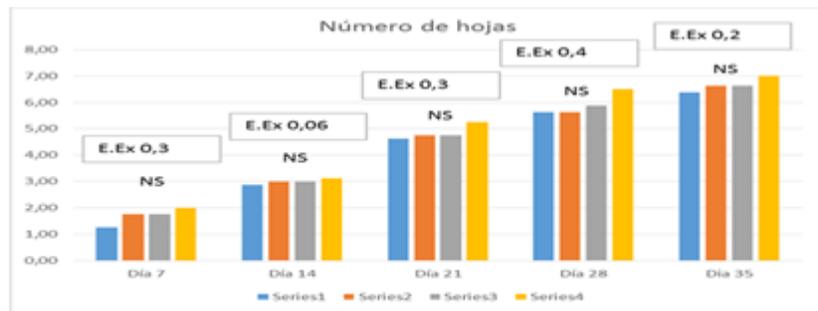


Figura-3. Análisis de la variable número de hojas de las plantas a los 7, 14, 21, 28 y 35 días posteriormente de la germinación con el uso de productos biológicos.

Mineiro (2005) obtuvo resultados similares en diferentes condiciones aplicando biofertilizantes en el cultivo del tomate.

Masa fresca y seca aérea a los 50 días después de la germinación con el uso de bioproductos

La figura número 4 refleja los resultados arrojados en la variable evaluada masa fresca aérea a los 50 días posteriormente a la germinación, con el uso de productos biológicos, donde se muestran que los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento número 4 que se aplicó fosforina con un peso promedio de 12,98 g representando diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos.

En el caso de los tratamientos 2 y 3 donde se aplicó bioproducto azotobacter y microorganismo eficiente se mantuvieron sin diferencias significativas con valores de 6,71 g y 6,91 g respectivamente contra el testigo de producción que se mantuvo en 6,55 g.

Hernández y otros (2012) destacaron resultados equivalentes destacando un incremento en los valores de varios índices fisiológicos en las plantas, después de la aplicación de productos biológicos en el cultivo del frijol.

Este resultado pudiera relacionarse con la composición del bioproducto que contiene además de microorganismos, macro y micronutrientes, con importancia determinante en el crecimiento de las plantas. Los micronutrientes forman parte de los grupos proteicos en las metaloproteínas, actúan como activadores de reacciones enzimáticas, son transportadores de electrones en la fotosíntesis y forman parte de complejos enzimáticos (Kirkby, 2007).

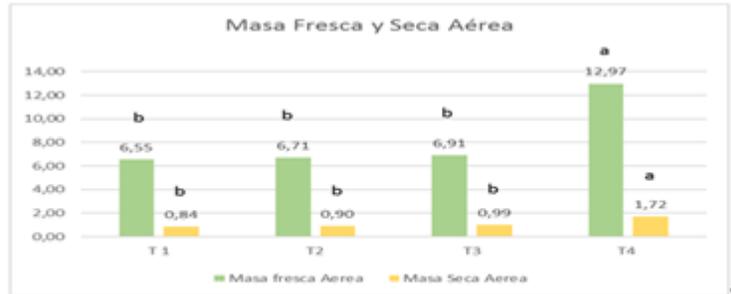


Figura-4. Análisis de la variable masa fresca y seca aérea a los 50 días después de la germinación con el uso de bioproductos.

En el caso de la masa seca aérea se observa que al momento de la evaluación los resultados más destacados se los lleva el tratamiento número 4 donde se aplicó la fosforina con un valor de 1,72 g de peso, existiendo diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos.

Estos resultados se deben al uso de la fosforina que es un biofertilizante capaz de establecer una alta competitividad en la zona rizosférica, influyendo en una mayor efectividad a la hora de las plantas tomar los metabolitos producidos por ellos, generando así, un beneficio mayor para el desarrollo de las plantas.

En el caso de los tratamientos 2 y 3 donde se aplicaron bioproductos como azotobacter y microorganismo eficiente respectivamente, no difirió significativamente del testigo, se mostró con valores semejantes. Esto destaca que los resultados alcanzados en este estudio evidenciaron que la no utilización de la fosforina decreció la producción de materia seca de la parte aérea de las plantas de papaya.

Estos resultados coinciden con resultados observados, sobre los efectos benéficos de estos bioproductos en el crecimiento de diversas especies de plantas, con la aplicación de los microorganismos eficientes en plantas de frijol (Calero y otros, 2019) y maíz (García y otros, 2016).

Masa fresca y seca radical a los 50 días de nacidas las plántulas

La figura número 5 muestra los resultados obtenidos en la variable evaluada masa fresca radical a los 50 días de nacidas las plántulas usando productos biológicos, donde el tratamiento 2 y 3 no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo, no así en el tratamiento 4 que se llevó los mejores resultados, pues sí fue estadísticamente significativa la evaluación realizada para la masa fresca radical, con el tratamiento que recibió la aplicación de fosforina respecto al testigo de producción.

Esto expresa sus potencialidades como bioestimulador vegetal, además, de ser un biopreparado que aporta sustancias orgánicas naturales, que finalmente, participan en los diferentes procesos fisiológicos de suelos y cultivos contribuyendo a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Vale destacar que este producto es a base del microorganismo *Pseudomonas fluorescens* quien poseen la capacidad de solubilizar el fósforo de los suelos y estimula el desarrollo y crecimiento vegetal (Labiofam, 2016).

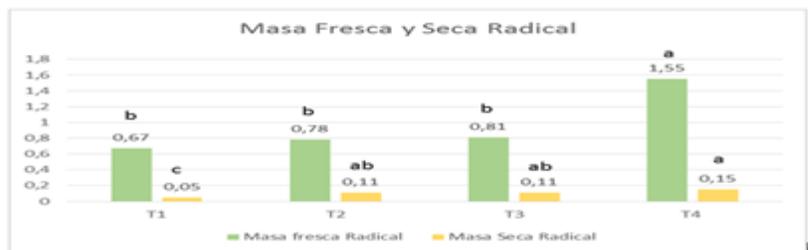


Figura 5. Análisis de la variable masa fresca y seca radical con 50 días de nacidas las plantas usando productos biológicos.

En cuanto a la masa seca radical se refleja los mejores resultados en los tratamientos que se aplicó bioproductos, pues muestran diferencias significativas en el tratamiento 4 con respecto al testigo, sin diferir significativamente del tratamiento 2 y 3, no así en relación con el testigo de producción donde sí existió diferencia significativa.

Arias (2010) obtuvo valores similares con el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de la papaya donde se mostraron diferencias significativas entre tratamientos evaluados. Resultados similares se registraron por Mondal (2016) en el cultivo del maíz, donde se mostraron sus mejores resultados en los tratamientos que se aplicó bioproducto, pues las diferencias fueron significativas en relación con el testigo de producción.

Análisis de los resultados económicos

La tabla número 1 muestra los resultados económicos que se obtuvieron en la investigación reflejando que en los tratamientos donde se aplicó biofertilizantes, fueron donde se obtuvo mayores costos, esto estuvo dado a que en el testigo de producción (Abono orgánico) no se gastó en compra de biofertilizantes, por lo que resultó más económico.

Para el caso de las utilidades se aprecia que los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento 4 que se aplicó el biofertilizante fosforina, esto estuvo dado en las ganancias que se obtuvieron al no pagar 15 jornadas laborables, seguido del tratamiento 1, donde no se incurrió en gastos de bioproducto y, finalmente, por el tratamiento 2 y 3, en el caso del costo por peso se mantuvo con valores iguales.

Tabla 1. Resultados económicos

TRATAMIENTOS	Costos (\$)	Valor de la Producción (\$)	U(\$)	C/P (\$)
T1- Testigo de producción M.O	1 420, 00	25 000. 00	23 580. 00	0.06
T2- Azotobacter	1510.00	25 000.00	23 490.00	0.06
T3- Microorganismos Eficientes	1510.00	25 000.00	23 490.00	0.06
T4- Fosforina	1540.00	25 000.00	25 020.00	0.06

Hay que destacar que desde el punto de vista productivo en cuanto a la calidad de las posturas el tratamiento 4, donde se aplicó fosforina, se lleva todos los méritos, ya que, se obtuvieron respuestas vegetativas significantes, al reducir en 15 días el tiempo en vivero, se dejaron de pagar todas estas jornadas de trabajos, logrando un incremento en las utilidades de \$1560.

Los resultados de la valoración económica se corresponden con los resultados agronómicos, por lo que se corrobora el efecto beneficioso del uso de la fosforina en el cultivo de la papaya, la cual posibilita, disponer de mayor cantidad de productos agrícolas, un mayor beneficio monetario, el poder contar con una agricultura más sana y ecológica.

Valores similares alcanzó Mestre (2015), con el empleo de microorganismo eficiente y económico en el cultivo de la habichuela. Por otro lado, Lubin (2015) obtuvo valores similares con la aplicación de diferentes biofertilizantes en el cultivo de tomate.

Conclusiones

La alternativa biofertilizadora más adecuada desde el punto de vista vegetal fue la variante número 4 donde se utilizó fosforina.

La variante donde se utilizó fosforina fue la que obtuvo menos días para el trasplante con 40 días en comparación con el resto de posturas que demoró 55 días.

La variante que menos gasto tuvo desde el punto de vista económico fue en el tratamiento 1 porque no se aplicó biofertilizante, visto desde el punto productivo resultó ser el tratamiento 4, ya que, redujo el tiempo de vivero en 15 días.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez, C. (2012). Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo 'Solo', introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense*, Vol. 32, No.2, pp. 169-175.
- ARIAS, A. (2010). Microorganismos Eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, Vol. 02, No. 02, pp. 42-45.
- Calero-Hurtado, A., Pérez-Díaz, Y., Olivera-Viciedo, D., Quintero-Rodríguez, E., Peña-Calzada, K., Theodore-Nedd, L. L., & Jiménez-Hernández, J. (2019). Effect of different application forms of efficient microorganisms on the agricultural productive of two bean cultivars. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*

Medellín, Vol. 72, No. 3, pp. 8927-8935.

<https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.76272>

Cuestionario anual del Subgrupo sobre Frutas Tropicales de la FAO (2017). *Los datos de FAOSTAT y la base de datos sobre estadísticas del comercio de producto, y los datos secundarios de la investigación documental.*

Gallardo, F. y otros. (2004). Tolerancia a aluminio y eficiencia en la absorción de fósforo de trigo. *R. C. Nutr. Veg.* Vol. 4, No. 0, pp. 41-53.

García, A. C., de Souza, L. G. A., Pereira, M. G., Castro, R. N., García-Mina, J. M., Zonta, E. & Berbara, R. L. L. (2016). Structure-Property-Function Relationship in Humic Substances to Explain the Biological Activity in Plants. *Scientific Reports*, Vol. 6, No. 1, pp.1-10. <https://doi.org/10.1038/srep20798>.

Hernández del Valle, G., Hernández, O., Guridi, F., Arbelo, N. (2012). Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. cc-25-9. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 21, No. 2, pp. 86-90.

Mestre, M. E. (2015). *Empleo de Microorganismo Eficiente y EcoMic en el cultivo de la Habichuela (Vigna unguiculata L.) variedad Canton – 1.* Trabajo en Opción al Título de Ingeniero Agrónomo.

Rivera, A. A. (2001). *Comportamiento fenológico del papayo (Carica papaya L.) variedad Maradol con drenaje subsuperficial en la Chontalpa, Tabasco.* Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Tames, G. M. A. (2017). *Empleo de alternativas biofertilizadoras en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) bajo condiciones productivas de la CCS Lino de las Mercedes.* Tesis presentada en opción al título de ingeniero agrónomo. Facultad agroforestal. Universidad de Guantánamo.