



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS



EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EcoMic® EN EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL PAPAYO
(*Carica Papaya* L.) CV. 'GIGANTE MATANCERA'.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Lic. Richard Crespo de Armas

Tutor: M. Sc. Alejandro Sardiñas Faget

Matanzas

2024

DEDICATORIA

La tesis en opción al título de especialista en fruticultura tropical se la dedico:

- A mis padres que con su ejemplo y exigencia, lograron inculcarme las ansias de superación.
- A mis hermanos por su apoyo y comprensión.
- A mi madre que ha sido mi bastón de apoyo y mi guía en todas las esferas de mi vida enseñándome que siempre podemos aprender más y brindar más de nosotros.
- Por último y no menos importante, se la dedico a la Revolución cubana que me ha dado la posibilidad de ser profesional y cada día superarme.

AGRADECIMIENTOS

- A la Revolución que ha hecho posible mi formación académica.
- A mi tutor M. Sc. Alejandro Sardinas Faget por su constante apoyo, acertada orientación y esfuerzo durante el trabajo de investigación.
- A los compañeros Dr. C. Miguel Aranguren, M. Sc. Katia Rodríguez, M. Sc. Livia González, M. Sc. José Pérez, M. Sc. Roberto Luzbet, Ing. Yisleydis Pérez, Ing. Lázaro Valero y los técnicos medios Jenny Rodríguez y Mercedes Fagundo, por su trabajo con las evaluaciones de campo y laboratorio.
- Doy gracias a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas por haber compartido todos sus conocimientos en el transcurso de mi preparación como profesional.
- A los profesores que me han visto crecer como persona y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso.
- Por último, y no menos importante, agradezco a todos mis amigos y compañeros que me brindaron su ayuda desinteresada, muchas gracias infinitas por su buena voluntad.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el área agrícola de la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) “Jagüey Grande”, Matanzas con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de EcoMic® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la selección de papaya (*Carica papaya L.*) cv. ‘Gigante Matancera’. Se estudiaron dos tratamientos (Testigo sin inóculo y Plantas inoculadas con EcoMic®), para la inoculación se utilizó la técnica de recubrimiento de la semilla. Se evaluaron las variables de crecimiento: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, flores y frutos, así como las variables de calidad de los frutos: peso, longitud y diámetro del fruto, ° Brix, producción (kg/planta) y rendimiento (t.ha⁻¹). La primera evaluación se efectuó a los ocho días de plantados, posteriormente se realizaron cada 14 días. El tratamiento con EcoMic® mostró los mejores resultados en cada una de las variables de crecimiento evaluadas. Las variables de calidad de los frutos (peso, largo y diámetro) así como la producción (kg/planta) y el rendimiento (t.ha⁻¹) fueron superiores con la aplicación de EcoMic® mostrando diferencias significativas en relación al testigo, lo que demuestra que la aplicación de este biofertilizante causa un efecto positivo en indicadores de crecimiento y desarrollo de las plantas de papaya, por lo que su empleo constituye una opción viable en las condiciones actuales de Cuba, para transitar hacia un paradigma agroecológico.

Palabras clave: bioproductos, *Carica papaya*, EcoMic®.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 El cultivo de la papaya (<i>Carica papaya L.</i>) cv. 'Gigante Matancera'	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2 Importancia económica y alimenticia	4
2.1.3 Producción mundial y en Cuba	5
2.1.4 Taxonomía y descripción morfológica	6
2.1.4.1 Taxonomía	6
2.1.4.2 Descripción morfológica	6
2.1.5 Requerimientos climáticos	8
2.1.6 Variedades e híbridos comerciales	9
2.1.7 Propagación	11
2.1.7.1 Propagación vegetativa	11
2.1.7.2 Propagación por semilla	11
2.1.8 Plantación	12
2.1.9 Atenciones culturales	12
2.1.9.1 Deshije y deshoje	13
2.1.9.2 Eliminación de arvenses	13
2.1.9.3 Fertilización	13
2.1.9.4 Riego	14
2.1.10 Sanidad vegetal	14
2.1.10.1 Plagas	14
2.1.10.2 Enfermedades	15
2.1.10.3 Protección fitosanitaria	15
2.1.11 Cosecha y manipulación	16
2.2. EcoMic®	17
2.2.1 Definición. Generalidades	17
2.2.2 Principales microorganismos que componen el EcoMic® y funciones	20
2.2.3 Respuesta de cultivos de interés agrícola a la aplicación del EcoMic®	20
3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1 Ubicación y características edafoclimáticas del área experimental	22

3.2 Material vegetal	22
3.3 Tratamientos evaluados	23
3.4 Efectos del EcoMic® en las variables de crecimiento de las plantas de papaya	23
3.5 Efectos del EcoMic® en las variables de calidad de los frutos y rendimiento	24
3.6 Procesamiento estadístico empleado	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1 Resultados de la etapa de vivero	25
4.2 Efectos del EcoMic® en las variables de crecimiento de las plantas de papaya	26
4.2.1 Altura de las plantas de papaya	26
4.2.2 Diámetro de las plantas de papaya	27
4.2.3 Número de hojas de las plantas de papaya	29
4.2.4 Número de flores de las plantas de papaya	30
4.2.5 Número de frutos de las plantas de papaya	31
4.3 Efectos del EcoMic® en las variables de calidad de los frutos y rendimiento	32
5. CONCLUSIONES	34
6. RECOMENDACIONES	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUCCION

La papaya (*Carica papaya* L.) es originaria de América Central, su centro de origen, es Mesoamérica, aún es posible encontrar poblaciones silvestres de esta planta en muchas partes tropicales de México y Centro América, incluyendo la península de Yucatán, donde es muy abundante y se caracteriza por ser un cultivo que en corto tiempo y de forma continua durante todo un año, es productivo desde el punto de vista económico. Si pones atención, es común observar plantas de papaya silvestre a la orilla de caminos o carreteras, o en claros de vegetación dentro de las selvas, donde puedan recibir luz del sol, ya que son plantas que necesitan mucha luz para sobrevivir (Chávez, 2018).

En Cuba, a pesar de los esfuerzos realizados durante varios años, aún no se logra satisfacer las demandas de frutas para los diferentes destinos: consumo de la población, industria y turismo. Tradicionalmente, los rendimientos por hectárea de las plantaciones de frutales han sido bajos, motivados fundamentalmente por el empleo de tecnologías que no son las más adecuadas para su producción intensiva. No obstante, el país se ha trazado proyecciones estratégicas para la producción de los frutales a partir del uso de biofertilizante o inoculantes de origen microbiano (Chávez, 2018).

Un aporte sustancial al uso de la biofertilización en el país lo ha realizado el Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), quienes desarrollaron el biofertilizante EcoMic® en base a hongos micorrizógenos del género *Glomus*, que tienen un impacto significativo en la nutrición y desarrollo de las plantas, con incrementos, considerables en los rendimientos (Del Toro, 2019).

Los inoculantes microbianos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como: vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes. Estos últimos, promueven la descomposición de materia orgánica y aumentan el contenido del humus de los suelos, con el consecuente incremento de los rendimientos de los cultivos. Esta tecnología debe convertirse en una importante alternativa en el futuro (Martínez *et al.*, 2017).

Por todo lo anteriormente planteado, se propone el siguiente **problema científico**:

En Cuba, la producción del cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) cv. 'Gigante Matancera' se basa en una tecnología de altos insumos químicos que no garantiza la estabilidad de los rendimientos.

Como **hipótesis científica** de trabajo se plantea:

La aplicación de EcoMic® como tecnología sostenible en el cultivo de la selección de papaya (*Carica papaya* L.) cv. 'Gigante Matancera', permitirá lograr una estabilidad de los rendimientos agrícolas.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de EcoMic® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la selección de papaya (*Carica papaya* L.) cv. 'Gigante Matancera'

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la aplicación de EcoMic® en el crecimiento del cultivo de la selección de papaya (*Carica papaya* L.) cv. 'Gigante Matancera'.
2. Evaluar la calidad de los frutos y la respuesta productiva del cultivo de la selección de papaya (*Carica papaya* L.) cv. 'Gigante Matancera' a la aplicación de EcoMic®.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

La aplicación de biofertilizantes se justifica en primer orden porque no genera afectaciones al medio ambiente, siendo una tecnología que permite el aprovechamiento de los microorganismos beneficiosos del suelo en aras del mejoramiento del mismo y de evitar la disminución de la actividad biológica del suelo; asimismo, procura un uso eficiente de los nutrientes del suelo no disponibles para las plantas, un consumo mínimo de energía y bajos costos de producción.

Entre los beneficios del producto se pueden citar la disminución de requerimientos de fertilizantes para obtener altos rendimientos entre 15 y 40% dependiendo del cultivo, tipo y disponibilidad de nutrientes en el suelo. La disminución del efecto del déficit hídrico, la mejora de algunas propiedades físicas del suelo y disminución del daño de algunas plagas. Compatible con dosis medias de fertilizantes minerales y orgánicos, así como con otros biofertilizantes y bioestimulantes. Incrementos en rendimiento entre 10 a 35% (Comby *et al.*, 2017).

2.1 El cultivo de la papaya (*Carica papaya L.*) cv. ‘Gigante Matancera’

2.1.1 Origen

La papaya (*Carica papaya L.*) pertenece a la familia Caricaceae, nativa de América tropical, desde el sur de México hasta Costa Rica. Actualmente, este frutal es cultivado en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En Ecuador, el cultivo se establece en las regiones Costa y Amazonía, y en el año 2018 el Instituto Nacional de Estadística y Censos reportó que a nivel nacional existían 83 897 árboles dispersos de papaya, con una producción de 3 893 t (Vargas, 2020). Por otra parte, en el año 2019, la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI) informó que la papaya se ubica en la categoría exótica, pero su demanda es menor si la comparamos con la piña y el mango (Granja, 2019).

Existen diversos criterios acerca del origen de *C. papaya L.* sin embargo, los investigadores coinciden en señalar a Centro y Sudamérica como los lugares de origen de esta especie. Fue descrita por primera vez por el cronista español Oviedo en 1526 en la costa del Caribe. A Panamá llegó en 1535, a Puerto Rico en 1540 y unos años

después, a Cuba. En 1611 se cultivaba en la India y a partir de 1800 fue ampliamente distribuida en las islas del sur del Océano Pacífico (Del Toro, 2019).

Posee un tipo morfológico arbóreo, de clima tropical y la parte que más se utiliza es el fruto, generalmente. Esta fue cultivada rápidamente en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, entre los 32^o de latitud norte y sur del Ecuador, como consecuencia de la dispersión realizada por los marinos españoles y portugueses, pocos años después del descubrimiento de América (Del Toro, 2019).

2.1.2 Importancia económica y alimenticia

El cultivo de la papaya ha tenido un crecimiento en el mundo en los últimos años, debido a la demanda de los consumidores de los frutos por sus propiedades nutritivas, medicinales y su sabor. El uso más común de este fruto es su consumo en fresco y se le considera una buena fuente de calcio, con alto contenido de vitaminas A y C, por tanto, es una buena fuente nutricional (Nava, 2008). Con esta fruta también se elaboran jugos y dulces.

Tiene magníficas propiedades para facilitar la digestión de alimentos de difícil asimilación, debido a su alto contenido de papaína. Aguirre (2018) destaca el elevado contenido nutricional de esta caricácea en vitaminas A y C, potasio, ácido fólico, niacina, tiamina, riboflavina, hierro y fibra, lo que la convierte en una de las principales frutas de importancia alimenticia.

Los frutos maduros también se emplean para hacer bebidas frescas o bebidas suaves carbonatadas, helados, mermeladas, bolas o cubos enlatados con jarabe, fruta cristalizada, encurtidos y pulpa seca en dulce. Los tallos y las hojas contienen pequeñas cantidades de carpaína, un alcaloide estimulante del ritmo cardíaco (Marín, 2015).

Según Mejía y Vides (2018) el cultivo de la papaya ofrece ingresos a partir de los 7 meses de trasplantado, siendo uno de los frutales más precoces. Constituye un cultivo económicamente viable para los productores.

La papaya es una de las frutas más importantes en Cuba por su gran valor nutricional y contenido de vitaminas. Se consume fundamentalmente como fruta fresca, aunque también es muy popular en conservas y otros productos industrializados. La extracción

de la papaína de los frutos verdes y del tallo es de gran utilidad en la industria de cosméticos y en la medicina (Del Toro, 2019).

La papaína es producida y comercializada por su empleo como ablandador de carnes, en la industria cervecera para la clarificación, para el tratamiento de la lana y de la seda antes de la coloración textil, para depilar el cuero antes del curtido y en la industria farmacéutica, como digestivo (Chávez, 2018)

Se utiliza también para el tratamiento de úlceras, como antiinflamatorio y agente adhesivo, después de las operaciones quirúrgicas. Rica en vitaminas A y D, la papaína forma parte de los ingredientes de numerosas formulaciones de pastas dentales, cosméticos, jabones y detergentes. Se aplica también en el procesamiento del hígado del atún para extraer aceite (Del Toro, 2019).

Esta fruta es una buena fuente de fibra, que mejora el tránsito intestinal. Cerca del 90% del fruto de la papaya corresponde a agua, debido a esto posee propiedades diuréticas. Tiene un alto contenido en calcio y gran valor nutritivo (FAO, 2018).

2.1.3 Producción mundial y en Cuba

La producción total a nivel mundial del papayo se ha incrementado con el de cursar de los años, la India es el mayor productor de papaya del mundo con una producción de 5 989 000 toneladas por año. Brasil ocupa el segundo lugar con 1 060 392 toneladas de producción anual. Con 1 039 820 toneladas de producción al año, México es el tercer mayor productor de papaya (AtlasBig, 2021).

Los principales países exportadores de papaya a nivel mundial son: México con un 36% de la participación total, seguido de Brasil y Belice con el 12% cada uno y Malasia con el 10%, dichos países conforman un total del 70% de la exportación mundial (FAO, 2011 y Caballero, 2012).

En Cuba existen aproximadamente 5 427 ha plantadas de papaya; sin embargo, los rendimientos son aún bajos ($17,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los costos son altos, debido al mal manejo del cultivo por no existir una tecnología integral que permita el incremento sostenido de los rendimientos, disminuir los costos y aumentar la eficiencia de la producción, así como a la explotación monovarietal basada en el cultivar 'Maradol Roja', este cultivo

está sujeto a serios riesgos relacionados, principalmente, con la incidencia de plagas y enfermedades (Caballero, 2012).

2.1.4 Taxonomía y descripción morfológica

2.1.4.1 Taxonomía

Su ubicación taxonómica de acuerdo con el Instructivo Técnico de la papaya (MINAG, 2011) es la siguiente:

División: Spermatophyta

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Magnoliatae

Orden: Parietales

Familia: Caricaceae

Género: *Carica* L., 1753

Especie: *Carica papaya* Lin., 1753

2.1.4.2 Descripción morfológica

Es una planta herbácea, de crecimiento rápido y de vida corta. Posee vasos laticíferos en todas las partes de la planta y un sistema radical pivotante, con una raíz principal bastante desarrollada, clasificada como napiforme.

Las raíces secundarias son flexibles y de color blanco-cremoso, las cuales se encuentran distribuidas en mayor cantidad, en los primeros 30 cm del suelo (Vázquez *et al*, 2010).

El sistema radical es típico o pivotante formado por una raíz principal y varias secundarias. Este es poco profundo, napiforme, dispuesto generalmente de forma vertical y radial con alto contenido de agua y consistencia relativamente blanda. El 65% del área radical de la fruta bomba está a 30 centímetros de profundidad. Es una planta herbácea, de crecimiento rápido y vida corta (Moo, 2015).

Las plantas pueden alcanzar de 3 a 8 m de altura, presentando un tallo cilíndrico, de 10 cm a 30 cm de diámetro, herbáceo y recto. La corteza es lisa, de color gris y marcada por grandes cicatrices foliares causadas por la caída de las hojas.

Es cónico y rara vez ramificado, su altura y grosor varía con la variedad a cultivar. El tallo joven es hueco, dividido por tabiques membranosos y a medida que se desarrolla en la parte inferior se llena de un tejido suave y la corteza toma consistencia fibrosa. El color de la corteza del tallo joven varía entre verde y tonalidades moradas que después pasan a tomar color grisáceo según envejece (Del Toro, 2019).

Las hojas son grandes, palmeadas, con lóbulos profundos y borde dentado. Su forma varía en función del cultivar; se han clasificado más de 15 tipos de hojas. El color puede variar de verde a violáceo, siendo más intenso en el pecíolo. Una planta adulta posee alrededor de 50 hojas funcionales. Las hojas caen mientras el árbol crece, dejando una cicatriz característica en el tallo (Moo, 2015).

Las inflorescencias son axilares, colgantes y bracteales. Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas y se encuentran en principio tres tipos de plantas: femeninas (con flores pistiladas), hermafroditas (llamadas a veces monoicas o andromonoicas, con flores estaminadas y pistiladas en la misma inflorescencia) y masculinas o androicas (de flores solo estaminadas).

Las formas sexuales en los árboles de fruta bomba son mucho más complejas debido a las posibles combinaciones de los diferentes tipos de flores sobre un mismo árbol (Mejía y Vides, 2018).

Esta especie emite varios tipos de flores y cada una origina un tipo diferente de fruto en cuanto a forma y calidad, principalmente. En una misma planta pueden aparecer flores femeninas, masculinas y hermafroditas.

Tipos de flores de la frutabomba según Candelario (2011):

Tipo I. Flor femenina que da frutos redondos, ovoides u oblongos.

Tipo II. Hermafrodita pentandria, con cinco estambres y un ovario. Esta flor origina frutos globosos, ovoides y con la sección transversal lobulada.

Tipo III. Hermafrodita intermedia, con seis a nueve estambres y un ovario. En las flores normales los frutos son grandes y de buen aspecto, pero tanto esta flor como la anterior presentan muchas anomalías que le impiden desarrollar frutos y por lo tanto las plantas que las poseen dan bajos rendimientos.

Tipo IV. Hermafrodita elongata. Es la hermafrodita perfecta y tiene diez estambres y un ovario. Asegura la mayor producción de frutos, estos son de forma cilíndrica, alargados y de muy buena calidad.

Tipo V. Masculina. Posee 10 estambres y un pistilo rudimentario que no es capaz de dar fruto.

Tipo VI. Falsa hermafrodita. Esta flor exteriormente parece hermafrodita pues tiene engrosados todos sus órganos, pero al igual que la anterior, el pistilo no es funcional.

La fructificación de la fruta bomba se inicia a los 10-12 meses, dependiendo del clima y del cultivar. El fruto es una baya de gran tamaño, de coloración verde claro a oscuro cuando está verde y al madurar se torna de color amarillo a rojo con una textura más o menos firme y aspecto que varía en relación con la variedad.

Pueden aparecer solitarios o en racimos y la fructificación guarda relación con el grosor del tallo. Las semillas están en la cavidad existente en el centro del fruto y son de color negruzco, aspectos rugosos y cubiertos por una sustancia mucilaginoso (Del Toro, 2019).

2.1.5 Requerimientos climáticos

El papayo se adapta bien en clima tropical y subtropical, en zonas con temperaturas mínimas de 18 °C y máximas de 35 °C, con un óptimo entre 24 °C y 26 °C, pudiendo tolerar un rango entre 12 °C y 40 °C. Temperaturas inferiores a 2 °C afectan el desarrollo de la planta y las superiores a los 40 °C dañan la floración y causan deformación de los frutos (IIFT, 2009).

Se cultiva con buenos resultados, desde el nivel del mar hasta 600 m aunque puede desarrollarse a los 1 000 m de altura, alturas superiores retardan el desarrollo de la planta, la producción es baja y los frutos son de menor calidad. Precipitaciones entre 1 500 mm y 2 000 mm bien distribuidas durante todo el año, es un requisito ideal para su cultivo.

Al respecto el MINAG (2004), expone que la fruta bomba se cultiva bajo condiciones de lluvia o riego, en clima cálido con temperatura media entre 24 °C y 27 °C, no tolera heladas, vientos fuertes y tampoco suelos mal drenados, estos deben ser sueltos y de

pH entre 6,0 y 7,5 preferentemente con buen contenido de materia orgánica. La altitud sobre el nivel del mar oscila entre 0 m y 400 m.

MINAG (2010), plantea que el cultivo del papayo se desarrolla en suelos profundos de buen drenaje, pH de 6,0 - 7,5; libre de nemátodos, debiéndose aplicar de 3,6 kg a 4,6 kg de materia orgánica por plantón (cachaza, estiércol, gallinaza o compost), teniendo en cuenta que este cultivo no se desarrolla bien en suelos con mal drenaje.

2.1.6 Variedades e híbridos comerciales

Los cultivares Sunset, Sunrise y Golden Solo presentan frutos de 0,5-0,7 kg y contenido de sólidos solubles de 12-17 °Brix; el cultivar Maradol produce frutos de 1,5-2,6 kg; pulpa de color rojo salmón y contenido de sólidos solubles de 12 °Brix y el cultivar de Formosa (Tainung) genera frutos de 0,90 kg y contenido de sólidos solubles de 8-10 °Brix (Vargas, 2020).

La frutabomba se cultiva en Cuba desde 1906 en escala comercial. Las condiciones de Cuba son favorables para este cultivo, ya que el papayo encuentra condiciones óptimas para su desarrollo. Las principales variedades que se cultivan en Cuba son: Maradol Roja, INIVIT fb - 2000 Enana, Maradol Amarilla, HG/MA, HG/MR, Nika III, Viet Nam # 1, Criolla; además se cultivan frutos de las variedades Solo y Sunrise Solo entre otros que se cultivan a menor escala. La maradol roja se encuentra entre las tres más cultivadas en el mundo (Grau, 2014).

Maradol Roja: Esta variedad fue obtenida en Cuba por el fitomejorador autodidacta Adolfo Rodríguez Rivera y su esposa María Luisa Nodals Ochoa durante el periodo 1938-1956. El nombre surge al unir los nombres de estos, mar, de María y Adol, de Adolfo. Es un árbol cuya altura promedio es de 2,15 m pudiendo llegar hasta los 2,30 m. Es una planta precoz que puede iniciar la producción a los 7 meses y estabilizar la cosecha a los 8 meses. Los frutos son de maduración lenta, pulpa suave y gran consistencia, poseen piel lisa, gruesa y resistente; pueden ser cilíndricos (alargados), y redondos, de color rojo salmón en su interior al madurar y naranja brillante en su exterior cuando alcanzan la madurez fisiológica. El largo oscila entre los 22 y 27 cm. y el diámetro entre 9 y 13 cm (Grau, 2014).

Maradol Roja: Variedad de origen cubano, de maduración temprana, de frutos consistentes con un peso promedio de 1,6 kg a 2,2 kg de forma oblonga y pulpa roja. Muy productiva y de excelente sabor.

Maradol Amarilla: Variedad de origen cubano, de maduración temprana, de frutos consistentes con peso promedio de alrededor de 1,5 kg a 2,5 kg de forma oblonga y pulpa amarilla: Muy productiva y de excelente sabor.

INIVIT - 2000: Variedad obtenida en el INIVIT. Produce frutos de forma oblonga, con un promedio de 37 frutos/planta, de mesocarpio rojo con un °Brix entre 10% y 13%. El peso promedio varía entre 0,5 y 2,0 kg/fruto. Posee alta vida de anaquel. De bajo porte (0,65 m – 0,95 m).

HG/MA: Cultivar cubano obtenida mediante hibridación, frutos grandes con peso promedio de 3,7 kg pulpa de color amarilla, de forma oblonga con el extremo agudo.

HG/MR: Cultivar cubano obtenida mediante hibridación, frutos grandes con peso promedio de 3,7 kg pulpa de color rojo, de forma oblonga con el extremo agudo.

Nika III: Cultivar de procedencia nicaragüense, frutos de forma alargada algo deformes, su pulpa de color rosado pálido a intenso, algo insípido y muy jugoso. Peso medio de 5,5 kg.

Sunrise Solo: Alcanza una altura superior a los 2,50 m, el peso de sus frutos está comprendido entre 400 g y 500 g con una longitud de 14,96 cm y un diámetro de 7,25 cm. Comienza la floración a los tres meses de edad y su producción a los nueve o 10 meses después de plantada con una producción media de 40 a 50 kg/planta (Candelario, 2011).

Gigante Matancera: Cultivar originario de la provincia de Matanzas por medio de selección positiva. Registrado como nueva variedad desde 2012, de tallo color cenizo claro y pigmentación en la parte superior, con frutos grandes. Se caracteriza por su alta producción por planta, resistencia a plagas y enfermedades y buena aceptación entre los consumidores, aunque se destina fundamentalmente a la industria.

Es una variedad de maduración temprana, de frutos consistentes, con peso promedio de 1,5 a 2,8 kg; en el primer racimo de frutos, con un Brix entre 11 y 12%. La Gigante Matancera se cultiva en todos los municipios de Matanzas, así como en Ciego de Ávila

y Contraamaestre, con altos rendimientos por hectárea, que la convierten en una fuerte competidora de la Maradol Roja, hasta ahora el cultivar más conocido en Cuba (Del Toro, 2019).

2.1.7 Propagación

2.1.7.1 Propagación vegetativa

Candelario (2011) plantea que la propagación vegetativa se realiza mediante esquejes obtenidos de las ramificaciones del arbolito de forma artificial ya que el papayo no se ramifica hasta cuando tienen tres o cuatro años. Los árboles viejos sufrirán la operación de desmoche o eliminación de la cabeza o cogollo del árbol, provocando así la producción de ramas o cogollos laterales. Los esquejes serán los brotes de 25-30 cm que se cortan y se cauterizan con agua caliente a unos 50 °C. Estos esquejes se plantan en macetas que se colocan en lugares protegidos de los rayos solares y con humedad hasta la emisión de raíces.

Este método de propagación es muy laborioso y costoso ya que implica el mantenimiento de plantaciones de más de tres años para la obtención de plantas madre.

2.1.7.2 Propagación por semilla

Es la forma más económica y fácil de propagar el papayo. Se obtendrán distintos resultados, según se empleen semillas procedentes de árboles femeninos fecundados con papayos masculinos o semillas procedentes de árboles femeninos y hermafroditas.

El poder germinativo de las semillas del papayo suele ser corto, por lo que se hará una siembra lo más cerca posible a la época de recolección. Esta siembra puede ser directa sobre el terreno o previa en semillero. La siembra en semillero se hará empleando macetas de turba y plástico negro de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad (IIFT, 2016)

La tierra del semillero deberá mantenerse húmeda, cuando las plantitas tengan unos 10-15 cm (unos dos meses después de la siembra) de altura se trasplantarán al terreno de cultivo.

2.1.8 Plantación

La época óptima de plantación para la producción de semilla es de noviembre a julio y para consumo con riego todo el año, recomendando las siguientes densidades de plantación: 3 m x 1,5 m (2 222 plantas/ha), 4 m x 1,5 m (1 666 plantas/ha), 4 m x 2 m x 1,5 m tres bolillos (2 222 plantas/ha) y 3,60 m x 1,80 m x 1,20 m tres bolillos (3 086 plantas/ha).

Debe plantarse a más de 1 000 m de plantaciones viejas y crear barreras vivas (maíz, sorgo, king grass o caña) para la protección de insectos que transmiten enfermedades virales.

Los marcos de plantación según Grau (2014) son reales a una distancia de 3 m, en hoyos con una profundidad de 80 cm y una anchura de 50 cm. Las plantas se colocarán de forma que el cuello esté al nivel del suelo para que el tallo no se pudra. La época de siembra más recomendada es de septiembre a abril, pero la óptima es entre noviembre a febrero, por ser la de menor incidencia de plagas transmisoras de virus. En otros meses puede plantarse, pero existe esta problemática.

2.1.9 Atenciones culturales

Es aconsejable realizar una plantación anual de semillas para sustituir a los árboles que hayan cumplido dos años, ya que árboles superiores a esta edad son de gran porte lo que encarece los costes de recolección del fruto o la obtención de látex y tienen una menor producción (IIFT, 2016).

Los árboles femeninos son los mejores para la extracción de látex, ya que el fruto es mucho más grande. Para el consumo de frutos en fresco se prefieren los pies hermafroditas ya que sus frutos son más pequeños y comerciales (Grau, 2014).

Es necesario practicar la autopolinización o polinización cruzada entre plantas femeninas y hermafroditas o entre hermafroditas, ya que los pies masculinos son improductivos y suponen un costo económico dentro de la explotación. Para lograr la autofecundación o el cruzamiento se elegirán árboles femeninos y hermafroditas cuyas flores estén bien formadas y con ayuda de un pincel o pluma se hurgará dentro de ellas para hacer llevar el polen a los estigmas. Más tarde las flores polinizadas se cubrirán

con una bolsita hasta que cuaje el fruto. Así se obtendrán semillas que darán lugar a plantas femeninas y a plantas hermafroditas que más tarde podremos plantar de nuevo, evitando la aparición de pies machos (IIFT, 2016).

2.1.9.1 Deseje y deshoje

El deseje o poda consiste en la eliminación de hijos o brotes al inicio de la plantación con el objetivo de evitar el debilitamiento de la planta, mientras más pequeño se eliminen los mismos, el daño que se ocasiona será menor. Posterior a esta labor se realiza el sexado con el objetivo de seleccionar un por ciento mayor de plantas hermafroditas (elongatas) por la demanda y facilidades que brinda este tipo de frutos con relación a su embalaje y peso para la comercialización.

Otra actividad a realizar dentro de la agrotecnia es el deshoje, el cual debe realizarse cada 10 días y es necesario sacar las hojas del campo y destruirlas (Candelario, 2011).

2.1.9.2 Eliminación de arvenses

El control de arvenses se realiza de forma manual con azadón al hilo del surco y con tracción animal o mecanizada con tiller en las calles y alrededores. Las labores profundas dañarían el sistema radicular. Se aconseja el empleo de láminas de polietileno negro en superficie que no permitan el desarrollo de las arvenses.

Según IIFT (2016) no se recomienda el empleo de herbicidas debido al carácter poco leñoso del tronco del papayo, ya que podría ser dañado.

Existen algunas experiencias de aplicaciones químicas con Dalapón 80% a 10 kg/ha en postemergencia, Diuron 80% a 1 kg/ha y el Glyphosate a 10 L/ha, cuyas aplicaciones se harán bajo supervisión técnica con boquillas protegidos en horas con baja incidencia de los vientos y luminosidad.

2.1.9.3 Fertilización

En los seis primeros meses de vida, las necesidades de nitrógeno alcanzan los 700 gramos de sulfato amónico por pie y se suministrarán mediante el riego. Durante el resto del cultivo se suministrarán 1 000 gramos anuales.

Para garantizar una elevada producción y desarrollo de las plantas es de suma importancia aplicar en cada hueco de 4 a 6 Kg de materia orgánica al momento de la siembra, independientemente que posteriormente se aplique fertilizante químico. Se recomienda aplicar como materia orgánica; cachaza, estiércol, gallinaza y humus (Grau, 2014).

Además de las aplicaciones de materia orgánica, la aplicación de fertilizantes minerales se hace necesaria la relación 1-2-1 en los tres primeros meses y 1-2-2 en las aplicaciones restantes. El número de aplicaciones de fórmula completa se hace una primera en el fondo del surco en el momento de la siembra a razón de 200-240 g/planta, alternando con la nitrogenada a razón de 100-180 g/planta cada 30 días una de otra.

Además, se han obtenido buenos resultados con aplicaciones foliares de macro y micro elemento como por ejemplo Bayfolan forte, Ácido bórico y Sulfato de Zinc.

2.1.9.4 Riego

Este cultivo requiere una humedad óptima en el campo, el intervalo de riego por las características del suelo en que se desarrolla debe estar entre siete y 10 días, obteniéndose los mejores resultados con el riego localizado (goteo, microaspersores) deben alcanzar el 80% de la Cc.

Según IIFT (2016), las necesidades medias de riego del papayo son de 2 000 m³ anuales por hectárea distribuidas en riegos poco abundantes cada 15 días para que el suelo esté continuamente húmedo.

Con el empleo de sistemas de riego localizado se obtiene un gran ahorro de agua, proporcionando un bulbo húmedo óptimo para el desarrollo del papayo. Resiste bien la sequía, aunque en regresión de la producción final.

2.1.10 Sanidad vegetal

2.1.10.1 Plagas

Según García (2012) las plagas que más pueden perjudicar al fruto del papayo son los nematodos, la araña roja y la mosca de la fruta del mediterráneo (*Ceratitis capitata*). Su control es sencillo ya que basta con destruir y enterrar los frutos afectados y el empleo

de pulverizaciones de emulsiones de ésteres fosfóricos, como malathion, dipterex o lebaycid.

También destaca el pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae*), que es transmisor del virus del mosaico. Su control se puede efectuar mediante malathion al 25% de riqueza, diluido al tres por mil.

La oruga del lepidóptero *Erinnyis* spp devora las hojas del papayo, pero su control es posible aplicando carbavil o sevin, que son polvos mojables al 50% de producto activo.

2.1.10.2 Enfermedades

Las principales enfermedades causadas por hongos que atacan a la fruta bomba según Moo (2015) son la antracnosis causada por el *Colletotrichum gloesporioides*, Mildium causada por el *Oidium caricae* y Cercosporiosis provocada por la *Cercospora papayae*. También se presentan pudriciones de las raíces y el tallo causadas por los hongos de los géneros *Phytophthora*, *Pythium* y *Rhizoctonia*, el primero además afecta a las frutas.

2.1.10.3 Protección fitosanitaria

La protección fitosanitaria en la papaya es considerada uno de los aspectos de mayor importancia, debemos mantener la plantación libre de plantas hospederas de áfidos y saltahojas y aplicar de forma sistemática el saneamiento en el caso de las enfermedades fungosas, mediante la eliminación de hojas y peciolo, por ser estas fuentes de inóculos (MINAG, 2010).

En los tratamientos con fungicidas deben aplicarse semanalmente en los primeros tres meses y medio, alternando los mismos uno de otros (Zineb 1 g/L; Ridomil 1 g/L; Oxidloruro de Cobre 0,5 g/L; Mancozeb 0,8 g/L; Fundazol 0,5 g/L y después de los tres meses y medio mantener dosis Zined 1,5 g/L; Maneb 1,5 g/L; Ridomil 1,5 g/L; Oxidloruro de Cobre 1,2 g/L; Mancozeb 1,5 g/L y Fundazol 1,5 g/L); protegiendo fundamentalmente la floración y los frutos.

Las aplicaciones de insecticidas estarán en dependencia de los muestreos de campo que deben realizarse semanalmente, de acuerdo a la plaga existente, los más usados

comercialmente son: Bi-58 38% EC, Dipterex, Karate y Carbaryl que debe ser aplicado con sumo cuidado en floración. Con la aparición de ataques de ácaros se recomienda aplicar Azufre 89% PH en los meses con temperaturas inferiores a 25 °C.

No es recomendable las aplicaciones de Parathion y Metil Parathion por el grado fitotóxico que provoca a las plantas. Con relación a los medios biológicos, trichoderma en nido, bacillus mezclados con hongos entomopatógenos a partir de la floración, debiendo alternar cada cinco días con los fungicidas en la etapa de floración-fructificación.

2.1.11 Cosecha y manipulación

Según Vázquez *et al.* (2010) la fructificación de la papaya se produce a los 10-12 meses después del trasplante, excepto en variedades como Betty que puede florecer a los dos o tres meses de ser plantada. Se aconseja realizar aclareos de flores y frutos, eliminados los más defectuosos, distribuyendo los frutos de forma que no se dañen entre sí.

El estado de recolección se alcanza cuando los frutos empiezan a ablandarse y a perder el color verde del ápice. La madurez se alcanzará a los 4 o 5 días de la recolección y los frutos tomarán un color amarillo. Algunas variedades como Betty no cambian de color.

Debido a su piel delgada, se trata de frutos muy delicados por lo que se magullan fácilmente. Por ello se deben envolver individualmente y empacarse con acojinado por todos los lados para su transporte y comercialización. Se deben mantener durante cortos periodos de tiempo a 10-12 °C. El peso del fruto maduro varía entre uno y tres kilos.

La papaya de acuerdo con MINAG (2011) debe ser cosechada cuando el color de la cáscara cambia de verde oscuro a verde claro, y cuando empieza a salir una o dos rayas desde la base hacia arriba. Los frutos en esta condición continuarán su proceso natural de maduración después de la cosecha. Los frutos cosechados antes de esta etapa no mostrarán una maduración completa, y los que se cosechen después son más susceptibles a sufrir daños y magulladuras durante su manejo. El protocolo de

exportación de papaya a los Estados Unidos indica que no se deben dejar en el árbol frutos con más del 25% del color (dos rayas).

La papaya se cosecha manualmente, desde el suelo cuando los árboles son jóvenes, y a medida que crecen se utilizan plataformas especiales. Al cortarlas con la mano se rota la fruta y se tira suavemente, arrancándolas del árbol. El pedúnculo permanece pegado y la fruta se desprende del árbol.

Existen herramientas para cosechar la papaya, pero es preferible no recurrir a ellas. El implemento especializado para la recolección de papayas que no están al alcance de la mano consiste de una vara larga, con un aro en la punta y una canasta que cuelga del aro, con una cuchilla por encima de ambos. Se coloca la cuchilla debajo del pedúnculo de la fruta y se mueve la vara hacia arriba; la fruta se separa del árbol y cae suavemente en la canasta. La verdad es que este procedimiento no es viable en condiciones comerciales de producción a gran escala (MINAG, 2011).

La fruta cosechada se clasifica de acuerdo al tamaño y peso teniendo en cuenta las normas de calidad concentrados con el copiador (MINAG, 2011).

Durante el empaque las frutas se organizan y acomodan de tal manera que no se rocen ni se golpeen unas con otras, con el péndulo hacia abajo y no a granel, se empacaran en cajas de cartón y/o canastillas plásticas (MINAG, 2011).

La producción estimada es de 64 toneladas por hectárea, durante el periodo de 16 meses de producción

2.2. EcoMic®

2.2.1 Definición. Generalidades

Según Corbera (2010) el EcoMic® es el nombre comercial de un biofertilizante simple basado en cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares con un alto grado de pureza y estabilidad biológica, en una formulación sólida en sustrato arcilloso.

Es un biofertilizante de alta efectividad, para amplio espectro de cultivos, modos de producción y tipos de suelos. El criterio de recomendación de las cepas eficientes de HMA se basa en el pH y tipo de suelo. Provoca de manera general un marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrientes tales como P, N,

K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo, y B, aumentando el aprovechamiento de los mismos. Genera notables incrementos en la producción agrícola (entre 20 y 60%) y mejora la calidad de las cosechas. Disminuye los costos por concepto de reducción de las dosis de fertilizantes a aplicar (entre 30 y 70% de fósforo para la mayoría de los cultivos, así como de otros nutrientes) en dependencia del tipo de suelo, garantizando además la protección del medio ambiente (Mujica *et al.*, 2010).

En el caso de cultivos que reciben dosis medias de fertilizantes, la aplicación no disminuye las dosis de fertilizantes, sino que incrementa la eficiencia de estas dosis al aumentar los rendimientos (Mujica *et al.*, 2010).

Se recomienda de conjunto con otros bioproductos y dosis medias de fertilizantes así por ejemplo en el frijol la aplicación combinada de EcoMic® con Azofert y Quitomax incrementa los rendimientos entre 40 y 50% y se eleva desde un 60 a un 70% cuando se adiciona Biobras. Efectos asociados además con bioprotección frente a algunas enfermedades radicales y foliares, incrementos en los agregados del suelo y mayor tolerancia al déficit hídrico.

Se puede emplearse en un gran número de cultivos: frijol, maíz, banano, tabaco, arroz, soya, maní, yuca, boniato, malanga, ñame, sorgo, tomate, pimiento, ajo, cebolla, lechuga, pepino y otras hortalizas, algodón, girasol, cafeto, cítricos y frutales, leguminosas dedicadas a abonos verdes, leguminosas forrajeras y especies de pastos y morera, flores y plantas ornamentales, especies de césped y algunos forestales (Corbera, 2010).

Se aplica en siembra y al inicio de las plantaciones tanto en semilleros, viveros, adaptación de vitroplantas, establecimiento de las plantaciones y reinoculaciones en perennes y pastos.

En siembra directa (cereales, granos y otros) se recubre la semilla con una cantidad de producto del orden del 8 al 10% del peso de la semilla a sembrar.

Por cada 9-10 kg de semilla adicione de 0,8 a 1,0 kg de EcoMic® y de 480 a 600 mL de agua, recubra bien la semilla y deje orear a la sombra por dos a tres horas antes de sembrar. Puede hacer el recubrimiento en la tarde y sembrar en la mañana. Para estos

cultivos la dosis oscila entre 1 a 8 kg.ha⁻¹ dependiendo de la cantidad de semilla a sembrar en la hectárea.

Según Correa *et al.* (2012) para siembra directa (cereales, granos y otros). Inocular la semilla mediante la tecnología del recubrimiento de semillas en una proporción de 10 a 15% de su peso.

En semilleros (tomate, pimiento, ají y otros) aplicar 1 kg de EcoMic® por m² de cantero. Plantas de propagación agámica: preparar una mezcla acuosa de 1 kg de EcoMic® en cinco litros de agua, mezclar bien y realizar la inmersión del tercio inferior del bejuco de boniato o sumergir las semillas de malanga o yuca y recubrirlas.

En yuca alrededor de 10 a 13 kg.ha⁻¹ recubriendo las estacas y 20 kg para inmersión total de las estacas en mezcla fluida. En pastos establecidos hacer mezclas más acuosas de 15 kg en 200 L de agua y aplicar en una hectárea con mochilas o asperjadoras (sin boquillas) a toda el área al inicio de las lluvias y posterior a un corte o pastoreo del área. De forma similar aplicar en siembras de caña de azúcar o en retoños. Abonos verdes se recubre con EcoMic® (8%) la semilla de los abonos verdes (*Canavalia ensiformis* u otra leguminosa) y a los 60 días se cortan, se incorporan y se prepara el suelo.

El cultivo económico principal sembrado en el plazo de 30 días después del corte e incorporación del abono verde no necesita inocularse. Se recomienda para establecer plantaciones de bananos y plátanos, tabaco, variedades de *Pennisetum*, caña de azúcar y cultivos que se siembren por estacas o propágulos vegetativos.

Cultivos intercalados. En las plantaciones de frutales en fomento es muy adecuado inocular los cultivos que se intercalen para alcanzar los beneficios en la producción del cultivo intercalado y servir como vía para inocular el cultivo principal. La dosis depende del cultivo a intercalar.

Viveros de cafetos, cítricos, forestales, ornamentales aplicar 5-10 g de EcoMic® por bolsa en el fondo del hoyo encima del cual sitúa la semilla o plántula.

Adaptación de vitroplantas, aplicar 10 g de EcoMic® en el fondo del hoyo y colocar la vitroplantas encima del mismo.

Viveros de frutales (aguacate, mango, mamey) preparar una pasta fluida con 1 kg de EcoMic® y 800 mL de agua y se recubren de 250 a 400 semillas. Sembrar a las dos o tres horas tanto en pregerminador como en bolsas.

Establecimiento de plantaciones de frutales, aplicar de 20 a 40 g en el hoyo y trasplantar las posturas.

El producto se mantiene efectivo al menos durante 18 meses después de envasado y almacenado a temperatura ambiente en lugares frescos y secos.

2.2.2 Principales microorganismos que componen el EcoMic® y funciones

Es un inoculante sólido que contiene propágulos de Hongos Micorrizicos Arbusculares (HMA) con un alto grado de pureza y estabilidad biológica, que viven en simbiosis con las raíces de las plantas superiores. Se logra mayor desarrollo del sistema radical, aumenta la absorción de nutrientes fundamentalmente fósforo y nitrógeno, aumenta la capacidad de toma de agua por las plantas y crea protección contra ciertas plagas de las raíces, favoreciendo el crecimiento de las plantas. Contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas y eleva las poblaciones de varias especies microbianas del suelo (Ecured, 2015).

2.2.3 Respuesta de cultivos de interés agrícola a la aplicación del EcoMic®

En las condiciones de vivero de la UCTB del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical en Jagüey Grande provincia de Matanzas, Cuba, se estudió la influencia de los HMA en el crecimiento de cinco patrones de cítricos injertados con limero 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.). La utilización de HMA motivó de forma variable un mayor crecimiento en los patrones mandarino 'Cleopatra', *Citrus volkameriana* y naranjo 'Agrio'. Se obtuvo un mayor volumen de raíces en las plantas micorrizadas de los patrones mandarino 'Cleopatra', *C. volkameriana* L. Pask, Naranjo 'Agrio' y Citrumelo Swingle no siendo así en el patrón Carrizo. La utilización de HMA favoreció el crecimiento de limero 'Persa' injertado sobre mandarino 'Cleopatra' y *C. volkameriana* L. Pask. Las plántulas inoculadas con HMA presentaron un adelanto significativo de 30 días en su ciclo de producción (Tornet *et al.*, 2013).

Mujica *et al.* (2010) reportan un efecto positivo sobre los indicadores de crecimiento y el rendimiento del tomate (*Solanun lycopersicum* L.) var Amalia a la inoculación líquida del género *Glomus*.

Correa *et al.* (2012) al evaluar diferentes alternativas de fertilización en el cultivo del frijol (fertilizante químico a 50% de las dosis recomendadas, humus de lombriz sólido, microorganismos eficientes (ME) y EcoMic®) reportan que las alternativas de fertilización utilizadas provocaron un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas de frijol, la nodulación natural, el rendimiento y sus componentes siendo el mejor comportamiento productivo el alcanzado por el tratamiento EcoMic®. El testigo sin aplicación tuvo un comportamiento intermedio en general, por lo que sugieren la utilización de combinaciones de fertilizantes orgánicos, microorganismos y EcoMic® para la obtención de altos rendimientos de forma sostenible.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y características edafoclimáticas del área experimental

El trabajo se desarrolló en el área agrícola de la UCTB Jagüey Grande, provincia Matanzas, que se encuentra, localizada entre los 22°30' - 22°50' de latitud norte y los 81°35' - 81°51' de longitud oeste a una altitud de 13-25 m.s.n.m. La localidad se caracteriza por un clima con una temperatura media mensual en el mes más frío de 14,4 °C (enero) y de 33,4 °C en el mes más cálido (julio), una precipitación media anual de 1 494 mm con el período lluvioso entre mayo y octubre, humedad relativa media superior a 80% y 7,6 horas de luz solar (Aranguren, 2009).

Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo Típico con rocosidad y profundidad entre mediana y alta, catalogados como Ferralsol Rhodic y Nitisol Rhodic en correlación con el "World Reference Base" (Hernández *et al.*, 2004).

Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo Típico con rocosidad y profundidad entre mediana y alta, según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba son catalogados como Ferralsol Rhodic en correlación con el "World Reference Base" (Hernández *et al.*, 2004).

La degradación del suelo ha aumentado considerablemente debido al cultivo intensivo con técnicas como la quimización, la mecanización y el riego (Hernández *et al.*, 2020).

Catalogados como el tipo genético de suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández *et al.*, 2015). Son suelos de perfil ABtC, generalmente con corteza de intemperismo más potente que los suelos Ferralíticos Rojos, con un horizonte principal ferralítico, también Bt argílico y características de color rojo. La CIC en arcilla es menor de 20 cmol.kg⁻¹.

3.2 Material vegetal

Para la aplicación del biofertilizante EcoMic® se seleccionaron semillas del cultivar 'Gigante Matancera', se utilizaron dos tratamientos, se utilizó como sustrato suelo (suelo Ferralítico Rojo) más materia orgánica (dosis 75/25), esto se realizó en el vivero del GEAPE de la UCTB Jagüey del Municipio Jagüey Grande, Matanzas.

El material vegetal utilizado para determinar el comportamiento agroproductivo de la selección de papayo 'Gigante Matancera' fue semilla botánica, suministrada por la

Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Varias Matanzas, con un 85% de germinación y un 98% de pureza física.

Para la inoculación se utilizó la técnica de recubrimiento de la semilla, para ello se sumergió la semilla en un preparado del producto comercial EcoMic® (producto portador de micorrizas) a una dosis del 10% del peso de la semilla, coincidiendo con lo realizado por Ruiz *et al.* (2012).

Para ello se emplearon bolsas de 12,5 x 20,0 cm de ancho y alto respectivamente, con más de un litro de capacidad y capaces de contener aproximadamente 1 kg de sustrato. La siembra se realizó de forma directa colocando tres semillas por cada bolsa. Para el mismo se utilizaron 100 semillas de papaya de cultivar 'Gigante Matancera'. Realizándose las evaluaciones a los 15 y 29 días de la germinación donde se analizaron los efectos de dos tratamientos: EcoMic® (50 semillas) y testigo (50 semillas).

El ensayo de este cultivar se plantó con plantas inoculadas con EcoMic® provenientes del vivero donde permanecieron por treinta días. Se montó un diseño de bloques al azar, con cinco réplicas de 10 plantas por tratamiento (50 plantas por tratamiento) y un marco de plantación de 3,0 m x 2,0 m x 2,0 m.

3.3 Tratamientos evaluados

1. Testigo sin inóculo
2. Plantas inoculadas con EcoMic®

3.4 Efectos del EcoMic® en las variables de crecimiento de las plantas de papaya

Se realizó la primera evaluación del crecimiento de las plantas de papaya a los ocho días de plantados, posteriormente se realizaron las siguientes evaluaciones periódicas cada 14 días: altura de la planta (cm) con una regla graduada, diámetro del tallo en la base (mm) con un pie de rey, el número de hojas, flores y frutos se realizó por conteo directo.

3.5 Efectos del EcoMic® en las variables de calidad de los frutos y rendimiento.

Se determinaron las siguientes variables:

- Peso del fruto
- Largo del fruto
- Diámetro del fruto
- °Brix
- Producción (kg/planta)
- Rendimiento (t.ha⁻¹)

3.6 Procesamiento estadístico empleado

Las medias de las diferentes variables evaluadas por tratamiento se compararon por medio de la prueba de Tuckey LSD. Las diferencias se establecieron para valores de $p \leq 0.05$ y se empleó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus versión 5.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados de la etapa de vivero

En la figura 1 se reflejan los resultados de la evaluación de germinación desarrollada en el mes de octubre a los 15 y 29 después de la germinación.

Como se observa a los 15 días de germinación la mayor cantidad corresponde al testigo con 38 semillas germinadas sin embargo a los 29 días de sembrados se observan los mayores resultados de germinación en las semillas inoculadas (con EcoMic®) con 48 semillas germinadas.



Figura 1. Germinación de semillas de papaya a los 15 y 29 días.

De forma general en las plantas que se le inoculó el EcoMic® la germinación fue superior lo que demuestra que el uso de las micorrizas proporcionó las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las posturas. El mismo incidió además en la formación de un sistema radical más difuso, el cual permitirá una mayor resistencia de las plántulas a las condiciones de estrés. Se acorta también el tiempo de permanencia de la planta en la fase de vivero y su posterior ciclo productivo, lo cual tiene un efecto favorable en la precocidad y obtención de altas producciones.

Estos resultados guardan correspondencia con los resultados obtenidos por Serbelló *et al.* (2014) quienes encontraron que la altura y el diámetro de las posturas de fruta bomba, se incrementan con la aplicación del FitoMas-E® y EcoMic®, lo cual proporciona las condiciones necesarias para la germinación de las semillas con un adelanto de los parámetros de calidad para su siembra en campo y obtener una alta producción y homogeneidad de plántulas de papaya en vivero.

4.2 Efectos del EcoMic® en las variables de crecimiento de las plantas de papaya

4.2.1 Altura de las plantas de papaya

En la figura 2 se muestran los resultados de la influencia del EcoMic® en la altura de las plantas de papaya. Se puede observar que a partir de los 50 días de la siembra se muestran diferencias significativas siendo el tratamiento con EcoMic® el de mejores resultados.

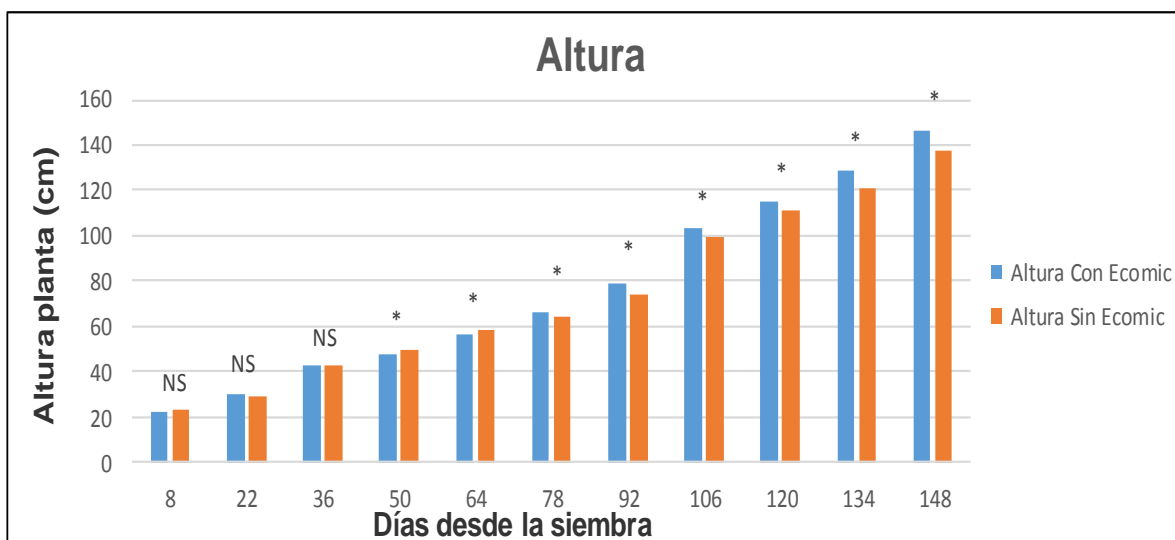


Figura 2. Efectos del EcoMic® en la altura de las plantas de papaya.

Resultados similares fueron encontrados por Jaramillo y Bernal (2009) al evaluar la efectividad de cuatro dosis de micorrizas arbusculares bajo cuatro niveles de fósforo en vivero de Palmito (*Bactris Gasipaes, Hbk*), en la zona de Santo Domingo. Todas las variables de crecimiento evaluadas, mostraron que la inoculación con HMA en etapa de

vivero, es una forma eficiente para obtener plantas de palmito vigorosas, evidenciándose su efecto a partir de los 75 a 90 días después del trasplante, esto muestra que la simbiosis micorriza-planta tiene un tiempo de incubación variable dependiente del cultivo, ambiente, prácticas culturales y especie de micorriza.

Similar comportamiento fue hallado por Álvarez *et al.* (2019) en estudios realizados sobre la influencia del EcoMic® y el Pectimorf® en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. cv. Cunningham, quienes observaron que las semillas que se embebieron en Pectimorf® o se inocularon con EcoMic® la altura se incrementó en un 12% respecto al testigo, lo cual es importante si se tiene en cuenta que *L. leucocephala* cv. Cunningham, por su condición de arbórea, es una planta de crecimiento lento, y esta puede ser una desventaja para su utilización.

4.2.2 Diámetro de las plantas de papaya

Los resultados de la influencia del EcoMic® en el diámetro de las plantas de papaya a partir de los ocho días de plantadas se muestran en la figura 3. En la misma se observa que a partir de los 50 días hasta los 134 días desde la siembra se muestran diferencias significativas siendo el tratamiento con EcoMic® el de mejores resultados.

No así a los 148 días después de la siembra que muestra mejores resultados el testigo. Esto es debido al crecimiento en altura de la planta, pero en general el mejor resultado se favorece con el uso del biofertilizante.

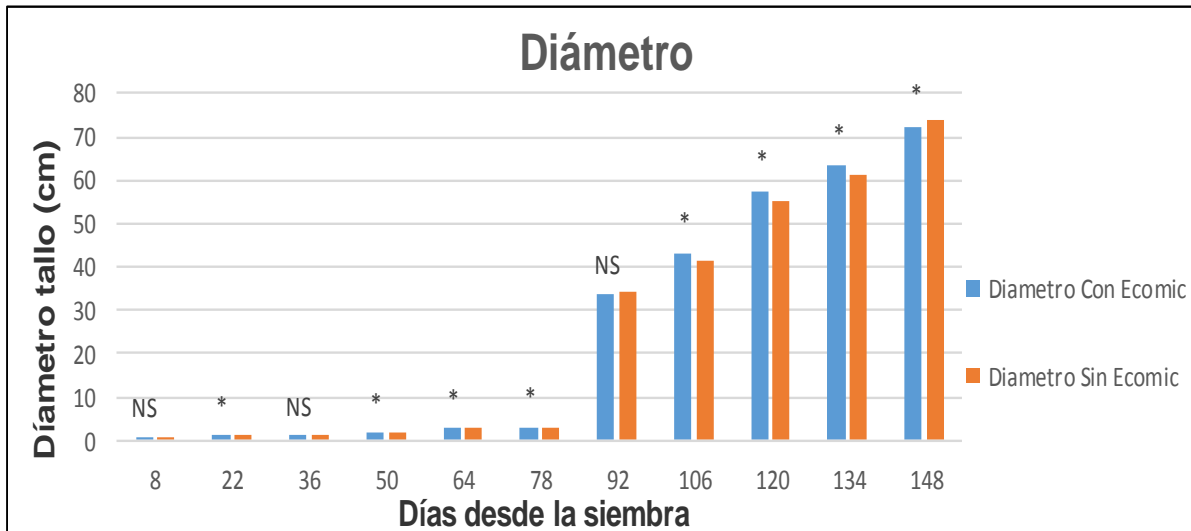


Figura 3. Efectos del EcoMic® en el diámetro de las plantas de papaya.

Los beneficios reportados por el uso de las asociaciones micorrízicas en indicadores de crecimiento y desarrollo de las plantas, particularmente en suelos tropicales, ha sido comprobado por numerosos estudios (Verbruggen *et al.*, 2013).

En tal sentido, se obtuvieron incrementos en indicadores de crecimiento y desarrollo al evaluar el efecto de la inoculación de la cepa *Glomus cubense* en *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximun* (Prieto *et al.*, 2011). Estos resultados guardan correspondencia con los resultados obtenidos por Serbelló *et al.* (2014), quienes encontraron que el diámetro de las posturas de frutabomba, se incrementan con la aplicación del FitoMás-E® y el EcoMic®.

Alcántara *et al.* (2019) observaron en el estudio de dos genotipos de papaya, Maradol y Mulata en combinación con fertilizantes químicos, orgánicos e inoculantes biológicos que el diámetro del tallo no mostró diferencias significativas entre los genotipos de papaya con los diferentes tipos de fertilización. Sin embargo, observaron un incremento en el diámetro del tallo de la variedad Mulata, con el uso de inoculantes biológicos.

4.2.3 Número de hojas de las plantas de papaya

Con el objetivo de evaluar la influencia del EcoMic® en el desarrollo del cultivar Gigante Matancera se evaluó el número de hojas de las plantas con una frecuencia de 14 días desde la siembra como se muestra en la figura 4.

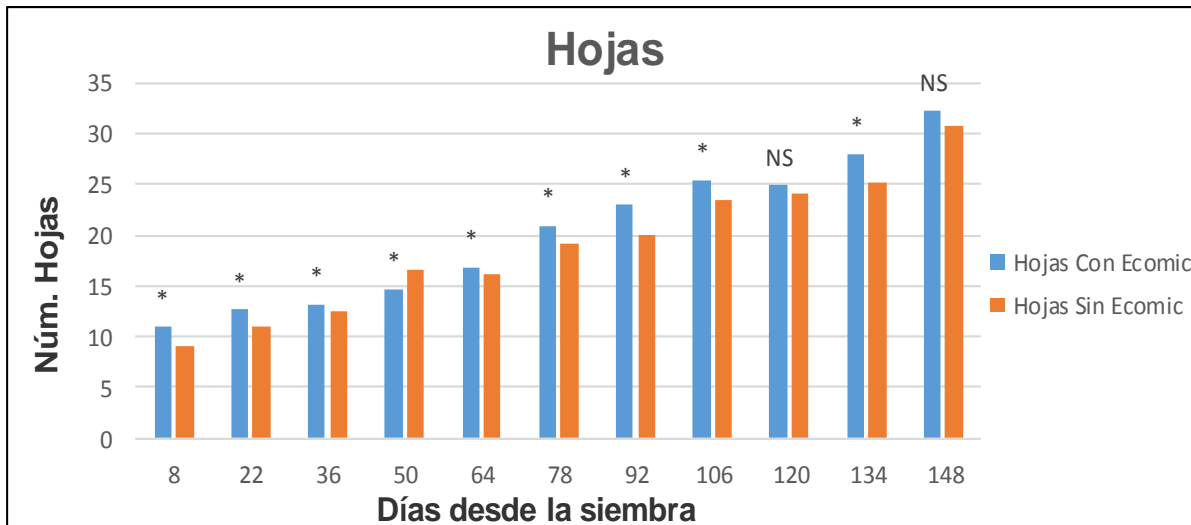


Figura 4. Efectos del EcoMic® en el número de hojas de las plantas de papaya.

En la misma se observa que a partir de los ocho días desde la siembra hasta los 106 se muestran diferencias significativas siendo el tratamiento con EcoMic® el de mejores resultados. Mientras que a los 120 días y los 148 días de la siembra no se observa diferencias significativas debido a la eliminación de hojas senescentes y amarillas que se realiza para sanear la planta.

Esto demuestra que el uso del EcoMic® contribuye al desarrollo foliar lo que se corresponde con los resultados obtenidos por del Valle (2022) que plantea que los biofertilizantes por separados fueron los de mejor resultados en la dinámica de crecimiento de las plántulas de tomate ya que se estimuló positivamente el desarrollo foliar de las plantas.

El número de hojas producidas por año, servirá de base a la hora de seleccionar los cultivares que tienen mejor crecimiento vegetativo y a su vez, es un indicador claro de la productividad, al considerar que en la axila de cada hoja se forma al menos un fruto (Alonso *et al.*, 2009).

Al estudiar la combinación de la simbiosis micorrízica arbuscular (HMA), con fuentes de materia orgánica para el crecimiento de la frutabomba Del Toro (2019) observó que los tratamientos inoculados mostraron diferencias significativas desde los 15 días del trasplante, con respecto a los no inoculados. Estos resultados indican que en los tratamientos donde se emplea el EcoMic®, se logra una mejor disponibilidad de nutrientes, que favorece el crecimiento y desarrollo de la planta.

4.2.4 Número de flores de las plantas de papaya

Con el objetivo de evaluar la influencia del EcoMic® en el desarrollo del cultivar Gigante Matancera se evaluó el número de flores de las plantas con una frecuencia de 14 días desde la siembra como se muestra en la figura 5. En la misma se observa que a los 92 y 106 días de la siembra se muestran diferencias significativas siendo el tratamiento con EcoMic® el de mejores resultados. No así a los 120 y 134 que no hubo diferencia en los tratamientos y a los 148 que se observa que en el tratamiento con EcoMic hay menor cantidad de flores, debido a que la mayoría de estas ya culminaron su ciclo y se encuentran formando la columna de frutos. Esto demuestra que las inoculaciones de microorganismos benéficos a las plantas les permiten florecer mucho más rápido que las no inoculadas, de ahí que pasan más rápido a formar la columna de frutos, siendo positiva la inoculación en este cultivar.

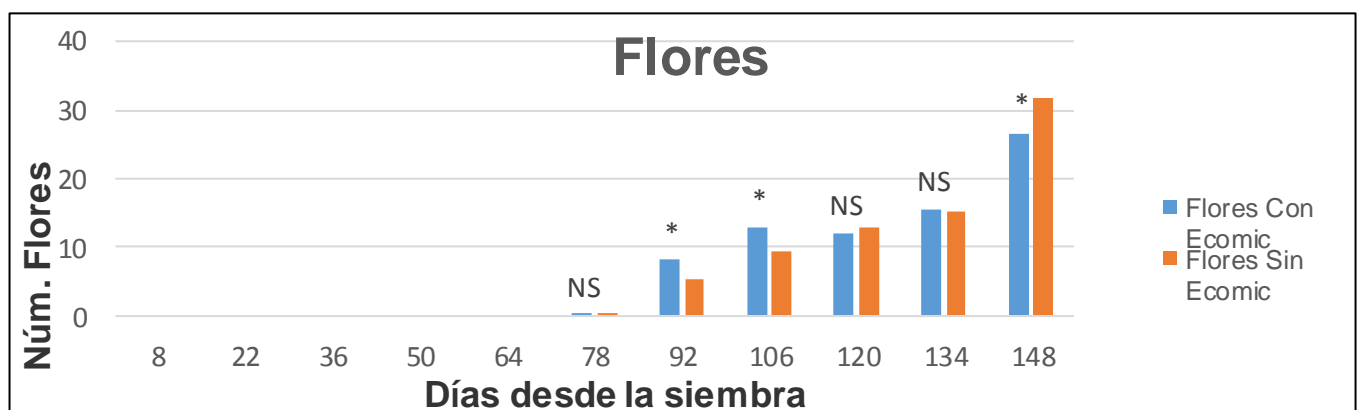


Figura 5. Efectos del EcoMic® en el número de flores de las plantas de papayo.

Soroa *et al.* (2003) en estudios realizados sobre el efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre algunas variables de crecimiento y rendimiento en *Gerbera jamesonii* cv. Bolus encontraron que las plantas de los tratamientos inoculados florecieron antes que el tratamiento control que lo hizo a los 92 días. Estos resultados coinciden con lo señalado por otros autores, que plantean que las inoculaciones de microorganismos benéficos a las plantas les permiten florecer mucho más rápido que las no inoculadas (Bashan, 1996; Jacob, 1997).

Díaz (2008) evaluó el número de flores por planta a los 45 días de efectuado el trasplante, destacándose la inoculación de EcoMic® aplicado en la hilera del surco a razón de 1 kg.m² con resultados favorables, lo que permite afirmar que la aplicación de EcoMic® causa un efecto positivo en la floración de las plantas de tomate.

4.2.5 Número de frutos de las plantas de papaya

Con el objetivo de evaluar la influencia del EcoMic® en el desarrollo del cultivar Gigante Matancera se evaluó el número de frutos de las plantas con una frecuencia de 14 días de la siembra como se muestra en la figura 6. En la misma se observa que a partir de los 92 días se muestran diferencias significativas siendo el tratamiento con EcoMic® el de mejores resultados.

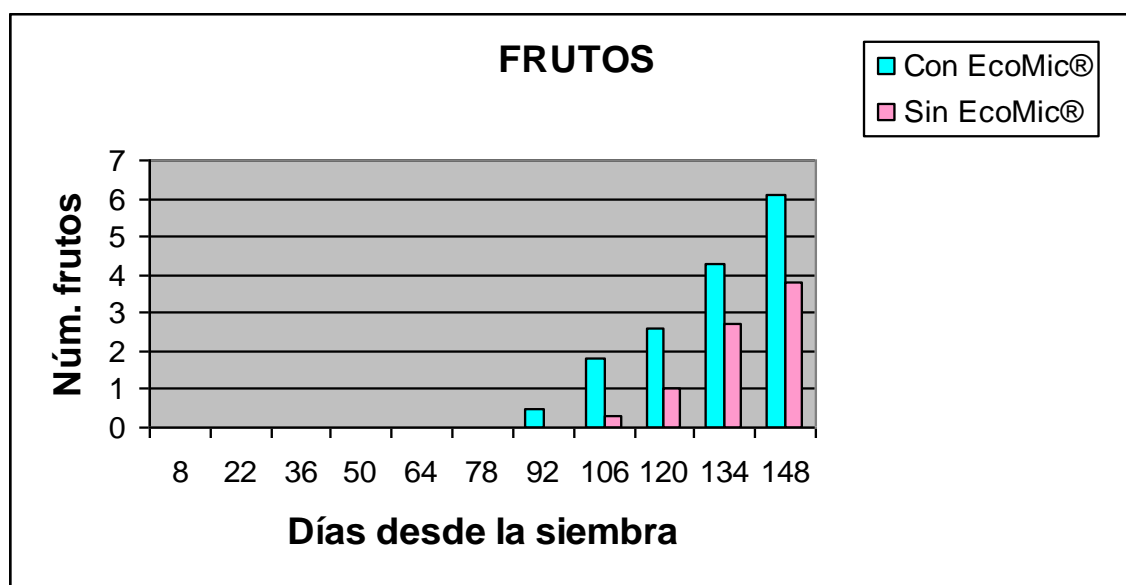


Figura 6. Efectos del EcoMic® en el número de frutos de las plantas de papaya.

Cabrera *et al.* (2016) en estudios realizados sobre la efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMic® en la producción de (*Solanum lycopersicum* L.) var. Mamonal 21 apreciaron que la preinoculación de las semillas de tomate en el semillero es efectiva y ofrece resultados similares de rendimiento al igual que cuando se procede a la inoculación de las plántulas en el área donde se establecerá la plantación, lo cual coincide con Hernández (1998) quien además agrega, que puede llegar hasta un 25%.

4.3 Efectos del EcoMic® en las variables de calidad de los frutos y rendimiento

En la tabla 1 se muestra la influencia del EcoMic® en la calidad de los frutos y en los parámetros de producción y rendimiento del cultivar Gigante Matancera en el ensayo plantado al efecto.

Tabla 1. Efectos del EcoMic® en la calidad de los frutos y rendimiento

Tratamientos	Calidad Frutos				Producción y Rendimientos estimados	
	Peso	Largo	Diam	°Brix	Prod kg/planta	Rend (t.ha ⁻¹)
EcoMic	3744 a	35,0 a	13,0 a	6,0 b	101 a	298 a
Testigo	3105 b	33,1 b	12,4 b	6,6 a	70 b	208 b
E.S	81,54*	0,48*	0,13*	0.13*	0,25*	0,43*
CV	11,16	6, 6	4,8	9,7	13,1	25,0

Se determinó la influencia del empleo de EcoMic® en la producción y los rendimientos, donde los mejores resultados fueron en el tratamiento donde se inoculo el EcoMic®.

Resultados similares fueron alcanzados por Díaz (2008) al aplicar EcoMic® en el momento de la plantación, pues para sus condiciones con la inoculación de este biofertilizante obtuvo un rendimiento promedio de 5,87 kg.m⁻²

Del Toro (2019) determinó que el peso promedio del total de frutos con madurez técnica por tratamiento mostró diferencias estadísticas significativas en las variantes donde se empleó el EcoMic® solo o combinado con estiércol vacuno.

Según Candelario (2011) el peso de los frutos varía entre 1,9 kg y 4,3 kg, apreciándose que dicha selección presenta frutos pesados, por encima del peso medio citado para cultivares del grupo Formosa y la producción media obtenida para la selección Gigante Matancera alcanzó valores de 118,9 kg/planta, lo que coincide con los resultados obtenidos a partir de la inoculación con el EcoMic®.

5. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados expuestos y discutidos en la presente investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

1. La germinación se vio favorecida con la aplicación del bioproducto estudiado, lo que demuestra que el uso de las micorrizas proporcionó las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las posturas.
2. El tratamiento con EcoMic® mostró los mejores resultados en cada una de las variables de crecimiento evaluadas.
3. Las variables de calidad de los frutos (peso, largo y diámetro) así como la producción (kg/planta) y el rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) fueron superiores con la aplicación de EcoMic® mostrando diferencias significativas en relación al testigo.

6. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados experimentales alcanzados y las conclusiones obtenidas se recomienda:

1. Realizar estudios similares en otros cultivares de fruta bomba y en diferentes condiciones edafoclimáticas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, R. 2018. Crecimiento, morfología floral y expresión sexual de genotipos no comerciales y comerciales de papayo (*Carica papaya*). Veracruz. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrosistemas Tropicales. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Alcántara, J. A.; Aguilar, C.; Leyva, S. y Alcántara; A. O. 2019. Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 10(3): 575-584.
- Alonso, M.; Torner, Y.; Ramos, R.; Farrés, E. y Rodríguez D. 2009. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 33(2): 267-274.
- Álvarez, J C. y Tapia, L M. 2019. Selección de plantas de papaya sobresalientes en ambientes comerciales con fines de mejoramiento. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Publicación especial (23): 303-311.
- Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ministerio de la Agricultura.
- AtlasBig. 2021. Producción mundial de papaya por país [en línea]. Disponible en: <http://mhtml>. [Consulta: octubre, 18 2023].
- Badillo, V. M. 2002. *Carica L.* vs. *Vasconcella St. Hil.* (Caricaceae) con la rehabilitación de este último. *Ernstia* 10: 74-79.
- Bashan, Y. 1996. Interacciones entre plantas y organismos benéficos. Bacterias asociativas de la rizosfera. *Terra*. 1(2): 195-242.
- Caballero, W. M. 2012. Tecnología para el desarrollo sostenible de viveros de papaya (*Carica papaya* L.). Santa Clara. Tesis en opción al título de Máster en Agricultura Sostenible. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Cabrera, Y. L.; Miranda, E. y Santana, Y. 2016. Efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMic® en la producción de *Solanum lycopersicum* L. var. Mamonal 21. *Avances*. 18(1): 77-85.

- Candelario, Y. 2011. Comportamiento agroproductivo de la selección de Papaya (*Carica papaya* L.) 'Gigante Matancera' en las condiciones edafoclimáticas de Jagüey Grande. Matanzas. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas.
- Chávez, M. 2018. La papaya silvestre, el reservorio natural de una especie de gran valor [en línea]. Disponible en: [http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ISSN: 2395-8790](http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ISSN:2395-8790). [Consulta: octubre, 18 2023].
- Comby, M.; Mustafa, G.; Magnin-Robert, M.; Randoux, B.; Fontaine, J.; Reignault, P. y Lounès-Hadj, A. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungias potential bioprotectants against aerial phytopathogens and pests. In: Q.-S. Wu (Ed.). Arbuscular mycorrhizas and stress tolerance of plants. Singapore: springer Singapore. p. 195-223.
- Corbera, J. y Nápoles, M. C. 2010. Evaluación de la inoculación conjunta *Bradyrhizobium japonicum* – Hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya cultivada en época de verano. Memorias del XVII Congreso Científico Internacional INCA. La Habana.
- Correa, J. R.; Reyes, J. J.; Andérez, M. y Prieto, O. 2012. Alternativa de fertilización biológica y orgánica en el frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.), variedad Guamá en Holguín [en línea]. Disponible en: <http://www.prinaagrotecnica.Esalternativa>. [Consulta: septiembre, 31 2023].
- Del Toro, L. 2019. Efecto de la biofertilización con EcoMic® en el cultivo de la frutabomba (*Carica papaya* L.) en condiciones de producción. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas.
- del Valle, A. 2022. Uso de Agromena y EcoMic como fertilizante alternativo en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en los Cultivos Protegidos. Matanzas. Tesis en opción al título de Especialista en Fruticultura Tropical. Universidad de Matanzas.
- Díaz, M. 2008. Evaluación de diferentes métodos de inoculación de EcoMic® y MicoFert® en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicon*, L var. Lignon) en

condiciones de organopónico. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”.

- ECURED. 2015. INIVIT fb–2000 Enana [en línea]. Disponible en: https://www.ecured.cu/INIVIT_fb_%E2%80%932000_Enana. [Consulta: junio, 11 2023].
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Composición de la fruta de papaya (Contenido en 100 gramos de porción comestible). Tabla de composición de Alimentos de América Latina [en línea]. Disponible en: http://www.fao.org/index_ES.htm [Consulta: junio, 11 2023].
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales [en línea]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish.pdf. [Consulta: septiembre, 31 2023].
- García, D. 2012. Fluctuación poblacional de afidos y alternativas para el manejo del virus de la mancha anular de la papaya en *Carica papaya*. L. Santa Clara. Tesis en opción al título de Master en Agricultura Sostenible. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas.
- Granja, M. 2019. Frutas exóticas ecuatorianas en mercados internacionales [en línea]. Disponible en: <https://corpei.org/2019/01/02/frutas-exoticasecuadorianas-en-mercados-internacionales/#> [Consulta: septiembre, 31 2023].
- Grau, Y. 2014. Propiedades físico-químicas y mecánicas de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) para su posterior manejo poscosecha. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas.
- Hernández, M. 1998. Complementación de la nutrición mineral del tomate mediante el uso de biofertilizantes. En: IV Taller de Biofertilizante en los Trópicos. Programas y Resúmenes. XI Seminario del INCA. La Habana. Cuba. p. 192.
- Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Cabrera, A.; Morales M y Medina, N. 2004. Correlación de la Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba

con la World Referente Base. Conferencia en Curso de Postgrado de Clasificación de los Suelos.

- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Castro, N. 2015. Nueva Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA. Mayabeque, Cuba. 93 p.
- Hernández, A.; Morales, M.; Carnero, G.; Hernández, Y.; Terán, Z.; Grandio, D.; Bojórquez, J. I.; Vargas, D.; Bernal, A.; Terry, E.; Gonzales, P. J.; Cabrera, J. A. y García, J. D. 2020. Nuevos resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos ferralíticos rojos lixiviados de la llanura roja de la Habana. Ediciones INCA. Mayabeque, Cuba. 15 p.
- IIFT. 2009. Descriptor de la selección de papaya 'Gigante Matancera'. Plegable. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana. Cuba.
- IIFT. 2016. Instructivo técnico para el cultivo de la papaya. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana. Cuba.
- Jacob, M. 1997. Beneficial organisms increase yield and resistance of Gerbera. TASPO- Gartenbaumagazing. 6(12): 56-57.
- Jaramillo, F. E. y Bernal, G. 2009. Evaluación de la efectividad de cuatro dosis de Micorrizas Arbusculares bajo cuatro niveles de Fosforo en vivero de Palmito (*Bactris Gasipaes*, Hbk), en la zona de Santo Domingo. EIDOS. p. 42-47.
- Mujica, Y.; de la Noval, B. y Dell Almico, J. 2010. Respuesta del cultivo de tomate a la aplicación de dos inoculantes de hongos micorrízicos arbusculares por vías diferentes de inoculación. Agronomía Tropical. 60(4): 381-388.
- Marin, D. 2015. Determinación de parámetros químicos que definen la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) mediante espectroscopia VIS/NIR. Santa Clara. Tesis en opción al título de Master en Ingeniería Agrícola. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2004. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* Lin). Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT). 9 p.

- MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2010. Programa para la Recuperación y Desarrollo de los Biofertilizantes Documento presentado al MEP. Organización Mundial de la Salud. Alimentación sana. Nota descriptiva N° 394. New York: OMS.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2011. Instructivo técnico para el cultivo de la papaya. Biblioteca ACTAF. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). La Habana. Cuba.
- Martínez, F.; García, C.; Gómez, L. A.; Aguilar, Y.; Martínez-Viera, R.; Castellanos, N. y Riverol, M. 2017. Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. Agroecología. 12(1): 25-38.
- Moo, R. D. 2015. Conocimiento tradicional y prácticas sobre la expresión sexual y la reproducción de la papaya (*Carica papaya* L.) en solares de Pomuch Campeche. Mérida. Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias en la especialidad de Ecología Humana. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Nava, Y. 2008. Influencia de la micorriza arbuscular en la actividad fotosintética, las relaciones hídricas y el crecimiento de *Carica papaya* var. Maradol, bajo condiciones limitantes de fósforo y agua. Mérida. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias y Biotecnología de Plantas. Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Prieto, B. O.; Belezaca, P. C.; Mora, S. W.; Vallejo, Z. E.; Gutiérrez, L. V. y Pinargote, M. E. 2011. Inoculación de *Brachiaria decumbens* con hongos formadores de micorriza arbuscular nativos del trópico húmedo ecuatoriano. Ciencia y Tecnología. 4(2): 9-18
- Ruiz, L.; Carvajal, D.; Rivera, R.; Simó, J.; Romero, R. y González, J. 2012. Validación en la producción de un nuevo método de inoculación con EcoMic® en el cultivo de la papaya. MINAGRI, Cuba. 5 p.
- Serbelló, G.; Mesa, J. R. y Soto, R. 2014. Efecto de diferentes alternativas biológicas, sobre el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de fruta bomba (*Carica papaya* L.). Científica Agroecosistemas. 2(1): 247-253.

- Soroa, M. R.; Cortés, S. L. y Hernández. A. 2003. Estudio del efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre algunas variables de crecimiento y rendimiento en *Gerbera jamesonii* cv. Bolus. *Cultivos Tropicales*. 24(2): 15-17.
- STATISTICA, Versión 6.1, StatSoft, Inc. 2003. Statistica (Data analysis software system), version 6.1. Statsoft, Inc. www.statsoft.com/.
- Statistical Product and Service Solutions. 2006. SPSS, versión 15.0 [en línea]. Disponible en: <http://www.spss.com/>. [Consulta: junio, 31 2023].
- Tornet, Y.; Aranguren, M. y Sardiñas, O, L. 2013. Influencia de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el crecimiento en vivero de cinco patrones de cítricos Injertados con limero 'persa' (*Citrus latifolia* Tan.). *CitriFrut*. 30(1): 31-39.
- Vargas, Y. B.; Díaz, A. E.; Congo, C. D.; Tinoco, L. A. y Viera, W. F. 2020. Comparación de las características de calidad de fruta en genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) provenientes de Shushufindi y La Joya de los Sachas, Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 22(1): e1930.
- Vázquez, E.; Mata, H.; Ariza, R. y Santamaria, F. 2010. Producción y manejo de la papaya Maradol en la planicie Huasteca. Libro técnico No.4. Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México. 129 p.
- Verbruggen, E.; van der Heijden, M. G. A.; Rillig, M. C. y Kiers, E. T. 2013. Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: factors determining inoculation success. *New Phytologist*. 197(4): 1104-1109.