

EFFECTO DE DOS BIOPRODUCTOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE FRUTABOMBA (*Carica papaya* L.) EN CONDICIONES DE VIVERO



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Frank David Sánchez Herrera

Tutores: Dr. C. Ramón Liriano González.

Matanzas

2024

PENSAMIENTO.

*'' La educación empieza con la vida y acaba sino con la muerte...
La mente cambia sin cesar, y se enriquece y perfecciona con los
años''*

JOSE MARTI



DEDICATORIA.

- A mis padres Arelis Herrera Coello y Daniel Sánchez Fundora que me han guiado en el camino por el estudio y la superación y entregarme todo su apoyo y ejemplo.
- A mi esposa Lisandra Padrón González por ser mi compañera incondicional y estar siempre a mi lado apoyándome y dando fuerzas.
- A mi hijo Fabian David Sánchez Padrón por ser mi motor impulsor para salir adelante y seguir superándome.

AGRADECIMIENTOS.

- A mí querido país por haberme dado la oportunidad de estudiar y superarme.
- A mis padres Arelis Herrera Coello y Daniel Sánchez Fundora por ser unos padres ejemplares y estar siempre conmigo apoyándome.
- A mi hermana Daniela por su comprensión, paciencia y apoyo.
- A mi esposa Lisandra Padrón por su amor, ayuda y estar siempre a mi lado en las buenas y malas.
- A mi hijo Fabian David Sánchez Padrón por impulso cada día.
- A mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González por su ayuda, enseñanzas, consejos y apoyo durante todos estos años.
- A todos los trabajadores de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” que me brindaron su ayuda para hacer posible este trabajo.
- A todos aquellos que hicieron posible la realización de este trabajo y que de una manera u otra estuvieron, ayudarme y aconsejarme.

**A todos,
Muchas gracias.**

RESUMEN.

En Cuba uno de los aspectos que ha contribuido a la expansión del cultivo de la frutabomba ha sido el incremento de la demanda motivada por su valor alimenticio en lo que respecta al contenido de vitaminas, el favorable efecto que tiene en la digestión y asimilación de los alimentos, así como su consumo como fruta fresca, en postre o ensalada. En el Departamento de Agricultura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas se trabaja con diferentes bioproductos en cultivos de importancia económica, de ahí que el presente trabajo constituye una propuesta de proyecto que tiene como objetivo: Evaluar el efecto de la aplicación de Microorganismos eficientes y QuitoMax® en el crecimiento de plántulas de frutabomba en condiciones de vivero. Se efectuó la búsqueda de información para la fundamentación, el diseño de métodos y procedimientos de cada etapa de la investigación, así como de la relación de los recursos y el presupuesto necesario. Se culmina con el cálculo de un presupuesto total de 1 721 734,55 pesos para la ejecución del proyecto en tres años, lo que pudiera contribuir a la estabilidad e incremento en la producción de plántulas de frutabomba con alto valor comercial.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. FUNDAMENTACIÓN	2
2.1 Generalidades del cultivo de la frutabomba.	2
2.1.1 Origen y distribución.	2
2.1.2 Importancia alimenticia, industrial y para la salud.	2
2.1.3 Clasificación taxonómica y descripción botánica.	4
2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos.	6
2.1.5 Cultivares comerciales.	6
2.1.6 Agrotecnia del cultivo.	7
2.1.7 Cosecha.	9
2.2 Microorganismos Eficientes (ME)	10
2.2.1 Antecedentes. Definición	10
2.2.2 Principales microorganismos que componen los ME y funciones	10
2.2.3 Estudios de la aplicación de ME en la producción agrícola	12
2.3 QuitoMax®.	13
2.3.1 Características	13
2.3.2 Proceso de obtención del quitosano y quitina	13
2.3.3 Estructura química	14
2.3.4 Forma y dosis de aplicación del QuitoMax®	15
2.3.4.1 Forma de aplicación	15
2.3.4.2 Dosis de aplicación	16
2.3.5 Resultados aplicación de QuitoMax® en cultivos de importancia económica	16
3. OBJETIVOS.	18
4. RESULTADOS ESPERADOS.	19
5. METODOS Y PROCEDIMIENTOS. CRONOGRAMA.	20
6. RECURSOS NECESARIOS.	26
7. PRESUPUESTO.	28
8. EVALUACIÓN ECONOMICA FINANCIERA.	31
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUCCION.

La agricultura orgánica sostenible plantea desafíos nuevos a los países y sus instituciones, especialmente en la posibilidad de contribuir a la calidad del medio ambiente, la generación de ingresos y la seguridad alimentaria.

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; citado por Viquillón y Osoria de la Cuesta, 2023). Las frutas y las verduras son componentes esenciales de una dieta saludable, por lo que la Organización Mundial de la Salud [OMS], (2016) recomienda un consumo mínimo de 400 g diarios de frutas y vegetales, como óptimo para garantizar los requerimientos nutricionales del ser humano, debiendo corresponder a frutas 150 g/día.

La frutabomba (*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, unido a su consumo como fruta fresca, debido a su alto valor nutritivo.

El vivero constituye la primera etapa del proceso productivo de este cultivo, por lo que es muy importante el establecimiento y manejo de las plántulas, con el objetivo de producir plantas sanas y vigorosas

Por otra parte, la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a disminuir los costos de la producción agrícola cuidando el medio ambiente, obliga a estudiar la posibilidad de utilizar el potencial que tienen los bioproductos para los cultivos.

En este contexto, investigaciones realizadas demuestran que la inoculación con microorganismos eficientes (ME) pueden mejorar la calidad del suelo, el crecimiento, producción y calidad de los cultivos (Campo *et al.*, 2014).

A su vez la quitosana ha sido ampliamente empleada por sus potencialidades biológicas, principalmente por poseer actividad antimicrobiana, inducir respuestas defensivas y tolerancia a estrés abiótico, además de promover el crecimiento y el desarrollo de varias especies (Pichyangkura y Chadchawan, 2015).

El bioestimulante líquido QuitoMax®, a base de quitosana, funciona como activador de la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas. Mediante aplicaciones

preventivas, protege los cultivos contra patógenos potenciales e influye positivamente en el crecimiento de las plantas (Falcón *et al.*, 2015).

En correspondencia con lo planteado anteriormente se formula el siguiente **problema científico**:

Limitada disponibilidad de materia orgánica para conformar el sustrato reduce las posibilidades de obtención de plántulas de calidad en el cultivo de la frutabomba durante la fase de vivero.

Para dar solución al problema se asumió la siguiente **hipótesis científica**:

La aplicación de Microorganismos eficientes (ME) y QuitoMax® en la fase de vivero en el cultivo de la frutabomba, permitirá incrementar y obtener plántulas de calidad para su establecimiento en las áreas de producción.

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1 Generalidades del cultivo de la frutabomba

2.1.1 Origen y distribución.

Se estima que la especie *Carica papaya* L. se originó hace aproximadamente 25 millones de años en alguna zona de Mesoamérica (Carvalho y Renner 2012). Se cree que los mayas fueron los responsables del inicio de la domesticación de la especie al comenzar su cultivo. Después de la conquista española en el siglo XVI, la papaya empezó a ser transportada y comercializada a otras partes del mundo. Esto permitió que actualmente existan una gran cantidad de variedades de papaya con diferentes características de tamaño, sabor o color (Chávez y Núñez, 2017)

2.1.2 Importancia alimenticia, industrial y para la salud.

La frutabomba como frutal se consume principalmente como fruta fresca, en postre o ensalada. Los frutos maduros también se emplean para hacer bebidas frescas o bebidas suaves carbonatadas, helados, jaleas, mermeladas, cubos enlatados con jarabe, fruta cristalizada, encurtidos y pulpa seca en dulce.

Se considera fuente de antioxidantes (carotenos, vitamina C y flavonoides), vitamina B (ácido fólico y ácido pantoténico), minerales (potasio, magnesio, entre otros) y fibra. Adicionalmente, es fuente de papaína (enzima digestiva) que es utilizada en las industrias: cervecera, carnes, farmacéutica, productos de belleza y cosmética (FAOSTAT, 2012).

También contiene carotenoides como licopeno, β -cryptoxanthina y β -caroteno (Rivera *et al.*, 2010).

Las frutas frescas contienen cantidades de compuestos bioactivos y de valor nutracéutico, que hace que brinden beneficios potenciales para la salud (Nwofia *et al.*, 2012). Al igual que muchas frutas y verduras, la papaya es una rica fuente de antioxidantes. Los antioxidantes tienen un efecto neutralizante de los radicales libres (Addai *et al.*, 2016).

Este frutal además de tener una gran cantidad de agua, contiene según Gutierrez (2013) otros elementos muy importantes para nuestra salud como la vitamina A, Vitamina C, potasio y fibra los cuales son esenciales para el buen funcionamiento de

nuestro sistema inmunológico, para tener una excelente digestión y una buena absorción del hierro que se encuentra en los alimentos.

La fruta madura es rica en hierro y calcio, es un buen recurso de vitamina A y B y un excelente recurso de vitamina C. Estas vitaminas tienen un alto poder antioxidante. Todos los nutrientes de la fruta mejoran el sistema cardiovascular, protegen contra enfermedades del corazón, ataques al corazón, y previenen el cáncer de colon. Asimismo, es un excelente recurso de β -carotenos que previene el daño producido por los radicales libres, que pueden ser los responsables de muchas formas de cáncer (Vij y Yash, 2015).

En tal sentido Espinosa (2015) afirma que la frutabomba es una fruta dulce y sana, se caracteriza por los nutrientes que posee, vitaminas A y C, vitamina B1, B2, Niacina o B3, minerales como calcio, sodio, potasio, fósforo, hierro, entre los principales. Además, por cada 100 gramos de la fruta se consume tan solo 53 calorías, constituyendo una fruta altamente apetecida por sus propiedades nutritivas y por los diferentes usos que se le puede dar, tanto para consumirla fresca, en jugos o purés.

2.1.3 Clasificación taxonómica y descripción botánica.

La familia Caricacea solamente incluye cuatro géneros (Alfonso, 2010) tres de los cuales son de América tropical (*Carica*, *Jacoratia* y *Jarilla*) y uno de África ecuatorial (*Cylicomorpha*). El género *Carica* agrupa unas 21 especies de plantas, dentro de las cuales *Carica papaya* es la más importante por su utilización en la alimentación humana, la clasificación taxonómica se detalla a continuación:

División: Antophyta

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Chrisopétala

Orden: Parietales

Familia: Caricacea

Género: *Carica*

Especie: *papaya*

El Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) (2011) manifiesta que la especie *Carica papaya* L. pertenece a la familia Caricaceae, la cual está dividida en cinco géneros, con 31 especies: *Carica* (21 especies), *Jacaratia* (6 especies), *Cylicomorpha* (2 especies), *Jarilla* (1 especie) y *Horovitzia* (1 especie).

Es una planta herbácea, de crecimiento rápido y de vida corta. Posee vasos laticíferos en todas las partes de la planta. Presenta una raíz principal pivotante que puede desarrollarse hasta un metro de profundidad. Las raíces secundarias se desarrollan en un radio de 80 cm y la mayor concentración de raíces absorbentes se encuentra en los primeros 20 cm (Alfonso, 2010).

El tallo es recto, cilíndrico, blando esponjoso-fibroso, hueco excepto en los nudos, a partir de los 20 cm de altura. El diámetro del tallo en las plantas adultas varía entre 15 y 30 cm y puede alcanzar hasta 10 m de altura (IIFT, 2011).

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.

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 sólo estaminadas) (IIFT, 2011).

El fruto según plantea Alfonso (2010) es una baya, que puede ser cilíndrico, alargado, en forma de pera o de forma globular oval o redondo. La forma de los frutos depende de la variedad y del tipo de flor del cual se han formado. Según las variedades, los frutos pueden alcanzar de 15 cm a 50 cm de longitud, de 12 cm a 25 cm de diámetro y un peso de 0.5 libras a 25 libras o más. El IIFT (2011) expone que el fruto de la papaya está formado por tres partes: exocarpio (piel-cáscara), mesocarpio (pulpa-masa) y endocarpio (semillas y mucílago). Su tamaño varía según los cultivares y el manejo de la plantación. La forma del fruto es variable, pueden ser alargados, redondos y piriformes. El color de la fruta madura varía de amarillo pálido, amarillo rosáceo a rojizo

anaranjado, rojo suave y rojo salmón. Está compuesto mayormente de agua, y el resto de azúcares, fibras, vitaminas y minerales.

Alfonso (2010) afirma que la semilla está formada por un embrión pequeño, aplanado lateralmente y rodeado por el endospermo, así como de una cubierta formada por una endotesta dura y muricada y de una sarcotesta traslúcida que contiene un fluido delgado mucilaginoso. Cada fruto puede producir de 300 a 800 semillas, las cuales tiene un sabor picante y una cantidad considerable de grasa amarilla. Al respecto el IIFT (2011) declara que las semillas de frutabomba presentan diferentes tonalidades, que varían del gris al pardo negruzco. Su forma puede ser redondeada u ovoide y se encuentra encerrada en un arilo transparente conteniendo un mucílago lipoproteico ligeramente ácido. Los cotiledones son ovoides-oblongos, aplanados y de color blanco o crema.

2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos.

La frutabomba se cultiva bajo condiciones de lluvia o riego, en climas cálidos con temperaturas medias entre 24 °C y 27 °C. No tolera heladas, ni vientos fuertes y tampoco suelos mal drenados. Las precipitaciones deben estar en el orden de 1 500 mm a 2 000 mm anuales distribuidas de la forma más homogénea posible, de lo contrario, para lograr alta productividad, se requiere restablecer el déficit de humedad mediante el riego. La altitud sobre el nivel del mar oscila entre 0 m y 400 m. Los suelos deben ser sueltos y de pH entre 6,5 a 7,5; preferentemente con alto contenido de materia orgánica (IIFT, 2011).

Alfonso (2010) afirma que esta planta se desarrolla muy bien en suelos de textura franco, aunque se puede cultivar en cualquier otro tipo de suelo siempre y cuando tenga una profundidad mínima de 0,50 m; buena capacidad de retención de agua así como facilidad para eliminar el exceso de esta. Además es favorable que el pH oscile entre 5,5 y 7,5 y que tenga un buen contenido de orgánica.

2.1.5 Cultivares comerciales.

De Oliveira *et al.* (2012) refieren que las variedades o cultivares de papaya se dividen en dos grandes grupos: uno de frutas grandes, mencionado por varios autores con el

nombre de "Formosa" y otro de frutas pequeñas, conocido con el nombre de "Solo". El nombre "Solo" hace referencia al tamaño de la fruta que resulta adecuado para una única porción, incluye cultivares que producen fruta deseables para la exportación, con pulpa e color amarillo-rojizo, tamaño pequeño, de forma de pera u oval y de peso comprendido entre 300 g y 650 g. Las frutas del grupo "Formosa", de forma oblonga, tienen la pulpa de color rojizo y cada una pesa entre 1000 g y 3000 g, este grupo está compuesto por híbridos comerciales.

Evans *et al.* (2012) plantean que se conocen dos tipos principales de papaya cultivados: de tamaño pequeño (o papayas Hawaianas) en las que el tipo Solo es la más conocida, originada en Barbados y más tarde producido en Hawái, donde se convirtió en uno de los productos de exportación más importante y de gran tamaño (o papayas Mexicanas) donde la variedad Maradol es la más conocida, con origen en Cuba como resultado de un proceso de mejoramiento.

En Cuba, donde la base genética de la papaya es estrecha, sustentada fundamentalmente en el cultivo de la variedad Maradol Roja, la diversificación de variedades y accesiones de papaya podría constituir una alternativa para la diversificación de la fruticultura en el país. Para lograr esto, se vienen desarrollando varios estudios sobre el comportamiento agroproductivo y fitosanitario de variedades introducidas al país (Rodríguez *et al.*, 2011).

Entre los cultivares de papaya más cultivados en nuestro país se encuentran: Maradol Roja, Maradol Amarilla, Nica III, Tainung 1, Scarlett Princess, INIVIT fb - 2000 Enana, HG/MA, HG/MR. La Maradol Roja obtenida mediante un riguroso trabajo de polinización y selección de materiales, es el principal cultivar que se propaga, variedad de maduración temprana, de frutas consistentes, con peso promedio de 1,5 kg a 2,0 kg, de forma oblonga y pulpa roja con un Brix de 11%, muy productiva, precoz y de excelente sabor (IIFT, 2011).

2.1.6 Agrotecnia del cultivo.

El IIFT (2011) plantea que en las condiciones de Cuba la etapa óptima de plantación es de noviembre a febrero, la que coincide con las bajas temperaturas y la menor incidencia de plagas vectores de las enfermedades virales y recomienda el empleo de

densidades entre 2 000 a 2 500 plantas por hectárea, para al final del ciclo llegar con una población cercana a 1 500 plantas y no afectar los rendimientos por el raleo de plantas enfermas.

Para garantizar una elevada producción y desarrollo de las plantas es de suma importancia aplicar en cada hoyo de 4 kg a 6 kg de materia orgánica en el momento de la siembra. Posteriormente se puede aplicar fertilizante químico. Se recomienda aplicar como materia orgánica cachaza, estiércol, gallinaza y humus.

El control de malezas es una actividad esencial en este cultivo y se ejecuta mediante herramientas manuales, implementos mecanizados o de tracción animal y aplicaciones de herbicidas.

Durante todo su ciclo, al cultivo se le atribuyen consumos anuales de agua entre 1 200 mm y 2 000 mm, bien distribuidos y frecuentes. La media de los intervalos de riego oscila entre los 5 y 10 días y las cantidades de agua a aplicar entre los 15 litros y 40 litros de agua por planta. Los períodos de crecimiento activo y floración/fructificación demandan especial atención a sus necesidades hídricas. Entre los sistemas de riego más empleados se encuentran: gravedad (aniego), aspersión y localizado (microaspersión y goteo).

En la papaya la aplicación de fertilizantes es esencial para la obtención de altos rendimientos, aun cuando se trata de una planta de rápido crecimiento y de constante y abundante floración y fructificación. De forma general se recomienda alternar mensualmente aplicaciones de fórmula completa a razón de 50 gramos por planta a partir de los dos meses del trasplante y 25 gramos de fertilizantes nitrogenados, hasta llegar a los 200 gramos de fórmula completa y 100 gramos de fertilizantes nitrogenados al final del ciclo. Además se puede realizar una aplicación foliar mensual de sulfato de zinc y una aplicación foliar cada tres meses de bórax a razón de 350 y 250 gramos de producto comercial en 100 litros de agua, respectivamente.

El papayo responde satisfactoriamente a la adición de materia orgánica y su uso, siempre que sea posible, deberá ser complementado con los fertilizantes minerales. Las aplicaciones de ácido húmico contribuyen a la asimilación de los nutrientes, mejorando las condiciones físicas del suelo y con la ventaja de que las dosis empleadas son muy bajas (8-12 L.ha⁻¹).

Se recomienda aplicar en el momento de la plantación entre 60 a 90 g de EcoMic por postura en el hoyo y colocar la postura encima.

MINAG (2010) expresa que la protección fitosanitaria del papayo es considerada uno de los aspectos de mayor importancia, por lo que la plantación se debe mantener 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.

2.1.7 Cosecha.

La cosecha por lo general comienza entre los 8 a 10 meses de realizado el trasplante, dependiendo del cultivar, el manejo de la plantación y al destino de las frutas (rayona o verde). Los frutos que están listos para la recolección se conocen porque empiezan a perder el color verde intenso, se tornan de un color verde claro, pálido al inicio de la maduración y luego con vetas amarillas (rayona). Los frutos no deben tirarse, ni sufrir ningún daño, en ninguna de las fases de su embalaje, transportación y almacenamiento (IIFT, 2011).

Los defectos leves de la forma y la piel y el calibre son elementos fundamentales para definir la calidad. Se aceptan defectos leves de forma y de la piel (como magulladuras mecánicas, manchas de látex y quemaduras de sol) en porcentajes que no excedan el 10 % y el 15 %, de la superficie total, en las categorías I y II, respectivamente. No se aceptan estos defectos en la extra o selecta, que debe ser de calidad superior.

El almacenamiento de los frutos a temperatura ambiente se realiza en locales limpios, ventilados, secos y libres de materiales que puedan afectarlas, no permitiendo que el sol o la lluvia incidan directamente sobre ellos. El almacenamiento en cámaras frigoríficas se debe realizar a temperaturas de 10 °C (frutos maduros) y 13 °C (frutos verdes), humedad relativa de 90% a 95% y el tiempo de permanencia depende del estado de madurez y el destino de los frutos (IIFT, 2011).

2.2 Microorganismos Eficientes (ME)

2.2.1 Antecedentes. Definición

Los ME surgen desde la década de los años 60, aunque los mayores avances comienzan con los estudios del profesor de horticultura Teruo Higa, de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón aproximadamente en 1970. Este investigador se motivó por la búsqueda de alternativas naturales en la producción agrícola, el mismo había sufrido efectos tóxicos de plaguicidas químicos en sus primeros años de ejercitar su profesión (Callisaya y Fernández, 2017).

En experimentos reunió unas 2 000 especies de microorganismos de los cuales 80 mostraron efectos eficaces. El profesor por accidente colocó una mezcla de los ME en arbustos pequeños y al cabo del tiempo observó un estímulo importante en el crecimiento de los mismos. Como tecnología los ME consisten en un cultivo microbiano mixto de especies de microorganismos seleccionadas los cuales coexisten en un pH aproximado de 3,5 (Camones y Noemi, 2015).

Los ME son una mezcla de diferentes microorganismos tanto aerobios como anaerobios con más de 80 cepas, que representan cerca de 10 géneros diferentes y que poseen aproximadamente cerca de 100 millones de microorganismos activos/mL a un pH entre 3,2 y 3,8. Estos microorganismos fisiológicamente compatibles y mutuamente complementarios, coexisten en equilibrio en un cultivo líquido o sólido y pueden ser aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana de suelos y plantas (Zhou *et al.*, 2009).

2.2.2 Principales microorganismos que componen los ME y funciones

Moon *et al.* (2011) reportan que las principales especies incluidas en preparaciones ME son las bacterias del ácido láctico, las bacterias fotosintéticas, las levaduras, los actinomicetos y los hongos.

Las bacterias ácido lácticas son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Anguiano *et al.*, 2017).

Este grupo de bacterias incluye géneros como *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*) *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* (*S. lactis*) y *Pediococcus*, que pueden ser aisladas a partir de alimentos fermentados, masas ácidas, bebidas, plantas y los tractos respiratorio, intestinal y vaginal de animales de sangre caliente, entre otros.

Las bacterias fotosintéticas están representadas por las especies *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*, microorganismos autótrofos facultativos. Este grupo utiliza como fuente de carbono moléculas orgánicas producidas por los exudados de las raíces de las plantas y como fuente de energía utilizan la luz solar y la energía calórica del suelo (Su *et al.*, 2017).

Las levaduras son capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos (Vásquez *et al.*, 2016).

De acuerdo con lo afirmado por Meena y Meena (2017) las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas a partir de azúcares y de aminoácidos secretados por bacterias fotosintéticas. Producen hormonas y enzimas que pueden ser utilizadas por las bacterias ácido lácticas. Como parte de su metabolismo fermentativo producen etanol el cual en elevadas concentraciones puede tener actividad antifúngica.

Los actinomicetos juegan un importante papel en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos, por lo cual tienen gran importancia en el compostaje y en la formación de suelos. *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* son las principales especies de actinomicetos informadas como componentes de ME (Vurukonda *et al.*, 2018).

Los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo y una gran cantidad son antagonistas de especies fitopatógenas.

Dentro de las principales especies se encuentran: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer. Varias especies del género *Penicillium* son excelentes degradadores de lignina y celulosa, muy comunes en los ecosistemas tropicales por su capacidad de secretar enzimas extracelulares, su

adaptación a ambientes ácidos, al estrés hídrico y su rápido crecimiento (El-Gendy *et al.*, 2017).

2.2.3 Estudios de la aplicación de ME en la producción agrícola

Los efectos beneficiosos de los ME en los cultivos agrícolas están dados según Talaat (2015) al aumento de la eficacia de la materia orgánica como alternativa nutricional, a la resistencia de las plantas a plagas agrícolas y el aumento de la producción de antioxidantes que suprimen los efectos adversos de los radicales libres en el metabolismo de las plantas.

Haney *et al.* (2015) manifiestan que el uso de los ME en plantas, inducen mecanismos de eliminación de insectos y enfermedades, puesto que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad de fotosíntesis a través de un mayor desarrollo foliar.

Calero *et al.* (2018) al evaluar la respuesta de dos cultivares de frijol común (Velazco largo y Cuba cueto [CC-25-9-N]) a la aplicación foliar de microorganismos eficientes concluyeron que la misma estimuló los parámetros morfológicos y productivos evaluados, como el número de hojas, la masa seca, el promedio de vainas, los granos por vainas, la masa de 100 granos y el rendimiento en relación con el control sin aplicación.

Investigaciones realizadas en nuestro país en cultivos de importancia económica como rábano (Calero *et al.*, 2019a; Liriano *et al.*, 2020), pepino (Calero *et al.*, 2019b), frijol (Vasallo *et al.*, 2018; Calero *et al.*, 2019c,) y arroz (Calero *et al.*, 2020) evidencian el efecto benéfico de los ME en el incremento del crecimiento y productividad.

2.3 QuitoMax®.

2.3.1 Características

El quitosano, es un biopolímero que ha sido reconocido por su actividad antimicrobiana y capacidad de estimular mecanismos de defensa en las plantas (El Guilli *et al.*, 2016).

El quitosano, principio activo del QuitoMax® es un polímero que forma películas transparentes y semipermeables a los gases en la superficie de las hojas con propiedades antimicrobianas, por lo que a mayor concentración forma una cubierta más gruesa que persiste por más tiempo en las hojas, además de que estimula mayor respuesta defensiva en las plantas (Reyes *et al.*, 2019).

La quitina es obtenida del reciclaje de los desechos de exoesqueletos de camarones crustáceos y cangrejos. Otras fuentes de extracción de quitina, son reportadas por Bastiaens *et al.* (2020) en las algas coralinas y verdes, así como por Jones *et al.* (2020) en capullos de anélidos (gusanos), levaduras y varios tipos de micelias (hongos).

Se plantea que el contenido de quitina en residuos de crustáceos (camarón) varía entre 14% y 35% (Polo, 2016).

El quitosano destaca por su biodegradabilidad, alto contenido en nitrógeno, hidrofobicidad, cristalinidad, conductividad iónica y alta viscosidad. Químicamente es un polímero lineal compuesto por unidades estructurales de 2-amino-2-desoxi-D-glucopiranososa que se conectan entre sí por enlaces glicosídicos 1,4 (Antony *et al.*, 2019).

QuitoMax® es una formulación líquida a base de quitosano (4 g.L⁻¹, 0,5% de ácido acético y 0,07% de potasio iónico). Este producto ha sido utilizado por vía foliar mostrando actividad antimicrobiana y promoviendo: la inducción de mecanismos de defensa, tolerancia a estrés abiótico y el crecimiento de diferentes cultivos (Bécquer *et al.*, 2019).

2.3.2 Proceso de obtención del quitosano y quitina

La quitina se produce por biosíntesis en los crustáceos. Los desechos de crustáceos producidos por la industria pesquera son la materia prima para la industrialización de la quitina. El procedimiento para obtenerla se basa en aislarla de proteínas, minerales, generalmente calcáreos y pigmentos (Barra *et al.*, 2012). Las etapas de este

procedimiento se denominan procesos de desproteización y desmineralización. El quitosano, principal derivado de la quitina, se obtiene industrialmente mediante un tratamiento de desacetilación (Alvarado *et al.*, 2007).

En tal sentido Romanazzi *et al.* (2018) señalan que una vez llevadas las conchas al laboratorio se limpian, secan, muelen hasta pulverizarse y se someten a un proceso de hidrólisis ácida, utilizando ácido clorhídrico, el cual convierte a los carbonatos en cloruros y solubiliza los minerales, básicamente el calcio. Una vez desmineralizadas, se aplica una hidrólisis alcalina, pues el álcali que se usa rompe la estructura de la matriz y hace solubles las proteínas, las cuales arrastran consigo grasas y pigmentos, componentes todos que constituyen el caparazón. Después se obtiene la quitina en polvo, no soluble en agua, lo que la hace poca práctica para su aplicación.

La quitina obtenida según el procedimiento anterior se somete a un proceso llamado “desacetilar”, que significa quitar de la quitina parte de su estructura, el grupo acetilo, por tratamiento con álcali fuerte a altas temperaturas para obtener quitosano.

Por otra parte, Barriga (2016) plantea que la obtención de la quitina por vía química es la más empleada en la industria debido a su rapidez y bajo costo, aunque presenta como desventajas la generación de desechos corrosivos y la dificultad para recuperar proteínas y pigmentos. Este método según Curbelo y Palacio (2021) requiere de tres etapas básicas:

- Despigmentación: Para la separación de los pigmentos lipídicos (carotenoides).
- Desmineralización: Para eliminar la materia inorgánica.
- Desproteización: Para la separación de las proteínas

2.3.3 Estructura química

El quitosano está formado por cadenas lineales de unidades de glucosamina [β -(1-4)-D-glucosamina] y en menor medida de N-acetil D-glucosamina [β -(1-4)-N-acetil-D-glucosamina], destacando la presencia de grupos funcionales como el hidroxilo y el amino. Asimismo, es considerado un polication, ya que posee una alta densidad de cargas positivas. Dicha capacidad permite explicar su habilidad para unirse a moléculas con carga negativa (Hayafune *et al.*, 2014).

El quitosano tiene un contenido de nitrógeno mayor al 7% y posee una distribución regular de los grupos aminos libres, que pueden ser protonados por ciertos ácidos

cargándose positivamente lo que le confiere un comportamiento de policación. Estructura rígida, caracterizada por numerosos enlaces por puentes de hidrógeno, la cual le confiere una buena estabilidad térmica (Abd El-Aziz *et al.*, 2019).

El quitosano es obtenido a partir de una reacción en medio básico de la quitina, conocida como N-Deacetilación. La molécula resultante es producto de la conversión de más del 60% de los grupos amidos presentes en la quitina, por lo que se incrementan los grupos aminos (-NH₂). Su estructura (Figura 1), cuyo nombre químico es poli [β-(1-4)-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranos], puede contener entre 6% y 9% de nitrógeno y variados pesos moleculares promedios, purezas y propiedades fisicoquímicas como color, solubilidad, viscosidad, reactividad y cristalinidad. Por tal motivo, es de gran importancia el proceso experimental para deacetilar la quitina, ya que ello define las aplicaciones finales y el mecanismo de acción de su derivado (Mati-Baouche *et al.*, 2014).

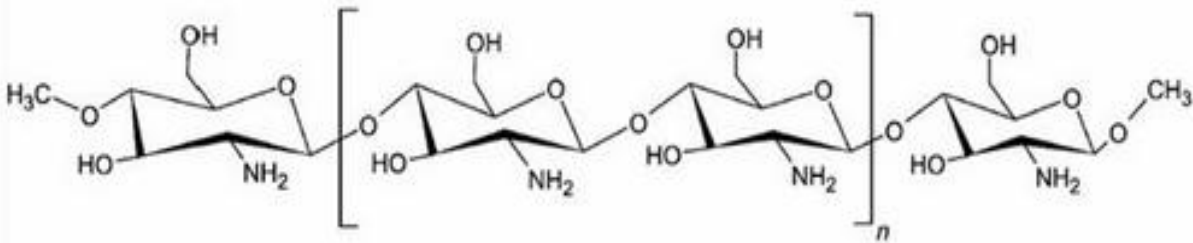


Figura 1. Estructura química de la molécula de quitosano.

Fuente: Yadav *et al.* (2019)

El quitosano resulta un polisacárido catiónico lineal de la familia aminoglucopirano, y de igual forma que la quitina, es biorenovable, biocompatible, biodegradable, no tóxico, no irritante y además mantiene las mismas estructuras cristalinas α, β, γ (Moussian, 2019).

2.3.4 Forma y dosis de aplicación del QuitoMax®

2.3.4.1 Forma de aplicación

Durán (2017) plantea para su aplicación los siguientes procedimientos:

- Imbibición de semillas previo a la siembra entre 1 y 24 horas, en dependencia del tipo de semilla y a concentraciones entre 0,1 y 1,0 g.L⁻¹, favorece el crecimiento y rendimiento en arroz, maíz, pimiento y tomate.

- La mezcla con la semilla y su combinación con microorganismos benéficos previo a la siembra, favorece el rendimiento en frijol, soya, maíz y sorgo.
- La inmersión de raíces de las plantas en el trasplante protege y fortalece el cultivo en la plantación.
- La aspersión foliar de dosis bajas (150-200 mg.ha⁻¹) en el periodo de crecimiento y prefloración de la plantación favorece el rendimiento del cultivo.

La forma de aplicación del QuitoMax® de acuerdo con MINAG (2020) depende del tipo y momento del cultivo. Puede aplicarse a las semillas mediante imbibición o recubrimiento de las mismas. También por aspersión foliar en dos momentos, en el crecimiento y prefloración del cultivo.

2.3.4.2 Dosis de aplicación

La dosis varía con la forma de aplicación, para la imbibición de semillas (hortalizas) se usan 40 mL de producto por litro de solución final y para el recubrimiento de granos se adiciona a 46,08 Kg de semillas un litro de solución al 10% en QuitoMax® (100 mL por litro de solución).

Para la aplicación foliar se realizan dos aplicaciones cada una de 50 mL de producto por hectárea, la primera entre 20-25 días y la segunda en prefloración. En el caso de la papa las aplicaciones foliares, en las mismas dosis, se realizan a los 30 y 50 días después de plantada. Los volúmenes totales de la aplicación dependerán de si se corresponden con aplicaciones de bajo o alto volumen (MINAG, 2020).

2.3.5 Resultados de la aplicación de QuitoMax® en cultivos de importancia económica

Reportes de los efectos positivos de la aplicación del bioestimulante QuitoMax® por diferentes autores en cultivos de importancia económica se relacionan a continuación:

◆ En tomate, Terry *et al.* (2019) demostraron el efecto positivo del bioestimulante QuitoMax® en el estímulo del crecimiento, desarrollo y rendimiento en las plantas provenientes de semillas embebidas, combinada con aspersiones foliares a los 7, 15 y 30 días después del trasplante, superior en un 18% con respecto al control. Rivas *et al.* (2021) reportan una mejor respuesta agronómica en las variedades ESEN y L-43 al

aplicar tratamientos con quitosano en semillas en dosis de 1 g.L^{-1} y a inicio de floración en dosis de 300 mg.ha^{-1} el cual estimuló las variables evaluadas asociadas al rendimiento. González *et al.* (2021) encontraron que el bioestimulante QuitoMax® favoreció las variables: altura, grosor de tallo y masa fresca en posturas de tomate de la variedad ESEN y las variables: altura, número de hoja y grosor de tallo de la variedad L-43 cuando se aplicó por 4 h en concentración de $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ por imbibición de las semillas previo a la siembra en semilleros.

◆ En papa, Jerez *et al.* (2017) al evaluar el crecimiento y composición por tamaño de tubérculos de plantas de papa para semilla, manifiestan que la quitosana aplicada en forma de aspersión foliar a las plantas de papa estimuló el rendimiento, a la vez que permitieron que se contara con un mayor número de tubérculos, más temprano que en el control, en el tamaño de 35-45 mm, adecuado para realizar las nuevas plantaciones.

◆ En frijol, Morales *et al.* (2017) reportan un aumento del crecimiento y rendimiento de las plantas con la aplicación de QuitoMax® en dos momentos del desarrollo del cultivo a dosis de 200 mg.ha^{-1} .

◆ En pimiento, Jiménez *et al.* (2018) al aplicar 350 mg.ha^{-1} de QuitoMax®, alcanzaron el mayor rendimiento en la variedad California Wonder con $40,8 \text{ t.ha}^{-1}$.

◆ En tabaco, González *et al.* (2020) exponen que cuando las semillas del cultivar Corojo 2006 son embebidas con una solución de quitosana a una dosis 1 g.L^{-1} durante ocho horas previo a la siembra y asperjadas 10 días después de la germinación en semillero se mejora la calidad de las posturas.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación de Microorganismos eficientes y QuitoMax® en el crecimiento de plántulas de frutabomba en condiciones de vivero.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Caracterizar el inóculo de Microorganismos eficientes.
2. Determinar el efecto de la aplicación de Microorganismos eficientes y QuitoMax® sobre algunas variables de crecimiento en plántulas de frutabomba en la fase de vivero.
3. Evaluar la calidad de las plántulas de frutabomba en la fase de vivero.
4. Realizar una valoración económica de la aplicación de Microorganismos eficientes (ME) y QuitoMax®.

4. RESULTADOS ESPERADOS

1. Desarrollo de una alternativa como respuesta a las limitaciones de disponibilidad de materia orgánica para conformar el sustrato en el cultivo de la frutabomba durante la fase de vivero.
2. Estabilidad e incremento en la producción de plántulas con alto valor comercial.
3. Obtención de ingresos económicos.
4. Publicaciones en revistas de alto impacto.
5. Presentación en eventos científicos nacionales e internacionales.
6. Capacitación a los productores vinculados a la producción del cultivo de la frutabomba.

5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS. CRONOGRAMA

El proyecto consta de seis etapas que se desarrollarán en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas, en la Unidad Científico Tecnológica de Base “Jagüey Grande”, perteneciente al Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical y en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.

1^{ra} Etapa: Revisión del estado del arte.

En esta etapa se conformará el equipo que trabajará en el futuro proyecto, para lo que se tendrán en cuenta los profesores e investigadores que poseen experiencia en la temática, profesionales de la producción, así como, estudiantes vinculados a las investigaciones de la facultad. Las tareas a desarrollar son las siguientes:

Revisión bibliográfica sobre el tema a investigar.

- Cultivo de la frutabomba (*Carica papaya* L.). Importancia, producción nacional, requerimientos ecológicos, cultivares, propagación, manejo del vivero y de la plantación, cosecha y poscosecha.
- Microorganismos Eficientes (ME). Definición, principales microorganismos que componen los ME y funciones, dosis y formas de aplicación, resultados de la aplicación de ME en la producción agrícola.
- QuitoMax®. Características, proceso de obtención del quitosano y quitina, estructura química, forma y dosis de aplicación, resultados de la aplicación de QuitoMax® en cultivos de importancia económica.

2^{da} Etapa: Caracterización climática de la zona de estudio.

Se determinaran los valores de la media mensual y anual de las variables temperatura (°C), precipitaciones (mm) y humedad relativa (%) en los períodos comprendidos entre 1996-2025 (histórico) y 2016-2025 (últimos 10 años), para lo cual se consultaran los datos de la estación meteorológica ubicada en el municipio Jagüey Grande.

3^{ra} Etapa: Caracterización general del inóculo de Microorganismos eficientes.

La caracterización general del inóculo de Microorganismo eficiente a estudiar se realizara en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

de la Universidad de Matanzas. El aislamiento de los grupos de bacterias, hongos y levaduras se efectuara según la metodología de las diluciones seriadas (Stanier, 1996). Para estos grupos microbianos, se realizaran diluciones en solución salina estéril (0,9% de NaCl) hasta 10^{-6} . Posteriormente se inocularan 0,5 mL en la superficie de los medios, placas que contenían agar nutriente para bacterias, dilución 10^{-6} ; agar Saborout para hongos, dilución 10^{-5} y agar papa dextrosa para levaduras, dilución 10^{-4} . La incubación para bacterias se efectuara a 37°C durante 24 h mientras que para hongos y levaduras a 30°C durante 24-72 h (Incubadora TermoScientific).

4^{ta} Etapa: Evaluación de la aplicación de Microorganismos eficientes y QuitoMax® en el crecimiento de plántulas de frutabomba en condiciones de vivero.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados durante el trabajo experimental se valoró desarrollar tres experimentos en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, Jagüey Grande, de forma tal que los resultados del primero y segundo experimento terminado (dosis del bioproducto estudiado más efectiva) constituyan los precedentes utilizados en los tratamientos del tercer experimento. Las características de cada uno de los experimentos se presentan continuación:

Experimento I. Evaluación de la aplicación de Microorganismos eficientes.

Los tratamientos a estudiar son los siguientes:

T1 = Control sin aplicación de bioproducto.

T2 = Microorganismos eficientes a 20 mL por bolsa

T3 = Microorganismos eficientes a 25 mL por bolsa

T4 = Microorganismos eficientes a 30 mL por bolsa

Experimento II. Evaluación de la aplicación de QuitoMax®.

Se estudiaran cuatro tratamientos que se relacionan a continuación:

T1 = Control sin aplicación de bioproducto.

T2 = QuitoMax® a $0,1 \text{ g.L}^{-1}$

T3 = QuitoMax® a $0,2 \text{ g.L}^{-1}$

T4 = QuitoMax® a $0,3 \text{ g.L}^{-1}$

Experimento III. Evaluación de la aplicación simple y combinada de Microorganismos eficientes (ME) y QuitoMax®.

Para el desarrollo del presente experimento se establecerán cuatro tratamientos:

T1 = Control sin aplicación de bioproducto.

T2 = Dosis de ME más efectiva (resultante del experimento I)

T3 = Dosis de QuitoMax® más efectiva (resultante del experimento II)

T4 = Aplicación combinada de la dosis más efectiva de ME y QuitoMax®.

Se efectuarán tres aplicaciones de Microorganismos eficientes en el momento de la siembra, a los 10 y 20 días de la germinación de la semilla.

La aplicación del QuitoMax® se realizará a las semillas mediante la imbibición por media hora. Posteriormente se procederá a colocar las semillas en una cámara de pregerminación. La aplicación foliar se efectuará a los 20 días después de la germinación de la semilla.

La aspersión foliar de los bioproductos se realizará empleando una asperjadora manual, en las primeras horas de la mañana.

En cada uno de los experimentos se determinarán como variables respuesta las siguientes:

- Altura de las plántulas (cm). Se medirá desde la base hasta el ápice de las hojas con la ayuda de una cinta métrica, cada 7 días después de la germinación hasta completar un total de cinco mediciones (7, 14, 21, 28, 35).
- Grosor del tallo (mm). Para determinar este indicador se utilizará un pie de rey y se medirá a intervalos al igual que la variable altura, midiendo en la base del tallo.
- Número de hojas. Por conteo visual en el momento del trasplante.
- Masa fresca (aérea y radical) (g). Se seccionará la planta y se pesarán en una balanza digital Sartorius.
- Masa seca (aérea y radical) (g). Se seccionará la planta por partes y se colocarán en la estufa a 70 °C hasta alcanzar valores de masa constante, posteriormente se pesarán en una balanza digital Sartorius.

- Índice de Esbeltez: Es la relación que existe entre la altura de las plántulas (H) y el diámetro del tallo (D) (Thompson, 1985; Birchler *et al.*, 1998). Se determinara a través de la siguiente relación:

$$IE = \frac{H}{D}$$

- Relación parte aérea/parte radical (PA/PR) (Thompson, 1985; Romero *et al.*, 2012; Alonso, 2013). Es la producción de materia seca concentrada en las raíces respecto al total de la plántula y se determinara de la siguiente forma:

$$PA/PR = \frac{PSA}{PSR}$$

Donde:

PSA = peso seco aéreo (g).

PSR = peso seco radical (g)

- Índice de lignificación [ILIG (%)] : Relación entre el peso seco y el peso fresco de la planta, ambos expresados en gramos por 100 (Barajas *et al.*, 2022).

Para el procesamiento de la información se elaborara una base de datos en Excel y se utilizara el programa estadístico Statgraphic plus 5.1 sobre Windows. Se determinara el ajuste a una distribución normal mediante la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza mediante la prueba de bartlett (Sigarroa, 1985). En los casos en que los datos cumplan los requisitos exigidos se procesaran mediante Anova de clasificación simple y se utilizara la prueba de rangos múltiples de Duncan para la comparación entre medias. Para los datos que no cumplan con estas premisas, se utilizara la prueba de Kruskal-Wallis y las medias serán comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Student-Newman-Kwels (SNK) ($p \leq 0,05$).

5^{ta} Etapa: Valoración económica.

La valoración económica de los resultados se realizara según la metodología propuesta por la FAO (1980), modificada en correspondencia con las características del área experimental, donde se evaluarán los siguientes indicadores:

- Valor de venta ($\$.m^{-2}$): según el precio de venta de las plántulas, multiplicado por el número de plántulas producidas.

- Costo de producción ($\$.m^{-2}$): según los gastos incurridos para la producción de las plántulas
- Beneficio ($\$.m^{-2}$): según la ganancia neta obtenida de acuerdo a la diferencia entre el valor de venta de las plántulas y los costos de producción.
- Relación B/C: cociente obtenido de dividir el beneficio entre el costo de producción. Valores de la relación beneficio/costo mayores a uno indican el aporte de ganancia y un valor de dos la obtención de un beneficio del 100%. Valores de tres o superiores corresponden a ganancias muy notables.

Para el cálculo de estos indicadores, se utilizara como información básica:

- Precio de venta de una plántula de frutabomba.
- Precio del Microorganismos eficiente.
- Precio del QuitoMax®.
- Precio de la semilla.

6^{ta} Etapa: Implementación y generalización de los resultados obtenidos.

Serán socializados los resultados obtenidos a los productores de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, a través de conferencias, talleres, demostraciones en el campo, materiales didácticos, etc.

CRONOGRAMA

Tabla 1. Cronograma de las tareas a ejecutar durante el desarrollo del proyecto.

Etapas	Tareas	Fechas de inicio	Fechas de culminación
1^{ra} Etapa: Revisión del estado del arte.	Revisión bibliográfica y elaboración de proyecto	Marzo 2024	Mayo 2024
2^{da} Etapa: Caracterización climática de la zona de estudio	Caracterización climática.	Junio 2024	Julio 2024
3^{ra} Etapa: Caracterización general del inóculo de Microorganismos eficientes.	Aislamiento de los grupos de bacterias, hongos y levaduras según la metodología de las diluciones seriadas (Stanier, 1996).	Septiembre 2024	Septiembre 2024
		Septiembre 2025	Septiembre 2025
4^{ta} Etapa: Evaluación de la aplicación de Microorganismos eficientes y QuitoMax® en el crecimiento de plántulas de frutabomba en condiciones de vivero.	Experimento I. Evaluación de la aplicación de ME.	Octubre 2024	Noviembre 2024
	Experimento II. Evaluación de la aplicación de QuitoMax®	Octubre 2024	Noviembre 2024
	Experimento III. Evaluación de la aplicación simple y combinada de ME y QuitoMax®	Octubre 2025	Noviembre 2025
5^{ta} Etapa: Valoración económica.		Enero 2025	Febrero 2025
		Enero 2026	Febrero 2026
Procesamiento estadístico de los resultados		Marzo 2025	Mayo 2025
		Marzo 2026	Mayo 2026
Escritura del informe		Junio 2025	Septiembre 2026
Presentación de los resultados		Noviembre 2026	

6. RECURSOS NECESARIOS

En la tabla 2 se presentan los recursos humanos necesarios para desarrollar el proyecto.

Tabla 2. Recursos humanos para desarrollar el proyecto.

Nombres y apellidos	Jefe de resultado	Grado científico	Categoría docente	Entidad	% de participación
Ramón Liriano González	X	Dr. C.	Profesor titular	UM	20
Enildo O. Abreu Cruz		Dr. C.	Profesor titular	UM	15
Jorge L. Alvarez Marqués		M. Sc.	Profesor auxiliar	UM	15
José Pérez Rodríguez.		M. Sc	Instructor	UCTB "Jagüey Grande"	15
Alejandro Sardiñas Faget		M. Sc	Instructor	UCTB "Jagüey Grande"	15
Frank David Sánchez Herrera				EAI "Victoria de Girón"	10
Especialista laboratorio de microbiología FCA, UM				FCA, UM	5
Especialista de la producción.				EAI "Victoria de Girón"	5

En la tabla 3 se presentan los recursos materiales necesarios para el desarrollo del proyecto, los cuales serán aportados por las instituciones participantes.

Tabla 3. Recursos materiales que aportan las instituciones participantes.

Recursos necesarios	
Aporte institucional	Materiales
Universidad de Matanzas	Cristalería.
	Agua destilada y corriente.
	Balanza digital.
	Autoclave.
	Estufa.
	Reactivos.
	pH digital.
	Zaranda.
	Incubadora TermoScientic.
	Cocedor Mattson-200.
Unidad Científico Tecnológica de Base "Jagüey Grande"	Reactivos.
	Insumos productivos.
	Transporte.
	Medios de computo
Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón"	Transporte.
	Bioproductos.
	Personal técnico y obreros agrícolas.
	Equipos e implementos.
	Insumos productivos.
	Mochilas para asperjar.
	Pie de rey.
	Cinta métrica.
	Balanza analítica y de campo.
Insumos de oficina.	

7. PRESUPUESTO

En la tabla 4 se presenta el presupuesto del proyecto que incluye los gastos previstos en moneda nacional (MN).

Tabla 4. Presupuesto del proyecto en moneda nacional (MN).

Concepto	Años			Total
	2024	2025	2026	
Salario básico (1)	357 300,00	436 700,00	397 000,00	1 191 000,00
Otras retribuciones (2)	47 520,00	58 080,00	52 800,00	158 400,00
Salario complementario (9,09 % del salario total anual) (3)	32 478,57	39 696,03	36 087,30	108 261,90
Subtotal (4)	437 298,57	534 476,03	485 887,30	1 457 661, 90
Seg. Social (5)	61 221,79	74 826,64	68 024,22	204 072,65
Impuestos por la utilización de la fuerza de trabajo (6) según lo aprobado para el año.				
Recursos materiales (7)	6 500,00	8 500,00	7 500,00	22 500,00
Subcontrataciones (8)				
Otros recursos (9)	11 500,00	13 500,00	12 500,00	37 500,00
Subtotal (10)	79 221,79	96 826,64	88 024,22	264 072,65
Total Gastos Corrientes Directos (11)	516 520,36	631 302,67	573 911,52	1 721 734,55
Gastos de Capital (12)				
Gastos Indirectos (13)				
Total Gastos (14)				
Total General del Proyecto	516 520,36	631 302,67	573 911,52	1 721 734,55

Salario (1): Presupuesto de salario del personal vinculado directamente al proyecto, de acuerdo con su por ciento de participación. La cifra anual comprende solamente 11 meses pues el mes de vacaciones está considerado en el 9,09% del salario anual.

Otras retribuciones (2): Presupuesto de otros gastos correspondientes a cualquier otro pago al personal directamente vinculado al proyecto y que no constituye salario, como por ejemplo pago de estimulación, pago por participación en proyectos, entre otros.

Salario complementario (3): Presupuesto correspondiente a las vacaciones del personal directamente vinculado al proyecto. Corresponde al 9,09% de la suma de las cifras que aparecen en (1) y (2).

Subtotal (4): Cifra que incluye la suma de (1), (2) y (3): salario, otras retribuciones y salario complementario.

Seguridad social (5): 14% de la cifra subtotal (4)

Impuesto por la utilización de la fuerza de trabajo (6): según el por ciento aprobado en el año (4)

Recursos materiales (7): Presupuesto vinculado a los gastos previstos para la adquisición de los recursos materiales necesarios para la ejecución del proyecto.

Subcontrataciones (8): Presupuesto para el pago de los servicios o actividades que la entidad ejecutora principal prevé contratar para la ejecución del proyecto.

Otros recursos (9): Presupuesto para todo tipo de recursos y actividades que requieran financiamiento, tales como: investigación del estado de la técnica, vigilancia tecnológica, protección legal de los resultados, aseguramiento de la calidad, gestión ambiental, formación de recursos humanos, publicación de documentos, viajes y dietas, pago de licencias, gastos de celebración de eventos, entre otros.

Sub-total (10): Cifra que incluye la suma de (5), (6), (7), (8) y (9)

Total de gastos corrientes directos (11): Se calcula sumando los subtotales (4) y (10).

Gastos de capital (12): Presupuesto para los gastos correspondientes a inversiones materiales o compra de activos fijos (equipos y otros) necesarios para el proyecto. Deben estar en correspondencia con el plan de inversiones de la entidad y tienen que cumplimentar los aspectos relacionados con la política del proceso inversionista.

Gastos Indirectos (13): Son aquellos gastos que no son identificables con el proyecto y se relacionan con él de forma indirecta. La característica de estos gastos está dada por la imposibilidad de asociarlos directamente a un proyecto específico, ya que son gastos que se relacionan con la actividad general de la entidad, por lo que se aplican a cada Centro de Costo (Proyecto) por la vía del prorrateo (Coeficiente de Gastos Indirectos),

sobre determinadas bases, como por ejemplo los salarios directos. Como ejemplos más comunes de gastos indirectos a la actividad del Proyecto se pueden citar: gastos de reparaciones generales, mantenimiento, gastos de salario de personal relacionado indirectamente con el proyecto, gastos de electricidad, agua, gas, depreciación de instalaciones o equipos, desgastes de útiles y herramientas, servicios de teléfono, comunicaciones e internet, entre otros.

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

La ejecución de este proyecto de investigación permitirá que los productores dispongan de dos bioproductos como alternativa a la producción de plántulas de frutabomba en condiciones de vivero. La aplicación de los mismos traerá como beneficio la estabilidad e incremento de la producción con alto valor comercial y la disminución de los costos.

Desde el punto de vista económico no será necesario ejecutar nuevas inversiones ya que se dispondrá de las instalaciones, maquinarias y equipos de las instituciones participantes, las que tendrán a su cargo la fase experimental, siendo imprescindible la disponibilidad de los recursos financieros para la adquisición de reactivos, el pago de salarios, viáticos, cuotas de participación en eventos, pago de servicios, publicaciones etc.

El manejo tecnológico que se derive de esta investigación podrá utilizarse en la capacitación de los obreros, técnicos y profesionales vinculados al sector agrícola y en específico aquellos relacionados con la producción de plántulas de frutabomba, lo que tributará a incrementar su preparación en esta temática. Las publicaciones y participaciones en eventos científicos que realicen los integrantes del proyecto permitirán difundir los resultados obtenidos.

Por otra parte, la ejecución de este proyecto traerá consigo un impacto desde el punto de vista ambiental, al fomentar un manejo agroecológico basado en el uso de productos alternativos estimuladores del crecimiento vegetal.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd El-Aziz, M. E.; Morsi, S. M. M.; Salama, D. M.; Abdel-Aziz, M. S.; Abd Elwahed, M. S.; Shaaban, E. A. y Youssef, A. M. 2019. Preparation and characterization of chitosan/polyacrylic acid/copper nanocomposites and their impact on onion production. *International Journal of Biological Macromolecules*. 123: 856-865.

Addai, Z.; Abdullah, A.; Sahilah, A. M. y Musa, K. H. 2016. Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. *Ital. J. Food Sci.* 28(1):73–83.

Alfonso, M. 2010. Guía técnica del cultivo de la papaya. Programa MAG-CENTA-FRUTALES. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. El Salvador. 40 p.

Alonso, M. R. 2013. Influencia del sustrato en atributos morfofisiológicos de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell. Pinar del Río. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.

Alvarado, J. D.; Almeida, A.; Arancibia, M.; Aparecida de Carvalho, R.; do Amaral Sobral, P. J.; Barbosa, A. M. Q.; Monterrey, E. S. y Sereno, A. 2007. Método directo para la obtención de quitosano de desperdicios de camarón para la elaboración de películas biodegradables. *Afinidad*. 64(531): 605-611.

Anguiano, J. M.; Anguiano, J. y Palma, J. M. 2017. Inoculation of substrate with lactic acid bacteria for the development of *Moringa oleifera* Lam plantlets. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 51(2): 1-7.

Antony, R.; Arun, T. y Manickam, S. T. D. 2019. A review on applications of chitosan-based Schiff bases. *International Journal of Biological Macromolecules*. 129: 615-633.

Barajas, K. N.; Toscano, F. A.; Delgado. C. I.; Chan, W.; Sánchez, J. C.; Buenrostro, M. T. y Manzo, G. 2022. Emergencia, crecimiento y calidad de planta de dos genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) inoculadas con hongos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria*. 13(4): 411 - 421.

Barra, A.; Romero, A. y Beltramino, J. 2012. Obtención de Quitosano. Sitio argentino de Producción Animal [en línea]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar> [Consulta: septiembre, 23 2023].

Barriga, K. M. 2016. Obtención de glucosamina por hidrólisis ácida a partir de quitina derivada de la cáscara de camarón. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad Central del Ecuador.

Bastiaens, L.; Soetemans, L.; D'Hondt, E. y Elst, K. 2020. Chitin and Chitosan: Properties and Applications. 1st ed. Lambertus A. M. van den Broek (Editor), Carmen G. Boeriu (Editor). Wiley Series in Renewable Resources. New York, USA. 536 p.

Bécquer, C. J.; González, P. J.; Ávila, U.; Nápoles, J. A.; Galdo, Y.; Muir, I.; Hernández, M.; Quintana, M. y Medinilla, F. 2019. Efecto de la inoculación de microorganismos benéficos y Quitomax® en *Cenchrus ciliaris* L., en condiciones de sequía agrícola. Pastos y Forrajes. 42(1): 39-47.

Birchler, T.; Rose, R.; Royo, A. y Pardos, M. 1998. La Planta Ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales. 7(1-2): 109-121.

Calero, A.; Olivera, D.; Pérez, Y.; González-Pardo, Y.; Yáñez, L. A. y Peña, K. 2020. Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes que incrementan la productividad del arroz. IDESIA. 38(2): 109-117.

Calero, A.; Pérez, Y.; Peña, K.; Quintero, E. y Olivera, D. 2019a. Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). Facultad de Agronomía (LUZ). 36(1): 54-73.

Calero, A.; Quintero, E.; Olivera, D.; Pérez, Y.; Castro, I.; Jiménez, J. y López, E. 2018. Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. Cultivos Tropicales. 39(3): 5-10.

Calero, A.; Quintero, E.; Pérez, Y.; González, Y. y González, T. N. 2019b. Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica. 22(2): 1-9.

Calero, A.; Quintero, E.; Pérez, Y.; Olivera, D.; Peña, K. y Jiménez, J. 2019c. Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 17(1): 25-33.

Callisaya, Y. y Fernández, C. M. 2017. Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. Apthapi. 3(3): 652-666.

Camones, C. y Noemi, L. 2015. Efecto de la aplicación de tres dosis de humus y microorganismos eficaces en el cultivo del brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Marcara, Carhuaz. UNASAM, Huaraz, Perú [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1062>. [Consulta: octubre, 19 2023].

Campo, A. D.; Acosta, R. L.; Morales, S. y Prado, F. A. 2014. Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. Bio Agro. 12 : 79-87.

Carvalho F. A. y Renner S. S. 2012. A dated phylogeny of the papaya family (Caricaceae) reveals the crop's closest relatives and the family's biogeographic history. Molecular phylogenetics and evolution. 65: 46-53.

Chávez, M. y Núñez, J. 2017. Domestication and genetics in papaya: a review. Frontiers in Ecology and Evolution. 5: 1-9. OK.

Curbelo, C. y Palacio, Y. 2021. Tratamiento químico de residuos de camarón para la obtención de quitina. Centro Azúcar. 48(2): 103-116.

Díaz, J. 2012. Carica papaya [en línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net>. [Consulta: septiembre, 20 2023].

Durán, M. 2017. Evaluación del bioestimulante QuitoMax con diferentes momentos de aplicación en el cultivo *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) variedad Velasco Largo en la Granja Hortícola Brisas, del municipio Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

El-Gendy, M. A. A.; Al-Zahrani, S. H. M. y El-Bondkly, A. M. A. 2017. Construction of potent recombinant strain through intergeneric protoplast fusion in endophytic fungi for anticancerous enzymes production using rice straw. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 183(1): 30-50.

Espinosa, I. M. 2015. Analisis sectorial papaya [en línea]. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec>. [Consulta: noviembre, 14 2023].

Evans, E.; Ballen, F. y Crane, J. 2012. An Overview of US Papaya Production, Trade, and Consumption. Documento FE914 Universidad de Florida. 8 p.

Falcón, A. B.; Costales, D.; González-Peña, D. y Nápoles, M. C. 2015. Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 36 (no. Especial): 111 - 129.

FAOSTAT (Food and agriculture organization of the united nations, Statistics Division). 2012. Crop Production [en línea]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. [Consulta: noviembre, 14 2023].

González, L. G.; Jiménez, M. C.; Paz, I.; Oliva, A. y Falcón, A. 2020. Aplicación de QuitoMax® en semillas y posturas de tabaco en semillero. *Centro agrícola*. 47(2): 16-21.

González, L. G.; Paz, I.; Boicet, T.; Jiménez, M. C.; Falcón, A. y Rivas, T. 2021. Efecto del tratamiento de semillas con QuitoMax® en el rendimiento y calidad de plántulas de tomate variedades ESEN y L-43. *Terra Latinoamericana*. 39: 1-6.

Gutierrez, T. 2013. Producción de Papaya Maradol [en línea]. Disponible en: <http://www.fincamonteverde.com>. [Consulta: octubre, 9 2023].

Haney, C. H.; Samuel, B. S.; Bush, J. y Ausubel, F. M. 2015. Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. *Nat. Plants*. 1(6): 1-22.

Hayafune, M.; Berisio, R.; Marchetti, R.; Silipo, A.; Kayama, M.; Desaki, Y.; Arima, S.; Squeglia, F.; Ruggiero, A.; Tokuyasu, K.; Molinaro, A.; Kaku, H. y Shibuya, N. 2014. Chitin-induced activation of immune signaling by the rice receptor CEBIP relies on a unique sandwich-type dimerization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111(3): E404–E413.

IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 2011. Instructivo Técnico para el cultivo de la papaya. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Habana, Cuba. 44 p.

Jerez, E.; Martín, R. y Morales, D. 2017. Evaluación del crecimiento y composición por tamaño de tubérculos de plantas de papa para semilla. *Cultivos Tropicales*. 38(4): 102-110.

Jiménez, M. C.; González, L. G.; Suárez, M.; Paz, I.; Oliva, A. y Falcón, A. 2018. Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. *Centro agrícola*. 45(2): 40-46.

Jones, M.; Kujundzic, M.; John, S. y Bismarck, A. 2020. Crab vs. Mushroom: A Review of Crustacean and Fungal Chitin in Wound Treatment. *Marine Drugs*. 18(1): 1-23.

Liriano, R.; Pérez, J.; Pérez, Y.; Placeres, I. y Artiles, L. 2020. Efecto de dos bioproductos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de *Raphanus sativus*. *Centro Agrícola*. 47(1): 28-37.

Mati-Baouche, N.; Elchinger, P. H.; de Baynast, H.; Pierre, G.; Delattre, C. y Michaud, P. 2014. Chitosan as an adhesive. *European Polymer Journal*. 60: 198-212.

Meena, S. K. y Meena, V. S. 2017. Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production. In: *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*. p. 3-23.

Ministerio de la Agricultura (MINAG). 2010. Instructivo técnico del cultivo de la frutabomba. Editora Agroecológica. p 5-12.

Ministerio de la Agricultura (MINAG). 2020. Manual Práctico para uso de Bioproductos y Fertilizantes Líquidos. Departamento Suelos y Fertilizantes. La Habana, Cuba. p. 11-15.

Moon, Y. H.; Lee, K. B.; Kim, Y. J. y Koo, Y. M. 2011. Current Status of EM (Effective Microorganisms) Utilization. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*. 26(5): 365-373.

Morales, D.; Dell'Amico, J.; Jerez, E.; Rodríguez, P.; Álvarez, I.; Díaz, Y. y Martín, R. 2017. Efecto del Quitomax® en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego. I. Crecimiento y rendimiento. *Cultivos Tropicales*. 38(2): 119-128.

Moussian, B. 2019. Targeting Chitin-containing Organisms. In *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Volumen 1142. 1st ed. Qing Yang and Tamo Fukamizo, Editors. Springer Nature Singapore. 292 p.

Nwofia, G. E.; Ojmelukwe, P. y Eji, C. 2012. Chemical composition of leaves, fruit pulp and seeds in some *Carica papaya* (L) morphotypes. *Int. J. Med. Arom. Plants*. 2(1): 200–206.

Olivares Campos, M. A.; Hernández Rodríguez, A.; Vences Contreras, C.; Jáquez Valderrama, J. L. y Ojeda Barrios, D. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y Ciencia*. 28: 27-37.

Organización Mundial de la Salud. 2016. Alimentación sana. Nota descriptiva N° 394. New York: OMS

Parra, P. 2012. Panorama de la papaya o mamón. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. p. 4 -7.

Pichyangkura, R. y Chadchawan, S. 2015. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196:49 - 65.

Polo, I. M. 2016. Sostenibilidad: obtención de quitina a partir de sustancias de desecho., Tesis en opción al título de Licenciado en Farmacia, Universidad de Sevilla.

Reyes, J. J.; Enríquez, E. A.; Ramírez, M. A.; Rodríguez, A. T.; Lara, L. y Hernández, L. G. 2019. Evaluation of the growth, yield and nutritional quality of pepper fruit with the application of Quitomax®. *Ciencia e Investigación Agraria*. 46(1): 277-289.

Rivas, T.; González, L. G.; Boicet, T.; Jiménez, M. C.; Falcón, A. B. y Terrero, J. C. 2021. Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación del bioestimulante con quitosano. *Terra Latinoamericana*. 39: 1-9.

Rivera, D. M.; Yahia, E. M. and González-Aguilar A. G. 2010. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and their contents under low temperature storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90(14): 2358-2365.

Rodríguez, D.; Tornet, Y.; Alonso, M.; Valero, L.; Peña, I.; Figueira, A. R.; Ramos, R. 2011. Severidade da mancha anelar do mamoeiro em diferentes genótipos do grupo Solo introduzidos em Cuba. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 2(4): 28-36.

Romanazzi, G., Feliziani, E. y Sivakumar, D. 2018. Chitosan, a biopolymer with triple action on postharvest decay of fruit and vegetables: eliciting, antimicrobial and film-forming properties. *Frontiers in Microbiology*. 9: 1-9.

Romero, O.; López, Romelia; Damián, M. A.; Hernández, I.; Parraguirre, J. F. y Huerta, M. 2012. Evaluación del residuo de cáscara de nuez (*Juglans regia* L.) en la producción de plántulas de *Pinus patula*, en vivero. *Agronomía Costarricense*. 36(2): 103-110

Sigarroa, A. 1985. *Biometría y diseño experimental*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 743 p.

Stanier, R. S. 1996. *Microbiología*. Segunda edición. Editorial Revert. Barcelona, España. 750 p.

Su, P.; Tan, X.; Li, C.; Zhang, D.; Cheng, J.; Zhang, S.; Zhou, X.; Yan, Q.; Peng, J.; Zhang, Z.; Liu, Y. y Lu, X. 2017. Photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas palustris* GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microbial Biotechnology*. 10(3): 612-624.

Talaat, N. B. 2015. Effective microorganisms modify protein and polyamine pools in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*. 190: 1-10.

Terry, E.; Ruiz, J.; Falcón, A. y Socarrás, Y. 2019. Oligosacarinas estimulan el crecimiento y rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L) bajo condiciones protegidas. *Cultivos Tropicales*. 40(4): e04.

Thompson, B. E. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking? In: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. Duryea, M. L. (eds). Forest Research Laboratory. Oregon State University. Corvallis, Oregon, USA. p. 59-71.

Vasallo, D. C.; Montejo, J. L.; López, P.; Morgado, A. I.; Robinson, M. y Piñeiro, D. 2018. Microorganismos eficientes como bioestimuladores en la producción de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Delicia rojo 364. *Agrisost*. 24(3): 169-177

Vásquez, J. A.; Ramírez, M. y Monsalve, Z. I. 2016. Actualización en caracterización molecular de levaduras de interés industria. Colombiana de Biotecnología. 18(2): 129-139.

Vij, T. and Yash, P. 2015. A review on medicinal properties of *Carica papaya* Linn. Asian Pacific Journal of Tropical Disease 5: 1 – 6.

Viquillón, E. y Osoria de la Cuesta, A. 2023. Empleo de alternativas biofertilizadoras en la producción de posturas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo condiciones de la finca La Constancia. Sinergia Académica. 6(1): 29 - 41.

Vurukonda, S. S. K. P.; Giovanardi, D. y Stefani, E. 2018. Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as Endophytes. International Journal of Molecular Sciences. 19(4): 952.

Yadav, M.; Goswami, P.; Paritosh, K.; Kumar, M.; Pareek, N. y Vivekanand, V. 2019. Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials. Bioresources and Bioprocessing. 6(8): 1-20.

Zhou, Q.; Kangmin; Jun, X. y Bo, L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. Bioresource Technology. 100(16): 3780-3786.