



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



EVALUACIÓN DE PRODUCTOS NATURALES PARA EL
ENRAIZAMIENTO EN ESQUEJES DE GUAYABA CV. “ENANA
ROJA CUBANA” EN JAGÜEY GRANDE.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN FRUTICULTURA TROPICAL

Autor(a): Lic. Dalmis Martínez Prieto.

Tutor(es): M. Sc. José Pérez Rodríguez.

M. Sc. Livia González Risco.

Matanzas, 2024

PENSAMIENTO.



“...lo importante hoy es sembrar, si algo sale mal haremos el esfuerzo para hacerlo bien; esta empresa dará paso a otra, pero entonces se hará con más experiencia y mayor conocimiento técnico...”

Cdte. Félix Duque Guelmes 1931-1989 director fundador de la Empresa

DEDICATORIA.

A mi hijo y a todos los que de una manera u otra han contribuido al logro de mi culminación de la especialidad.

AGRADECIMIENTOS.

A mis tutores M. Sc. José Pérez Rodríguez, M. Sc. Livia González Risco y colaboradora Ing. Yisleydis Pérez Pages, sin ellos no hubiese sido posible.

A todos los profesores de la Especialidad en Fruticultura Tropical que de una forma u otra han estado presente en mi formación como especialista.

RESUMEN.

En la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) “Jagüey Grande”, se trabaja en la búsqueda de alternativas que permitan sustituir los enraizadores tradicionales los cuales son costosos, por productos naturales de fácil adquisición para estimular el enraizamiento de esqueje. Con el desarrollo de este proyecto se evaluarán el Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) en el enraizamiento de los esquejes de guayaba cv. Enana Roja Cubana. Consta de cuatro etapas donde se describe la fundamentación de la búsqueda de información, el diseño de métodos y procedimientos, así como la relación de los recursos y el presupuesto necesario. Se evaluarán los productos naturales y su combinación a utilizar, estimando el efecto económico de los tratamientos y desarrollo de una nueva variante tecnológica a base de EcoMic® como alternativa para la nutrición de las plantas de guayaba. Todo esto permitirá estabilidad de los volúmenes de producción con alto valor comercial, disminución de los costos y la obtención de ingresos. Además, se capacitarán a viveristas del municipio y la provincia en el uso de enraizadores naturales en este cultivo.

Palabras clave: PectiMorf®, productos naturales, EcoMic®, enraizamiento, guayaba.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema	3
1.2. Hipótesis	3
2. FUNDAMENTACIÓN.....	4
2.1. Generalidades sobre el cultivo de la guayaba.....	4
2.1.1. Origen y distribución	4
2.1.2. Taxonomía.....	4
2.1.3. Características botánicas	5
2.1.4. Cultivares.....	6
2.2. Métodos de propagación de la guayaba.....	8
2.2.1. Propagación sexual por semillas.....	8
2.2.2. Propagación asexual o vegetativa.....	9
2.2.3. Propagación por enraizamiento de esquejes.....	9
2.3. Factores que influyen en la propagación por esquejes.....	11
2.3.1. Manejo y edad del banco de yemas.....	12
2.3.2. Calidad del esqueje.....	12
2.3.3. Medio de enraizamiento.....	13
2.3.4. Tratamiento con reguladores del crecimiento.....	14
2.4. El PectiMorf®, productos naturales aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) como enraizadores. Sus Características y potencialidades de empleo.....	15
2.4.1 El PectiMorf®.....	15
2.4.2 Aloe vera.....	15
2.4.3 Semillas de frijol y moringa.....	16
2.4.4 Agua de coco.....	16
2.5. Las micorrizas (Hongos micorrízicos arbusculares).....	16
2.5.1. Micorrizas.....	16
2.5.2. Productos naturales a base de micorrizas. El EcoMic®.....	17
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. RESULTADOS ESPERADOS.....	20
5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.CRONOGRAMA.....	21
5.1. Revisión del estado del arte.....	21

1era etapa: Conformación de un equipo de trabajo especializado para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.	21
2da etapa: Localización y preparación de los productos naturales a utilizar en el enraizamiento de esquejes de guayaba cv. Enana Roja Cubana.	21
2.1 Búsqueda, colecta de productos naturales y compra del PectiMorf® y EcoMic®	21
3era etapa: Evaluación del efecto de sustancias naturales en el enraizamiento de esquejes de guayaba en fase de vivero.	22
3.1 Efecto de los tratamientos en la formación inicial de callo y raíces.	23
3.2 Influencia de los tratamientos en la supervivencia y enraizamiento final.	23
3.3 Efectos de los tratamientos en el crecimiento de los brotes.	23
3.4 Factibilidad económica de los tratamientos de producción de esquejes.	23
3.5 Procesamiento estadísticos y redacción del documento.	24
4ta etapa: Implementación y generalización de los resultados.	24
5.2. CRONOGRAMA.	25
6. RECURSOS NECESARIOS.	27
7. PRESUPUESTO.	29
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA.	31
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	32

1. INTRODUCCIÓN.

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es un cultivo originario de América Tropical Continental y actualmente se encuentra muy difundido en todo el mundo. Este frutal es considerado el más valioso dentro del género *Psidium* de la familia Myrtaceae, por su alto contenido de sales minerales y vitaminas, entre ellas el ácido ascórbico (vitamina C), que en ocasiones sobrepasa los 400 mg por 100 g de pulpa, y brinda la posibilidad de consumo como fruta fresca o industrializada (MINAG, 2023).

En la fruticultura de Cuba, la guayaba juega un importante papel al representar, en el periodo 2016 – 2018, de acuerdo con las estadísticas del Ministerio de la Agricultura, el 12% y el 11% del área y la producción, respectivamente, de las frutas tropicales y goza de una gran aceptación popular, formando parte de las nuevas estrategias de producciones frutícolas nacionales, impulsadas por el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical y el Programa Nacional de Agricultura Urbana (Rodríguez y Sánchez, 2015). Dentro de los elementos decisivos de la cadena productiva, la propagación es una actividad de gran importancia.

Esta especie, inicialmente se propagó espontáneamente mediante reproducción sexual por semillas (Mata y Rodríguez, 2000). Con el desarrollo de la ciencia surgió la reproducción asexual, enraizamiento de estacas de ramas herbáceas o esquejes (Farréz *et al.*, 2009).

Este último método, es el más utilizado en la guayaba. La propagación por enraizamiento de esquejes permite obtener plántulas de alta calidad, con un notable ahorro de tiempo (3,5-6,0 meses), recursos humanos y financieros, además de las labores encaminadas a la producción y conducción de patrones, relacionadas con los injertos (Rodríguez *et al.*, 2001).

Para lograr una alta eficiencia en la producción de posturas por enraizamiento de esquejes, es necesaria la aplicación de reguladores del crecimiento y otras hormonas sintéticas como el ácido indolacético (AIA), ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido-1-naftalenacético (ANA) (Domínguez, 2011). En búsqueda de alternativas

que permitan la sustitución parcial o total de la hormona en la fase de enraizamiento, se puede emplear productos naturales como el Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) que pueden ser usados como alternativas para estimular la emisión de raíces (Fajardo *et al.*, 2011; Álvarez *et al.*, 2016; Nieves *et al.*, 2016).

Los enraizantes naturales se utilizan en agricultura para favorecer crecimiento de las raíces principales y el desarrollo de un mayor número de raíces secundarias. Son productos muy utilizados sobre todo cuando se van a plantar esquejes ya sean leñosos o herbáceos. En esos casos es esencial que la planta desarrolle un sistema radicular fuerte y sano (tanto para su sujeción como para la absorción de nutrientes), favoreciendo a las plantas durante todo el ciclo de vida en todas las fases del cultivo (De Miguel, 2019).

El EcoMic® es un biofertilizante que permite aumentar la captación de nitrógeno atmosférico e incorporarlo a las plantas que se inoculan favoreciendo la nutrición y aumentando la productividad. 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 (Quinto *et al.*, 2009).

Por no existir las sustancias que se utilizan para el enraizamiento, ya que son caras en el mercado de importación, se pasa a alternativas locales con productos naturales de fácil adquisición para mantener las producciones de posturas de este frutal.

1.1. Problema.

La producción de plantas por esquejes de guayaba cv. Enana Roja Cubana, se ve limitada por la baja disponibilidad del enraizador ácido indolacético (AIA), ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido-1-naftalenacético (ANA) utilizado durante la etapa de propagación por esquejes en el municipio Jagüey Grande.

1.2. Hipótesis.

Si utilizamos productos naturales como el Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) como enraizadores tradicionales, se podrán mantener las producciones de esquejes de guayaba.

2. FUNDAMENTACION.

2.1. Generalidades sobre el cultivo de la guayaba.

2.1.1. Origen y distribución.

Según Cañizares (1968) el guayabo (*Psidium guajava* L.) fue semidomesticado hace más de 2000 años; pero sólo desde hace poco tiempo ha adquirido una gran importancia en las áreas tropicales y subtropicales del mundo, principalmente por su alto contenido de ácido ascórbico y por lo rentable de su cultivo.

El origen de *Psidium guajava* L. es ciertamente desconocido, pero se considera originaria de América Tropical, específicamente del sur de México o de Centroamérica. También se reportó su aparición en excavaciones realizadas en Perú, donde encontraron semillas de la especie, se plantea que los aztecas la conocían desde tiempos remotos y la llamaban xalxocotl (Mata y Rodríguez, 2000).

En el período de colonización los españoles la llevaron al nuevo mundo, en las Indias Orientales y Guam. Luego se encontró en otros lugares del mundo, dígame Asia, las partes calurosas de África, Palestina, Argelia, Indonesia, Brasil y Puerto Rico. En Hawái llegó alrededor de 1800 y en las islas del Pacífico se puede encontrar como un árbol de traspatio (Mendoza *et al.*, 2005). Actualmente, el comercio mundial de la guayaba, ocurre principalmente en los países que se encuentran en zonas tropicales a subtropicales. Se cultiva bajo condiciones bien tecnificadas en algunos países de África, India, Brasil, México, Colombia, Puerto Rico, Cuba, Malasia, Filipinas y Tailandia entre otros (MINAG, 2023).

2.1.2. Taxonomía.

El guayabo pertenece al orden Myrtales, que se compone de cinco familias: Myrtaceae, Lecythridaceae, Melastomacetae, Combretaceae y Rhizophocaceae (Reko, 1946; Valdés-Infante, 2009; Rodríguez y Echeverría, 2022). La familia Myrtaceae, en la cual se encuentra el guayabo, está representada por cerca de tres mil especies de árboles y arbustos que prosperan en la mayor parte de las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Carnaveli, 1976). El género *Psidium*, incluido en esta familia, está compuesto por 150 especies aproximadamente

(Mosqueda, 1978; Farrés *et al.*, 2002). Algunas de las más importantes son: *P. cattleianum* Sabine, *P. friedrichsthalianum* (Berg) Nied y *P. guajava* L. (Tejada, 1980; Subramanyan e Iyer, 1993). La taxonomía de esta especie es la siguiente:

Reino: Plantae

Filum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Subfamilia: Myrtoideae

Tribu: Myrteae

Género: *Psidium*

Especie: *Psidium guajava* L. (MINAG, 2023).

2.1.3. Características botánicas.

Rodríguez *et al.* (2010) plantea que el guayabo es un árbol bajo o un arbusto de 3 a 10 m de altura. Ramifica libremente cerca del suelo y puede llegar a ser muy denso. Su consistencia es dura y leñosa. El sistema radicular es muy superficial, pero el árbol lo compensa con la extensión y el número de raíces, las cuales sobrepasan la proyección de la copa. Esto es lo que incrementa su posibilidad de sobrevivir en áreas donde frecuentemente se tienen problemas con ciclones y le permite además que se desarrolle en casi todos los tipos de suelos.

Rodríguez *et al.* (2010) plantea que el tallo puede alcanzar entre 2 y 9 metros de altura, con un diámetro de hasta 30 cm, con tendencia a ramificarse profusamente, aún desde brotes radicales y su consistencia es dura y leñosa.

Las hojas son algo coriáceas; ovales, oblongas o elípticas y con pecíolos cortos. Se disponen en pares alternos a lo largo de las ramas. Miden de 3 a 6,5 cm de ancho y de 5 a 15 cm de largo (Rodríguez *et al.*, 2010) pues tienen pubescencia fina en el envés y presentan aroma específico al ser estrelladas, el cual proviene de un aceite esencial y el olor depende del cultivar.

Las flores son hermafroditas, blancas y grandes. Pueden aparecer solitarias o formando grupos variables (2-3). Posee de 4 a 5 pétalos. Los estambres son numerosos y con mucho polen (Rodríguez *et al.*, 2010) pues la floración puede mantenerse todo el año si las condiciones fitotécnicas son buenas y las condiciones ambientales lo permiten.

El fruto es una baya cuyas dimensiones varían enormemente de una variedad a otra. Puede ser redondeado, oblongo o piriforme y conserva en el ápice los restos del cáliz. La corteza puede ser lisa o rugosa y con un color amarillo verdoso y amarillo claro en su plena madurez, aunque en algunos tipos se distingue un tinte ligeramente rosado en el lado expuesto. El color de la pulpa es muy variable: blanco, blanco amarillento, amarillo, rosado claro u oscuro, rojo y naranja. El sabor varía desde dulce a ácido o muy ácido. Presentan numerosas semillas pequeñas cuyo número puede variar de 112 a 535 (Rodríguez *et al.*, 2010), aunque algunas guayabas no tienen semillas o presentan muy pocas.

2.1.4. Cultivares.

Peña *et al.* (2006) indica que para la selección de un cultivar de guayabo la planta y sus frutos deben reunir las siguientes características:

- Que las plantas sean buenas productoras y precoces.
- Plantas de porte pequeño.

En las condiciones de Cuba según Rodríguez *et al.* (2010) se encuentran en la colección de guayabo en la Unidad Científico Tecnológica de Base de Alquizar del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, los siguientes cultivares:

- E.E.A 18-40 ('Enana Roja Cubana'). Cultivar cubano obtenido por Jesús Cañizares en 1962 a partir de una selección de plantas propagadas por semillas del cultivar 'Indian Pink' (introducido desde Estados Unidos). Árbol de porte pequeño, frutos de diferentes formas y tamaño, pero generalmente son aperados de pulpa roja-rosada. Cultivar muy prolífero de alto potencial productivo (más de 70t/ha/año), su follaje es de color verde oscuro. Fue evaluado en la Estación Nacional de Frutales (Instituto de Investigaciones en

Fruticultura Tropical) y propuesto para la producción en 1992. Se adapta a la mayoría de los suelos, incluso los poco profundos. Es el cultivar más generalizado en el país.

- 'EEA1-23'. Árbol de porte pequeño, más ancho que alto. Frutos algo ovalados de tamaño mediano a grande con pulpa color rosado, alto potencial productivo (50t/ha/año), las hojas son grandes de color verde claro.
- 'EEA 38 - 4'. Cultivar que se encuentran en colección en el Banco de Germoplasma de Estación de frutales de Alquizar.
- 'Suprema Roja'. Cultivar prolífico introducido de Estados Unidos de Norte América. Se considera que produce uno de los frutos más hermosos y de buena calidad, que son ideales para consumirlos frescos. Árbol de crecimiento medio, vigoroso, frutos ovalados algo, pulpa roja y de buena calidad.
- 'N6'. Cultivar procedente de Florida, Estados Unidos de Norte América, se introdujeron por el año 1958 unos nueve cultivares obtenidos por el Profesor Roy O. Nelson de la Universidad de Miami. Se denominaron como 'N1' a 'N9' y se plantaron en Sancti Espíritus, constituyendo la primera plantación comercial en Cuba. De ellos, la 'N6' ha sido el más propagado por sus altos rendimientos y calidad del fruto. Es un árbol de porte de mediano a alto, frutos de color rosado, con tamaño medio de 225 g.
- 'Belic L-123'. Cultivar cubano. Fue obtenido en el vivero de Belic, probablemente a partir de semillas del cultivar 'Indian Pink'.
- 'Belic L-207'. Cultivar cubano. Fue obtenido en el vivero de Belic, probablemente a partir de semillas del cultivar 'Indian Pink'. Posee alto potencial productivo y se refiere que no posee pulpa arenosa.
- 'Belic L-213'. Cultivar cubano. Fue obtenido en el vivero de Belic, probablemente a partir de semillas del cultivar 'Indian Pink'.
- 'BG 76-10'. Cultivar cubano obtenido por Cañizares en 1962 a partir de una selección de plantas propagadas por semillas del cultivar 'Indian Pink' (introducido desde Estados Unidos). Evaluado en la Estación Nacional de

Frutales (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical) fue propuesto para la producción en 1992, por sus altos rendimientos y su porte enano.

- 'BG 76-18', BG 76-19', 'BG 76-23'. Cultivares que se encuentran en colección en el Banco de Germoplasma de Estación de frutales de Alquizar.
- 'Cotorrera'. Se les denomina a las diferentes formas silvestres de guayabo que crecen en Cuba. Poseen hojas generalmente más pequeñas que los cultivares reconocidos y sus frutos tienen una corteza externa fina y gran número de semillas. Tradicionalmente, por su gran rusticidad se han empleado como patrones para propagar por injerto los diferentes cultivares comerciales de guayabo.
- 'Homero No. 1'. Cultivar que se encuentran en colección en el Banco de Germoplasma de Estación de frutales de Alquizar.
- 'Ibarra'. Cultivar cubano. Se considera una mutación del cultivar 'N6'.
- 'Indonesia Blanca'. Cultivar introducido de Estados Unidos de Norteamérica. Se introdujo como cultivar 'Indonesia', pero por su color blanco de la pulpa, se generalizó posteriormente el nombre de 'Indonesia Blanca'. Posee una pulpa finísima, casi sin semillas y es muy prolífero.
- 'Microguayaba'. Guayaba silvestre considerada como la subespecie púmila de *Psidium guajava* L.
- 'Selección Seychelles'. Selección obtenida de semillas introducidas de Islas Seychelles en la Unidad Científica Tecnológica de Base de Alquizar.

2.2. Métodos de propagación de la guayaba.

2.2.1. Propagación sexual por semillas.

La propagación del guayabo se puede realizar por dos vías: sexual o por semillas y asexual o por partes vegetativas de la planta, ésta última es la que mayores ventajas proporciona ya que permite garantizar las características agronómicas de los cultivares y además reduce la fase juvenil o período pre productivo (Farrés *et al.*, 2009).

Tradicionalmente la guayaba ha sido propagada de forma sexual o por semillas en todos aquellos países donde se cultiva, cuyas semillas germinan con extrema facilidad; constituyendo en algunos países extensos guayabales espontáneos (González *et al.*, 2010).

Para la obtención de semillas como porta injertos debe establecerse un área o plantación de material vegetativo básico de propagación en un lugar aislado donde no existan formas de guayaba cercanas, debe utilizarse la mejor forma o planta madre que reúna los caracteres siguientes (González *et al.*, 2010):

- Ser una forma representativa de la especie.
- Encontrarse en perfecto estado fitosanitario.
- Poseer un alto potencial productivo de forma periódica.
- Tener sus frutos un alto por ciento de semillas de calidad.
- Poseer una alta capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas.

2.2.2. Propagación asexual o vegetativa.

En la propagación del guayabo se pueden utilizar varios métodos asexuales o vegetativos, como: injertación, estacas de raíz, estacas de brotes enraizados en el tronco, estacas de ramas herbáceas o esquejes, estacas de ramas lignificadas, acodos o margullos aéreos o en tierra y cultivo de tejido (González *et al.*, 2010).

Existen varios tipos de injertos que pueden utilizarse en la propagación vegetativa del guayabo. El injerto de chapa de corteza de vástagos o ramas lignificadas se puede utilizar cuando los patrones tienen más de 0,5 cm de diámetro hasta aquellos que pudieran encontrarse en plantas adultas en plantaciones que se desean realizar un cambio de copa o variedad (González *et al.*, 2010).

2.2.3. Propagación por enraizamiento de esquejes.

En la literatura internacional se emplea el término esquejes o estacas para definir aquella parte de planta equipada de yemas, que una vez separada de la planta, son capaces de emitir brotes y raíces, y propiciar el crecimiento de un nuevo individuo con características similares a la planta madre (Bhardwaj y Mishra, 2005;

Almeida *et al.* (2012). Mientras Wendlingetal *et al.* (2013) plantean que puede considerarse estaca, a raíces, hojas, fracciones de hojas o de tallos, capaces de regenerarse, emitir raíces y derivar en una planta nueva.

Este método de propagación vegetativa, es muy empleado a nivel mundial, porque permite la multiplicación rápida y uniforme de grandes volúmenes de posturas de diferentes especies, en espacios relativamente pequeños (Hernández, 2018).

En Cuba, la propagación de guayaba por enraizamiento de esquejes, se emplea para propagar fundamentalmente cultivares de alto potencial productivo y de alta demanda entre los pobladores. En este sentido, el cultivar más deseado por productores y consumidores, es la 'E.E. A 18-40' (Enana Roja Cubana). Los programas de desarrollo de la fruta en el país potencian la creación de viveros para su propagación (Rodríguez y Sánchez, 2015).

Según Farréz *et al.* (2009) la propagación de guayaba por enraizamiento de esquejes representa una alternativa viable, pero requiere de condiciones tecnológicas especiales. Cañizares (1968) describe lo que pudiera ser el antecedente de la tecnología actual y reporta la recomendación del Dr. George D. Ruehle, investigador de la Estación Experimental Sud-tropical de Homestead, Florida. Básicamente el método constaba de tomar una rama de madera dura provista de hojas, embeberlas en soluciones de hormonas enraizadoras y ponerlas en un cajón propagador, garantizar la aspersion constante de agua en forma de neblina y una vez emitidas las primeras raíces, se podían hacer cambios en el sustrato y reducciones de la aplicación de agua.

Con el desarrollo de las investigaciones en torno a la propagación por enraizamiento de esquejes, entraron a surgir otros factores importantes como la luz, humedad del ambiente y otros relacionados con la calidad del esqueje, conformando lo que hoy se maneja en Cuba como tecnología de propagación por esquejes enraizados, la cual consta de cuatro etapas fundamentales: enraizamiento, culminación del enraizamiento, brotación y endurecimiento (Peña *et al.*, 2006).

La fase de enraizamiento, es una etapa crítica dentro del proceso de propagación y requiere de la aplicación de sustancias enraizadoras (Abbas, 2013), manejo eficiente del agua, humedad, temperatura, iluminación y otras cuestiones relacionadas con la calidad del esqueje, así como un lecho de enraizamiento a base de materiales filtrantes (MINAG, 2012); los más empleados en Cuba son la zeolita y la arena de río, este lecho puede ser construido en canteros de cemento rellenos con una capa inferior de grava, una intermedia de gravilla y una capa superficial de zeolita o arena de río, con un espesor entre 10-15 cm cada una (Rodríguez *et al.*, 2001) o en su defecto, poner una capa fina de arena o zeolita directamente en la bolsa, método muy empleado por los viveristas cubanos (Farréz *et al.*, 2009).

Esta etapa para las condiciones de Cuba tiene una duración promedio de cuatro a ocho semanas; momento en el cual el esqueje emite las primeras raíces y comienza la fase de culminación del enraizamiento (MINAG, 2023). Esta etapa se desarrolla en la bolsa y básicamente, comprende el crecimiento de la raíz en contacto directo con el sustrato que le proporciona los diferentes nutrientes, necesarios para garantizar la funcionalidad biológica de las raíces (García, 2010). La composición del sustrato que se lleva a la bolsa, es una mezcla de materia orgánica y zeolita. Esta etapa tiene una duración entre cuatro y seis semanas.

La fase de brotación, es de gran importancia, ya que, si esta no ocurre, pues no se pueden lograr las posturas, la misma, se caracteriza por el crecimiento de brotes de las yemas axilares presentes en el esqueje, una vez iniciada la misma, se pueden pasar las posturas a pleno sol para la fase de endurecimiento, que tiene como finalidad aclimatar las posturas para su posterior vida en el campo. Entre los elementos distintivos de esta etapa, destacan, las reducciones del suministro de agua y el incremento de la exposición solar (MINAG, 2023).

2.3. Factores que influyen en la propagación por esquejes.

Entre los factores de mayor importancia para la propagación por esquejes enraizados figuran: manejo y edad de las plantas madres o campos de yemas como se le conoce en Cuba, calidad del esqueje, superficie y retención foliar,

tratamientos hormonales, medio o sustrato de enraizamiento y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura y humedad relativa). La combinación adecuada de todos estos factores propicia, la inducción de raíces en el esqueje y el posterior desarrollo del mismo para convertirse en una postura de calidad de uso agrícola (Castillo *et al.*, 2013).

2.3.1. Manejo y edad del banco de yemas.

El manejo de los bancos de yemas, es muy importante para la obtención de esquejes de adecuada calidad. En este sentido, se debe garantizar un buen manejo fitosanitario, condiciones hídricas adecuadas y buena nutrición. Una planta madre sana, con células turgentes y bien nutridas, influye de manera decisiva en el posterior desarrollo del esqueje. Factores intrínsecos como el contenido de auxina, cofactores del enraizamiento, las reservas de carbohidratos y los nutrientes esenciales, pueden influir decisivamente en la iniciación de las raíces en el esqueje (Hartmann y Kester, 1995).

La edad de la planta, es uno de los factores más decisivos en el enraizamiento de esquejes. Plantas jóvenes con una adecuada madurez, aseguran esquejes de mayor calidad. Las plantas muy viejas, alcanzan altos niveles de lignificación y pierden la capacidad de producir esquejes viables para la propagación (Loeza *et al.*, 2013).

2.3.2. Calidad del esqueje.

Para la propagación de guayaba por enraizamiento de esquejes, deben tomarse estacas semileñosos de la parte terminal de las plantas, provistas con dos pares de hojas y sin yemas florales desarrolladas. Estos requisitos responden a la importancia que tiene la selección del esqueje (García, 2010).

Cualquier violación de estas exigencias, perjudica la calidad del mismo. Si se toman esquejes con una desarrollada brotación de las yemas, se movilizan las reservas nutricionales, hídricas y hormonales en este sentido y se perjudica el enraizamiento. Los largos períodos de exposición al sol, una vez cortado el esqueje, propician la rápida oxidación de los tejidos por concentración de fenoles y también perjudica el enraizamiento (Cabrera *et al.*, 2010).

Pierik *et al.* (1997) plantean que existen otras cuestiones a tener en cuenta para el corte de esquejes de calidad, como son: la polaridad- los esquejes enraízan por la parte basal, la pérdida de las yemas y hojas, estado nutricional determinan la capacidad de enraizamiento, poseer hojas demasiado jóvenes- se marchitan y caen, la edad de la planta madre, la época del año, grado de lignificación, longitud y diámetro, (estacas de entrenudos largos enraízan mejor), suposición en la planta y lugar del corte basal, deben cortarse cerca de la base del entrenudo, porque en esta zona existe mayor concentración de auxinas (Vázquez y Torres, 2006).

2.3.3. Medio de enraizamiento.

La importancia del medio de enraizamiento, radica en su función para garantizar la iniciación radical, en consecuencia, un buen medio de enraizamiento debe tener buena porosidad para que facilite la aeración, el drenaje de agua y retención de humedad, debe ser estable y de garantizada limpieza fitosanitaria. Otros atributos importantes a tener en cuenta son: la capacidad de sostener el esqueje durante el periodo de enraizamiento, proveer condiciones de oscuridad en la base del esqueje y valores de PH entre 6,5 - 7,0. Existen muchas variantes de medios para el enraizamiento de esqueje, pero la zeolita y arena de río resultan los más factibles (Rivero *et al.*, 2005).

La zeolita es un producto completamente ecológico que por sus propiedades físicas permite retener la humedad, disminuir el contenido de sodio y acidez de las tierras, y fijar los nutrientes a las raíces de las plantas. Los altos poderes de la zeolita le permiten intercambiar cationes de sodio -iones con carga positiva- y calcio con nitrógeno y fósforo. Se ha demostrado su eficacia como sustrato en cultivos de ciclo corto -hortalizas y vegetales-, con destino al consumo nacional y la exportación, y reporta importantes dividendos en el cultivo de la guayaba enana (Vázquez, 2007).

El tipo de sustrato puede afectar apreciablemente el porcentaje de acodos enraizados, según la mezcla Albany *et al.* (2018) encontraron que la combinación de abono de río + espuma fenólica fue más favorable (92,1%) en comparación con el abono de río solo (80,5%) en la producción de plantas de guayabo por acodo.

Este factor determinó el comportamiento del porcentaje de acodos no enraizados, cuyos valores fueron 13,3% para el abono de río y 2,4% para la mezcla de sustratos. Las variables porcentaje de acodos muertos, número y longitud de raíces, no mostraron diferencias estadísticas.

2.3.4. Tratamiento con reguladores del crecimiento.

Los reguladores de crecimiento son compuestos sintéticos u hormonas vegetales, que posibilitan el desarrollo de procesos fisiológicos en el esqueje y son capaces de estimular la iniciación radical. La aplicación práctica de los reguladores de crecimiento tiene entre sus funciones: la estimulación de raíces, garantizar la homogeneidad de las raíces, acelerar el enraizamiento, aumentar el porcentaje de supervivencia, ahorro de mano de obra y la liberación rápida del espacio en los viveros (Ramírez *et al.*, 2003).

Es importante destacar que estos productos, se aplican como regla general en bajas concentraciones y el límite entre la dosis que estimula el enraizamiento y la inhibición, es muy estrecho. Existe una gran gama de productos empleados como reguladores de crecimiento (auxinas, citoquininas, productos naturales, microorganismos, oligogácturónidos, entre otros) y la dosis de aplicación varía incluso, dentro de una misma especie (Ramos *et al.*, 2013).

Las auxinas son las más utilizadas para el enraizamiento de esquejes y están implicadas en muchos procesos del desarrollo vegetal porque afectan la división, crecimiento y diferenciación de las células. Participan en muchos procesos del desarrollo vegetal: crecimiento, dominancia apical, enraizamiento, partenocarpia, tropismos y abscisión (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

Se utilizan auxinas sintéticas con numerosas aplicaciones agronómicas y biotecnológicas como fitoreguladores. Las auxinas favorecen el crecimiento porque modifican la extensibilidad celular al producir factores que ablandan la pared y también modificando la expresión génica (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

En muchos casos el enraizamiento en la base del tallo o esqueje es un proceso espontáneo, aunque la aplicación de ácido indolacético (AIA) y auxinas sintéticas

como el ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido-1-naftalenacético (ANA) estimulan el enraizamiento en especies recalcitrantes (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

2.4. El PectiMorf®, productos naturales aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) como enraizadores. Sus Características y potencialidades de empleo.

2.4.1 El PectiMorf®.

El PectiMorf (registrado como PectiMorf®). Es un bioproducto de origen natural constituido por una mezcla de carbohidratos biológicamente activos. Es una mezcla de oligosacáridos pépticos con grado de polimerización 7-16, obtenido a partir de materias primas nacionales de la industria citrícola, específicamente el ácido péptico (Sigma, pectina cítrica) (Cevallos, 2000; Cabrera, 2010), según metodología establecida y patentada por el Laboratorio de Oligosacarinas del Grupo de Productos Bioactivos del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, Cuba (Montes *et al.*, 2010).

Otra cualidad importante de este producto, es su capacidad para provocar enraizamiento. Su aplicación reporta beneficios tales como: sustituye reguladores del crecimiento en el cultivo *in vitro*, en los esquejes promueve el enraizamiento, estimula el crecimiento y el rendimiento de los cultivos y acelera la germinación de las semillas (Ramírez *et al.*, 2003).

2.4.2 Aloe vera.

Aloe vera se extrae de la planta de sábila y es conocido también como áloe de Barbados o áloe de Curazao, entre otros, es una planta suculenta de la subfamilia Asphodeloideae dentro de la familia Xanthorrhoeaceae. El enraizante de sábila se utiliza en los cultivos para favorecer el crecimiento de las raíces, estimulando su crecimiento y mejorando sus niveles de absorción de nutrientes y agua. Gracias al uso de enraizantes la planta crece más fuerte y protegida que te ayudará a prevenir la presencia de hongos, bacterias y plagas en los esquejes, es tan efectivo que sus nutrientes, minerales y aminoácidos son útiles para la formación y

desarrollo de nuevas raíces sanas y fuertes, además, la floración será más abundante lo que derivará en una producción de frutos mayor (Nateras, 2023).

2.4.3 Semillas de frijol y moringa.

La fermentación es un proceso económico y sencillo que causa cambios químicos y modifica la funcionalidad de los alimentos. Es la acción de microorganismos y/o enzimas que genera los cambios en dicho proceso. En relación al efecto de la fermentación sobre el contenido de polifenoles es aún contradictorio, sin embargo, varios estudios coinciden en una disminución que ha alcanzado hasta un 52% en semillas fermentadas (durante 18 h a 35°C) de *Phaseolus mungo*. Ello se atribuye a la acción de la polifenol- oxidasa endógena o de los microorganismos que actúan en el proceso de fermentación (Dávila *et al.*, 2003).

2.4.4 Agua de coco.

El agua de coco también es considerada un enraizante natural (García, 2008), contiene citoquinina (1:3-difenil-urea), que estimula la elongación de las células de los cotiledones (Quinto *et al.*, 2009). Además, presenta otros reguladores del crecimiento como: auxinas (AIA), ácido abscísico (ABA) y giberelinas (Millán y Márquez, 2014).

También contiene ácido giberélico. Se sabe que este ácido aumenta la tasa de germinación de las semillas y mejora el desarrollo de las raíces en esquejes y plántulas. Las citoquininas son unas hormonas que promueven la división celular y fomentan el crecimiento de brotes y raíces estimulando crecimiento y desarrollo de plántulas.

2.5. Las micorrizas (Hongos micorrízicos arbusculares).

2.5.1. Micorrizas.

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) según Ruiz (2001) son microorganismos del suelo que forman simbiosis con el 80% de las plantas terrestres, formando arbusculos, vesículas (en algunas especies) e hifas, dentro de las células corticales de las plantas que colonizan. Son los responsables de la formación de las micorrizas.

Las ventajas proporcionadas a las plantas por la micorrización son numerosas. Gracias a ella, la planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos (fósforo, nitrógeno, calcio y potasio) y agua del suelo. La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a ciertos estreses ambientales que afectan al suelo como la salinidad los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizada. Todo esto redundando en una mayor longevidad de la planta (Cuenca, 2007).

Blanco y Salas (1997) exponen que, en el caso de los hongos, la mayor parte de las 5 000 especies identificadas en las micorrizas pertenece a la división Basidiomycota, mientras que en casos más excepcionales se observan integrantes de Ascomycota. La tercera división que se ha observado formando micorrizas es Glomeromycota, un grupo que sólo se conoce en asociación micorrizógena y cuyos integrantes mueren cuando se les priva de la presencia de raíces.

2.5.2. Productos naturales a base de micorrizas. El EcoMic®.

En Cuba se producen y aplican desde el siglo pasado bioproductos para la nutrición de las plantas y el control de plagas en los cultivos agrícolas. Entre estos se pueden mencionar el uso de biofertilizantes, bioestimuladores, entomopatógenos, entomófagos y antagonistas. Su uso por el agricultor contribuye a la obtención de cosechas sanas, la disminución de contaminantes al ambiente, el riesgo de intoxicaciones, la afectación de organismos beneficiosos y el ahorro de divisas por importación de agroquímicos (Ruiz, 2001).

Los productos de la serie EcoMic® son inoculantes sólidos que contienen especies naturales de hongos micorrizógenos de alto grado de pureza, eficiencia y estabilidad biológica, desarrollados en sustratos adecuados y evaluados con éxito en diferentes condiciones edafoclimáticas (Ruiz, 2001).

Estos autores plantean que el producto es capaz de incrementar la eficiencia en forma de nutrientes y el agua en los cultivos, aumenta la tolerancia al ataque de patógenos, y mejora las propiedades físicas de los suelos. Permite además sustituir el 30% de la fertilización química (nitrogenada, fosfórica y potásica), incrementa los rendimientos agrícolas entre un 15 y 30%, y disminuye la contaminación ambiental.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de productos naturales: Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) en el enraizamiento de los esquejes de guayaba cv. Enana Roja Cubana.

3.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de productos naturales: Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) en el desarrollo de enraizamiento en esquejes de guayaba cv. Enana Roja.
- Determinar la influencia de los tratamientos con los efectos de productos naturales como el Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) utilizados en indicadores del enraizamiento final de los esquejes de guayaba.
- Estimar el efecto económico de los tratamientos alternativos a base de efecto de productos naturales: Pectimorf®, aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) en sustitución del ácido indolacético (AIA), ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido-1-naftalenacético (ANA) para el enraizamiento de los esquejes de guayaba.

4. RESULTADOS ESPERADOS.

- Valorar las alternativas locales a base de productos naturales para el enraizamiento de esquejes de guayaba cv. Enana Roja.
- Determinar el producto natural y su combinación a utilizar en el enraizamiento de esquejes de guayaba.
- Desarrollo de una nueva variante tecnológica a base de EcoMic® como alternativa para la nutrición de las plantas de la guayaba.
- Desarrollo de mejores combinaciones de enraizadores óptimas para la producción en vivero de plantas con calidad de la guayaba.
- Estabilidad de los volúmenes de producción con alto valor comercial.
- Disminución de los costos de producción y la obtención de ingresos económicos.
- Publicaciones en revistas de alto impacto.
- Presentación en eventos científicos nacionales e internacionales.
- Capacitación a viveristas del municipio y la provincia involucrados en el uso de enraizadores naturales en el cultivo de la guayaba.

5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.CRONOGRAMA.

El proyecto consta de cuatro etapas que se desarrollarán en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) “Jagüey Grande”.

5.1. Revisión del estado del arte.

1ra etapa: Conformación de un equipo de trabajo especializado para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

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 del centro profesionales de la producción, así como, estudiantes vinculados a las investigaciones de la UCTB. Las tareas a desarrollar son las siguientes:

Revisión de bibliografía actualizada sobre el tema a investigar:

Cultivo de la guayaba, Origen y Distribución, Taxonomía, Características botánicas, Cultivares, Métodos de propagación, Factores que influyen en la propagación por esquejes y El PectiMorf®, productos naturales aloe vera, semillas fermentadas de frijol y moringa, agua de coco + EcoMic® (HMA) como enraizadores. Sus Características y potencialidades de empleo.

2da etapa: Localización y preparación de los productos naturales a utilizar en el enraizamiento de esquejes de guayaba cv. Enana Roja Cubana.

2.1 Búsqueda, colecta de productos naturales y compra del PectiMorf® y EcoMic®

Para ello se realizará una búsqueda de los productos naturales (sábila, semillas de frijol, moringa y el agua de coco) en la zona aledaña al vivero y se prepararan los enraizadores a las concentraciones requeridas para dicha función, y se realizaran contratos con el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) para la compra del PectiMorf® y EcoMic®.

3ra etapa: Evaluación del efecto de sustancias naturales en el enraizamiento de esquejes de guayaba en fase de vivero.

El trabajo se realizará en la casa de producción de plantas de guayabo por esquejes, del vivero comercial ubicado en el km 141 de la autopista nacional perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Eliseo Reyes” y en el vivero de la UCTB “Jagüey Grande”, provincia Matanzas. Se realizará un experimento para la obtención de las posturas de guayabo por esquejes, donde se analizarán los efectos de ocho tratamientos para la inducción del enraizamiento.

Como material vegetal se utilizarán esquejes semileñosos de guayabo (*Psidium guajava* L.) cultivar ‘Enana Roja Cubana’, obtenidas de la punta y pre punta de ramas entre 1 cm - 1,9 cm de diámetro y 30 cm - 50 cm de longitud, de una plantación de dos años de edad. Se utilizarán bolsas de polietileno de 12,5 mm x 24 mm y un litro de capacidad, como sustrato cachaza descompuesta + suelo (70:30).

Los ensayos se realizarán en tres momentos del año (mayo-agosto), (septiembre-diciembre) y enero-abril), se cortarán esquejes de 12 cm en promedio, semileñosos con dos pares de hojas en su parte superior, provenientes de un banco de yemas de dos años de edad cercano al lugar de la instalación. Se realizará un experimento para la obtención de las posturas de guayabo por esquejes, con un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas de 200 plantas cada una, para un total de 800 plantas x tratamiento, donde se evaluará el efecto de las sustancias enraizadoras.

Se realizarán ocho tratamientos, los cuales se muestran a continuación:

- I. Testigo, sin enraizador
- II. Inmersión del extremo basal de las varetas en gel de Aloe Vera (100%) + EcoMic®
- III. Inmersión del extremo basal de las varetas en una solución extraída de semillas de moringa fermentada (100%) +EcoMic®
- IV. Inmersión del extremo basal de las varetas en una solución extraída de semillas de frijol fermentada (100%) +EcoMic®

- V. Inmersión del extremo basal de las varetas en solución de agua de coco + Aloe vera (50% agua de coco y 50% Aloe vera) +EcoMic®
- VI. Inmersión del extremo basal de las varetas en agua de coco + solución de semillas de moringa fermentadas (50% agua de coco y 50% semillas de moringa fermentada) +EcoMic®
- VII. Inmersión del extremo basal de las varetas con EcoMic® (100%).
- VIII. Inmersión del extremo basal de las varetas en una solución de Pectimorf® a concentración de 20mg.L-1 durante 30 minutos + EcoMic®, productos suministrados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

3.1 Efecto de los tratamientos en la formación inicial de callo y raíces.

A los 40 días de montados los esquejes se realizará una primera evaluación, se contabilizará el número de esquejes con callos y raíces primarias, longitud de las raíces (cm).

3.2 Influencia de los tratamientos en la supervivencia y enraizamiento final.

A los 60 días se realizarán evaluaciones del número de esquejes vivos y muertos, número de raíces por esqueje, largo de las raíces (mm), masa fresca y seca de raíces (g), porcentaje de materia seca (%) y fresca (%).

3.3 Efectos de los tratamientos en el crecimiento de los brotes.

Desde los 60 días hasta los 90 días se realizarán evaluaciones del largo (cm), diámetro en la base (mm) y número de hojas en brotes emitidos por los esquejes en los diferentes tratamientos.

3.4 Factibilidad económica de los tratamientos de producción de esquejes.

Para estimar la valoración económica de la producción de esquejes según las variantes tradicional y recomendada a partir del trabajo experimental, se tendrán en cuenta los indicadores productivos y económicos siguientes:

- Prendimiento de esquejes a los 80 días en cada variante experimental.
- Precio de venta de una planta lograda por esqueje en CUP (PV).
- Valor de la producción de plantas por esqueje: $VP = PL \times PV$.

- Costo de producción total en CUP (\$): Se determinó a partir de los costos de los materiales y la mano de obra utilizados durante la producción al año.
- Ganancia neta total (\$): Relación entre los ingresos por la venta de la producción y los costos totales. Según la expresión, $Gn = VP - CP$.
- Relación costo – beneficio: $C/G = CP/Gn$.
- Rentabilidad (%): Según la fórmula $R = Gn/CP \times 100$.

3.5 Procesamiento estadístico y redacción del documento.

Se realizarán los análisis correspondientes y se procederá a la escritura del documento.

Para el procesamiento de los datos de las evaluaciones en las diferentes variables se elaborará una base de datos en Excel y se utilizará el programa estadístico STATISTICA, Versión 6.0, (StatSoft, Inc., 2003). Se determinará 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 utilizará la prueba de Kruskal-Wallis y las medias serán comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Student-Newman-Kwels (SNK) ($p \leq 0,05$).

4ta etapa: Implementación y generalización de los resultados.

Las tecnologías desarrolladas y los resultados obtenidos serán divulgados a través de conferencias, talleres, eventos, demostraciones en el campo, materiales didácticos, extensionismo, etc., a fin de incrementar la producción y satisfacer el incremento de la demanda del cultivo.

5.2. CRONOGRAMA.

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

Etapas	Tareas	Fechas de inicio	Fechas de culminación
1 ^{ra} Conformación de un equipo de trabajo especializado para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto	Conformación de un equipo que trabajará en proyecto, para lo que se tendrán en cuenta los profesores e investigadores que poseen experiencia en la temática del centro profesionales de la producción, así como, estudiantes vinculados a las investigaciones de la UCTB	Enero 2023	Febrero 2023
2 ^{da} Localización y preparación de los productos naturales a utilizar en el enraizamiento de esquejes de guayaba cv. Enana Roja Cubana.	Búsqueda de los productos naturales (sábila, semillas de frijol, moringa y el agua de coco) en la zona aledaña al vivero y se prepararan los enraizadores a las concentraciones requeridas para dicha función, y se realizaran contratos con el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas para la compra del PectiMorf® y EcoMic®.	Febrero 2023	Abril 2023
3 ^{ra} Evaluación del efecto de sustancias naturales en el enraizamiento de esquejes de guayaba en fase de vivero.	Los ensayos se realizarán en tres momentos del año (mayo-agosto), (septiembre-diciembre) y enero-abril), se cortarán esquejes de 12 cm en promedio, semileñosos con dos pares de hojas en su parte superior, provenientes de un banco de yemas de dos años.	Mayo 2023	Abril 2024
	Evaluación del efecto de los tratamientos en el enraizamiento de esquejes de guayaba con el uso de productos naturales.	Julio 2023	Abril 2024
	Para estimar la valoración económica de	Julio 2024	Agosto

	la producción de esquejes se calcularon la ganancia neta total, relación costo – beneficio y rentabilidad, teniendo en cuenta indicadores productivos y económicos		2024
4 ^{ta} Implementación y generalización de los resultados obtenidos.	Las tecnologías desarrolladas y los resultados obtenidos serán divulgados a través de conferencias, talleres, eventos, demostraciones en el campo, materiales didácticos, extensionismo, etc., a fin de incrementar la producción y satisfacer el incremento de la demanda del cultivo.	Septiembre 2024	Diciembre 2025

6. RECURSOS NECESARIOS.

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

Tabla 2. Recursos humanos para desarrollar el proyecto.

Personal participante	Grado científico o Título Académico	Categoría Científica, Docente y Tecnológica	Institución a que pertenece
José Pérez Rodríguez	M. Sc. (Jefe del proyecto)	Especialista	UCTB, Jagüey Grande
Dalmis Martínez Prieto	Lic.	Profesor Auxiliar	CUM, Jagüey Grande
Alina Puente Sánchez	M. Sc	Inv. Agregado Profesor Instructor	UCTB, Jagüey Grande
Marianela Díaz Urría	Lic.	Especialista Profesor Instructor	UCTB, Jagüey Grande
Yisleydis Pérez Pages	Ing.	Asp. Investigador Profesor Instructor	UCTB, Jagüey Grande
Arianne del Valle Pérez	Esp.	Reserva Científica	UCTB, Jagüey Grande
Damián Martínez Oliva	Ing.	Asp. Investigador	UCTB, Jagüey Grande
Nersis Simón Odio	Tec.	Tec.	UCTB, Jagüey Grande
Yané Martínez Suarez	Tec.	Tec.	UCTB, Jagüey Grande
Carlos Aliaski Torriente Tornés	Tec.	Tec.	UCTB, Jagüey Grande
Belquis Garrido	Lic.	Especialista	UCTB, Jagüey Grande
Mariela Hernández Cruz	Lic.	Especialista	UCTB, Jagüey Grande
Lubia Alfonso Rodríguez	Lic.	Especialista	UCTB, Jagüey Grande
Iraida Prieto Pérez	Obrera	Obrera	UCTB, Jagüey Grande
Luis Enrique Díaz Baró	Obrera	Obrera	UCTB, Jagüey Grande

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

DESGLOSE DE MATERIALES		
Material de oficina	Precio	Cantidad
Hojas	192	3
Libretas	64,61	50
Lapiceros	52,5	100
Files	300	7,3
Total	609,11	160,3

En la tabla 4 se presentan los bioproductos a comprar por el proyecto.

Tabla 4. Bioproductos a comprar por el proyecto

Bioproductos	u	Precio	Cantidad	Total
EcoMic®	Kg	34,5	40	1 380
Pectimorf®	L,1	500	3	1 500
Total				2 780

7. PRESUPUESTO.

En la tabla 5 se presenta el presupuesto global del proyecto en moneda nacional (CUP).

Tabla 5. Presupuesto global del proyecto (CUP).

PRESUPUESTO GLOBAL DEL PROYECTO				
CONCEPTO	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026
	CUP	CUP	CUP	CUP
Salario (1)	351 934,00	346 159,00	346 159,00	1 044 252,00
Salario complementario (9,09% del salario total anual) (3)	31 990,80	31 465,85	31 465,85	94 922,51
Subtotal (4)	383 924,80	377 624, 85	377 624,85	1 139 174,51
Seg. Social (hasta 14% del total de los salarios) (5)	53 749,47	52 867,48	52 867,48	159 484,43
5% de impuestos por la utilización de la fuerza de trabajo (6)	19 196,24	18 881,24	18 881,24	56 958,73
Recursos materiales (7)	16 567,50	2 441,00	0,00	19 008,50
Subcontrataciones (8)	50 014,60	13 722,00	11 722,00	75 458,60
Otras retribuciones (2) (no representa salario res. 287)	87 329,00	87 329,00	87 329,00	261 987,00
Otros recursos (9)	187 322,9	187 822,90	182 322,90	557 468,70
Subtotal (10)	414 179,71	363 063,62	353 122,62	1 130 365,96
Total Gastos Corrientes Directos (11)	798 104,51	740 688,48	730 747,48	2 269 540,46
Gastos de Capital (12)				0,00

Gastos Indirectos (13)	268 747,36	264 337,40	264 337,40	797 422,15
Total de Gasto (14)	1 066 851,87	1 005 025,87	995 084,87	3 066 962,62
Aporte al Conocimiento (15) (hasta 25% del costo total del proyecto)	266 712,97	251 256,47	248 771,22	766 740,65
Ganancia (16) (10% del costo total del proyecto)	106 685,19	100 502,59	99 508,49	306 696,26
Total Gastos del Proyecto (17) = 14+15+16	1 440 250,03	1 356 784,93	1 343 364,58	4 140 399,53

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA.

La ejecución de este proyecto de investigación permitirá que los productores dispongan de productos naturales como alternativa a los enraizadores químicos.

La incorporación de productos naturales traerá como beneficio la estabilidad e incremento de los volúmenes de producción con alto valor comercial, la disminución de los costos de producción, mayor rentabilidad y la obtención de ingresos económicos.

Para el desarrollo del proyecto, no será necesario realizar nuevas inversiones ya que se dispondrá de las instalaciones, maquinaria y equipos de las instituciones participantes, las que tendrán a su cargo la fase experimental.

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 del cultivo de la guayaba.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Abbas, M.; Kashif, R.; Afzal, J.; Ahmad, S.; Raiz, S. y Iqbal, J. 2013. Production of true to type guava nursery plants via application of IBA on soft woodcuttings. *Agronomy*. 51(3): 289-296.
2. Albany, Nilca; Vilchez, J. A.; Vitoria, Zenaida; Castro, Carmen y Gadea, J. 2018. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php/>. [Consulta: mayo, 22 2023].
3. Almeida, D.; Xavier, A. y Díaz, J. 2012. Vegetative propagation of selected (*Eucalyptus cloeziana* F.) trees through cutting technique. *Árvore*. 31(3): 445-453.
4. Álvarez, I.; Reinaldo, I.; Cartaya, O. y Terán, V. 2016. Efectos de una mezcla de oligogalacturónidos en la morfología de hortalizas de importancia económica. *Cultivos Tropicales*. 32(3): 69-74.
5. Azcón-Bieto, J. y Talón, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. España: Universidad de Barcelona. p. 305-325.
6. Bhardwaj, D. y Mishra, V. 2005. Vegetative propagation of *Ulmus villosa*: effects of plant growth regulators, collection time, type of donor and position of shoot on adventitious root formation in stem cuttings. *New Forests*. 29(2): 105-116.
7. Blanco, F. y Salas, E. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. 1^{ra} edición. Costa Rica: Agronomía Costarricense. p. 55-67.
8. Cabrera, D.; Rodríguez, P.; Vignale, B. y Mara, V. 2010. Avances en la propagación vegetativa de Guayabo del País, (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) Serie de actividad de difusión No 603. INIA Las Brujas.
9. Cabrera, J. 2010. Obtención de (1-4)-a-D-Oligogalacturónidos bioactivos a partir de los subproductos de la industria. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto en Ciencias Agrícolas.
10. Cañizares, J. 1968. La guayaba y otras frutas Myrtaceas. La Habana, Cuba: Instituto del libro. p. 33-67.
11. Carnaveli, A. 1976. La guava. *Frutticoltura*. 38(12): 29-33.

12. Castillo, J.; López, M.; López, J.; Cetina, V. y Hernández, T. 2013. Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de *Abies religiosa* K. Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 19(1): 175-184.
13. Ceballos, A. 2000. Establecimiento de una metodología eficiente en el proceso de embriogénesis somática de cafeto (*Coffea* sp.) mediante el uso de marcadores morfo-histológicos y moleculares. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
14. Cuenca, G. 2007. Las micorrizas arbusculares como una alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *Interciencia*. 32(1): 23-29.
15. Dávila, M.; Sangronis, E. y Granito, M. 2003 Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales [en línea]. ISSN 2309-5806 v.53 n.4 (diciembre) Caracas. Disponible en: <http://www.ve.scielo.org> [Consulta: septiembre, 20 2023].
16. De Miguel, E. 2019. 5 Enraizantes Naturales caseros que puedes hacer tú mismo [en línea]. Disponible en: <https://www.agrohuerto.comm/5-enraizantes-naturales-que-puedes-hacer-tu-mismo/> [Consulta: noviembre, 4 2023].
17. Domínguez, P. 2011. Propagación in-vitro de selecciones de guayabo (*Psidium guayabo* L.) y su respuesta a hormonas en período de subcultivo. México. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Agropecuarias. Instituto de Enseñanza de Investigaciones en Ciencias Agrícolas.
18. Fajardo, R.; Blanco, Y.; Borges, M.; Fonseca, D.; Hernández, Y. y Arceo, L. 2011. Efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf® en el enraizamiento y aclimatización de *Dianthus caryophyllus*. *Ciencias*. 34(2): 13-16
19. Farrés, A. E.; Nodarse, W. G.; Mullen, L.; Placeres, J.; Pena, O.; Castro, T.; del Vallin, G.; Frometa, E.; Fuentes, V.; González, G.; Noriega, C.; Pedrera, B.; Parra, C.; Sourd, D. y Borgesm, I. 2002. Curso sobre el cultivo de la guayaba. Ed. Instituto de Investigaciones de Citricos y otros Frutales. 28 p.
20. Farrés, E.; Placeres, G.; Rodríguez, D.; Peña, G. y Mullen, P. 2009. Manual sobre la propagación de frutales tropicales. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). 23 p.

21. García, M. 2010. Guía técnica del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.). La Habana, Cuba: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". 23 p.
22. García, M. 2008. El Cocotero, Árbol de la vida. *CitriFrut* 25(1): 65-77.
23. González, G.; Noriega, C.; Fuentes, V.; Parra, C.; Pedrera, B.; Borges, I. y Castro, T. 2010. Guía práctica del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. 14 p.
24. Hartmann, H. y Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ta edición México: Continental. 760 p.
25. Hernández, O. 2018. Evaluación de productos naturales y ecomic (HMA), en la producción de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.) por esquejes. Matanzas. Tesis en opción al Título de Especialista en Fruticultura Tropical. Universidad de Matanzas.
26. Loeza, C. J. M.; Díaz, L. E.; Campos, P. J. M.; Orlando, G. J. I. 2013. Efecto de lignificación de estacas sobre enraizamiento de *Bursera morelensis* Ram. y *Bursera galeottiana* Engl. *Ciencias Naturales y Agropecuarias*. 20(3): 222-226.
27. Mata, B. y Rodríguez, M. 2000. Cultivo y propagación de guayaba (*Psidium guajava* L.). D F., México.
28. Mendoza, M. R.; Luis, A.; Castillo, S. F. y Vidales, F. 2015. Diagnóstico del manejo actual del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en la región oriental de Michoacán. Michoacán, México: SAGARPA. 43 p.
29. Millán, M. y Márquez, J. 2014. Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco. [en línea]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr> [Consulta: marzo, 20 2023].
30. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2012. Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba. Ed. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. 2da edición. Ciudad de la Habana, Cuba. 35 p.
31. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2023. Instructivo técnico para el cultivo del guayabo. Ed. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y al Grupo Agrícola (GAG) del Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 35 p.

32. Montes, S.; Aldaz, J.; Ceballos, M.; Cabrera, J. y López, M. 2010. Uso del biorregulador Pectimorf® en la propagación acelerada del *Anthurium cubense*. Cultivos Tropicales. 21(3): 29-31.
33. Mosqueda, V. R. 1978. Papayo, pina y guayabo. Recursos genéticos disponibles en México. Sociedad Mexicana de Citogenética, A.C, Chapingo, México. p: 229 -309.
34. Nateras K, 2023. ¿Qué es un enraizante? [en línea]. Disponible en: <https://www.google.com/url?q=https://iausa.com.mx/que-es-un-enraizante/&sa=U&ved=2ahUKEwiDpr2yr9GDAxV7RzABHdA9C4IQFnoECAkQAg&usg=AOvVaw3OU01CjmEgCDfjJuiszPXk> [Consulta: junio, 10 2023].
35. Nieves, N.; Poblete, A.; Cid, M.; González, J.; Lezcano, Y. y Cabrera, J. 2016. Evaluación del Pectimorf® como complemento de 2.4-D en el proceso de la embriogénesis somática de caña de azúcar (*Saccharum* sp.). Cultivos Tropicales. 27(1): 25-30.
36. Peña, H.; Díaz, J. y Martínez, T. 2006. Fruticultura Tropical. Segunda Parte. Editorial Félix Varela La Habana, Cuba. p. 83-130.
37. Pierik, R. L. M.; Oosterkamp, J.; Ebbing, M. A. C. 1997. Factors controlling adventitious root formation of explants from juvenile and adult *Quercus robur* "Fastigiata". Scientia Horticulturae. 71(1-2): 7–92.
38. Quinto, L; Martínez, P; Pimentel, L; Rodríguez, D. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 15(1): 23-28.
39. Ramírez, A.; Cruz, N. y Franchialfaro, O. 2003. Uso de bioestimuladores en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. Cultivos Tropicales. 24(1): 59-63.
40. Ramos, L.; Arazarena, N.; Daza, J.; García, F.; Tamayo, Y.; Castañeda, E.; Lozano, T. y Rodríguez, O. 2013. Dosis de Pectimorf® para enraizamiento de esquejes de guayaba (*Psidium guajava* L.) var. Enana Roja Cubana. Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6(1): 1093-1105.
41. Reko, B. P. 1946. Los géneros fanerogámicos mexicanos. Sociedad Botánica de México. Boletín número 4. s/p.

42. Rivero, G.; Ramírez, M.; Caraballo, B.; Guerrero, R. 2005. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC). *Fac. Agron. (LUZ)* 22(2): 130-142.
43. Rodríguez, A. y Sánchez, P. 2015. Especies de frutales cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana. 3ra edición. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). p. 40-43.
44. Rodríguez, H. y Echeverría, I. 2022. Efectos estimuladores del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) Burm [en línea]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales6/mkt/investigacion-productos-con-loe.htm>. [Consulta: octubre, 6 2023].
45. Rodríguez, N.; Mas, O.; González, G.; Sánchez, P. y Santos, M. 2001. Inducción del enraizamiento de esquejes herbáceos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Boletín de Reseñas. Serie RELAFRUT*. 23(1): 17-19.
46. Rodríguez, N.; Valdés, J.; Fuentes, V.; Hernández, M.; Rivero, D.; Rodríguez, J. y Sourd, D. 2010. Catálogo de cultivares de guayabo. Alquizar: Ed. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical y Unida Científico-Tecnológica de Base de Alquizar.
47. Ruiz L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos con Carbonatos y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
48. Sigarrosa, A. 1985. *Biometría y diseño experimental*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 743 p.
49. STATISTICA. (Data analysis software system), version 6.0, 2003, Stat Soft, Inc.
50. Subramanyan M. D. e Iyer C.P.A. 1993. Improvement of Guava, pp. 337-347. In: K.L. Chadha and O.P. Pareek (ed.). *Advances in Horticulture. Fruits Crops*. Vol. 1-part 1. Malhotra Publishing House. New Delhi.
51. Tejada, L. 1980. Estudio sobre los hospederos potenciales de la mosca Mediterráneo *Ceratitís capitata* Weid, con énfasis en las presentes en el área del Soconusco. *Boletín, SARH*. Chiapas, México. 10 p.

52. Valdés-Infante, J. 2009. Utilización de caracteres morfoagronómicos y de marcadores de ADN para el desarrollo de una metodología que contribuya al mejoramiento genético del guayabo (*Psidium guajava* L.) en Cuba. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de La Habana.
53. Vázquez, E. y Torres, S. 2006. Fisiología Vegetal Parte 2. La Habana, Cuba: Félix Varela. 315 p.
54. Vázquez, I. 2007. La Zeolita, el mineral del Siglo XX. Ciencia y Técnica. 29(4): 30-35.
55. Wendling, I.; Ebling, B.; De, A. y Ferreira, D. 2013. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. Acta Scientiarum Agronomy. 35(1): 117-125.