

**Ministerio de Educación Superior  
Universidad de Guantánamo  
Facultad Agroforestal de Montaña**

# **Trabajo de Diploma**

**En opción al Título de Ingeniero Agrónomo**

**Título: Enraizamiento e histología de esquejes de guayaba (*Psidium guajava*) 'Enana Roja Cubana' ante la aplicación de estimulantes**

**Autor: Eliannet Leyva Domínguez**

**Tutor: Ing. Leudiyanes Ramos Hernández**

**Cotutor: Ing. Jose Lescaille Acosta**

**Curso 2013-2014  
"Año 56 de la Revolución"**

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar la efectividad de diferentes estimulantes en la respuesta vegetativa e histológica de los esquejes de guayaba, se realizó la presente investigación en la Unidad Empresarial de Base de Producciones Varias de Guantánamo (UEB-PROVARI). Para la conformación de los tratamientos se tuvo en cuenta la aplicación de ácido indol acético (AIA) ( $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), PectiMorf<sup>®</sup> ( $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y FitoMas-E ( $5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) como soluciones enraizadores. Las variables de respuesta vegetal fueron: supervivencia (%), número de raíces, biomasa fresca y seca radical (g), fracción radical y la observación histológica de la región de crecimiento de la raíz. El experimento se montó sobre un diseño completamente aleatorizado con una muestra de 10 esquejes por tratamiento. La diferencia entre tratamientos se realizó a través de un análisis de varianza de clasificación simple y la comparación de medias mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados del trabajo mostraron que las mejores respuestas vegetales e histológicas se obtuvieron con la aplicación de AIA y el PectiMorf<sup>®</sup> sin diferencias significativas entre estos tratamientos. El FitoMas-E, mostró los resultados más bajos, aunque también se demostró su potencialidad para el enraizamiento de esquejes. La respuesta económica indica que la aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas-E, resultan menos costosas, pero la eficiencia del AIA en la supervivencia, provoca que los indicadores económicos evaluados tengan mejor respuesta con su aplicación.

**Palabras clave:** Ácido indol acético; enraizamiento, FitoMas-E, guayaba y PectiMorf<sup>®</sup>.

## ABSTRACT

With the objective to determine the affectivity of different stimulants to histological and vegetative response the guava 'Enana Roja Cubana' cuttings, this research was conducted at the Unidad empresarial de Base de Producciones Varias de Guantánamo (UEB - PROVARI). For the conformation of the treatments into account the application of IAA (5 mg.L<sup>-1</sup>), PectiMorf® (20 mg.L<sup>-1</sup>) and FitoMas-E (5 ml.L<sup>-1</sup>) as rooting solutions. The plant response variables were: survival (%), number of roots, fresh and dry root biomass (g), radical fraction and histological observation of the region of root growth. The experiment was mounted on a completely randomized design with a sample of 10 cuttings for treatment design. The difference between treatments was performed using an analysis of variance of simple classification and comparison of means test by Duncan's Multiple Range ( $p \leq 0.05$ ). The results of the work showed that the best vegetable and histological answers were obtained by the application of AIA and the PectiMorf® without significant differences between these treatments. The FitoMas-E, it showed the lowest results, although also its potentiality was demonstrated for the cuttings enraizamiento. The FitMas-E showed the lowest results, although demonstrated potential for rooting cuttings. The economic response indicates that the application of PectiMorf® and FitoMas-E, are less expensive, but the efficiency of the AIA in survival, causes the assessed economic indicators have better response to your application.

Keywords: indol acetic acid; rooting, FitoMas-E, guava and PectiMorf®.

<b>INDICE</b>	<b>pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Características botánicas de la guayaba.....	5
2.2. Principales características de los órganos de la planta .....	6
2.3. Variedades explotadas en Cuba .....	7
2.4. Propagación de la guayaba .....	8
2.4.1. Propagación sexual.....	8
2.4.2. Propagación asexual.....	10
2.4.3. Propagación por esquejes enraizados .....	10
2.5. Factores limitantes del enraizamiento .....	12
2.6. Hormona vegetal. Definición .....	13
2.6.1. Hormonas que intervienen en el enraizamiento .....	13
2.6.1.1. Citoquininas .....	13
2.6.1.2. Auxinas.....	14
2.7. Otros productos utilizados en el enraizamiento .....	15
2.7.1. PectiMorf® .....	15
2.7.2. FitoMas-E .....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Ubicación del área experimental .....	25
3.2. Metodología de trabajo .....	25
3.3. Variables de respuesta vegetal .....	26
3.4. Estudio histológico .....	27
3.5. Diseño experimental y análisis estadístico .....	28
3.6. Valoración económica .....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1. Supervivencia .....	30

4.2. Número de raíces .....	33
4.3. Biomasa radical .....	37
4.4. Fracción radical .....	39
4.5. Fases del enraizamiento .....	45
4.6. Estudio Histológico .....	46
4.7. Análisis económico.....	49
V.CONCLUSIONES .....	51
VI.RECOMENDACIONES .....	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

## **I. INTRODUCCIÓN**

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es considerada la fruta más preciada del género *Psidium*, y esta entre la lista de frutas más valiosas del trópico (MINAG, 2005). Es oriunda de América Tropical Continental, se encuentra ampliamente distribuida de forma silvestre y cultivada prácticamente en todas las regiones tropicales y subtropicales de Centroamérica, América del Sur, parte de México y en otras regiones del mundo (Cañizares, 1968).

En Cuba goza de una gran aceptación popular y se encuentra entre las frutas de mayor demanda entre los pobladores, por tal razón forma parte de las nuevas tendencias y estrategias de producción frutícolas nacionales, mediante el establecimiento de áreas puras, Fincas Integrales de Frutales (MINAG, 2009) y en el marco de la Agricultura Urbana (Rodríguez y Sánchez, 2005).

La actividad de propagación es uno de los pilares productivos de esta especie vegetal, ya que constituye fuente de ingresos y asegura la calidad de las plantaciones. Las principales vías de propagación son la vía sexual o por semillas, y por reproducción asexual (González, 2002).

La reproducción sexual es la más utilizada históricamente, debido a la facilidad y rapidez con que brota, además presenta un alto poder germinativo después de digerida por personas o animales, existen varios métodos de reproducción sexual entre los que se encuentran: semillero, semillero directo en suelo, semillero en bandejas, semillero directo en envases y semilleros en canteros de arena o zeolita con mallas de sombreo (Farrés y Peña, 2001) mientras que la reproducción asexual es muy conveniente, ya que a través de ella se puede mantener las características de la planta progenitora y transmitirla de generación en generación (Farrés *et al.*, 2001).

Entre los factores que dificultan la reproducción asexual, está la selección del esqueje, que dentro de este se encuentra la edad de los esquejes, diámetro de los esquejes, temporada, posición en el follaje, forma del corte, forma de siembra, pre-tratamiento de los esquejes y el post-tratamiento del esqueje, ésta depende en gran

medida de la disponibilidad de reservas nutricionales de la planta y su periodo de crecimiento, también están otros factores como son la variedad, la zona geográfica, el tiempo de enraizamientos, el sustrato, el ambiente y la supervivencia, según (Guerra y Bautista 2002).

Otro factor que puede afectar es el riego, el cual debe comportarse en la etapa de lecho de enraizamiento aproximadamente de la forma siguiente, periodo seco de 5-7 minutos por 30 segundos de riego (Alves y Goiabeira, 2000). El manejo de los esquejes, estos deben ser cortados de las partes terminales de las plantas, a la hora de la siembra en el lecho deben tener dos pares de hojas, deben ser transportados con cuidado para no ser dañados (Rodríguez *et al.*, 2001).

Sin embargo para lograr una alta eficiencia en el enraizamiento de los esquejes, es necesaria la aplicación de ácido indol acético (AIA), hormonas naturales utilizadas para el enraizamiento (Vargas *et al.*, 1999 y Ramírez *et al.*, 2003) y que hoy suelen ser muy costosas y difíciles de conseguir en el sistema de producción por ser productos importados (Peña *et al.*, 2005).

Por tal razón, la búsqueda de productos alternativos de origen nacional que permitan la sustitución de importaciones, es una necesidad lograr mayor efectividad en la producción de posturas. Entre los productos con potencialidad para este fin se encuentra el PectiMorf<sup>®</sup>, mezcla de oligosacáridos pécticos obtenido a partir de los residuos de la industria citrícola por el Grupo de Productos Bioactivos del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) (Mederos y Hormasa, 2008).

Por tanto, los resultados obtenidos por García (1996) dicen que la mejor dosis de PectiMorf<sup>®</sup> para el enraizamiento de esquejes de guayaba es 20 mg.L<sup>-1</sup>, y la ganancia obtenida es de \$ 4 177,77 con una relación costo beneficio de \$ 0,80, resultados muy cercanos a los obtenidos con la aplicación del AIA, por lo que la importancia del PectiMorf<sup>®</sup> en el sistema de producción de posturas de guayaba, por su supervivencia tiene una alta relación con la formación de raíces y hojas en esquejes, también indican que es un producto que presenta punto de equilibrio y

constituye una alternativa viable para utilizarse como producto capaz de ejercer efecto estimulador de diferentes funciones en las plantas.

Por su parte, el FitoMas-E es un bionutriente vegetal, derivado de la caña de azúcar, es el resultado de la mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía como es el caso de los carbohidratos y aminoácidos, que una vez en la planta, pueden derivar en síntesis de auxina y otros compuestos nutritivos, suficientes para lograr una respuesta vegetal tan eficiente en términos de supervivencia. En su composición presenta una parte de extracto acuoso con un 10% de materia orgánica, principalmente péptidos solubles y aminoácidos, 50% de los cuales son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos. Contiene también hasta 2.5% de sacáridos y 1.5% de lípidos, además de una fracción mineral con hasta 6% de  $K_2O$  y hasta 2.4% de  $P_2O_5$  (Montano, 2008).

Aunque estas investigaciones han destacado la importancia de estos productos para el enraizamiento de esquejes, no resultan concluyentes, porque no se reportan resultados que puedan demostrar el efecto de los mismos en la anatomía de la planta. En este sentido, los estudios histológicos son una herramienta que permiten tener una mejor comprensión del fenómeno en cuestión, porque se pueden observar los cambios anatómicos que ocurren en las raíces y que justifican el efecto de los productos aplicados.

Resulta indispensable destacar que en esquejes de guayaba Enana roja Cubana, este tipo de estudios, es el primero realizado en nuestra provincia, tampoco se conocen resultados de este tipo a nivel nacional, por lo cual, la presente investigación, bien pudiera aportar elementos indispensables, para explicar los efectos de los diferentes estimulantes estudiados, y aunque no resulte concluyente. Sin lugar a dudas es un paso de avance en las investigaciones del territorio.

Teniendo en cuenta todo lo antes planteado en la presente investigación se diseñó el siguiente marco teórico:

## **Problema científico**

¿Qué respuesta vegetativa e histológica pudieran tener los esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana ante la aplicación de diferentes estimulantes?

## **Hipótesis**

La aplicación de diferentes estimulantes en el enraizamiento de esquejes de guayaba puede provocar mejores respuestas vegetativas e histológicas

## **Objetivo General**

Evaluar la efectividad de diferentes estimulantes en la respuesta vegetativa e histológica de los esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana

## **Objetivos Específicos**

- Determinar qué estimulante puede ser utilizado como alternativa a la aplicación de AIA a partir de su efectividad vegetal e histológica.
- Valorar los beneficios económicos derivado de la aplicación de los diferentes estimulantes sobre esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Características botánicas de la guayaba

El árbol de guayaba está representado de forma botánica en el orden: *Myrtales* y en la familia *Myrtaceae*, la cual es una de las más ricas en géneros, especies y cultivares; la misma es ampliamente distribuida en la flora de todas las regiones Tropicales, Subtropicales y Templada de cada continente (Roig, 1965 y León, 1987).

**Reino:** *Plantae*

**División:** *Spermatophyta*

**Subdivisión:** *Magnoliophytina*

**Clase:** *Magnoliatae* (Dicotiledónea)

**Familia:** *Myrtaceae*

**Género:** *Psidium*

**Especie:** *Psidium guajava*, L.

**Nombre vulgar:** *guayaba*

La familia *Myrtaceae* posee unos 100 géneros y alrededor de 3000 especies y éstas a su vez, cuentan con un número elevadísimo de formas y cultivares en cada país, según reconoce Barbosa **et al.** (1985).

Dentro de esta familia se encuentran valiosos representantes forestales como el Eucalipto (*Eucaliptus spp.*); muchas tienen interés económico como condimentos tales como la pimienta, *Pimenta dioica*, L. Merrill y *Pimenta racemosa*, Mill; productoras de la pimienta de Jamaica y la malangueta, respectivamente; aromática como la melaleuca (*Melaleuca leuca Dendron*) que produce el aceite de cayeput; y otras ornamentales, como la melaleuca (*Melaleuca spp.*) y los calistemon (*Calistemon spp.*) y solo algunos géneros poseen especies que producen frutas comestibles, entre ellos se destacan *Eugenia*, *Myrciaria*, *Zyzygium*, *Feijoa*, *Britoa*, *Marlierea*, *Psidiopsis* y *Psidium*. Algunos son ricos en especie, cuyos frutos comestibles están mereciendo extraordinaria atención entre ellas, el Camu Camu (*Myrciaria paraensis*, Berg), por su alto contenido en vitamina C (Cañizares, 1968).

## **2.2. Principales características de los órganos de la planta**

### **Tallo**

Los tallos, cuando están tiernos son angulosos. Su corteza es de color avellanado verdoso, a veces parecen escamosas y en otras ocasiones lisa y brillante. El guayabo, es un árbol pequeño que alcanza de 5 a 6 metros de altura, alcanzando en el tallo hasta 30 cm de diámetro, tiene tendencia a ramificarse profusamente, aún desde brotes radiculares. Su consistencia es dura y leñosa (Peña *et al.*, 1998).

### **Hojas**

Las hojas son algo coriáceas, oblongas, elípticas y dispuestas en pares alternos a lo largo de las ramas. El tamaño es de 7,5 y 15 cm, en algunos casos presentan una fina pubescencia. Poseen pelos finos, su nervadura se distingue fácilmente y es mucho más pronunciada en el envés. Presentan un aroma característico al ser estrelladas. El pecíolo es corto (González, 2003).

### **Raíz**

La raíz presenta buen desarrollo y ramificación, es de consistencia leñosa con características propias de las plantas dicotiledóneas, con buen poder de penetración, motivando que las plantas se desarrollen bien en casi todos los tipos de suelos. Aparentemente las raíces del guayabo tienen un marcado efecto alelopático, es decir, inhiben el desarrollo de malezas debajo del árbol.

### **Comportamiento floral**

Las flores son de color blanco de 2 a 3 cm de diámetro aparecen en forma cimosa, ordinariamente solitarias o agrupadas de 2 a 3 flores en el extremo de los pedúnculos axilares, raramente 4 flores solo algunas cultivares como la Enana Roja Cubana que puede llegar a alcanzar con relativa facilidad hasta 6 flores. Florece en las axilas de las hojas de ramas o brotes nuevos en crecimiento (brindillas). El pedúnculo mide de 1 a 2 cm y tiene varias brácteas agudas en la base.

El receptáculo mide de 5 a 10 mm de largo se angosta en el ápice para después ensancharse en el cáliz. Los pétalos blancos y cóncavos miden alrededor de 1 cm de largo. Hay numerosos estambres y muy prolíferos en polen, los pistilos contienen un

ovario ínfero presenta de 2-7 lóculos con cuatro celdas multiovaladas, terminando en un estigma peltado o acabezuelado y óvulos indefinidos en una placenta central.

La autopolinización es posible, pero la polinización cruzada con abejas y otros insectos polinizadores resulta más ventajosa para la elevación de los rendimientos en frutales. La floración puede mantenerse durante todo el año si las condiciones agrotécnicas del cultivo son buenas y las condiciones ambientales lo permiten. Las flores tienen una propagación natural y un néctar muy bueno para la miel (Le Bourdelles *et al.*, 1987).

### **Frutos**

El fruto es una baya que se desarrolla a partir de un ovario compuesto de forma variada, algunos pueden ser redondeados, oblongos, piriformes, pueden pesar hasta 400g. La superficie de la piel puede ser lisa y cerosa, el color de la pulpa presenta colores diferentes desde blanco, amarillo, rosado o rojo, con sabor y textura variada, con olor característico. Las de mejor calidad tienen una textura suave y fina, otras tienen una textura arenosa debido a las células pétreas que lo forman (MINAG, 1985).

El sabor varía desde dulce, ácido y muy ácido, en pocos casos insípido. El número de semilla es variable desde 100 - 500, presentan características peculiares ya que aunque su vitalidad es corta resisten sin sufrir los efectos de la masticación y la digestión.

### **2.3. Variedades explotadas en Cuba**

#### **E.E.A 18-40 (Enana Roja Cubana)**

Seleccionada en el año 1962 en la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, La Habana; de una planta de semilla polinizada libremente del cultivar 'Indian Pink'. Árbol de porte pequeño (3.0m a los 10 años de plantado). Frutos de diferentes formas y tamaño, pero generalmente son aperados de pulpa roja-rosada. Cultivar muy prolífero de alto potencial productivo ( $100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ). El follaje es de color verde oscuro (MINAG, 1985 y Peña *et al.*, 1998).

#### **E.E.A 1-23**

Su origen es igual que la anterior. Árbol de porte pequeño, más ancho que alto. Frutos algo ovalados de tamaño mediano a grande; pulpa color rosado. Alto potencial productivo ( $50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$  plantado a  $5.0 \times 2.0\text{m}$ ). Las hojas son grandes y color verde claro (Escobedo *et al.*, 1981).

### **Belic L-97**

El árbol es grande, algo denso y con ramas extendidas; hojas grandes, lanceoladas, de color verde intenso, su copa puede alcanzar más de 5m de diámetro a una altura próxima a los 4m, fruto grande algo ovalado y presenta pocas semillas, presenta un epicarpio de superficie lisa, fino y de color verdoso, el mesocarpio es de color rojo, algo arenoso y muy dulce. Tiene uso industrial y se consume como fruta fresca, pudiendo producir más de  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  en cultivo extensivo (Montano, 2008).

### **Suprema Roja**

Es considerada como unas de las mejores variedades clonales que existen en Cuba, se caracteriza por ser un árbol de gran tamaño, con copas bien formadas, sus ramas son fuertes y robustas, con hojas de color verde intenso, su fruto es grande, redondeado, de alta calidad, buen sabor y pocas semillas (MINAG, 2005).

## **2.4. Propagación de la guayaba**

La propagación es la forma de perpetuar las especies y en el caso de la guayaba como en muchas otras plantas se propagan por dos vías fundamentales, la propagación sexual o por semillas y la asexual o vegetativa (Peña *et al.*, 2005).

### **2.4.1. Propagación sexual**

La propagación sexual de la guayaba tradicionalmente utilizada en su momento fue la principal vía de extensión, ya las semillas germinan con facilidad y mantienen su poder germinativo al ser consumidas por el hombre y los animales, elementos que han sido sus más eficientes vehículos de dispersión, constituyendo en algunos países extensos guayabales espontáneos (Peña *et al.*, 2005).

Según Vargas *et al.* (1999) esta forma de propagación es utilizada desde hace muchos años, es la que más se conoce en muchos lugares del mundo y por lo general en Cuba la utilizan los pequeños productores y campesinos.

González (1998) plantea que entre las ventajas de esta forma de propagación se encuentran:

- ✓ La obtención de patrones de aquellas formas más rústicas de su propio género que son capaces de adaptarse a disimiles ambientes y con una mayor resistencia a plagas y enfermedades.
- ✓ Se puede mantener la raíz principal de la planta, lo cual la hace menos susceptibles a las inclemencias del tiempo tales como temporadas ciclónicas o largos periodos de sequía.
- ✓ Se puede lograr el mantenimiento y restauración de las características genéticas de las plantaciones mediante la autopolinización, siempre y cuando las semillas se obtengan de frutos de plantaciones homogéneas que no colinden o estén mezcladas con otras variedades.
- ✓ Por su gran capacidad de hibridación puede utilizarse con fines de obtener nuevas formas de patrones o cultivares selectos, ya sea por polinización libre o inducida.
- ✓ Permite utilizar la polinización cruzada para la obtención de nuevos cultivares con características deseadas.

Para la extracción de semillas para producir los patrones, debe plantarse un área de material básico. El lugar debe estar aislado de otras plantaciones de guayaba y se empleará la mejor forma o planta madre que reúna los caracteres siguientes: Peña **et al.** (2005).

- ✓ Ser una forma representativa de la especie.
- ✓ Encontrarse en perfecto estado fitosanitario.
- ✓ Poseer un alto potencial productivo.
- ✓ Tener sus frutos un alto porcentaje de semillas de calidad.
- ✓ Poseer una alta capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas.
- ✓ Ser compatibles con los cultivares a desarrollar.

- ✓ Las combinaciones cultivar/patrón deben producir frutos de alta calidad.
- ✓ Para la extracción de las semillas, se seleccionan los mejores frutos de las plantas del material básico plantado, en su más avanzado estado de sazón o madurez para extraer las semillas.

#### **2.4.2. Propagación asexual**

Esta vía de propagación se ha estado explotando desde hace algunos años, en la cual se han obtenido resultados satisfactorios, existen varios métodos o formas de propagación, dedicarse a exponer cada forma es algo extenso, debido a la diversidad de métodos que existen, por lo que este trabajo solo abordará sobre uno en particular, la propagación por esquejes enraizados.

La propagación asexual tiene diferentes ventajas (Farrés y Peña, 2001):

- ❖ Por esta vía se puede tener mayor número de plantas en un tiempo relativamente bajo y con mayor calidad.
- ❖ Se pueden obtener producciones en menor tiempo.
- ❖ Permite la uniformidad de las plantaciones.
- ❖ Se utilizan varias partes de plantas y se obtienen con las características deseadas por el cultivador,
- ❖ Se realiza en cualquier época del año.

#### **2.4.3. Propagación por esquejes enraizados**

Farrés y Peña (2001) plantean que de esta forma se pueden obtener un elevado número de plantas en poco tiempo, minimizando los costos y ahorrando recursos, además permite eliminar las labores que tiene que ver con injerto y la guía de patrones. La tecnología de producción presenta las siguientes particularidades:

- ❖ Utilización de la parte terminal de las ramas no lignificadas que se cortan con 2 pares de hojas.

- ❖ Siembra de las estacas en un lecho de enraizamiento, cuyo sustrato es zeolita fina (0,3 mm) o arena y tapado con un umbráculo que permita el 50 ó 70% de sombra.
- ❖ En la etapa de enraizamiento se pueden utilizar hormonas de enraizamiento para acelerar este proceso, los esquejes deben ser tratados o sumergidos en su parte basal en una solución de 2.5 a 3 mg·L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico (IBA) o 5 mg·L<sup>-1</sup> de indolacético durante 5-10 minutos o puestos en contacto con una sustancia en forma de polvo de un complejo hormonal a base de ácido indolbutírico.
- ❖ La siembra de los esquejes se realiza en forma de tres bolillos con una densidad entre 80 a 120 por metro cuadrado, se debe evitar el hacinamiento de las hojas, ya que incrementa la humedad y favorece las pudriciones por hongos. Una variante es el enraizamiento directo en bolsas, empleando para ello un sustrato suelto y de excelente drenaje.
- ❖ El riego debe tener una frecuencia que mantenga las hojas turgentes durante todo el ciclo, para que no se desprendan, hasta tanto se produzca el enraizamiento. El intervalo de riego puede ser cada 5-7 minutos por 30 segundos de riego.
- ❖ Trasplante a bolsas, se realiza cuando se comprueba la emisión de las primeras raíces, lo que generalmente ocurre a los 25 a 45 días del trasplante según la época del año. Existen algunos productores que prefieren trasplantar con un mayor enraizamiento del esqueje.
- ❖ Las bolsas en esta tecnología, serán del tipo 14x24 cm y 50 micras de espesor y se llenarán con un sustrato compuesto por materia orgánica y zeolita.
- ❖ En esta etapa los esquejes trasplantados se mantienen, en el umbráculo al 30% de sombra y con la humedad requerida hasta que aparezca el primer brote, posteriormente se pasa a pleno sol, para la fase de endurecimiento.
- ❖ Las posturas estarán listas, cuando sus brotes alcancen no menos de dos crecimientos

La fase de enraizamiento es la de mayor importancia, ya que de ahí depende la calidad de las plantas, influyendo de forma directa en las producciones futuras.

## **2.5. Factores limitantes del enraizamiento**

Entre los factores que dificultan una buena eficiencia en el enraizamiento, está la calidad del esqueje, ésta depende en gran medida de la disponibilidad de reservas nutricionales de la planta y su periodo de crecimiento, según Guerra y Bautista (2002) cuando disminuyen los contenidos de potasio aumenta en calcio y el magnesio, estas variaciones ocurren cuando el crecimiento vegetativo y productivo suceden simultáneamente, lo que parece indicar que la acumulación de potasio va en contra de un buen desarrollo vegetativo y por consiguiente en la brotación de esquejes.

Otro factor que puede afectar es el riego, el cual debe comportarse en la etapa de lecho de enraizamiento aproximadamente de la forma siguiente, periodo seco de 5-7 minutos por 30 segundos de riego. Cuando existe un riego en exceso puede provocar encharcamiento lo que origina una pudrición en la zona basal del esqueje evitando la formación de raíces, y por el contrario, en caso de escasos de riego induce a una desecación de las plántulas teniendo como resultado la muerte, afectándose el proceso de enraizamiento (Alves y Goiabeira, 2000).

Los esquejes deben ser cortados de las partes terminales de las plantas con dos pares de hojas, transportados con cuidado para no ser dañados, a la hora de la siembra en el lecho. Un esqueje vigoroso proporciona una planta en el futuro con más calidad (Rodríguez *et al.*, 2001).

## **2.6. Hormona vegetal. Definición**

Son moléculas cuyo modo de acción es la de regular importantes reacciones metabólicas. Estas moléculas se forman en las reacciones metabólicas del vegetal y no cumplen un papel nutritivo. Algunos autores las nombran sustancias de crecimiento vegetal en lugar de hormonas vegetales, puesto que este término incluye compuestos naturales endógenos y sintéticos que modifican el crecimiento y desarrollo de la planta (Vázquez y Torres, 2006).

### **2.6.1. Hormonas que intervienen en el enraizamiento**

Existen hormonas que intervienen en el enraizamiento, el ácido indolacético (AIA) juega un papel importante, esta hormona puede inducir el alargamiento celular. Existen otras hormonas con características similares, como las citoquininas (Key y Shannon, 1964).

#### **2.6.1.1. Citoquininas**

Esta hormona forma parte del grupo de hormonas naturales según plantea Lee (1971) y su acción característica es la estimulación de división celular, esta se deriva de compuestos de la adenina. Esto le permite tener efectos positivos en: la iniciación y el crecimiento de raíces y los brotes foliares, la división celular, el alargamiento celular, la eliminación del reposo de las yemas laterales, la germinación de las semillas fotosensibles, el control de la senescencia y la regulación de la oxidasa del ácido indolacético hormona con la cual su acción está muy relacionada.

La 6-Bencilaminopurina (BAP), es una citoquinina donde Ocampo y Núñez (2007) pudieron observar que con concentraciones variadas de BAP en plantaciones de guayaba las mismas pueden desarrollar raíces suficientes para el desarrollo exitoso de la planta.

Por el contrario Concepción *et al.* (2004) en una investigación llevada a cabo en plantas de guayabas cultivadas *in vitro* a diferentes dosis de BAP comprobaron que en concentraciones elevadas de citoquinina se inhibe la formación de raíces y estimula la formación de brotes. Lo que demuestra que cuando aumenta la cantidad de esta hormona disminuye las concentraciones de auxina o las hace limitantes y por el contrario cuando disminuye la cantidad de esta hormona aumenta la concentración de auxina estimulándose la formación de raíces. Demostrando una vez más la relación existe entre ambas hormonas.

#### **2.6.1.2. Auxinas**

La auxina fue descubierta en 1928 gracias a la investigación de varios autores, entre los que se destaca el distinguido Charles Darwin; la misma tiene como precursor el

triptófano. La hormona se puede formar por dos vías fundamentales (Lowel y Bakhshi 1968).

1. La descarboxilación de triptófano, para formar triptamina, seguido de una desaminación para producir  $\beta$  - indolacetaldehído, el cual es oxidado fácilmente a ácido indolacético.
2. La desaminación del triptófano, para dar ácido  $\beta$  - indolpirúvico, seguido de una descarboxilación que origina  $\beta$  - indolacetaldehído que se oxida para originar ácido indolacético.

### **Efectos fisiológicos**

La auxina interviene en varios procesos fisiológicos de la planta destacándose la iniciación del esbozo radicular, así como el alargamiento celular, los tropismos, la dominancia apical, la partenocarpia, la abscisión, la respiración y la formación de callos (Beyer, 1973).

### **Papel de la auxina en la iniciación del esbozo radicular**

La acción de la auxina en las raíces es parecida a la acción que tiene en los tallos, pero con la diferencia que la concentración auxínica estimuladora para el tallo, es la inhibitoria para la raíz. La aplicación a las raíces de concentraciones relativamente altas de ácido indolacético, no solamente retarda el alargamiento celular, sino que provoca también un incremento notable en el número de ramificaciones de esta. La formación de esbozos radiculares, al igual que en el efecto de la dominancia apical, está en dependencia de la proporción existente entre el ácido indolacético y la cinetina. Cuando la proporción se inclina a favor del ácido se producen raíces, y si predomina la cinetina se inhibe la formación de raíces y se desarrollan preferentemente los brotes foliares (Gillespie y Timan, 1963).

### **Evidencia experimental de aplicación de auxinas**

En estudios realizados en esquejes de yuca se observó que en zonas donde se interrumpe el floema da lugar a la formación de raíces como resultado de la realización de un anillamiento, el enraizamiento se induce de manera profusa, esto

se debe a una acumulación de ácido indolacético por encima del anillo en concentraciones suficiente (Vázquez y Torres, 2006).

Por otra parte, en una investigación llevada a cabo por Jó *et al.* (2001) expusieron el poder enraizador de la auxina. Donde en plantaciones de gardenia a diferentes dosis (0,5 mg·L<sup>-1</sup>, 1 mg·L<sup>-1</sup>, 1,5 mg·L<sup>-1</sup>, 2 mg·L<sup>-1</sup>, 2,5 mg·L<sup>-1</sup>) se demostró que todas las dosis estudiadas fueron capaces de lograr enraizamiento y la mejor respuesta se logró con dosis de 1 mg·L<sup>-1</sup>.

Otros estudios realizados en plantaciones de icaco (*Chrizobalanus icaco* L.) con el uso de esta hormona (AIA) a diferentes dosis, se demostró el poder de enraizamiento que contiene, comentan Vargas *et al.*, (1999) que el producto es un buen promotor de la iniciación y desarrollo de las raíces adventicias, quizás esto se deba al poder de la auxina en el alargamiento celular.

## **2.7. Otros productos utilizados en el enraizamiento**

Muchos autores se han dedicado al estudio de productos capaces de estimular la formación de raíces tanto en semillas gámicas como agámicas, sería necesario dedicar varios capítulos al estudio de tales productos, por lo que en este trabajo solo se nombran algunos.

### **2.7.1. PectiMorf®**

El PectiMorf®, es una mezcla de oligogalacturónidos con grado de polimerización entre 9 y 16 moléculas de ácido galacturónico, obtenido a partir de los desechos de la industria citrícola. Es un regulador del crecimiento no tradicional, que se produce por la degradación parcial de la pared celular de la corteza de los cítricos; presenta las características de activar los mecanismos de defensa y/o modificar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esta mezcla tiene una fracción molar que oscila entre 10,4 y 7,2 %.

Es sintetizado en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, de La Habana, Cuba (Cabrera, 2000; Cabrera *et al.*, 2003). Montes *et al.* (2000), estudiaron la respuesta de explantes de hojas de vitroplantas de *Anthurium cubense* L. ante diferentes dosis de reguladores del crecimiento con el fin de favorecer la organogénesis indirecta

como alternativa al método de reproducción vía semillas cultivadas in vitro y observaron la formación de una masa callogénica de color blanco transcurridos dos meses a partir de la siembra en condiciones de oscuridad, y después del subcultivo a un medio conteniendo 4.7  $\mu\text{M}$  de PectiMorf<sup>®</sup> (mezcla de oligogalacturórido de origen péctico), obtuvo una tasa de regeneración de hasta 17 brotes por explante.

Así mismo, fue muy favorable el comportamiento de las vitroplantas durante la fase de aclimatización, lográndose más del 90 % de vitroplantas con buen vigor vegetativo y las características morfológicas de las plantas regeneradas fueron superiores a las de las plantas donantes y el vigor se expresó en un rápido crecimiento de éstas.

La utilización del PectiMorf<sup>®</sup> (10  $\text{mg.L}^{-1}$ ) en el enraizamiento de margullos en las variedades de *Ficus benjamina* 'Golden King' y 'Nítida' estimuló el número de raíces emitidas con 13 y 27, respectivamente, que fue superior al tratamiento de Rhizopon-B (Control) con 11 y 8,14 raíces emitidas para las variedades respectivas.

La uniformidad de las raíces, es una variable importante a tener en cuenta en la adaptación de una planta una vez sembrada en maceta; en tal sentido se encontró que las dos variedades anteriores además de la 'Exótica' el PectiMorf<sup>®</sup> resultó ser el más efectivo. En la variable volumen de raíces la aplicación PectiMorf<sup>®</sup> ofreció los mejores resultados.

En el caso del enraizamiento de esquejes intermedios (semileñosos) de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en la variedad 'Suprema Roja' el tratamiento de 20  $\text{mg.L}^{-1}$  PectiMorf<sup>®</sup> el que mejor porcentaje de plantas vivas (66 %) tuvo, superior al tratamiento testigo (AIA.- 0.5 %), que alcanzó un 15 % aproximadamente 60 días después de sembrados los esquejes, así mismo la variedad 'Enana Roja' tuvo un comportamiento similar a la anterior. En relación con el número de raíces por plantas la variedad 'Enana Roja' mostró una mayor precocidad (siete raíces por esquejes) y la 'Suprema Roja' obtuvo entre cinco y siete raíces por planta (Dominí y Benítez, 2004).

Se puede concluir a partir de los resultados que se obtuvieron en este trabajo, que el uso de PectiMorf<sup>®</sup> puede representar una alternativa importante, como estimulante

en la formación del callo y la emisión de raíces para la propagación de la especie *Psidium guajava* L. mediante la tecnología del enraizamiento de esquejes.

El PectiMori® también se ha utilizado en la embriogénesis somática en caña de azúcar (*Saccharum spp.*) (Nieves *et al.*, 2006), de la mandarina (*Citrus reshni* Hort. et Tan.) variedad 'Cleopatra' (Hernández *et al.*, 2007a), crecimiento y desarrollo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a partir de semillas (Costales *et al.*, 2007), de *Anthurium andreanum* L. (Hernández *et al.*, 2007b), enraizamiento de pecíolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha* L.) (Falcón y Cabrera, 2007), en semilla artificial de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) Cid *et al.* (2006).

Los oligogalacturónidos son efectivos en las respuestas defensivas de las plantas, así como en los procesos morfogénicos tanto *in vitro* como *ex vitro*, pero la respuesta de los cultivos dependen del tipo de oligogalacturónido que se utilice, la concentración del mismo y su interacción con las hormonas endógenas de los explantes.

## **2.7.2. FitoMas-E**

### **Antecedentes**

Desde finales de la década de los años 90 del pasado siglo, el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) realiza estudios sobre la aplicación y respuesta en el cultivo de la caña de azúcar de productos estimulantes. Inicialmente se trabajó con muestras de laboratorio y pequeñas parcelas experimentales, esencialmente se trató de trabajar productos capaces de interactuar positivamente en factores bióticos, como la planta y en suelo (MINAZ, 2009).

Se tomó como base científica los procesos fisiológicos de las plantas y su relación con los nutrientes del suelo, el aire y el agua que gracias al fenómeno de la fotosíntesis se pueden aprovechar y los vegetales pueden convertir la energía luminosa en química mediante la producción de compuestos carbonados en forma de azúcares simples (fotosintatos), a partir de los cuales fabrican una inmensa cantidad de sustancias orgánicas complejas, una parte de las cuales alimentan y visten a los habitantes del planeta y son la base de la vida animal en la Tierra, mientras que otra

se dedica a resolver el problema cardinal de la planta: crecer o defenderse (Montano *et al.*, 2007).

Todo el trabajo relacionado con la aplicación de estos estimulantes siguieron profundizándose hasta alcanzar a partir del año 2001 un escalado, llevando a extensión en todas las condiciones edafoclimáticas del país, los cuatro productos con resultados positivo fueron: FitoMas-E, producto cubano obtenido por el ICIDCA, Enerplant, de Biotec de México, Bayfolan Forte de Bayer *CropScience* de Alemania, y Vitazyme, de *Ag Biotech*, de EE.UU.

### **FitoMas-E. Obtención**

El FitoMas fue obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y según (Montano, 1998) este producto es un fitoestimulante vegetal, derivado de la caña de azúcar basado en un formulado de sustancias orgánicas, complejas de alta energía, a través de la mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía, como es el caso de los aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos.

Se caracteriza por ser estimulante y activador de los procesos fisiológicos de las plantas y de la microflora del suelo a bajas concentraciones, por ser de origen natural, no es tóxico a las plantas, ni a los animales, su acción facilita la interacción suelo-planta, por lo que propicia el desarrollo de la rizosfera, la cual elabora hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles para el vegetal. Se presenta en tres variantes como concentrado acuoso, obtenido mediante procedimientos biológicos y físicos adecuadamente preservado para impedir su deterioro y asegurar una duradera eficiencia (Montano, 2008).

### **Composición**

El FitoMas, es un producto obtenido por procedimientos originales. Es un extracto acuoso con un 10 % v/v de materia orgánica, principalmente péptidos solubles y aminoácidos, 50 % de los cuales son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos; seleccionados por ser los más activos del conjunto mejor representado en la mayor parte de las especies económicas. Contiene también hasta 2.5% de sacáridos y 1.5% de lípidos, además de una fracción mineral con hasta 6% de  $K_2O$  y hasta 2.4%

de  $P_2O_5$ , este último unido a la fracción orgánica. El producto no contiene sustancias químicas de síntesis ni productos tenso-activos o “inertes” de ninguna especie, según comprobaron Montano (1998) y (2008) y López y Lobaina (2005).

### **Modo de acción del FitoMas-E**

Este producto no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticos o asociados de ninguna clase, asegura Montano (2008). El mismo solo cuenta con sustancias propias del metabolismo vegetal las que van a permitir un mejor intercambio entre el suelo y las plantas. Al tratar un cultivo, este mejora la cantidad y calidad de los nutrientes que traslada al suelo mediante sus raíces, lo cual beneficia a los microorganismos propios de su rizósfera, los que en esas condiciones incrementan a su vez, el intercambio de productos de su metabolismo, útiles al vegetal. Son estos microorganismos, estimulados a la acción por el propio vegetal, provisto de gran parte de su arsenal bioquímico, los que elaboran las hormonas, ácidos orgánicos, solubilizadores de nutrientes y agentes quelantes que hacen crecer a la planta y mejoran su comportamiento. De esta forma, las plantas recuperan su capacidad de autodefensa.

López y Lobaina, (2005) encontraron que cuando se aplica al follaje es rápidamente absorbido y traslocado sin consumo adicional de energía. Una parte, es exudada por las raíces junto con los productos del metabolismo vegetal, elaborados bajo condiciones de estimulación lo cual acrecienta a su vez la reproducción microbiológica en las inmediaciones de las raíces (rizosfera). En esta zona, los microorganismos trabajan simbióticamente con el vegetal intercambiando nutrientes y factores del crecimiento, al aumentar el intercambio, aumenta la fotosíntesis en la planta, lo que estimula a su vez el funcionamiento de las raíces y por tanto de la planta en su conjunto.

### **Efectos**

Entre los efectos de este compuesto en la fisiología de la planta, se destaca según diferentes autores, que estimula el desarrollo de órganos reproductivos como la flor. En este sentido López y Vera (2003) pudieron demostrar en estudios realizados en el

organopónico El Nim perteneciente a la provincia de Guantánamo, en plantaciones de pepino, donde se evaluaron diferentes dosis de FitoMas-E su influencia positiva con respecto al número de flores masculinas y femeninas.

Por otra parte, Hernández y Domínguez (2005) demostraron que el FitoMas-E es capaz de estimular el aumento de las ramas florales y el tamaño de la flor en el cultivo de la rosa.

En ese mismo orden Faustino (2006) demostró, como con tres dosis diferentes de FitoMas-E ( $0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $0.75 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en plantaciones de pimiento se reporta el efecto favorable sobre el número de flores/plantas y número frutos/plantas con las aplicaciones del producto en cualquiera de las dosis.

A lo que Hernández (2007) le suma que en estudios realizados en la Empresa de Cultivos Varios de Batabanó, en diferentes cultivos (guayaba, ají cachucha y fruta bomba), el productor Franchialfaro, utilizando diferentes dosis de FitoMas-E logra un incremento en el número de tallos, hojas, flores y frutos. Lo que permite al mismo tiempo el aumento en los rendimientos. En plantaciones de tomate (variedad Amalia), se demostró que el FitoMas-E influye en el aumento del número de ramas a medidas que aumenta la dosis (López *et al.*, 2012).

La germinación, es uno de los factores en los que también influye de manera positiva el FitoMas-E. Esto se manifiesta en un estudio realizado en la germinación de semillas de *Solanum torbum*, por González *et al.* (2007) donde éste plantea, que con la aplicación  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de este producto aumentó la germinación significativamente, así como las otras variables morfológicas respecto al testigo.

Algunos autores plantean que este producto reduce el ciclo del cultivo. López, Montano y Caminero (2003) demuestran que en el cultivo del tomate variedad Aro 8484 de procedencia Israelí, la utilización de diferentes dosis de FitoMas-E ( $0.3 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $0.7 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), disminuye el ciclo de cultivo en 2.5%, 7%, 13% en correspondencia a las dosis utilizadas.

Se le atribuyen también propiedades anti-estrés y en esta vía Semanat y Sarría (2005) plantean que el FitoMas-E se ha utilizado en disoluciones en forma de sueros en árboles estresados y en plantaciones de huertos intensivos, observándose luego de

tratadas estas plantas un aumento en la producción de flores y frutos e incremento del follaje. En el caso del aguacate, se evitó la caída del fruto, los cuales cuajaron y maduraron correctamente y se realizó una cosecha precoz.

Otras de las propiedades que presenta este fitoestimulante, es como inductor de resistencia, esto ha sido demostrado en plantaciones de arroz infestadas con *Stenotartarsonemus spinki*, donde los investigadores concluyeron con que el FitoMas-E y el BION disminuyeron las poblaciones de *S. spinki*, al aumentar los niveles de acción de Peroxidasa (PO), Polifenol oxidasa (PPO), Fenilalanina amoniolasa (PAL) y quitinas, sustancias inherentes al sistema de defensas de esta graminia (Peteira *et al.*, 2008).

### **Formas de aplicación conocida.**

La aplicación de este producto es variada, se puede utilizar en disimiles especies botánicas tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas. Resultan beneficiados por FitoMas-E los frutales, granos, cereales, tubérculos y raíces; plantas medicinales y cultivos industriales, (caña de azúcar, tabaco, remolacha); hortícolas de fruto, (tomate, pimiento, pepino, melón, sandía); hortícolas de hoja, (col, lechuga, brócoli, apio); frutales tropicales, (banano y plátano, papayo, piña); oleaginosas y leguminosas en general; forestales; pastos, (ornamentales, césped de campos de golf y áreas deportivas). Cuando el agricultor prepara su propio abono puede aplicarse sobre la materia orgánica para acelerar el proceso de compostaje. En la vía foliar según el tipo de cultivo se aplica en dosis desde  $0,1 - 2.0 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  en una disolución de agua que alcance los  $200 - 300 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El uso en la germinación puede ser desde 1% - 2% en agua de remojo, y en el riego las dosis son de  $5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Montano, 2008)

### **Momento de aplicación.**

Se aplica en cualquier etapa del cultivo, para las semillas tanto gámicas como agámicas, durante el periodo vegetativo, antes, durante y después de la floración, o sea al comienzo de la fructificación (Montano *et al.*, 2007). Si las plantas sufren enfermedades o ataques de plagas, en etapas de sequía, exceso de humedad, por daños mecánicos por acción del hombre o de algún fenómeno natural, si las

temperaturas son muy altas, daños por efectos de sustancias químicas, problemas de salinidad de los suelos, en cualquiera de los casos se puede aplicar este producto.

### **La fisiología y la agricultura como elemento indispensable de la aplicación de FitoMas-E**

La capacidad fotosintética, medida como la tasa de fijación neta de CO<sub>2</sub> una vez que ha terminado de formarse el dosel foliar, es el factor esencial que determina la cantidad de fotosintatos que la planta puede producir. Aunque se han hecho múltiples intentos para aumentarla, los resultados no han sido los esperados. Los vegetales fijan alrededor de un 20% de la energía solar que incide sobre ellos. La conversión de los fotosintatos a biomasa raramente excede el 2%, principalmente debido a la respiración interna (la oxidación del fotosintato para el mantenimiento celular) que consume gran parte del fotosintato y porque la fotorespiración limita el rendimiento fotosintético precisamente cuando su potencial es mayor. Finalmente sólo una pequeña parte de esta biomasa suele convertirse en sustancias útiles para seres humanos, según afirma Gliessman (2002).

Este mismo autor plantea que esta problemática se puede describir en términos económicos. Los fotosintatos representan un ingreso fijo para el vegetal, ingreso con el cual debe atender a sus múltiples “compromisos”. Las variedades de cultivo son vegetales que comprometen una parte sustancial de fotosintatos en la producción de sustancias útiles para el hombre, el llamado metabolismo primario; mientras que las especies silvestres, las “no domesticadas” transforman en sustancias de defensa y adaptación (el metabolismo secundario), la parte fundamental de su “ingreso”. El FitoMas es un producto se piensa que pueda intervenir favorablemente en estos procesos (Montano, 2008).

La agricultura puede definirse entonces, como un “contrato” en virtud del cual se garantizan las condiciones óptimas para la supervivencia y el desarrollo de las plantas de cultivo a cambio de un “desvío máximo” de fotosintatos por parte de éstas hacia el metabolismo primario. Cuando se produce un acontecimiento desfavorable, tanto por causas abióticas como bióticas, el agricultor debe eliminar el problema so

pena de que la planta “rompa” con el contrato y dedique sus fotosintatos a resolver la situación estresante. Cuando esto sucede las consecuencias son perjudiciales por la disminución del rendimiento de las cosechas, (Montano *et al.*, 2007).

Se puede tener una idea de lo oneroso que resulta para la planta de cultivo la producción de sustancias de defensa, si se sabe, por ejemplo, que la producción de un gramo de terpenoides, taninos, alcaloides o compuestos fenólicos, que son las sustancias químicas más relacionadas con la defensa contra los fitófagos, cuesta alrededor de seis gramos de CO<sub>2</sub> fotosintético (Harborne, 1993).

En un principio se pensó que la garantía fundamental para asegurar una expresión adecuada del metabolismo primario era la nutrición mineral y las bases para el aseguramiento de este factor y se convirtieron en ciencia establecida. No se pensó entonces en los riesgos que para el ambiente y la salud del hombre podían representar los fertilizantes convencionales de síntesis química, tanto por sus residuos en los alimentos como por el efecto contaminante en los suelos y las cuencas acuíferas (Smil, 1997).

La creciente preocupación por este problema ha despertado un fuerte interés en la investigación y desarrollo de técnicas de manejo y productos naturales alternativos que puedan ser utilizados en la nutrición de las plantas. En este orden, se inscriben tanto los métodos tradicionales de compostaje y aplicación de materia orgánica y/o sus extractos, como los productos estimulantes y/o señalizadores en base a estructuras bioquímicas específicas ,tales como el FitoMas-E (Liñán, 2005).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del área experimental**

El experimento se montó en la Unidad Empresarial de Base de Producciones Varias (UEB-PROVARI) de la Empresa PROVARI Guantánamo del Ministerio del Interior, ubicada en la Carretera Guantánamo-Bayate, Km 3½, municipio "El Salvador", provincia de "Guantánamo". Localizada actualmente en la Prisión Guantánamo. Se realizó el montaje experimental por tres campañas durante el periodo noviembre/2009 – junio/2010.

#### **3.2. Metodología de trabajo**

Los métodos y técnicas de trabajo se realizaron teniendo en cuenta las respuestas del PectiMorf® y FitoMas-E obtenidos por Ramos *et al.* (2013), como alternativas para el enraizamiento de guayaba, en sustitución del ácido indol acético, hormona especializada en este proceso (Sanz *et al.*, 2011).

En el estudio se emplearon canteros de estructuras cúbicas prefabricadas de hormigón de 80 cm de altura, 10 m de largo y 1 m de ancho. Cada cantero constituyó un lecho de enraizamiento y se rellenó con grava y arena de río. Todas las estructuras estuvieron protegidas por una cobertura de malla sobra, similar a la empleada en los cultivos semiprotegidos; esta tela protectora permitió la reducción del 50% de la radiación solar incidente.

Los esquejes semileñosos se cortaron del banco de yemas de la propia entidad con dos pares de hojas de la parte terminal de las ramas de plantas de guayaba var. Enana Roja Cubana de tres años de edad. El corte de los mismos se realizó en horas tempranas de la mañana.

Luego se procedió a la imbibición de la base de los esquejes en las soluciones correspondientes a cada tratamiento, durante 15 minutos en recipientes que contenían 250 ml de las variantes experimentales. Las pesadas de PectiMorf® y ácido indol acético se realizaron en una balanza analítica de 0.0001 g de error. La siembra de los esquejes en el lecho de enraizamiento se realizó por el método de tres bolillos con una densidad de 100 esquejes por metro cuadrado.

En el sistema de riego se utilizaron micro-aspersores de riego localizado, capaz de pulverizar el agua y disponer las gotas en la superficie de las hojas sin causar estrés por golpeo; de esta manera se puede mantener turgencia de las hojas y evitar desprendimientos, para garantizar un régimen de riego eficiente se regó por 15 segundos cada 7 minutos.

Los tratamientos objeto de estudio se muestran a continuación:

### **Tratamientos**

**T1-** 5 mg·L<sup>-1</sup> de AIA

**T2-** 20 mg·L<sup>-1</sup> de PectiMorf®

**T3-** 5 mg·L<sup>-1</sup> de FitoMas-E

### **3.3. Variables de respuesta vegetal**

- ✓ **Supervivencia (%):** se trabajó sobre la base de una muestra de 50 esquejes por tratamiento y se determinó la proporción de esquejes vivos y muertos cada 15 días, durante ocho semanas, período máximo de la fase de enraizamiento.
- ✓ **Número de raíces (U):** una vez terminada la fase enraizamiento se tomaron 10 esquejes por tratamiento y se realizó el conteo visual de las raíces emergentes en cada esqueje.
- ✓ **Biomasa radical fresca y seca (g):** una vez escogidos los esquejes, se seccionaron por las raíces y éstas, se pesaron en una balanza técnica. Para obtener la biomasa seca se colocaron en la estufa a 65 °C hasta que se logró masa constante (g).
- ✓ **Fracción radical (%):** esta variable se evaluó mediante la determinación de la relación porcentual de biomasa seca de las raíces entre la biomasa total del esquejes, para su determinación se utilizó la siguiente expresión matemática:

$$F_r = \frac{B_{rs}}{B_{st}} \times 100$$

**Brs:** Biomasa radical seca, **Bst:** Biomasa seca total = Masa seca radical + Masa seca de la parte aérea.

### 3.4. Estudio histológico

Se tuvo en cuenta además un estudio histológico del tejido meristemático radical. Para llevar a cabo el mismo, se seleccionaron 10 esquejes por tratamiento y se le realizaron observaciones del testigo meristemático radical en un microscopio óptico modelo NLCD-307, acoplado un monitor Input con cámara digital incluida.

Para llevar a cabo las observaciones se realizaron cortes en la región de mayor actividad meristemática primaria de la raíz que comprende desde la cofia hasta la zona de pelos radicales o zona de absorción (Del Piñal *et al.* 2004). Se hicieron cortes longitudinales y transversales con ayuda de un micrótomo de deslizamiento con cámara de congelación.

Para la preparación del tejido para los cortes se tomó en cuenta la metodología descrita por Sandoval (2005), por lo que se realizó la fijación del tejido con la mezcla FAA (Formaldehído, ácido acético, alcohol y agua). Esta mezcla consiste en la siguiente fórmula:

Formaldehído.....10 ml

Ácido acético glacial.....5 ml

Etanol (96%).....50 ml

Agua destilada.....35 ml

Este fijador es muy recomendable para la observación de los tejidos de raíces, tallos y hojas y para la preparación del mismo se realizó una mezcla madre de 2 litros y se envasó posteriormente en frascos de 100 ml de capacidad. En cada recipiente se introdujeron las secciones de las raíces que constituían objeto de estudio. Los tejidos permanecieron en el fijador por periodo de 24 horas y se lavaron con un chorro de agua por espacio de una hora antes de someterse a la congelación y el corte con el micrótomo. Una vez cortadas las secciones de interés se sometieron a observación. Los mejores cortes se colorearon y se conservaron como muestra fijas incluidas en placas porta objetos con bálsamo de Canadá.

### 3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

La distribución de los tratamientos se realizó mediante diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones por tratamiento. La diferencia entre tratamientos se realizó mediante análisis de varianza de según diseño experimental y la comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). En el análisis se utilizó el paquete estadístico STATISTICA 6.1 en ambiente Windows.

### 3.6. Valoración económica

Para la valoración económica se compararon los tratamientos objeto de estudio. Se tuvieron en cuenta los diferentes parámetros económicos.

- ✓ **Costo de producción (C<sub>p</sub>):** se determinaron los costos en que se incurren para la producción de 10000 posturas de guayaba 'Enana Roja Cubana', entre los rublos contables estimados, en el costo se estiman, los gastos de materiales, salarios y otros que se consumen en el proceso productivo.
- ✓ **Valor de la producción (V<sub>p</sub>):** son los ingresos que se alcanzan a través de la venta de las posturas a los precios establecidos y se calculó mediante la multiplicación del volumen de producción por el precio de venta. Para este cálculo se tuvo en cuenta la supervivencia de los tratamientos en base a 10000 posturas.
- ✓ **Utilidades (U):** expresa los beneficios monetarios alcanzados en el proceso de producción y se determinaron mediante la resta del valor de la producción menos el costo total de la producción. Para que existan utilidades, el resultado debe ser positivo, fórmula:  $(V_p - C_p)$ .
- ✓ **Relación beneficio-costo (R c/b):** cociente obtenido de la división del beneficio entre el costo de producción. Valores de la relación B/C mayores a 1 indican el aporte de ganancia, si se alcanza valor 2 existe un beneficio del 100 %; valores de 3 o superiores corresponden a ganancias muy notables. Para el cálculo de estos indicadores se utilizó como información básica:

- 1) **Salario**

Obrero vinculado al vivero-----500 mensuales

2) **Actividades contratadas**

Corte de los esquejes-----0,10 CUP por cada esqueje

Siembra en lecho de enraizamiento-----0,10 CUP por cada esqueje

Llenado de bolsa-----0,10 CUP por cada bolsa

Trasplante a bolsa-----0,10 CUP por cada bolsa

3) **Insumos del vivero**

Bolsas-----0,10 CUP cada una (Listado oficial MINAG, 2008)

Consumo de agua-----3,00 CUP·m<sup>-3</sup> (Resolución No. 421/2012 del MFP)

4) **Productos**

Solución madre de auxina-----250,00 CUP·L<sup>-1</sup>

PectiMorf<sup>®</sup>-----12,44 CUP (frasco de 200 ml) (Ficha de costo INCA, 2013b)

FitoMas-E-----1,97 CUP·L<sup>-1</sup> (Ficha de costo ICIDCA, 2012)

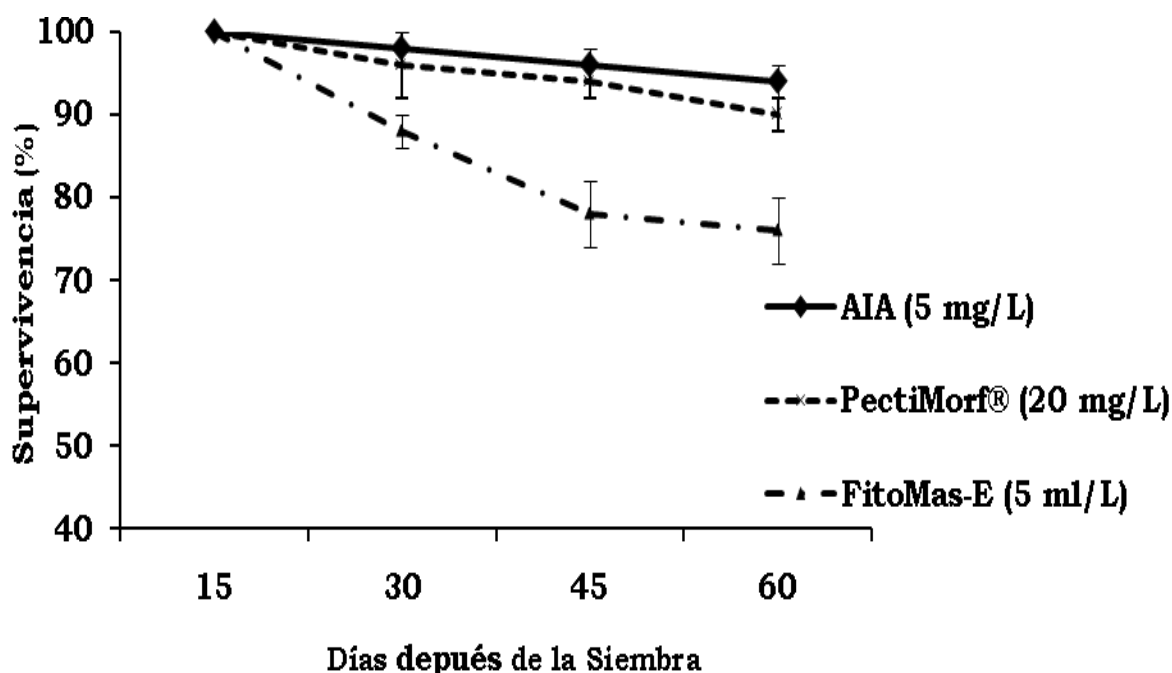
**Nota:** Los gastos de salario y contratación de mano de obra se obtuvieron de la "Finca Rio de Janeiro", vivero de la provincia de referencia nacional. En la valoración económica no se tuvo en cuenta los gastos de transportación por que resultan muy variables en la práctica productiva y se determinó el costo de producción de una postura para un sobre la base de la supervivencia alcanzada en cada tratamiento.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Supervivencia

En la producción de posturas de guayaba, uno de los indicadores que permite valorar o evaluar los resultados del proceso de propagación, es el porcentaje de supervivencia que se logra a partir de la siembra de los esquejes y a lo largo de su período de enraizamiento.

En la Figura 1 se muestra el efecto de diferentes estimulantes (ácido indol acético, PectiMorf® y FitoMas-E) sobre la supervivencia. En las dos primeras semanas, no hubo variaciones para ninguno de los tratamientos estudiados, con un 100 % de supervivencia. El comportamiento de estas semanas, pudiera estar derivado de la vitalidad del esqueje y el régimen de riego establecido.



**Figura 1:** Evaluación del % de supervivencia a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra ante la aplicación de AIA, PectiMorf® y FitoMas-E.

El riego, es un factor que juega un papel importante en esta etapa, y ésta tecnología tiene un régimen característico que permite mantener la turgencia de las células de los esquejes mediante la reducción de la transpiración, lo cual posibilita que el

esqueje sobreviva más tiempo. Si el riego se afecta, existe un aumento irreversible de la transpiración y como consecuencia, empieza el marchitamiento, la necrosis, la caída paulatina de las hojas de los esquejes y por consiguiente la muerte de los mismos (Barnett y Naylor, 1966).

A partir de la cuarta semana y en las restantes evaluaciones, se evidenció un descenso. El mismo puede manifestarse en todos los sistemas de propagación de posturas de guayaba. Las normas del MINAG establecen como adecuado, valores del orden del 85 % (MINAG, 2005) y está sujeto a problemas de manejo inherentes a la actividad de la propagación, a que los esquejes han perdido parte importante de sus reservas para sobrevivir o no han emitido raíces para mantenerse vivos.

Una vez alcanzado el periodo máximo de la etapa de enraizamiento, se observó que el estimulante con mayor resultado que el AIA, que no difiere significativamente con el PectiMorf<sup>®</sup>, pero si con el FitoMas-E.

Este resultado ratifica la importancia de la hormona en la propagación de esquejes de guayaba, ya que la misma puede favorecer la regeneración de raíces (Overvoorde *et al.*, 2010) y está relacionada con su participación en el alargamiento y división celular, lo cual se facilita con la imbibición y el transporte basípeto de la hormona por el esqueje (Rojas, 1993).

Otro resultado de importancia que la respuesta alcanzada con la aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> (88 %), ya que no muestra diferencias estadísticas con la hormona (AIA). Lo cual permite afirmar que este producto representa una opción viable y resulta de gran interés práctico en el sistema de producción de posturas, porque muestra potencialidades como alternativa sustituta de la hormona, actualmente en déficit.

La supervivencia posee una alta relación con la formación de raíces y la abscisión de las hojas de los esquejes, ya que la caída de las hojas y la no emisión de raíces, son algunas de las principales consecuencia de las muertes de esquejes en los viveros (Peña *et al.*, 2005).

Este resultado pudo estar dado a que este producto está compuesto a base de oligogacturónidos, que son moléculas bioactivas complejas resultantes de la degradación de los polisacáridos pécticos de la pared celular de las plantas o

proveniente de algunos microorganismos que invaden los tejidos vegetales (Osorio *et al.*, 2011).

Cid *et al.* (2006) reconocen que el PectiMorf<sup>®</sup>, es un biorregulador cubano que tiene como constituyentes una mezcla de oligosacaridos de origen péctico, que posee alta capacidad para inducir y desarrollar el enraizamiento, estimular el crecimiento de los callos e incrementar de forma notable el desarrollo y vigor de vitroplantas de diferentes cultivos.

Por su parte, González *et al.* (2008) al evaluar la influencia del PectiMorf<sup>®</sup> en la germinación de semillas de soya variedad INCASOY-27, pudieron observar que a las 24 horas, el porcentaje de germinación de las semillas embebidas en PectiMorf<sup>®</sup>, fue significativamente superior a las no embebidas. En todo el proceso, la supervivencia llegó a valores superiores al 80 % para las dos concentraciones de PectiMorf<sup>®</sup> estudiadas (10 y 100 ppm).

También Izquierdo *et al.* (2009) demostraron que la aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> en imbibición y aspersión foliar a vitroplantas de plátano (*Musa sp.*) clon 'FHIA-18', pudo mantener la sobrevivencia de las mismas entre el 92-92,8 % en la fase de aclimatación, para las dosis de 1 y 5 mg·L<sup>-1</sup>, respectivamente. Resultados estadísticamente superior al tratamiento control que solo alcanzó una supervivencia de 84 %. De manera que, entre los beneficios reconocidos del PectiMorf<sup>®</sup>, también se puede sumar la capacidad que ha demostrado para potenciar la supervivencia de varias especies.

La supervivencia que se obtuvo a partir de la aplicación del FitoMas-E tuvo efectos favorables, si bien la repuesta queda por debajo del 85 % establecido por las normas técnicas, es una alternativa de producción viable. Una supervivencia del orden del 75 % como resultado final, es evidencia de las potencialidades de uso del FitoMas-E como enraizador de esquejes de guayaba, lo que no excluye la pertinencia de evaluar alternativas para el aumento o la mejora de ese efecto.

Es válido destacar, que esta respuesta, es sin lugar a dudas un logro importante desde el punto de vista productivo, si se tiene en cuenta que la hormona, es escasa en el sistema de producción guantanamero y por tanto trae consigo el paro

productivo. Por lo que, el FitoMas-E representa una alternativa de producción para sustituir la hormona en momentos de déficit y su aplicación en la dosis de mejor respuesta, antes referida, implica que por cada 1000 esquejes sembrados, sobrevivan la etapa de enraizamiento 760 y ésta es una respuesta considerada como aceptable, ante la alternativa de no producir por falta de AIA.

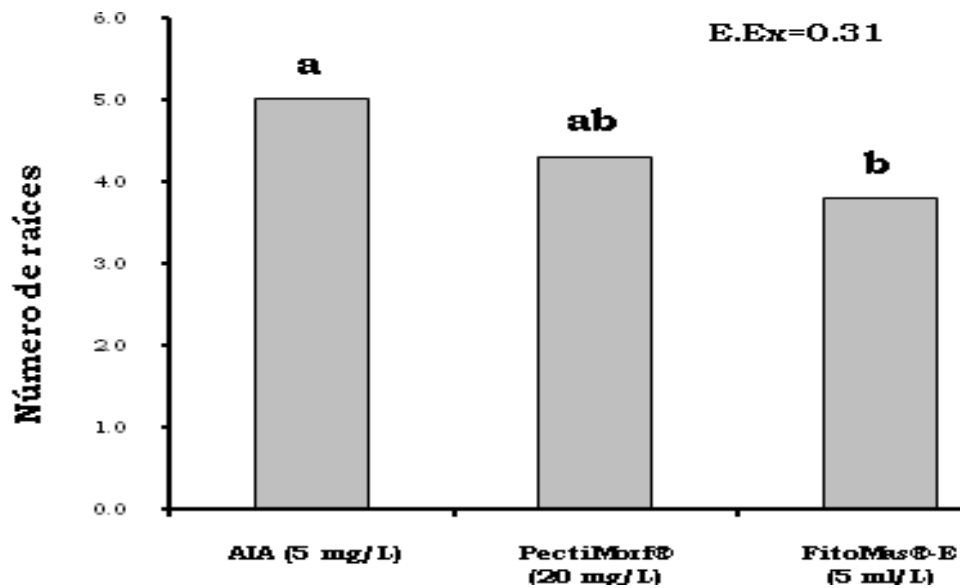
Los efectos de este fitoestimulante sobre la variable en cuestión se han mostrado en otras especies. Vera (2003) logró estimular la supervivencia en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.) utilizando el FitoMas-E en dosis de 0,2 L·ha<sup>-1</sup>. También Moya (2003) en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) encontró resultados similares.

López y Lobaina (2005) al evaluar diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) demostraron que a los 35, 40, 45 días después de la siembra, se pudo mantener el porcentaje de supervivencia por encima del testigo sin aplicación.

#### **4.2. Número de raíces**

Pero la supervivencia por sí sola, no basta para determinar la eficiencia de la aplicación de enraizadores, sino que es necesario que los esquejes sean capaces de producir raíces. La formación de raíces, es un elemento indispensable en el proceso de producción de posturas de guayaba, de ello depende la eficiencia, de no lograrse el enraizamiento adecuado, no es factible el producto aunque sobrevivan los esquejes.

Por tal razón, en la Figura 2 se evaluó el número de raíces, de esquejes de guayaba donde el ácido indol acético no difiere significativamente respecto al PectiMorf<sup>®</sup>, pero si con el FitoMas-E, es válido destacar que no se encuentra diferencia entre el PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas-E en la estimulación del número de raíces.



**Figura 2:** Análisis de la variable número de raíces ante la aplicación de AIA, PectiMorf® y FitoMas-E. [Medias con superíndices diferentes difieren significativamente para  $p \leq 0,05\%$ ]

La mejor respuesta se obtiene con la aplicación de la hormona, el enraizamiento es un proceso liderado por la auxina y existe una estrecha relación entre su transporte, la respuesta genética de la plantas y el crecimiento radical raíz (Jin *et al.*, 2012).

Al respecto, Lau *et al.*, (2008) reconocen la auxina como una hormona clave que interviene durante la organogénesis, algunos procesos fisiológicos propios del crecimiento y en el patrón de formación de raíces. Por su parte, He *et al.* (2012) demostró que la auxina sirve como regulador primario del crecimiento radical en semillas germinadas de *Arabidopsis thaliana*.

Sin embargo, la respuesta del PectiMorf® también resultó eficiente. Dentro de los elementos que propician este tipo de respuestas se destaca que, el PectiMorf® está compuesto por una mezcla de oligogacaraturónidos con una polimerización que oscila entre 7-16 grados. Esta característica le permite poseer altas potencialidades para ejercer acción de crecimiento y defensa en los diferentes cultivos (Mattei *et al.*, 2005).

La relación más estrecha de los oligogracurónidos con el enraizamiento puede explicarse por su acción en la pared celular, ya que esta estructura es fundamental en los procesos de crecimiento, diferenciación y división celular.

Los resultados de Carpita y Gibeault (1993) aseguran que los polisacáridos pécticos, son moléculas superiores que están relacionadas con los xiloglucanos y sirven como conectores o cubridores de espacios de las microfibrillas de celulosa de la pared celular, una vez que esta realiza la diferenciación o el alargamiento celular, procesos que ocurren en la iniciación radial. De manera que, la pared juega un papel importante en la forma, tamaño y velocidad de formación de diferentes órganos vegetales como las raíces (Somerville *et al.*, 2004).

La pared celular está compuesta por celulosa, hemicelulosa y pectina; esta última representa cerca del 30 % de la misma y entre sus principales componentes se encuentran los homogalacturónidos que en su totalidad están constituidos por ácido D-galacturónido (Hoson, 1993; Humphrey *et al.*, 2007), que son el componente fundamental del PectiMorf®.

La aplicación de este producto representa una opción viable y resulta de gran interés práctico en el sistema de producción de posturas, porque muestra potencialidades como una alternativa para la actividad de enraizamiento. No pocas investigaciones han demostrado tales efectos, sirvan de ejemplo los resultados de Fajardo *et al.* (2011) en el enraizamiento de clavel (*Dianthus caryophyllus*, L.) y Camejo *et al.* (2012) cuando demostraron aumento de la actividad enzimática de raíces de Alfalfa (*Medicago sativa*, L.)

Cid *et al.* (2006) quienes encontraron que con la aplicación combinada de AG<sub>3</sub> y PectiMorf® se obtuvieron buenos resultados en diferentes variables fisiológicas medidas en semillas artificiales de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*, L.).

Por otro lado, Benítez *et al.* (2008) demostraron que la aspersion foliar a plantas de palma areca (*Dyopsis lutescens* H. Wendel) con 2, 10 y 20 mg·L<sup>-1</sup> de PectiMorf®, causó su punto de máxima respuesta vegetal en la dosis de 10 mg·L<sup>-1</sup>, para las variables altura de las plantas y área foliar.

Ramírez *et al.* (2003) al emplear el producto para el enraizamiento de dos variedades de guayaba, obtuvieron que la mejor respuesta en el número de raíces, se alcanzó con la dosis de  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  en la variedad □ Suprema Roja□ , mientras que la aplicación de  $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de PectiMorf<sup>®</sup>, resultó ser la más eficiente en el enraizamiento de esquejes de guayaba □ Enana Roja Cubana□ .

Sin embargo, en la revisión de literatura realizada por el autor, no se encontró hasta la fecha, estudios detallados de los posibles mecanismos reales, por lo cual el PectiMorf<sup>®</sup> o cualquier otro producto a base de oligoracaturónidos, puede inducir el enraizamiento, este elemento puede ser el punto de partida para futuras investigaciones.

Mientras que el FitoMas-E actúa de forma diferente y parece ser menos eficiente porque presenta los resultados menos satisfactorios, pero es válido resaltar que también ocurre el enraizamiento en presencia del fitoestimulante, lo cual puede ser posible por la existencia en el producto del aminoácido Triptófano.

Estudios detallados de Castillo *et al.* (2011) quienes determinaron el perfil de aminoácidos presentes en el FitoMas-E por HPLC y derivatización con solución de o-ftalaldehído (OPA), encontraron que la fase líquida del producto contenía 16 aminoácidos. La cuantificación de cantidad de cada uno de ellos arrojó que entre los más abundantes en el producto se destacan alanina ( $11,65 \mu\text{M}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), Glutamina ( $5,99 \mu\text{M}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), fenilalanina ( $5,87 \mu\text{M}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) y el Triptófano ( $4,99 \mu\text{M}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), este último considerado el precursor del ácido indol- 3-acético, responsable del enraizamiento en los esquejes.

Los trabajos de Viñals *et al.* (2011) sitúan a este compuesto como el elemento de mayor disponibilidad (1,02 %) entre los aminoácidos metabólicamente activos presentes en el producto y destacan su importancia en la síntesis de auxina.

Muchas investigaciones reconocen este aminoácido como el principal intermediario en la ruta biosintética del AIA (Azcón-Bieto y Talón, 2000). Este mecanismo de biosíntesis en las plantas implica dos vías fundamentales; la descarboxilación del aminoácido, para formar triptamina, seguido de una desaminación para producir  $\beta$ -indolacetaldehído, el cual es oxidado fácilmente a ácido indol 3-Acético y una

segunda vía donde ocurre la desaminación del triptófano, para dar origen al ácido  $\beta$ -indolpirúvico, seguido de una descarboxilación que propicia la formación de  $\beta$ -indolacetaldehído que se oxida para originar el AIA (Vázquez y Torres, 2006).

Es evidente que el PectiMorf<sup>®</sup> y el FitoMas-E representan una alternativa como productos enraizadores en el sistema de producción cubano y específicamente en el territorio guantanamero, donde el suministro de hormona es insuficiente e inestable y compromete los planes de siembra futuros.

### 4.3. Biomasa radical

En la Figura 3 se evaluó la biomasa radical fresca y seca donde se ratifican los resultados, nótese que la aplicación de la auxina muestra diferencias significativas con el FitoMas-E y no difiere con el PectiMorf<sup>®</sup>, lo cual denota la importancia de este último en la eficiencia fisiológica de la formación de raíces.

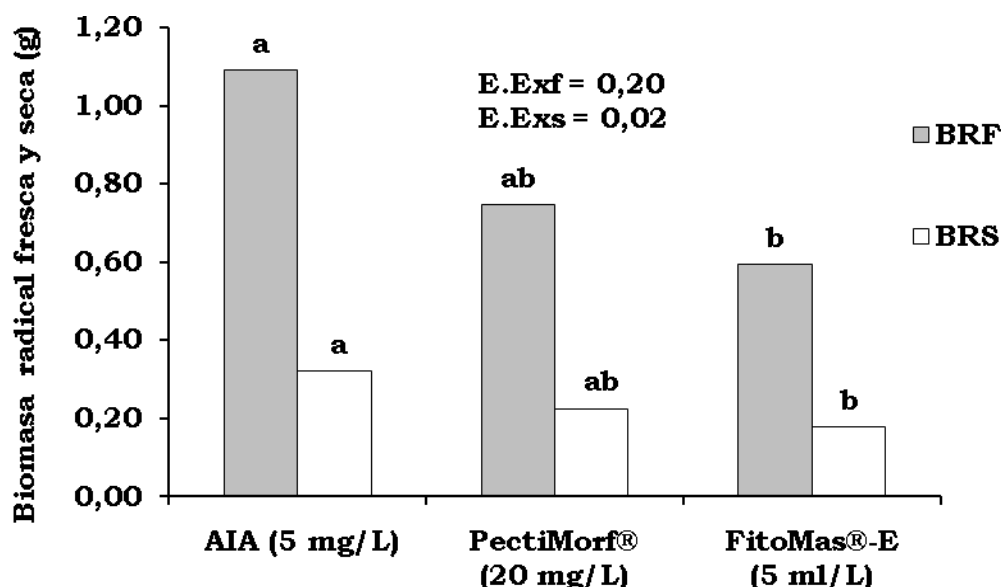
Al respecto, García *et al.* (2009) encontraron que la aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 'EF 163', fue capaz de mejorar la el rendimiento de biomasa en un 40 %.

Por otra parte, Izquierdo *et al.* (2009) obtuvieron que la aplicación de oligogalacturónidos in vitro-plantas de banano, clon 'FHIA-18' (AAAB), incrementó la supervivencia, el número de hojas, la altura y propició la reducción de los niveles de prolina. Lo cual indica que el producto es capaz de estimular el crecimiento, sin provocar situaciones estresantes (Watanabe *et al.*, 2000).

Por otro lado, Benítez *et al.* (2006) al emplear el oligopéptido en dosis de 1, 5, 10 mg·L<sup>-1</sup> en Palma areca (*Dyopsis lutescens* H. Wendel) de tres meses de edad, comprobaron que se favorecieron las variables número de hojas, longitud y diámetro del tallo, también, aumentó en un 34 % la biomasa seca aérea y en un 43 % la biomasa radical. Mientras Hernández *et al.* (2007) lograron adelantar el ciclo de *Anthurium andreanum* en 17 días, momento en el cual se alcanzó la altura máxima.

Pero, aunque este producto es capaz de estimular crecimiento, la dosis de aplicación varía según la especie y la finalidad de la aplicación, sirvan de ejemplo los resultados de Hidrobo *et al.* (2002) quienes obtuvieron que la embriogénesis

somática de papa (*Solanum tuberosum*, L.) se estimula con la aplicación de 3 mg·L<sup>-1</sup>. Mientras Hernández *et al.* (2007) lo emplearon a razón de 10 mg·L<sup>-1</sup> para realizar estudios relacionados con el mismo proceso en mandarina ‘Cleopatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.).



**Figura 3:** Analisis del comportamiento de las variables biomasa radical fresca y seca ante la aplicación de AIA, PectiMorf® y FitoMas-E. [Medias con superíndices diferentes difieren significativamente para  $p \leq 0,05\%$ ].

Aunque los resultados de esta investigación concuerdan que los resultados obtenidos por Ramírez *et al.* (2003) quienes lo emplearon en dos variedades de guayaba (*Psidium guajava* L) con buenos resultados, pero las dosis de mejores respuestas difirieron para cada variedad. ‘Suprema Roja’, respondió mejor a 10 mg·L<sup>-1</sup> y ‘Enana Roja Cubana’ a 20 mg·L<sup>-1</sup>. No obstante, quedó claro que el producto mostraba potencialidades para emplearlo en la propagación de guayaba por esquejes enraizados.

Se ratifican los resultados del FitoMas-E demostrando potencialidad de este para el enraizamiento, aunque con una respuesta vegetal inferior a las obtenidas por la hormona y la mezcla de oligogacturónidos.

En este sentido hay que destacar que la auxina es muy importante (Devlin, 1975; Balaguera *et al.*, 2010) para lograr enraizamiento en esquejes y otras formas de reproducción asexual, porque la misma puede aumentar el intercambio de la célula con sustancias externas mediante el proceso de ósmosis, aumenta la permeabilidad de la célula frente al agua y otras sustancias, reduciendo la presión en la pared celular, permite aumentar la formación de estructuras químicamente funcionales en la pared celular e induce la síntesis de ARN y proteínas específicas necesarias para hacer más eficiente e inminente la iniciación radical.

No obstante, el resultado alcanzado con la aplicación de FitoMas-E, es uno de los primeros reportes de su empleo como enraizador y demuestra sus potencialidades para este fin. Los efectos más conocidos del producto radian en la estimulación del crecimiento, incremento productivo y la optimización de otros productos propios de la agricultura.

Al respecto, Montero *et al.* (2008) señalan que el FitoMas-E tiene capacidad para la sustitución de la fertilización del cultivo del tomate en casa de cultivo protegido, y lograron obtener mayor número de frutos de segunda y tercera categorías con la aplicación de FitoMas-E ( $0,2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) combinado con el fertilizante ecológico CBfert, también se logró incremento productivo.

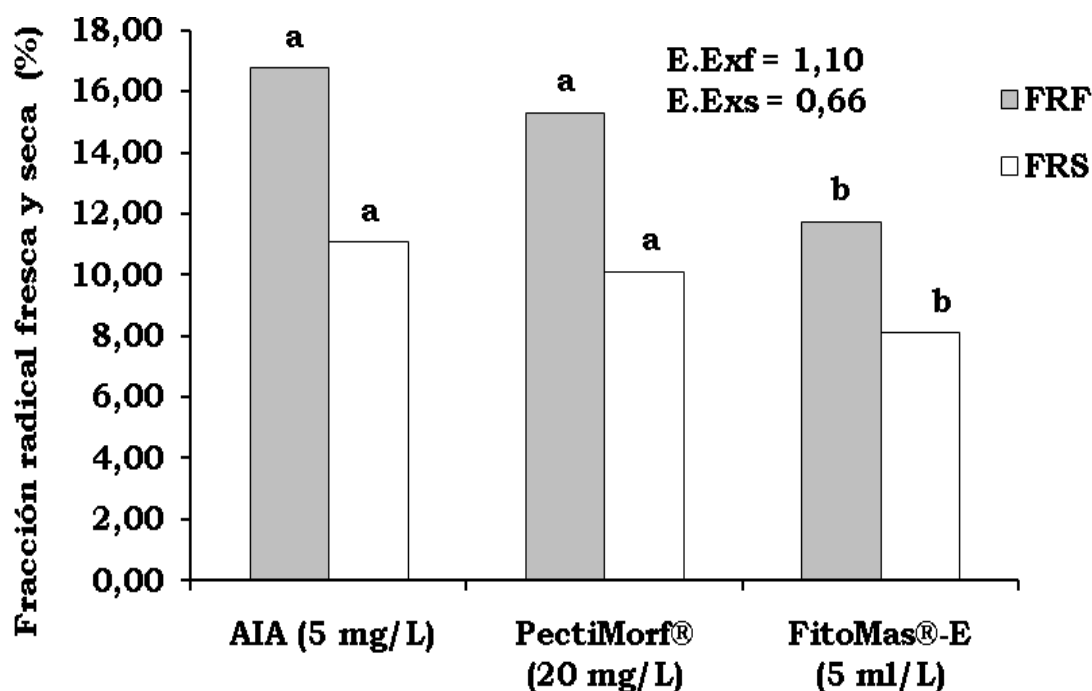
Montano (2008) reconoce que este producto tiene marcada influencia en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Mientras Fundora *et al.* (2009) encontraron que la aplicación conjunta FitoMas-E con una cepa eficiente de HMA, puede reducir el 50 % de la fertilización mineral con NPK e incrementan el desarrollo y los rendimientos del boniato (*Ipomea batatas*, L.) en condiciones de producción.

#### **4.4. Fracción radical**

Los resultados de la fracción radical fresca y seca (Figura 4) también ratifican la respuesta encontrada en este trabajo, nótese que la aplicación de la auxina y la mezcla de oligogacarurónidos no difiere entre sí, pero si con el fitoestimulante.

Estos resultados están en concordancia con las múltiples acciones que puede ejercer el PectiMorf<sup>®</sup>, según Denoux *et al.* (2008), puede actuar como protector de las plantas, Hernández *et al.* (2007) demostraron su efecto estimulador del crecimiento

vegetal, mientras Ramírez *et al.* (2003) lo emplearon como promotor del enraizamiento.



**Figura 4:** Evaluación de las variables Fracción radical fresca (FRF) y Fracción radical seca (FRS) de esquejes de guayaba 'Enana Roja Cubana' ante la aplicación de AIA, PectiMorf® y FitoMas-E [Medias con superíndices diferentes difieren significativamente para  $p \leq 0,05\%$ ].

Hernández *et al.* (2010) en la regeneración *in vitro* vía embriogénesis somática de plantas de mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.), encontraron que el PectiMorf®, logró un incremento en la masa fresca del callo embriogénico y un notable ahorro de tiempo, lo cual convierte este producto en unas de las herramientas de la Biotecnología para la regeneración mediante técnicas de propagación *in vitro*, como la embriogénesis somática, que requiere de medios de cultivo artificiales y fitohormonas, que son de altos costos e importados en la realidad cubana.

La respuesta encontrada con la aplicación del PectiMorf®, pudiera tener su base en la composición del productot y su actividad en el funcionamiento fisiológico de los

esquejes, ya que los OGs presentes en el PectiMorf<sup>®</sup>, pudieran actuar sobre la actividad de enraizamiento mediante su acción en la pared celular, formando parte de las pectinas que cubren los espacios de la microfibrillas de celulosa cuando ocurre el proceso de diferenciación, elongación y división celular (Somerville *et al.*, 2004; Mederos *et al.*, 2011), procesos ligados a la división por mitosis (Taiz y Zeiger, 2008) y necesarios para el enraizamiento de los esquejes.

Para llevar a cabo toda esta cadena de eventos fisiológicos existen un sin número de mecanismos bioquímicos que deben regularse en el interior de las células, donde la regulación hormonal, el papel de los carbohidratos y los minerales ocupan un lugar importante. La regulación hormonal está estrechamente ligada a la actividad de la auxina, hormona reconocida como la precursora del enraizamiento, los carbohidratos (fundamentalmente los hidratos de carbono y los compuestos nitrogenados) funcionan como la fuente de energía en el proceso y los minerales forman parte de las moléculas que intervienen en la acción (Azcón-Bieto y Talon, 2000).

Normalmente todas estas sustancias provienen de las hojas de los esquejes, que actúan como fuente de almacenamiento (Hartmann *et al.*, 2011); sin embargo, el FitoMas-E provee también de muchos de los suministros necesarios para realizar el enraizamiento, ya que en su composición se encuentra el triptófano (Viñals *et al.*, 2011) aminoácido precursor de la auxina, además cuenta con sacáridos y lípidos (Montano, 2008).

Es importante destacar, que el efecto potenciador del fitoestimulante, guarda relación con la cantidad de nutrimentos incorporados a los esquejes, lo cual le permite influenciar positivamente en los diferentes procesos fisiológicos de las plantas (Evans y Sorger, 1966), así pudieron comprobarlo Duarte *et al.* (2010) quienes demostraron que el FitoMas-E, puede tener una influencia altamente significativa en la acumulación de biomasa.

Otro elemento a tener en cuenta para explicar la influencia del FitoMas-E para causar enraizamiento, puede encontrarse en la disponibilidad de los minerales presentes en el producto. En el proceso de imbibición a que son sometidos los esquejes de guayaba en la solución de FitoMas-E, el propágulo puede absorber los elementos

minerales que contiene dicha solución. Este fenómeno ocurre como difusión libre y busca igualar la diferencia de potencial hídrico y la concentración de solutos entre el esqueje y el medio externo. Una vez dentro del esqueje la solución de FitoMas-E, se establece una presión sobre las paredes celulares o de las membranas de los tejidos, por la solución que contiene entre otros elementos las sales minerales, y por medio de intercambio iónico pueden penetrar en las células del esqueje.

Sin embargo este tipo de absorción provoca que solo una pequeña parte de las sales puedan entrar al metabolismo celular. Otra vía factible para la absorción y distribución de los minerales por la planta, es la corriente de transpiración, que comienza su funcionamiento cuando las sales absorbidas son descargadas en el interior de los conductos xilemáticos.

Los minerales ya presentes en el interior de la estaca, son depositados en centros de almacenamiento, y distribuidos en el esqueje en función de las necesidades del mismo.

Mediante el metabolismo interno, estos minerales son utilizados para combinarse y formar parte sustancias más complejas y necesarias para la vida del propágulo, actividad inmediata para su supervivencia (Devlin, 1975). Por lo que es válido destacar algunas de las funciones de los elementos nutritivos presentes en el FitoMas-E y que se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Elementos minerales de la fracción líquida del FitoMas-E

Minerales	mg·L <sup>-1</sup>
Cu <sup>+</sup>	0,524
Fe <sup>+</sup>	5,540
Mn <sup>+</sup>	1,102
Zn <sup>+</sup>	3,425
Na <sup>+</sup>	560,53

K <sup>+</sup>	33067,54
Ca <sup>+</sup>	715,16
Mg <sup>+</sup>	210,81
N <sup>+</sup>	41018,90
P <sup>+</sup>	17038,62

---

El nitrógeno forma parte de compuestos carbonatados como los aminoácidos, amidas, proteínas y ácidos nucleicos. Mientras que el fósforo es un componente importante para el almacenamiento energético y la integridad estructural de los mecanismos metabólicos por formar parte de fosfatos, azúcares, coenzimas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y del ATP (Evans y Sorger 1966).

Por otra parte, el potasio actúa como cofactor para más de 40 enzimas y el calcio de algunas enzimas involucradas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos, además constituye un mediador de las láminas de las paredes celulares. El magnesio se requiere por varias enzimas involucradas en la transferencia de fosfatos y es constituyente de las moléculas de clorofila.

El manganeso participa en algunas actividades de la deshidrogenasa, descarboxilaza y peroxidasa. El sodio en la regeneración del fosfohenolpiruvato en plantas C4 y sustituto del potasio en algunas funciones. Otros metales de importancia son el Fe<sup>+</sup> que puede tener actividad en los citocromos, en la fotosíntesis, en la fijación del dinitrógeno y la respiración. El Zn que es constituyente del alcohol deshidrogenasa y la glutamina deshidrogenasa y el cobre que forma parte del ácido ascórbico oxidado, la tirosinasa, hurinasa y la fenolasa (Mengel y Kirkby, 1987).

De manera que el FitoMas-E tiene una porción mineral, que si bien no actúa directamente sobre el enraizamiento, sirve como combustible en la síntesis de sustancias fisiológicamente activas para este fin.

Otro aspecto de importancia dentro de la tecnología de propagación por enraizamiento de esquejes, es el tiempo de obtención de las posturas y obviamente la fase de enraizamiento juega un papel importante dentro del proceso.

En la tabla 2 se muestran los resultados en este sentido y se puede evidenciar que la aplicación de AIA obtuvo la mejor respuesta vegetal pero sin diferencias estadísticas con la aplicación del PectiMorf<sup>®</sup>, notese además que la respuesta vegetal se obtiene en menor lapso de tiempo que el tratamiento con FitoMas-E.

Los eventos evaluados responden a los principales procesos que tienen importancia en el enraizamiento de esquejes de guayaba. El callo básicamente es la formación una capa de células parenquimáticas en la base del esqueje (Gutiérrez, 1995), que a decir de Bonfil *et al.* (2007) tiene gran importancia en la evaluación de la efectividad de productos enraizadores, criterios con los que concuerda Qin *et al.* (2012).

Desde el punto de vista productivo en el momento que se evidencia la formación del callo en los esquejes, se termina de alistar los preparativos necesarios para el trasplante a bolsa, dígase: fuerza de trabajo según volumen de producción, acondicionamiento del área y estimación de los días necesarios para llevar a cabo el trasplante a bolsa. Por tanto, mientras más rápido ocurra éste proceso, con más prontitud puede llevarse el esqueje enraizado a la bolsa y se acorta el período de enraizamiento para realizar el montaje del próximo ciclo productivo.

De manera que, la formación del callo es una etapa de mucha importancia desde el punto de vista productivo y fisiológico, porque es el indicador de la curación del esqueje y el signo antecedente a la iniciación radical, además es la evidencia visible ~con que cuenta el productor~ para valorar la efectividad de los productos aplicados con el fin de lograr enraizamiento (Oliva y López, 2005).

Las fases de iniciación y ramificación radical, están reconocidas anatómicamente por el desarrollo de primordios radicales entre los tejidos del callo en los esquejes y la emisión de raíces laterales en éstos primordios ya desarrollados (Hartmann *et al.*, 1995; Sandoval, 2005). Ambas etapas tienen marcada influencia en la propagación por estacas según reconocen Rivero *et al.* (2005) y Doll *et al.* (2013).

#### 4.5. Fases del enraizamiento

En tal sentido la tabla 2 referida al transcurso del proceso del enraizamiento ante la aplicación de las diferentes soluciones enraizadoras, se nota claramente una tendencia a disminuir en el tiempo de formación del callo, iniciación radical y la ramificación de raíces para el testigo de producción, variante utilizada para la producción a gran escala de posturas. A pesar que las restantes variantes no alcanzan este resultado si se puede valorar como aceptable partiendo de la premisa de la sustitución de importaciones

Desde el punto de vista productivo marcan el tiempo inicial y final que puede llevar el trasplante a bolsa. En el sistema de producción de posturas de guayaba el trasplante a bolsa se puede realizar en estas dos fases, según sea la preferencia del productor. Los criterios son divididos, algunos plantean que realizar el trasplante a bolsa en el momento de la iniciación radical, conlleva a una mayor mortalidad, porque las raíces en este momento son muy pequeñas y quebradizas, lo cual dificulta la actividad, pero son más manejables desde el punto vista práctico

**Tabla 2. Transcurso del proceso de enraizamiento de esquejes de guayaba □ Enana Roja Cubana □ como respuesta a diferentes soluciones enraizadoras**

Soluciones enraizadoras	Días para cada evento		
	Formación del callo	Iniciación radical	Ramificación de raíces
AIA (5 mg·L <sup>-1</sup> ) [testigo de producción]	27 ± 2,0	35 ± 2,0	48 ± 3,0
PectiMorf <sup>®</sup> (20 mg·L <sup>-1</sup> )	30 ± 3,0	38 ± 2,0	50 ± 3,0
FitoMas-E (5 mL·L <sup>-1</sup> )	33 ± 3,0	42 ± 3,0	55 ± 3,0

Representación de la media ± desviación estándar

Mientras que realizar el trasplante a bolsa con las raíces ramificadas, permite tener un material más robusto y de mayor viabilidad para la próxima etapa, pero es difícil de manejar, pues las raíces tienden a doblarse y esto dificulta el crecimiento de la

postura. De manera que, ambas etapas tienen sus ventajas y desventajas, pero la pericia del productor en el manejo, es lo que conlleva al éxito, de ahí, que las tendencias sean diferentes.

En todos estos procesos, juega un papel fundamental la solución enraizadora, Latsague *et al.* (2008) reconocen que la aplicación de estas sustancias, es necesaria para lograr eficiencia en el proceso de enraizamiento. Por lo cual, la aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas- E, son una alternativa viable desde el punto de vista productivo.

Las perspectivas de uso de este resultado son muy promisorias, ya que existe una oportunidad muy favorable para el desarrollo sostenido de la tecnología en el territorio nacional, con la sustitución de un recurso de poca disponibilidad como es el caso del AIA.

#### **4.6. Estudio Histológico**

En busca de evidencias que pudieran explicar los efectos de la aplicación AIA, PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas-E sobre la respuesta vegetal y el tiempo de las fases del enraizamiento, se realizó un estudio histológico de la zona de crecimiento de la raíz, ya que en esta zona se encuentran los tejidos meristemáticos primarios radicales así lo reconocen Otegui y Totaro (2006).

Los cuales contribuyen a la elongación del cuerpo de la planta por debajo del suelo, constituyen la región de mayor actividad meristemática, por tanto, esta zona es el centro de la división, elongación y diferenciación celular de la raíz, presenta la cofia, responsable de la respuesta al geotropismo y ayuda en el proceso de penetración de la raíz en el suelo (Orellana y Ramírez, 2012).

Como se puede apreciar en la Figura 5, la aplicación de AIA, PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas-E, no provocó modificaciones la cantidad de los tejidos meristemáticos primarios, cada zona de crecimiento presenta, cofia, meristemas apical y fundamental, procambium y protodermis.

Sin embargo, el desarrollo de cada uno de ellos, no se observa con la misma nitidez, nótese que cuando se aplica la hormona, se pueden distinguir con mayor facilidad los diferentes tejidos, mientras la aplicación de PectiMorf® y FitoMas-E, presentan tejidos menos desarrollados que la auxina.

Esta observación pudiera respaldar la respuesta obtenida en cuanto al incremento del número de raíces, biomasa y el ahorro de tiempo que existe cuando se aplica el AIA, ya que la presencia de tejidos más desarrollados histológicamente, pueden propiciar mejor respuesta vegetal. Obviamente esta respuesta también está ligada a una mayor acción de las soluciones enraizadoras sobre el proceso en sí.

Se debe destacar también, que este es el primer estudio histológico que se conoce con la aplicación de PectiMorf® y FitoMas-E, sobre el proceso de enraizamiento en la especie investigada. Por lo que pudiera ser perfectible, con el fin de mostrar resultados de mayor magnitud con observaciones de intracelulares.



También hay que destacar que no se conocen reportes científicos donde se haya estudiado algún tipo de comportamiento histológico o anatómico con la aplicación de FitoMas-E en cualquier otra especie.

Sin embargo, con el empleo de PectiMorf<sup>®</sup> en un estudio, a nivel anatómico Álvarez **et al.** (2012) evaluaron la aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) y obtuvieron un incremento en la densidad estomática, lo cual trajo consigo modificaciones de las dimensiones de las células estomáticas, no hubo variaciones en las células epidérmicas del haz y el envés. Pero las células guardianes de ambas superficies (adaxial y abaxial), sí mostraron modificaciones. Los cambios en la densidad estomática y en las células guardianas, influyeron positivamente en el crecimiento y desarrollo del frijol.

Por otra parte, González **et al.** (2012) también informan cambios anatómicos con el empleo del PectiMorf<sup>®</sup>, aplicado a plantas de *Arabidopsis thaliana* y *Nicotiana tabacum*, L. en condiciones controladas. En el experimento, se compararon el ácido indol butírico ( $0,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), PectiMorf<sup>®</sup> ( $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y un oligoxiglucano ( $0,1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Todos los tratamientos propiciaron la elongación de la raíz primaria, pero solo el PectiMorf<sup>®</sup> mostró un efecto positivo sobre la longitud del meristemo en los dos genotipos estudiados. También se pudo comprobar que la aplicación de la mezcla de OGs, propició un incremento de los índices mitóticos, lo cual repercutió en una reducción del ciclo celular.

De manera que los resultados histológicos observados en este experimento forman el punto de partida para profundizar los estudios en este sentido y arribar a conclusiones que puedan explicar los fenómenos asociados a los efectos de la aplicación de AIA, PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas-E, sobre el enraizamiento de esquejes de guayaba.

#### 4.7. Análisis económico

Para el análisis económico se comparó el costo de producción de la aplicación de cada solución enraizadora. Como se puede observar en la tabla 3, la aplicación de AIA encarece el enraizamiento de esquejes de guayaba 'Enana Roja Cubana', porque el costo de la auxina es más elevado que el PectiMorf® y el FitoMas-E, respectivamente.

**Tabla 3.** Análisis del costo total por aplicación de AIA, PectiMorf® y FitoMas-E para esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana.

Elementos de gastos	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)	Soluciones enraizadoras		
				AIA	PectiMorf®	FitoMas-E
Salario mensual	\$	2,00	500,00	5000,00	5000,00	5000,00
Corte de esquejes	U	10000,00	0,10	1000,00	1000,00	1000,00
Siembra de esquejes en lecho de enraizamiento	U	10000,00	0,10	1000,00	1000,00	1000,00
Llenado de bolsas	U	10000,00	0,10	1000,00	1000,00	1000,00
Trasplante a bolsa	U	10000,00	0,10	1000,00	1000,00	1000,00
Consumo de agua	m <sup>3</sup>	1,00	3,00	1530,00	1530,00	1530,00
Bolsas	U	10000,00	0,10	1000,00	1000,00	1000,00
AIA (Solución madre)	L	1,00	250,00	250,00	-----	-----
PectiMorf®	Frasco (200 ml)	1,00	12,44	-----	12,44	-----
FitoMas-E	L	1,00	1,97	-----	-----	1,97
<b>Total</b>	-----	-----	-----	<b>11780</b>	<b>11544,41</b>	<b>11531,97</b>

El ahorro que suponen la aplicación de estos productos, también son la muestra de la aplicabilidad que los mismos pueden tener en la práctica productiva. El AIA es un insumo importado y este costo que se presenta en la investigación está subsidiado

por el estado el cual debe gastar en el traslado del producto hasta la isla. El costo actual en el mercado internacional es de 166,12 € (PANREAC, 2013).

Sin embargo, la hormona es la que mayor supervivencia propicia y esto permite que las mejores respuestas económicas se muestren con su aplicación (tabla 4). No obstante, hay que destacar que los resultados que se muestran con la aplicación del PectiMorf® y FitoMas-E, resultan económicamente factibles, porque para ninguno de los casos se obtienen pérdidas en la producción.

**Tabla 4.** Análisis económico para esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana.

Soluciones enraizadoras	Supervivencia (%)	Costo total (\$)	Costo de una postura vs supervivencia (\$)	Valor de la producción (\$)	Ganancias (\$)
AIA	94,00	11780,00	1,25	94000	82220,00
PectiMorf®	90,00	11544,41	1,28	90000	78455,59
FitoMas-E	76,00	11531,97	1,52	76000	64468,03

Para todos los casos la relación B/C es superior a 3, lo cual permite obtener ganancias muy notables según informa FAO (1980). Por tanto, la actividad en sí, resulta factible económicamente, pero el hecho de trabajar con productos de origen nacional podría quitar los subsidios y propiciar mejores respuestas para la economía del país, ya que por tratarse de bioproductos nacionales se contribuye a la sustitución de importaciones.

## V. **CONCLUSIONES**

1. La aplicación de AIA, mostró los mejores resultados experimentales, sin embargo el PectiMorf<sup>®</sup>, puede ser empleado como sustituto de la misma en momentos de déficit, porque la respuesta vegetal e histológica mostraron que no hubo diferencias estadísticas significativas para las variables evaluadas. El FitoMas-E presentó las respuestas vegetales e histológicas de menores magnitudes.
2. La aplicación de PectiMorf<sup>®</sup> y FitoMas-E, resultan menos costosas, pero la eficiencia del AIA en la supervivencia, provoca que los indicadores económicos evaluados tengan mejor respuesta con su aplicación

**VI. RECOMENDACIONES**

1. Encaminar estudios que generen alternativas capaces de sustituir la hormona de enraizamiento, en base a un mejor comportamiento vegetal e histológico.
2. Emplear los resultados de esta investigación como material de estudio en pre y postgrado.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Álvarez, B. I.; Reynaldo, E. I. M.; Brito, R. M. 2012. Efecto del PectiMorf en la morfología y distribución de los estomas en plantas de frijol. En: XVIII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias agrícolas. (18: 2008 nov 6-9; INCA, Mayabeque). *Memorias* CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2008. ISBN 978-959-16-0953-3.
2. Alves, D.; Goiabeira, M. 2000. *Psidium guajava*. Cultivo sob condiciones de irrigación. Brasil.
3. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Editorial Universidad de Barcelona. España. pág 305-324.
4. Balaguera, L. H.; Morales, E. I.; Almanza-Merchán, P. J. y Balaguera, W. A. 2010. El tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de Pitaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 4(1):34-42.
5. Barbosa, J.T.; Cabrera, J. C.; Rodríguez, D. A. 1985. Comparison of six varieties of guava (*Psidium guajava*, L.) at Pirapora, Minas Gerais, Brasil. *Fruits* (40): 485-489.
6. Barnett, N.; Naylor, A. 1966. Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress. *Plant Physiol* 41:1222.
7. Benítez, B.; Núñez, M.; Yong, A. 2008. Crecimiento de plantas de palma areca (*Dyopsis lutescens*, H. Wendel) con aspersiones foliares de una mezcla de oligogalacturónidos. *Cultivos tropicales*. 29(3):81-85.
8. Benítez, B.; Núñez, M.; Yong, A. 2006. Efecto de aspersiones foliares con una mezcla de oligogalacturónidos en el crecimiento de plantas de palma areca (*Dyopsis lutescens* H. Wendel). *Cultivos Tropicales* 27(4):61-64.
9. Bonfil, S. C.; Mendoza, H. P.; Ulloa, N. J. 2007. Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del género *Burser*. *Agrociencia* 41:103-109.
10. Cabrera, J. C. 2000. Obtención de (1-4)-a -D-Oligogalacturónidos bioactivos a partir de los subproductos de la industria cítrica. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad de La Habana.

11. Cabrera, V. W. A. 1999. Aspectos fisiológicos en la formación de raíces adventicias Informe de proyecto. Universidad Nacional Agraria 'La Molina'. Ciudad de Lima, Perú. 13p.
12. [Camejo](#), D.; [Martí](#), M. C.; [Olmos](#), E.; [Torres](#), W.; [Sevilla](#), F.; [Jiménez](#), A. 2012. Oligogalacturonides stimulate antioxidant system in alfalfa roots. [Biologia Plantarum](#) 56(3):37-544.
13. Cañizares, Z.J. 1968. La guayaba y otras frutas Myrtáceas. Edición Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana. 85p.
14. Carpita, N. C.; Gibeaut, D. M. 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants; consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. **The Plant Journal** 3(1):1-30.
15. Castillo, P. G.; Villar, D. J.; Montano, M. R.; Martínez, C.; Pérez, A. F.; Albacete, A.; Sánchez, B. J. y Acosta, E. M. 2011. Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FitoMas-E. **ICIDCA. Revista Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar** 45 (1):64-67.
16. Cid, M.; González, L.; Lezcano, Y. y Nieves, N. 2006. Influencia del PectiMorf® sobre la calidad de la semilla artificial de caña de azúcar (*Saccharum* sp.). **Cultivos Tropicales** 27(1):31-34.
17. Concepción, O.; Nápoles L.; Pérez A.; Peralta N.; Trujillo R. 2004. Regeneración de brotes adventicios en hojas de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas invitro. **Revista Colombiana de biotecnología** 4 (2): 54-61.
18. Costales, D.; Martínez, L.; Núñez, M. 2007. Efecto del tratamiento de las semillas con una mezcla de oligogalacturonidos sobre el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicom* Mill). *Cultivos tropicales* 28(1): 85-91.
19. Denoux, C.; Galletti, R.; Mammarella, N.; Gopalan, S.; Werck, D.; De Lorenzo, G.; Ferrari, S.; Ausubel, F. and Dewdney, J. 2008. Activation of defense response pathways by OGs and Flg22 elicitors in *Arabidopsis* seedlings. **Molecular Plant** 1(3):423–445.

20. Devlin, R. M. 1975. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A. Casanova, 220, Barcelona 11. España. 468p.
21. Doll, U.; Norambuena, M. C.; Sánchez, V. O. 2013. Efecto de la aplicación de IBA sobre el enraizamiento de estacas en seis especies arbustivas nativas de la región mediterránea de Chile. *IDESIA* 31(3):65-69.
22. Duarte, C. D.; González, F.; Campos, O.; Pedroso, M. 2010. Criterios de curvas de acumulación de biomasa para la dosificación de la fertirrigación ecológica del tomate en organopónico. *Ingeniería Agrícola* 1(1):5-10.
23. Escobedo, M. C.; Martínez, J. V.; Bonetta, D. T. 1981. Fitotecnia general. Editorial: Pueblo y Educación. Primera reimpresión. Ciudad de la Habana. p. 63-92.
24. Evans, H. J.; Sorger, G. J. 1966. Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 17:47–76. En: Taiz, L. y Zeiger, E. 2008. *Plant Physiology. Classification of plant mineral nutrients according to biochemical function.* Quinta Edición. Editorial Cinaur. New York. p69.
25. Fajardo, R. L.; Blanco, B. Y.; Borges, G. M.; Fonseca C. D.; Hernández, J.Y. y Arceo, E L. 2011. Efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf en el enraizamiento y aclimatización de *Dianthus caryophyllus*. Publicaciones Científicas. Revista Ciencias. Com. Código ISPN de la Publicación: EFEIppluZkfPDLJFIC. Disponible en: <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EFEIppluZkfPDLJFIC.php>. Consultado en septiembre de 2012.
26. Falcón, A. B.; Cabrera, J. C. 2007. Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturónidos en pecíolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*). Comunicación corta. **Cultivos Tropicales** 28(2): 87-90.
27. Farrés, E. A.; Peña, O. 2001. Propagación de la guayaba. Instituto de Investigaciones de Cítricos y Frutales. **Boletín de Reseñas. Serie RELAFRUT.** p 3-6.

28. Farrés, E.; Placeres, G. J.; Rodríguez, D. A.; Peña, G. O.; Mullen, P. L. 2009. Manual sobre la propagación de frutales tropicales. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). Ciudad de la Habana, Cuba. 23p.
29. Faustino, E. 2006. Contribución del FitoMas-E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS "Nelson Fernández". Tesis de Diploma en opción al título de Ing. Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana.
30. Fundora, L. R.; González, J.; Ruiz, L. A.; Cabrera, J. A. 2009. Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada del fitoestimulante FitoMas-E y el biofertilizante Ecomic® en condiciones de producción. **Cultivos Tropicales** 30(3):14-17.
31. García, S. M. L.; Martínez, J. V.; Avendaño, L. A. N.; Padilla, S. M. C.; Izquierdo O. H. 2009. Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. **Rev. Fitotec. Mex.** 32 (4): 295 – 301.
32. García, S. M. L.; Martínez, J. V.; Avendaño, L. A. N.; Padilla, S. M. C.; Izquierdo O. H. 2009. Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. *Rev. Fitotec. Mex.* 32 (4): 295 – 301.
33. Gliessman, S. R. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Costa Rica p .65, 2002
34. González, A. 1998. Informe del experimento A3/98 sobre pruebas de crecimiento. Nivel 2. INIFAT, Informe al proyecto del ICIDCA. La Habana.
35. González, F.; Hernández, A.; Casanova, A; Méndez, M.; Bravo, E. 2007. Efecto de biorreguladores en injertos herbáceos.
36. González, G.; Noriega, C.; Fuentes, V. 2002. Propagación de la guayaba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ciudad de la Habana, Cuba.
37. González, P. L.; Vázquez, G. A.; Perrotta, L.; Acosta A.; Scriven, S. A.; Herbert, R.; Cabrera, J. C.; Francis, D.; Rogers, H. J. 2012. Oligosaccharins and PectiMorf stimulate root elongation and shorten the cell cycle in higher plants. **Plant Growth Regul** 68:211–221.
38. González, Y.; Reynaldo, I.; Utria, E. 2008. Influencia del biorregulador Pectimorf en la germinación y el enraizamiento de semillas de soya variedad

- INCASOY-27. En: XVI Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias agrícolas. (16: 2008 nov 24-28; INCA, La Habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2008. ISBN 978-959-16-0953-3.
39. Guerra, E.; Bautista D. 2002. Contenido foliar de elementos nutricionales en tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.) en época de alta calidad de crecimiento. *Bioagro*, 14 (2): 99-104.
  40. Gutiérrez, B. 1995. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. **Ciencia e Investigación Forestal** 9(2):263-127
  41. Harborne, J.B. 1993. Introduction to Ecological Biochemistry. Forht Edition. Academic Press Inc. Ca.
  42. Hartmann, H. T.; Kester, D. E.; Davies JR., F. T.; Geneve, R. L. 2011. Plant propagation: principles and practices. 8th ed. São Paulo: Prentice-Hall.
  43. Hartmann, H; Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760p.
  44. He, J.; Duan, Y.; Hua, D.; Fan, G.; Wang, Li.; Liu, Y.; Chen, Z.; Han, L.; Qu, L. and Gong, Z. 2012. DEXH Box RNA Helicase–Mediated Mitochondrial Reactive Oxygen Species Production in Arabidopsis Mediates Crosstalk between Abscisic Acid and Auxin Signaling. **The Plant Cell**. 24: 1815–1 833.
  45. Hernández, G. M.; Beltrán, E.; Soriano, E. L. 2007. El crecimiento de la raíz de *Arabidopsis thaliana* es afectado por un oligogalacturónido estimulador de defensa. *Ciencia Nicolaita* 49:141-154.
  46. Hernández, J. 2007. Aspectos cualitativos evaluados por productores en la empresa de cultivos varios de Batabanó en algunos cultivos donde se aplicó FitoMas E. Informe al proyecto ramal del MINAZ. 271p.
  47. Hernández, L; Domínguez, M. 2005. Resultados preliminares de la utilización del Fitomas E en el cultivo de las Rosas. XVI Fórum de Ciencia y Técnica.CCS (F) Israel Reyes Zayas. Municipio Cotorro, ciudad de La Habana.
  48. Hernández, R. M.; Diosdado, E.; Cabrera, J. C.; Coll, F. 2010. Efecto de los biorreguladores del crecimiento en la embriogénesis somática de mandarina cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.). **Cultivos Tropicales** 31(3):32-38.

49. Hidrobo, L. J.; Ardisana, E. H.; Cabrera, J. C.; Jomarrón, R. 2002. Utilización del Pectimorf y Biobras-16 en la embriogénesis somática de la papa. **Biotecnología vegetal** 2:9-14.
50. Hoson, T. 1993. Regulation of polysaccharide breakdown during auxin induced cell wall loosening. *J. Plant Res.* 103: 369–381.
51. Humphrey, T. V.; Bonetta, D. T. and Goring, D. R. 2007. Sentinels at the wall: cell wall receptors and sensors. **New Phytol.** 176: 7-21.
52. ICIDCA (Instituto Cubano Dde Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar). 2012. Ficha de costo del FitoMas-E. AZUMAT. Departamento de economía.
53. INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas). 2013. Ficha de costo del PectiMorf®. Departamento de economía.
54. Izquierdo, H.; González, M C.; Núñez M.; Proenza, R. y Cabrera J. C. 2009. Influencia de un oligogalacturónido en la aclimatización de vitroplantas de banano (musa spp.) del clon ‘FHIA-18’ (AAAB). **Cultivos Tropicales** 30(1):37-42.
55. Jin, J.; Watt M, and Mathesius, U. 2012. The Autoregulation Gene SUNN Mediates Changes in Root Organ Formation in Response to Nitrogen through Alteration of Shoot-to-Root Auxin Transport1[W][OA]. *Plant Physiology* 159: 489–500. Disponible en: [www.plantphysiol.org](http://www.plantphysiol.org). American Society of Plant Biologists
56. Key, J.; Shannon, C. 1964. Enhancement by Auxin of Ribonucleic Acid Synthesis Excised Soybean Hypocotyl Tissue, en *Plant Physiol*, 39:360.
57. Latsague, V. M.; Sáez, D. P.; Hauenstein, B. E. 2008. Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. **Bosque** 29(3):227-230.
58. Lau, S.; Jurgens G. and De Smet, I. 2008. The Evolving Complexity of the Auxin Pathway. **The Plant Cell.** 20: 1738–1746.
59. Lee, T. 1971. Cytokinin Controlled Indolacetic Acid Oxidase Isoenzymes in Tobacco Callus Cultures, **Plant Phyiol**, 47 (2).

60. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Servicio Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). San José, Costa Rica, p. 358.
61. Liñán, C. Ecovad. 2005. Vademécum para la producción ecológica. 1era Edición Aerotécnica S sl.
62. López, R.; Lobaina, J. 2005. Comportamiento de las plantas hortícolas con diferentes dosis de FitoMas-E en las condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. **Revista Ciencia y Técnica** 5:25-31.
63. López, R; Montano, R; Caminero, R. 2003. .Aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentus*) variedad aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. Universidad de Guantánamo.
64. López, R; Vera, G. 2003. Evaluación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS-5. Universidad de Guantánamo.
65. Lowel, N., Bakhshi. J. 1968. Interaction of Indolacetic Acid Giberellic Acid in Leaf Abscission Control, **Plant physiol** 43(3): 351-358.
66. Mattei, B.; Golleti, R.; Manfredini, C.; Pontiggia, D.; Salvi, G.; Spadoni, S.; Caprari, C.; Ferrari, S.; Bellincampi, D.; Cervone, F. and De Lozano, G. 2005. Recognition and signaling in the cell wall: the case of endopolygalactunase, PGIP and oligogalacturonides. **Plant Biosystems** 139: 24-27.
67. Mederos, T.; Hormaza, M.; Reynaldo, E. y Montesino, S. 2011. Caracterización de mezclas de oligogalacturónidos bioactivos. **Revista CENIC Ciencias Químicas** 42(2):1-5.
68. Mederos, Y. y Hormasa, J. 2008. Consideraciones Generales en la obtención caracterización e identificación de los oligogalacturónidos. Revisión bibliográfica. **Cultivos tropicales** 29 (1): 83-90.
69. Mengel, K. and Kirkby, E. A. 1987. Principles of Plant Nutrition. Inter-national Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland. En: Taiz, L. y Zeiger, E. 2008. Plant Physiology. Classification of plant mineral nutrients according to biochemical function. Quita Edición. Editorial Cinaur. New York. p69.

70. MFP (Ministerio de Finanzas y Precios). Resolución No. 426/2012. 3p.
71. MINAG (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA). 1985. Instructivo técnico del cultivo de la guayaba. Dirección de Cítricos y Otros Frutales. Ciudad de la Habana, Cuba.14p.
72. MINAG (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA). 2005. Guía técnica del cultivo de la guayaba □ Enana Roja Cubana□. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ciudad de la Habana. Cuba. 12p.
73. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2008. Listado Oficial de Precios. Resolución No 80/08. Cuba. 2p.
74. MINAG (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA). 2009. Manual técnico para las fincas integrales de frutales en Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ciudad de la Habana, Cuba. 13p.
75. MINAG (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA). 2011. Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical y Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Editorial: PALMA-PNUD, Primera edición. ISBN: 978-959-7210-44-3. Ciudad de la Habana, Cuba.38p.
76. MINAG (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA). 2012. Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical y Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Segunda edición. Ciudad de la Habana, Cuba.35p.
77. MINAZ (MINISTERIO DE LA CAÑA DE AZUCAR). 2009. Uso de bioestimulantes en caña de azúcar, combinados con la fertilización mineral. Informe al proyecto. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La de la Habana. 27 p.
78. Montano, R. 1998. Fitoestimuladores orgánicos para la agricultura. Resultado de Investigación, Informe Técnico. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). MINAZ. Ciudad de la Habana, Cuba.
79. Montano, R. 2008. FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano

- de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). La Habana, Cuba. 35p.
80. Montano, R.; Zuaznábar, R.; García, A.; Viñals, M.; Villar, J. 2007. FitoMas-E. Bionutriente Derivado de la Industria Azucarera. **ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar** 41(3):14-21.
  81. Montero, L.; Duarte, C.; León, M.; Cun, R.; Rodríguez, B. 2008. Fertirrigación ecológica en el cultivo del tomate en condiciones protegidas. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias** 17(3):18-21.
  82. Montes, S.; Aldaz, J. P.; Ceballos, M.; Cabrera, J. C. y López, M. 2000. Uso del biorregulador PectiMorf® en la propagación acelerada del *Anthurium cubense*. *Cultivos Tropicales* 21(3):29-31.
  83. Nieves, N.; Poblete, A.; Cid, M.; González-Olmedo, J.; Lezcano, Y.; Cabrera, J. C. 2006. Evaluación del PectiMorf® como complemento del 2.4-D en el proceso de la embriogénesis somática de caña de azúcar (*Saccharum* sp.). **Cultivos Tropicales** 27(1):25-30.
  84. Ocampo, F.; Núñez, V. M. 2007. Propagación in vitro de *Psidium guajava* mediante organogénesis directa a partir de segmentos nodales. **Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria** 8(1): 22-27.
  85. Oliva, C.; López, A. 2005. Efecto del ácido naftalenacético, en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu camu. *Folia Amazónica* 14(2):43-49.
  86. Orellana, R.; Ramírez, I. 2012. Anatomía de plantas vasculares. Unidad de Recursos Naturales. CICY. Conferencia magistral. 75p.
  87. Osorio, S.; Bombarely, A.; Givalisco, P.; Usadel, B.; Stephens, C.; Araguez, I.; Medina-Escobar, N.; Botella, M. A.; Fernie, A. R. and Valpuesta, V. 2011. Demethylation of oligogalacturonides by FaPE1 in the fruits of the wild strawberry *Fragaria vesca* triggers metabolic and transcriptional changes associated with defence and development of the fruit. **Journal of Experimental Botany** .62(8):2855–2873.

88. Otegui, M. B.; Totaro, M. E. 2006. Atlas de Histología Vegetal. Cátedra de Citología e Histología. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Posadas. Argentina. 12p.
89. Overvoorde, P.; Fukaki, H. and Beeckman, T. 2010. Auxin Control of Root Development. Cold Spring Harb Perspect Biol. Doi: 10.1101/cshperspect.a001537.
90. PANREAC. 2013. Tarifa de precios Panreac 2013. Reactivo Acido 1H-indol-3-acético, al 98%. Código: 1554941606. 273p.
91. Peña, G. O. Soúrd, M. D. Farrés, E. A.; Rodríguez, D. A. y Placeres, G. J. 2005. Propagación del guayabo. En: Memorias del Curso Internacional en Fruticultura Tropical. Instituto Internacional en Fruticultura Tropical. Memorias CD-ROM, ISBN: 978-959-296-004-6.
92. Peña, H.A.; Díaz, J.A.; T.R. Martínez. 1998. Fruticultura tropical. ICFES. segunda parte. 208 p.
93. Peteira, B.; Fernández, A.; Rodríguez, H.; González, E. 2008. Efecto del BION y del FitoMas como inductores de resistencia en plantas de arroz infestadas con *Steneotarsonemus spinki*. **Protección vegetal** 23(1):32-37.
94. Ramírez, A.; Cruz, N. y Franchialfaro, O. 2003. Uso de bioestimuladores en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. **Cultivo Tropicales** 24(1):59-63.
95. Ramos, L. H.; Arozarena, N. Daza, Lescaille, J. A.; García, F. C.; Tamayo, Y. A.; Castañeda, H. E.; Lozano, S. T. y Rodríguez, G. O. 2013. Dosis de PectiMorf® para enraizamiento de esquejes de guayaba var. □ Enana Roja Cubana □. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Publicación Especial** 6 (1): 1093-1105.
96. Rivero M. G.; Ramírez, M.; Caraballo, B.; Guerrero, R. 2005. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC). **Rev. Fac. Agron. (LUZ)** 22:129-141.
97. Rodríguez, A.; Sánchez, P. 2005. Especies de frutales cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana. 3ra edición (aumentada y corregida). INIFAT. La Habana. Cuba. pág 42-43.

98. Rodríguez, N.; Mas, O.; González, G. Sánchez, P.; Santos, M. 2001. Inducción del enraizamiento en esquejes herbáceos de *Psidium guajava* L. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. **Boletín de Reseñas. Serie RELAFRUT** 1:17-19.
99. Roig, J. T. 1965. Diccionario Botánico. p.253.
100. Rojas, G 1993 Fisiología Vegetal Aplicada Cuarta edición. México, pág. 968-198.
101. Sandoval, M. 2005. Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal. Primera edición. Cuadernos del Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. ISBN 970- 32-3131-4. 51 p.
102. Sanz, L.; Dewitte, W.; Forzani, C.; Patell, F.; Nieuwland, J.; Bo wen.; Quelhas, P.; De Jager, S.; Titmus, C.; Campilho, A.; Ren, H.; Estelle, M.; Wang, H. and Murray, J. A. 2011. The Arabidopsis D-Type Cyclin CYCD2; 1 and the Inhibitor ICK2/KRP2 Modulate Auxin-Induced Lateral Root Formation CWOA. *The Plant Cell* 23:641–660. [www.plantphysiol.org](http://www.plantphysiol.org) ©2011. American Society of Plant Physiologists.
103. Semanat, M.; Sarría, M. 2005. Aplicación de FitoMas-E en plantas estresadas. Consultorio Tienda Agropecuario, Consejo Popular Debeche-Nalon. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICDCA).
104. Smil, V. 1997. Abonos nitrogenados. Investigación y Ciencia, Prensa Científica, Barcelona.
105. Somerville, C.; Bauer, S.; Brinninstool, G.; Facette, M.; Hamann, T.; Milne, J.; Osborne, E.; Paredez, A.; Persson, S.; Raab, T.; Vorwerk, S. and Youngs, H. 2004. Toward a systems approach to understanding plant cell walls. **Science** 306:2206-2211.
106. Taiz, L.; Zeiger, E. 2008. *Plant Physiology*. Quinta Edición. Editorial Cinaur. New York.
107. Vargas, G.; Arellano, G.; Soto, R. 1999. Enraizamiento de estacas de Icaco sometidas a aplicaciones de auxinas. **Bioagro** 11 (3):103-108.
108. Vázquez, E.; Torres, S. 2006. Fisiología Vegetal 2da parte. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba. p. 315.

109. Vera, G. 2003. Evaluación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS-5. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guantánamo. 45p.
110. Viñals, V. M.; García, G A.; Montano, M R.; Villar, D J.; García, M T. y Ramil, M. M. 2011. Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas®; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. **ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar** 45 (3):1-23.
111. Watanabe, A.; Kojima, K.; Ide, Y.; Sasaki, S. 2000. Effects of saline and osmotic stress on proline and sugar accumulation in *Populus euphratica* in vitro. **Plant Cell Tissue & Organ Culture** 63:199 - 206.
112. GARCÍA, V., 1996. Efecto del Azotobacter sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de la producción de la E.C.V. Melena. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" Facultad de Agronomía, 65p.
113. Le Bourdelles, J., 1987. La goyave aux Antilles, *Fruits*, 22 (9), p 25-28.
114. León, J., Botánica de los cultivos tropicales, Servicio Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), San José, Costa Rica, p, 358, 1987,
115. GONZÁLEZ, G., 2003. Enana Roja Cubana, Guía Técnica,– Ciudad de la Habana, p, 1-5.