

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias**



**Tesis en opción al Título Académico de Máster en Agricultura
Sostenible
Mención: Fitotecnia**

**Tecnología para el desarrollo sostenible de viveros de
papaya (*Carica papaya* L.)**

**Autor: Ing. Maximiliano W. Caballero Álvarez
Tutor: Dr C. Luís A. Ruíz Martínez**

Santa Clara, 2012

“ El hombre que ama la naturaleza de su país es un gran patriota y la recordará siempre en cualquier lugar que se encuentre, ansía ver los llanos, los campos, las altas montañas...”

Sofía Morozova

Dedicatoria

- 🥰 *A mis padres Inocenta y Eloy, que sin su ayuda no hubiera podido dedicar casi todo mi tiempo al estudio.*
- 🥰 *A mi esposa y niña, por su paciencia y comprensión.*

Con todo mi amor.

Agradecimientos

Deseo expresar mis agradecimientos a las siguientes instituciones y personas que de alguna manera me ayudaron en el transcurso y culminación de mis estudios de maestría.

- 🍌 Al Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) por haberme otorgado el derecho para realizar estos estudios.*
- 🍌 A la Facultad de Agronomía de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, donde transcurrió el desarrollo exitoso de la maestría.*
- 🍌 Al Doctor Luis A. Ruiz Martínez; con todo el respeto le agradezco el haber aceptado conducir este trabajo, así como sus acertadas observaciones sobre el mismo.*
- 🍌 A todos mis compañeros de maestría y claustro de profesores, el haber compartido juntos horas de estudio, de trabajo y diversión.*
- 🍌 A Jesús García por su excelente trabajo de fotografía; así como a la Ing. María Oliva y el Dr. Roberly Sánchez por el procesamiento estadístico de los datos.*
- 🍌 Al colectivo de compañeros que laboran conmigo a diario y que han hecho posible todos mis trabajos, entre ellos: Yamila, Camilo, Mercedes, José Luís, Rolando, Nilo, Xiomara, Yusneiki y demás personas que laboran en la Vicedirección de Desarrollo del INIVIT.*
- 🍌 A todos mis compañeros y amigos que me brindaron su apoyo y amistad, les recordaré con cariño siempre.*

El autor



RESUMEN

En Cuba, prácticamente no se había propuesto una tecnología integral para el fomento de viveros de papaya con bajos insumos, de forma sostenible, competitiva y amigable con el medio ambiente, por lo que esta investigación tuvo como objetivo precisar alternativas para el establecimiento de una tecnología sostenible de viveros de papaya que permita obtener plántulas de gran calidad. Las investigaciones se desarrollaron en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), durante los años 2008-2010, en la variedad 'Maradol Roja'. La tecnología para el fomento de viveros de papaya incluye un conjunto de técnicas que permiten mejor adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de Cuba, desde la conservación de la semilla en condiciones no controladas en envases de plástico, lata o cristal; la inmersión de la semilla en agua por 48 horas y pregerminación en saco de yute húmedo por 72 horas que logró una germinación de 98% a los 4 a 5 días y acortar el ciclo del vivero; el uso de las cepas de micorrizas *Glomus intraradices* y *Glomus fasciculatum*, recubriendo la semilla y finalmente el trasplante de plántulas con altura de 10 a 12 cm hacia el establecimiento de plantaciones con alto potencial del rendimiento y buena calidad de los frutos. Se recomienda aplicar la tecnología propuesta.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Generalidades	5
2.1.1. Origen y distribución	5
2.1.2. Importancia	6
2.1.3. Taxonomía y Morfología	7
2.1.4. Sinónimos	8
2.1.5. Referencias del mercado de la papaya	9
2.1.6. Propiedades	11
2.1.7. Condiciones edafoclimáticas	13
2.1.8. Características botánicas	14
2.1.9. Principales variedades	17
2.2. Propagación	18
2.2.1. Obtención de la semilla	19
2.2.2. Viveros	20
2.2.2.1. Suelo	20
2.2.2.2. Preparación del sustrato	21
2.2.2.3. Llenado de bolsas y ubicación	21
2.2.2.4. Siembra de las semillas	22
2.2.2.5. Arrope del vivero	22
2.2.2.6. Cuidado del vivero	23
2.2.2.7. Trasplante de la plántula	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Determinación del tipo de envase para conservar la semilla	27
3.2. Establecimiento de un método para la pregerminación de la semilla	28
3.3. Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero	29
3.3.1. Efecto de la inoculación de especies de HMA sobre la papaya	29
3.3.2. Efecto de diferentes métodos de inoculación de HMA sobre las plántulas de papaya	30
3.4. Influencia del tamaño óptimo de trasplante de las plántulas sobre los rendimientos	31



3.5.	Análisis económico	33
3.5.1.	Método de pregerminación de la semilla	33
3.5.2.	Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero	34
3.5.3.	Altura óptima del trasplante	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1.	Determinación del tipo de envase para conservar la semilla.....	35
4.2.	Establecimiento de un método para la pregerminación de la semilla	39
4.3.	Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero	44
4.3.1.	Efecto de la inoculación de especies de HMA en vivero de papaya.....	44
4.3.2.	Efecto del método de inoculación en vivero de papaya.....	47
4.4.	Influencia del tamaño óptimo de trasplante de las plántulas sobre los rendimientos.....	51
4.5.	Análisis económico	57
4.5.1.	Método de pregerminación de la semilla	57
4.5.2.	Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero	58
4.5.3.	Altura óptima del trasplante	58
5.	CONCLUSIONES	60
6.	RECOMENDACIONES	61
7.	BIBLIOGRAFÍA	
8.	ANEXOS	



1. INTRODUCCIÓN

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

Los frutales desempeñan un papel importante en la dieta humana, entre estos se destaca la papaya (*Carica papaya* Lin.), que tiene la virtud de permitir obtener altas producciones en un corto período de tiempo (Castro *et al.*, 2000), jugando un rol importante en regiones tropicales y subtropicales y constituye un frutal de gran importancia, tanto para el mercado interno como para la exportación. En Cuba los frutales son cultivos de gran importancia, dentro de estos la papaya constituye una de las especies con gran perspectiva a nivel nacional y mundial debido al alto contenido de proteínas y vitaminas en su fruto (Chan y Tang, 1979; Lima, 1988 y 1991) y por la posibilidad de su procesamiento industrial para la elaboración de compotas, ensaladas, mermeladas, repostería, etc. (Oliva, 1990; Muñoz y Oliva, 1990).

En Cuba existen aproximadamente 5 427 ha plantadas de papaya; sin embargo, los rendimientos son aún bajos ($17,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los costos son altos, debido al mal manejo del cultivo por no existir una tecnología integral que permita el incremento sostenido de los rendimientos, disminuir los costos y aumentar la eficiencia de la producción, así como a la explotación monovarietal basada en el cultivar 'Maradol Roja', este cultivo está sujeto a serios riesgos relacionados, principalmente, con la incidencia de plagas y enfermedades (Alonso *et al.*, 2008).

Es evidente que una de las posibilidades para aumentar la producción se basa en la mejora de las prácticas agrícolas en la fase de vivero, de manera tal que puedan ser obtenidos incrementos en la calidad y producción total del fruto. Por otro lado, debe ser considerado que el mejoramiento genético de la papaya puede contribuir sustancialmente a una mayor productividad (Dantas y Lima, 2001). Muchas de las investigaciones recientes en el campo de la producción agrícola están siendo orientadas a la búsqueda de prácticas que sean sostenibles, con mínimo impacto en los ecosistemas, a través de la valoración de los recursos



naturales en términos de conservación, reciclaje y uso de materiales alternativos (Schriefer, 2000). Así mismo, el uso de biofertilizantes producidos a base de microorganismos capaces de proporcionar sustancias nutritivas mediante la actividad biológica, constituye un elemento valioso a ser utilizado en la agricultura ecológica o sostenible (Martínez y Dibut, 1996).

En este cultivo la etapa de vivero es crucial, ya que influye directamente en su posterior capacidad de crecimiento (Rovira y Álvarez, 1986). Los medios de crecimiento o sustratos utilizados en la etapa de vivero pueden estar constituidos por materiales orgánicos y/o inorgánicos, y sus características pueden ser mejoradas con la adición de materiales enmendantes que actúan sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Masaguer, 2001). Entre estos materiales se encuentra el lombricompost, o humus de lombriz, un material estable con propiedades de biofertilizante (Pérez, 1994). La utilización de lombricompost ha dado mejores resultados que el empleo de otros materiales orgánicos compostados, a pesar de presentar características químicas y microbiológicas semejantes (Santamaría-Romero *et al.*, 2001). Puede afirmarse que casi cualquier material es potencialmente utilizable como medio de cultivo si se le prepara adecuadamente para servir como tal y si se le maneja correctamente durante el cultivo mismo. Este manejo se refiere principalmente al régimen de irrigación y éste se encuentra incondicionalmente unido a las propiedades físicas de dicho medio, a las exigencias hídricas de la planta que se cultive y a las condiciones climatológicas en las que se desarrolla.

La planta de papaya, tiene frutos con semillas pequeñas que requieren de cuidado durante el proceso de germinación, de aquí que es preferible conservarlas en un término debidamente protegido. De acuerdo con las normas internacionales de la ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas) (Cardwell, 1984), en un ensayo de laboratorio, se entiende por germinación la emergencia y desarrollo a partir del embrión de todas aquellas estructuras esenciales que para cada clase de semilla que se está ensayando indican la capacidad para desarrollarse en una planta normal, bajo condiciones favorables en el suelo u otro tipo de sustrato. Sin embargo, hay autores que piensan que es suficiente la aparición de la radícula



para considerar la semilla como germinada (Duarte, 2006). La utilización de semillas con alta calidad genética, fisiológica, física y sanitaria es uno de los atributos esenciales para el establecimiento de las plantaciones. Una buena germinación y vigor son las características necesarias de la semilla para la producción de plántulas con calidad. En papaya, el fenómeno de la dormancia, muchas veces ha causado serios trastornos a los agricultores, pudiendo significar un aumento de los costos de producción de las plántulas (Carvalho y Nakagawa, 2000).

El establecimiento y manejo del vivero es la primera y la más importante etapa del proceso productivo del cultivo que lo requiere, porque de aquí depende en mayor grado producir plantas sanas y vigorosas.

El empleo de microorganismos, constituye una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza en la agricultura, no solo por su bajo costo de producción sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri, 1997).

Mayea (1995) señaló que los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de hongos fitopatógenos.

En la actualidad, se han efectuado varios trabajos sobre la utilización de biofertilizantes en viveros de papaya. De esa forma, Martínez (1992a), encontró aumento y aceleración de la germinación de la semilla, sustituyendo incluso las aplicaciones de la urea.

En otros ensayos se ha trabajado utilizando hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (Expósito *et al.*, 1992) y la bacterización con fosforina y *Azotobacter chroococcu* (Martínez, 1992b).

En estudios realizados con *Trichoderma* y *Azotobacter* se observó una estimulación de la germinación con el hongo *Trichoderma* superior a los demás tratamientos (Cupull *et al.*, 2002).



Los viveros constituyen la base fundamental para el desarrollo de una plantación de papaya y en ellos deben tenerse en consideración factores tales como: ubicación y protección, suelo, materia orgánica, desinfección del suelo, calidad del agua, dimensiones de las bolsas, llenado y colocación de las bolsas, dimensión del cantero, pregerminación de las semillas, riego, arropamiento, sombreo, control fitosanitario y plantas arvenses, fertilizaciones complementarias y ciclo de vivero.

En Cuba, prácticamente nunca se ha propuesto una tecnología integral de la papaya basada en las características que posee, hasta el presente se han aplicado o introducido resultados aislados, pero que no constituyen un paquete tecnológico que pueda traer como consecuencia el incremento de la eficiencia de los viveros con bajos insumos, como base sostenible de la plantación en cuanto al rendimiento y la calidad de los frutos, que lo hará más competitivo y a menor costo en el mercado.

Por lo que se planteó como **hipótesis**:

“El establecimiento de una tecnología para el desarrollo sostenible de viveros de papaya permitirá obtener plántulas con mayor vigor y en consecuencia plantaciones con altos rendimientos”

En esta investigación se tuvo como **objetivo general**:

Precisar alternativas para el establecimiento de una tecnología sostenible de viveros de papaya que permita obtener plántulas de gran calidad.

Al desarrollar esta investigación se propusieron los **objetivos específicos** siguientes:

- Definir los tipos de envases eficientes para conservar la semilla.
- Establecer un método para la pregerminación de la semilla.
- Determinar especie y forma de aplicación de Micorrizas en la fase de vivero.
- Definir el tamaño óptimo de trasplante de las plántulas.



2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades

2.1.1. Origen y distribución

Existen diversos criterios acerca del origen de la papaya (*Carica papaya* Lin). Sin embargo, los investigadores coinciden en señalar al Centro y Sudamérica como los lugares de origen de esta especie. Jiménez (2002a), es más preciso y señala al Centro Sur Mexicano y Centroamericano, que comprende al Sur de México, Guatemala, Honduras y Costa Rica.

Fue descrita por primera vez por el cronista español Oviedo en 1526 en la Costa del Caribe. A Panamá llegó en 1535, a Puerto Rico en 1540 y unos años después, a Cuba. En 1611 se cultivaba en la India y a partir de 1800 fue ampliamente distribuida en las islas del sur del Océano Pacífico. Su origen exacto ha sido muy discutido debido a que su rango natural se ha visto oscurecido por la diseminación de las semillas por parte del hombre (Manshardt, 1992; Teixeira *et al.*, 2007).

Seymour *et al.* (1993) señalan que la papaya es originaria de las islas bajas de América Central y que fue distribuida en la prehistoria desde México hasta Panamá (fue llamada "ababat" por los Mayas), después de que fue descubierta por Cortés y rápidamente se diseminó por Asia y África.

El lugar de origen más aceptado para la papaya o fruta bomba, es la América Central y desde aquí se extendió hacia todas las regiones tropicales del planeta donde se cultiva actualmente (Chandler, 1967; Mederos, 1991).

La papaya (*Carica papaya* Lin.), es una especie originaria de América Tropical, en especial de América Central y de la costa occidental de América del Sur, siguiendo los valles húmedos de la cordillera Andina. En ellos, Colombia y Ecuador presentan el mayor número de especies pertenecientes a la familia de las Caricáceas, entre las que se destacan la papaya y los llamados papayuelos de clima cálido, medio y frío. (Teixeira *et al.*, 2007).



De cualquier forma es una especie originaria de la zona tropical de las Américas, sin duda domesticada por alguna antigua civilización. La familia *Caricaceae* solamente incluye cuatro géneros, tres de los cuales son de la América Tropical (*Carica*, *Jacoratia* y *Jarilla*) y uno del África Ecuatorial (*Cylicomorpha*).

El género *Carica* incluye 14 especies, todas nativas de América Tropical, de las cuales solamente 11 producen fruta comestible: *Carica parviflora* (ADC) Solms., *C. quercifolia* (St. Hill) Hieron, *C. candicans* A. Gray, *C. stipulata* Badillo, *C. pubescens* Lenné et Koch., *C. weberbaueri* Harms., *C. goudotiana* Tr. Et planch., *C. monoica* Desf., *C. chaúl flora* Jaq., *C. sphaerocarpa* y *C. papaya* L. que se destaca sobre las demás por su mayor importancia económica (Sandoval *et al.*, 2006; Mandujano, 2007).

Posee un tipo morfológico arbóreo, de clima tropical y la parte que más se utiliza es el fruto, generalmente. Esta fue cultivada rápidamente en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, entre los 32 grados de latitud norte y sur del Ecuador, como consecuencia de la dispersión realizada por los marinos españoles y portugueses, pocos años después del descubrimiento de América, ya que su distribución, indudablemente es auxiliada por la abundancia de semillas de relativamente amplia viabilidad. Este cultivo se ha adaptado en diversas regiones, particularmente en áreas con suelos fértiles y lluvia abundante (Mandujano, 2007).

2.1.2. Importancia

La papaya (*Carica papaya* L.) es una de las frutas más importantes en Cuba por su gran valor nutricional y contenido de vitaminas, se consume fundamentalmente como fruta fresca, aunque también es muy popular en conservas y otros productos industrializados (Alonso *et al.*, 2006).

La importancia económica de este cultivo está dada por los diferentes usos que se le pueden dar a la planta y sus frutos, que se destina al consumo nacional y la exportación en forma de dulces, jugos o fruta fresca. La extracción de la papaína de los frutos verdes y del tallo es de gran utilidad en la industria de cosméticos y medicinal.



Los mercados de papaya han mostrado un crecimiento continuo y estable, y muchos importadores son optimistas con respecto al futuro de este producto. La clave del éxito para la papaya en el futuro son el desarrollo de variedades sobre todo las resistentes a virus, avances en el manejo del cultivo en el vivero y la plantación, además del desarrollo de tecnologías para el transporte y el manejo poscosecha (Semillas del Caribe 2007). Es un frutal de mucha importancia en los trópicos por sus frutos y sus propiedades medicinales.

La papaína es producida y comercializada por su empleo como ablandador de carnes, en la industria cervecera para la clarificación, para el tratamiento de la lana y de la seda antes de la coloración textil, para depilar el cuero antes del curtido, como adyuvante en la transformación de la goma y en la industria farmacéutica como digestivo. Se ha utilizado también para el tratamiento de úlceras, difteria, fiebres, como antiinflamatorio y como agente adhesivo después de las operaciones quirúrgicas. La chemopapaina se inyecta en caso de deslizamiento de los discos espinales y nervios apretados. Rica en vitaminas A y D, la papaína entra en los ingredientes de numerosas formulaciones de pastas dentales, cosméticos, jabones y detergentes. Se aplica también en el procesamiento del hígado del atún para extraer aceite (Bernal *et al.*, 1999).

2.1.3. Taxonomía y Morfología

Su ubicación taxonómica es la siguiente:

División: *Spermatophyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Magnoliatae*

Orden: *Parietales*

Familia: *Caricaceae*

Género: *Carica* L., 1753

Especie: *Carica papaya* Lin., 1753



2.1.4. Sinónimos

- Carica posopora* L., 1753
- Carica citriformis* Jacq., 1811-1816
- Carica sativa* Tussac, 1824
- Carica mamaya* Vell., 1825
- Carica peltata* Hook. et Arn., 1840
- Carica hermaphrodita* Blanco, 1879
- Carica bourgeaei* Solms, 1889
- Carica cubensis* Solms, 1889
- Carica papaya portoricensis* Solms, 1889
- Carica portorricensis* (Solms) Urb., 1889
- Carica rochefortii* Solms, 1889
- Carica jamaicensis* Urb., 1909
- Carica jimenezii* (Bertoni in J. B. Jimenez) Bertoni, 1913
- Carica papaya jimenezii* Bertoni in J. B. Jimenez, 1913
- Carica pinnatifida* Heilborn, 1936
- Carica papaya mamaya* Stellfeld, 1947
- Carica papaya bady* Aké Assi, 1961
- Papaya papaya* (L.) H. Karst., 1753
- Papaya carica* Gaertn., 1790
- Papaya communis* Noronha, 1790
- Papaya cucumerina* Noronha, 1790
- Papaya vulgaris* A. DC., 1804
- Papaya edulis* Bojer, 1837



Papaya hermaphrodita Blanco, 1837

Papaya citrifolia (Jacq.) A. DC., 1864

Papaya bourgeaei (Solms) Kuntze, 1891

Papaya cimarrona Sint. ex Kuntze, 1891

Papaya cubensis (Solms) Kuntze, 1891

Papaya edulis macrocarpa Bojer

Papaya edulis pyriformis Bojer

Papaya peltata (Hook. et Arn.) Kuntze, 1891

Papaya rochefortii (Solms) Kuntze, 1891

Vasconcellea peltata (Hook. et Arn.) A. DC., 1864 (C. von Linné, 2010).

2.1.5. Referencias del mercado de la papaya

Estudios de la FAO (2011) citan un estimado de 8,6 millones de toneladas métricas de papaya cosechadas en el mundo en 2009, monto que representó el doble del volumen cosechado en 2005, registrándose los mayores índices de crecimiento en Brasil e India. La dinámica internacional de la papaya ha propiciado que durante los últimos años las exportaciones observen un acelerado incremento, tendencia que se espera continúe en los siguientes años.

Los países con mayor producción de papaya a nivel mundial son: Brasil, con el 25% de la producción total, seguido de México (13%), India (10%), Nigeria (10%) e Indonesia (9%), los cuales en su totalidad cubren el 67% de la producción total. Los principales países exportadores de papaya a nivel mundial son: México con un 36% de la participación total, seguido de Brasil y Belice con el 12% cada uno y Malasia con el 10%, dichos países conforman un total del 70% de la exportación mundial (FAO, 2011).

En la tabla 1 se presentan las principales regiones productoras con detalle de área cosechada, rendimiento y producción, incluyendo a Cuba.



Tabla 1. Principales regiones productoras de papaya en el mundo.

Continentes	Área cosechada (ha) (A)	Rendimiento (t.ha ⁻¹) (Fc)	Producción (t) (A)
Mundo	420 279	24,95	10 486 290
América	101 628	35,17	3 575 170
América del Centro	27 442	39,18	1 075 268
Caribe	8 523	16,02	136 622
América del Sur	65 127	36,06	2 348 990
Asia	170 415	32,01	5 455 101
Oceanía	896	14,52	13 015
Cuba	5 427	17,63	95 700

A = Puede incluir datos oficiales, semioficiales o estimados

Fc = Datos calculados

Fuente: FAO, 2011

En el horizonte de mediano y largo plazo se espera continúe el dinamismo de la demanda externa, donde los factores coyunturales serán el desarrollo de variedades, el avance en el manejo del cultivo, el desarrollo de tecnologías de vivero, el transporte y manejo de la cosecha y poscosecha.

Hablando de las importaciones en el mundo, éstas reflejan un crecimiento constante. Esto denota la preferencia que está ganando la papaya en el gusto de países en los cuales no se cultiva. El valor de las importaciones ha sido un promedio del año 2005 al 2009 de 113,6 millones de dólares, alcanzando su cifra tope en el 2007, para un monto de 163,6 millones de dólares. Es importante mencionar que los principales consumidores de papaya en Norteamérica son de origen latino y oriental, no los americanos de origen europeo (Tabla 2).



Tabla 2. Principales países importadores de papayas. 2009.

Posición	País	Cantidad (t)	Valor (1000\$)	Valor unitario (\$/t)
1	Estados Unidos	124 330	72 344	582
2	Singapur	23 181	5 237	226
3	Canadá	12 950	17 060	1 317
4	Países Bajos	10 845	18 289	1 686
5	Alemania	8 516	19 611	2 303
6	Reino Unido	8 335	18 973	2 276
7	España	6 802	14 146	2 080
8	Portugal	5 912	15 404	2 606
9	Japón	3 817	9 432	2 471
10	Francia	3 643	7 545	2 071

Fuente: FAO, 2011

2.1.6. Propiedades

Una fruta que puede ser cosechada cuando aparecen cambios de coloración de verde brillante a verde oscuro, con listas o rayas amarillas, también totalmente maduros de dos a tres veces por semana, durante las horas más frescas del día, de efectos muy beneficiosos para la salud, con buenas propiedades digestivas y grandes aportaciones en elementos como: Rica en provitamina A o betacaroteno que, en el organismo humano, se transforma en vitamina A y C (superior a la naranja, limón o kiwi). También en las del complejo B (sobre todo B₁, B₂, B₃, y B₆), alto contenido en minerales de calcio y potasio y, en menores proporciones, magnesio, hierro y fósforo. Escaso contenido en sodio, muy recomendable para quienes padecen hipertensión o afecciones cardiovasculares (Chan y Tang, 1979). Buenas aportaciones en fibra (con efecto laxante) y bajo valor calórico por sus pequeñas cantidades en hidratos de carbono.



Contiene papaína, una enzima parecida a la pepsina que ayuda a diluir las proteínas de los alimentos. Muy útil en problemas digestivos, tales como gastroenteritis, colitis, hiato, acidez y otros (Hewitt *et al.*, 2000).

Las semillas tienen un fuerte sabor picante y normalmente no se comen, a no ser que se quieran aprovechar sus propiedades laxantes. De hecho, machacadas y tamizadas se emplean como condimento (Okeniyi *et al.*, 2007)

Una fruta ligera que siempre sienta bien. Perfecta para tomar al natural, sola o acompañada de zumo de naranja, queso y, en especial, con unas gotas de limón para realzar su sabor. Resulta excelente para combinar en ensaladas, acompañar platos de carnes, mariscos o pescados y preparar postres y bebidas. La papaya verde, de sabor acalabazado, se consume principalmente cocida a modo de verdura. En cuanto a su conservación, es una fruta bastante perecedera y frágil, por lo que se recomienda manipular con cuidado. En el frigorífico cuando está madura puede llegar a durar alrededor de una semana. En sentido contrario, cuando está verde, se desaconseja el frío, recomendando dejar madurar a temperatura ambiente hasta que la piel se torna amarilla y la textura del fruto se hace más blanda, reaccionando a la presión con los dedos (Castillo *et al.*, 1998).

Tras el agua, su principal componente son los hidratos de carbono, la mayoría simples, aunque en pequeñas cantidades, por lo que su valor calórico es bajo. Destaca su aporte de potasio. La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Ambas vitaminas cumplen además una función antioxidante. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. La papaya es una buena fuente de fibra, que mejora el tránsito intestinal. Cerca del 90% del fruto de la papaya corresponde a agua, debido a esto posee propiedades diuréticas. Tiene un alto contenido en calcio y gran valor nutritivo (Tabla 3).



Tabla 3. Valor nutritivo del fruto de papaya por cada 100 gramos de porción comestible.

Composición por 100 gramos de porción comestible	
Calorías (u/m)	26,5
Hidratos de carbono (g)	9,0
Grasas (g)	0,1
Proteínas (g)	0,5
Fibra (g)	1,9
Potasio (mg)	211,0
Magnesio (mg)	8,0
Calcio (mg)	20,0
Provitamina A (µg)	97,5
Acido fólico (µg)	1,0
Vitamina B ₁ (µg)	30,0
Vitamina B ₂ (µg)	40,0
Vitamina B ₃ (µg)	300,0
Vitamina C (mg)	82,0
Caroteno (µg)	560,0
Fibra mineral (g)	0,6

µg = microgramos

Fuente: FAO/INFOODS; 2011.

2.1.7. Condiciones edafoclimáticas

Según el instructivo técnico (INIVIT, 2007), el cultivo de la papaya se ha distribuido a regiones con temperaturas óptimas entre 24°C y 27°C. Por debajo de 18°C, las plantas retardan su crecimiento y reducen la capacidad de floración y fructificación; además, los frutos retrasan la maduración y se reduce el contenido de azúcares (Bhattarai *et al.*, 2004). Y superiores a 38 °C resultan desfavorables, pues la fructificación se retrasa y la capacidad fotosintética disminuye. Además, pueden ocasionar deformaciones en los frutos y la aparición de las flores estériles de verano (Allan, 2002).



Se cultiva bajo condiciones de lluvia o riego, no tolera heladas, vientos fuertes ni tampoco suelos mal drenados, estos deben ser sueltos y de pH entre 6,0 y 7,5; preferentemente con buen contenido de materia orgánica.

Las precipitaciones debe estar en el orden de los 1500 – 2000 mm anuales, distribuidos de la forma más homogénea posible, de lo contrario se requiere restablecer los déficit de humedad mediante el riego. Puede ser cultivada a una altitud inferior a los 400 metros sobre el nivel del mar. Tabla 4.

Tabla 4. Rangos agroecológicos necesarios para el cultivo de la papaya.

Conceptos	Rango
Clima	Tropical – Subtropical
Temperatura en (°C)	18 – 38
Precipitación (mm)	1500 – 2000
Humedad Relativa %	60 – 85
Altura (msnm)	0 – 1000
Suelos	Profundos con buen drenaje
pH	5,5 – 8,2

El exceso de humedad en el suelo, provoca la pudrición de las raíces y rápida muerte de las plantas, fenómeno que ocurre a temprana edad en las variedades no resistentes y cortos períodos de estrés hídricos que reducen drásticamente la floración, el cuajado y la producción de frutos por planta (Allan, 2002).

2.1.8. Características botánicas

La variedad de papaya ‘Maradol Roja’ constituye un logro científico de carácter universal, está extendida por la mayor parte del mundo tropical y es consumida también en los países desarrollados. Este resultado científico – empírico, posee un gran impacto social no sólo para Cuba, sino para países como México, donde constituye una fuente importante de ingresos para muchas familias campesinas y



en algunos lugares como en Puebla ha contribuido a la reducción de la migración de personas hacia otros países, en busca de fuentes de empleo (Rodríguez, 2007). El nombre Maradol se socializó más rápido y para distinguir dos tipos, su creador en documentos escritos se refirió a 'Maradol Roja' y 'Maradol Amarilla', testimonio que evidencia que había logrado la separación de las dos variedades y por ende la culminación del proceso de mejoramiento genético en 1963 (Rodríguez, 2008), tal como refirieron Rodríguez y Corrales (1967).

Sus características fundamentales son: No presenta plantas masculinas, posee excelente aroma, color rojo salmón en la pulpa, sabor exquisito, consistencia de la epidermis, mesocarpio grueso, madurez lenta, superficie lisa y resistencia a la transportación, manejo post cosecha y larga vida de anaquel (Rodríguez, 2008).

Posee gran precocidad, que permite comenzar la cosecha entre los seis y siete meses después del trasplante. El peso promedio de los frutos oscila de 1,6 kg hasta 3,0 kg. Con un adecuado manejo agronómico se pueden obtener frutos menores de 1,6 kg. En el caso de la variedad 'Maradol Roja', una plantación proveniente de semillas de alta calidad, debe presentar 66,6% de plantas hermafroditas y 33,4% de femeninas (Rodríguez y Rodríguez, 2000). Si se logra un buen control de las enfermedades virales es posible permanecer produciendo hasta los 24 meses (Fariñas, 1990).

El rendimiento está en función de las condiciones edafoclimáticas y agrotécnicas en que se desarrolle la planta, pudiendo alcanzar más de 200 t.ha⁻¹ (Rodríguez, 2003a).

Es un árbol de porte mediano, cuya altura promedio es de 2,15 m, pudiendo llegar hasta 2,30 m, en función de la agrotecnia y la edad. Su diámetro alcanza 12,5 cm a los 13 meses de edad (Rodríguez y Jiménez, 2004).

La planta presenta abundante follaje y sus pecíolos se inclinan protegiendo los frutos del sol (Rodríguez *et al.*, 1966). Las hojas son lobuladas y su limbo puede medir hasta 80 cm de ancho por 74 cm de largo y los pecíolos de 85 a 90 cm (Rodríguez, 2003b).



La cantidad de hojas activas está en función de la edad de la planta y las condiciones agrotécnicas en que se desarrolle el cultivo, generalmente se inicia en el campo con 3 a 5 hojas y ya a los 8 meses puede tener un aproximado de 52 hojas. Posteriormente se observa una ligera disminución hasta llegar a 30 hojas fisiológicamente activas, a partir de ese momento la producción ya no es económica (Rodríguez *et al.*, 2002).

La raíz es pivotante, con varias raíces secundarias, alcanzando más de 1 metro de profundidad en dependencia del tipo de suelo y se extienden en correspondencia a la longitud de las hojas del centro del área foliar. El mayor volumen de raíces absorbentes aparece en los primeros 30 cm del suelo (Rodríguez *et al.*, 2002).

Tanto sus hojas, como el tallo son de color verde, alcanzando este último un color gris plateado en la madurez (Rodríguez, 2003a).

En esta especie las flores crecen en inflorescencias, las cuales pueden ser racimos pendulosos o cortos, según sea el genotipo sexual (Storey, 1987; Badillo, 1993). Emite varios tipos de flores y cada una origina un tipo diferente de fruto en cuanto a forma y calidad, principalmente. En una misma planta pueden aparecer flores femeninas, masculinas y hermafroditas (Castro *et al.*, 2000). La papaya tiene los sexos separados, pues incluso las flores masculinas y femeninas están en distinto pie de la planta, por lo que es una planta dioica; sin embargo, algunas veces las flores masculinas y femeninas están en el mismo pie, por lo que la planta es monoica, y si existen flores masculinas, femeninas y hermafroditas, entonces la planta es polígama. Se reconocen seis tipos bien diferenciados de flores: uno femenino, tres hermafroditas y dos masculinos, designados comúnmente como tipos I, II, III, IV, V y VI (Storey, 1941; Badillo, 1993).

Tipo I. Femenina: flor pistilada, que carece de estambres y produce frutos redondos, ovoides u oblongos.

Tipo II. Hermafrodita pentandria: flor de cinco estambres y un ovario, pétalos libres y produce frutos globosos, ovoides y con la sección transversal lobulada.

Tipo III. Hermafrodita intermedia: flor de seis a nueve estambres y un ovario, pétalos soldados a un tercio de su longitud y produce frutos de diversas formas.



En las flores normales los frutos son grandes y de buen aspecto, pero tanto esta flor como la anterior presentan muchas anomalías que le impiden desarrollar frutos y por lo tanto las plantas que las poseen dan bajos rendimientos.

Tipo IV. Hermafrodita elongata perfecta: flor de 10 estambres y un ovario, pétalos soldados en más de un tercio de su longitud. Asegura la mayor producción de frutos, estos son de forma cilíndrica, alargados y de muy buena calidad.

Tipo V. Falsa hermafrodita: Esta flor exteriormente parece hermafrodita de racimo corto, corola gruesa y pistilos no funcionales. Llamada hermafrodita estéril de verano. Produce frutos raras veces.

Tipo VI. Masculina: flor que posee diez estambres de corola gamopétala, de poco grosor y pistilo rudimentario. No produce frutos.

El fruto de papaya es una baya de gran tamaño, de coloración verde claro a oscuro cuando está verde y al madurar se torna de color amarillo a rojo con una textura mas o menos firme y aspecto que varía en relación con la variedad. Pueden aparecer solitarios o en racimos y la fructificación guarda relación con el grosor del tallo.

2.1.9. Principales variedades

'Maradol Roja': Variedad de origen cubano, obtenida en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), de maduración temprana (comienza su ciclo de cosecha entre los seis y siete meses). De frutos consistentes, con un peso promedio de 1,60 a 2,20 kg, de forma oblonga y pulpa roja, de excelente sabor y alto potencial productivo.

'Maradol Amarilla': Variedad de origen cubano obtenida en el INIVIT, de maduración temprana (comienza su ciclo de cosecha entre los seis y siete meses). De frutos consistentes y de excelente sabor, con peso promedio entre 1,50 y 2,50 kg, de forma oblonga y pulpa amarilla. De alto potencial productivo.

'INIVIT fb – 2000 Enana': Variedad obtenida en el INIVIT. Plantas de bajo porte (0,65 – 0,95m). Produce frutos de forma oblonga, con un promedio de 37



frutos/planta, de mesocarpio rojo con un Brix entre 10 y 13%. El peso promedio de los frutos varía entre 0,5 y 2,0 kg.

'HG/MA': Cultivar cubano obtenido mediante hibridación. De frutos grandes con peso promedio de 3,70 kg, pulpa de color amarilla, de forma oblonga con el extremo agudo.

'HG/MR': Cultivar cubano obtenido mediante hibridación. De frutos grandes con peso promedio de 3,70 kg, pulpa de color rojo, de forma oblonga con el extremo agudo.

'Nika III': Cultivar procedente de Nicaragua, con frutos de forma alargada algo deformes, su pulpa de color rosado pálido a intenso, algo insípida y muy jugosa. Peso medio de 5,50 kg.

'Scarlett Princess': Híbrido con una altura de más de 2 m, frutos con peso entre 1,3 y 1,9 kg, de forma alargada y pulpa de color naranja salmón.

'Tainung 1': Híbrido con altura de más de 2 m, frutos con peso 0,90 kg de forma piriforme elongata y de pulpa color roja anaranjada intenso.

'Gigante Matancera': Cultivar originaria de la provincia de Matanzas por medio de selección positiva, de tallo color cenizo claro y pigmentación en la parte superior, con frutos grandes, su sabor y el color salmón de su pulpa le dan cierto valor.

Destacan otros cultivares del grupo 'Solo' introducidas al país para diversificar el mercado 'Golden Solo', 'Sunset' (Improved Sunrise Solo Línea 72/12), 'Baixinho de Santa Amalia' y 'BH-65' (Alonso *et al.*, 2009).

2.2. Propagación

Tradicionalmente para su propagación el método más empleado es por semilla botánica, las cuales procederán de plantas hermafroditas del tipo elongata, que son las únicas que garantizan la obtención de una descendencia de plantas predominantes del tipo hermafroditas y hembras. Se recomienda el empleo de semillas categorizadas para garantizar la homogeneidad y pureza varietal de la plantación. La propagación por semilla es la forma más económica y fácil de propagar la papaya (Jiménez, 2002b).



2.2.1. Obtención de la semilla

Para obtener calidad constante se hace necesario desarrollar etapas en las que se necesita organizar, desarrollar, comparar, evaluar, supervisar y clasificar, de acuerdo a conjuntos de variables fenotípicas, para definir las mejores opciones para así preservar la calidad genética de las semillas, se deben seleccionar plantas de sexo hermafrodita, sin problemas de esterilidad ni de frutos carpelódicos. En cultivares selectos se debe adquirir la semilla de instituciones que garanticen la pureza genética de la variedad.

La semilla posee un mucílago que la hace resbalarse y más difícil de manipular. Según Samson (1991), la cubierta gelatinosa se elimina frotando las capas delgadas contra un trozo de malla. La semilla se lava y se seca sobre un papel, a la sombra.

Para la producción de semillas de papaya de alta calidad es importante el tratamiento que deben recibir para alcanzar un poder germinativo alto. En las envolturas de las semillas se encuentran inhibidores naturales del crecimiento que se reducen considerablemente al eliminar el mucílago, que es la parte que mayor cantidad de éstos contiene. Para la eliminación del mucílago García *et al.* (2011) recomiendan la extracción a base de HCl al 0,3%, y fermentación por 24 horas, ya que se requiere menor tiempo y la longevidad de la semilla se mantiene estable hasta los 240 días de almacenamiento, sin embargo, Lima (2007) recomienda utilizar larvas de la mosca *Drosophila melanogaster*. Las semillas extraídas de los frutos se depositan en un recipiente con drenaje y son expuestas por espacio de 24 – 48 horas (verano o invierno) al contacto con la mosca, para que éstas depositen sus huevos. Posteriormente, el recipiente será colocado en un local con temperatura superior en 4 ó 5°C a la del ambiente, para acelerar el desarrollo de las larvas que eliminarán el mucílago. Es importante que las semillas estén desprovistas de la sarcotesta y que hayan sido perfectamente lavadas, además de que tengan poco tiempo de almacenamiento, para que germinen en forma rápida y homogénea. El procesamiento de semilla es aplicado, por medio de operaciones descritas en las Normas Ramales con la finalidad de presentar los lotes de semillas al productor. Los objetivos del procesamiento puede comprender la



eliminación de una amplia serie de materiales que las hace inaceptables para su uso, asegurando así el suministro de semillas con destino a la producción de la generación siguiente de un rubro determinado (Lima, 2007).

Procesar semilla, incluye todos los pasos desde su preparación para el beneficio, una vez cosechada, para el posterior almacenamiento, hasta su comercialización. Del manejo eficiente en este proceso dependerá la calidad final de la semilla, siendo ello la herramienta fundamental para el incremento de la producción a niveles satisfactorios. La conservación de semillas ofrece un soporte a los trabajos de mejoramiento, posibilita el intercambio de germoplasma y principalmente, la preservación de la viabilidad genética (Aroucha *et al.*, 2007).

La importancia estratégica de la producción de semillas de alta calidad en el país, permite incrementar los rendimientos (FIS, 2009).

2.2.2. Viveros

El establecimiento y manejo adecuado del vivero es la etapa más importante del proceso productivo porque debe garantizar una plántula de calidad, de aquí depende en mayor grado producir plántulas sanas y vigorosas, listas para ser trasladadas al terreno, sitio definitivo, ya que la calidad de la plántula trasplantada, se refleja en la sobrevivencia, vigor, desarrollo y, consecuentemente, en el rendimiento final por unidad de superficie.

La planta de papaya, tiene frutos con semillas pequeñas que requieren de cuidado durante el proceso de germinación, de aquí que es preferible conservarlas reunidas en un sitio debidamente protegido.

El desarrollo deficiente de las plántulas depende de muchos factores, pero uno de los principales es su manejo agronómico (riego, nutrición, entre otras), ya que se requiere de atención constante y seguir un programa de nutrición y prevención de plagas y enfermedades muy específico (Munozcano, 2010).

2.2.2.1. Suelo

Como regla general, se recomienda utilizar un suelo poroso, de buen drenaje, con buena capacidad de retención de humedad y adecuada fertilidad para que permita



una germinación rápida y homogénea y un vigoroso desarrollo de las plántulas. El pH óptimo entre 6 y 7,5; contenido de materia orgánica mayor de 2%, de buena estructura (con buen drenaje), libre de patógenos del suelo como nemátodos (*Rotylenchulus reniformis* Linford Oliveira) y hongos (*Phytophthora palmivora* Butler) (INIVIT, 2007).

2.2.2.2. Preparación del sustrato

Experimentalmente se han evaluado diferentes fuentes de materia orgánica mezclada con suelo en distintas proporciones, resultando que no todas las fuentes son adecuadas para obtener un buen sustrato. Por ejemplo, la gallinaza bien descompuesta ha mostrado ser superior al bagacillo de caña y que el estiércol vacuno. El sustrato formado con 60% de gallinaza y 40% de suelo arenoso supera ampliamente a las otras fuentes mezcladas en diferentes proporciones y permite obtener plántulas de 15 cm de altura a los 30 días de la siembra de las semillas, con tallos más gruesos (Aleman y Mandujano, 1982, citado por Mandujano, 2007). En otra experiencia, al utilizar mezclas de suelo con lombricomposta en proporciones de 0, 25, 50, 75 y 100%, se determinó que la mezcla de 25% de suelo y 75% de lombricomposta y 100% de lombricomposta dieron excelentes resultados en el desarrollo de las raíces, la altura de la plántula y el número de hojas verdaderas. El uso de la lombricomposta tanto a nivel experimental como en viveros comerciales ha mostrado ser excelente para el desarrollo de las plántulas de papaya.

2.2.2.3. Llenado de bolsas y ubicación

El suelo debe cernirse con una malla de 4 a 5 cm de diámetro y una proporción de 50% de materia orgánica y 50% de suelo, la bolsa a emplear debe ser de 12,5 x 20 cm o de 15 x 20 cm y es muy recomendable el uso de contenedores plásticos o poliespuma. Deben ubicarse lo más cerca posible del área de plantación y que no tenga cultivos colindantes (mínimo 500 m) como *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*, *Solanaceae* y *Euphorbiaceae*, así como plantaciones viejas del cultivo. (INIVIT, 2007).



Se recomienda también la utilización de micorrizas (asociación simbiótica mutualista entre hongos benéficos y la raíz), estas desempeñan un papel muy importante en la nutrición de las plántulas, además de proporcionarles otros beneficios como resistencia al ataque de fitopatógenos y tolerancia a factores extremos como sequía, pH y temperatura (Barea, 1991; Ruiz, 2001) Quiñónez *et al.* (1997) trabajando con las cepas endomicorrízicas arbusculares de *Glomus* sp. y *Glomus aggregatum* en plántulas de papaya así como sustratos, fuentes y niveles de fósforo, determinaron que las plántulas cultivadas en los sustratos con pulpa de café, que fueron inoculadas con estas endomicorrizas, presentaron un mejor crecimiento en comparación con aquellos tratamientos sin inocular. El sustrato que mejor funcionó fue el que contenía cachaza de caña, probablemente debido a su contenido nutrimental y de materia orgánica.

2.2.2.4. Siembra de las semillas

Se recomienda sembrar dos semillas por bolsa a una profundidad de 1 cm o el doble de su tamaño, dependiendo del propósito de producir plántulas de determinado sexo (por ejemplo hermafrodita) para obtener frutos de la forma que requiere el mercado o para la producción de semillas. Cuando las plántulas tienen alrededor de 4 – 5 cm de altura se debe realizar un raleo dejando una sola plántula por bolsa en la variedad 'Maradol Roja' y dos en las otras variedades que tienden a producir plantas con mucha diversificación floral. En este caso, se dejará una sola plántula por plantón después de la diferenciación floral. Las plántulas entresacadas pueden usarse para resembrar bolsas donde las semillas no germinaron. Estas bolsas deben separarse después de la resiembra para que se rieguen diariamente hasta que se observe que las plántulas estén presas (INIVIT, 2007).

2.2.2.5. Arrope del vivero

Es común que a un vivero se le ponga un arrope orgánico (hierba, rastrojos de maíz, arroz o de frijol, etc.); este ayuda a conservar la humedad, a disminuir la incidencia de plantas arvenses, la evapotranspiración y evitar que las semillas se



desentierren. Cuando las plántulas emergen (normalmente a los 18 – 21 días) debe retirarse completamente el arropo (INIVIT, 2007).

2.2.2.6. Cuidado del vivero

En esta etapa se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Durante este tiempo debe regarse diariamente o cada tercer día, dependiendo de las condiciones de temperatura y luminosidad. El agua no debe proceder de lagunas ni charcos, con disponibilidad y calidad (la máxima salinidad permisible es de 200 ppm y conductividad eléctrica de 4,5 S/m).
- Debe realizarse el control de plantas arvenses.
- Al usar humus de lombriz no se requiere aplicar fertilizantes al suelo ni en aspersión foliar.
- Para el control de plagas y enfermedades se aconseja hacer un programa fitosanitario. Para el control de hongos patógenos del suelo (*Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzpatrick, *Phytophthora palmivora* Butler) favorecidos por los excesos de humedad se utilizan con buen resultado los hongos antagónicos *Trichoderma hartzianum* y *Beauveria bassiana*.
- En esta etapa, de ser necesario, se pueden aplicar fertilizantes foliares como urea a razón de 0,1 – 0,3 g en 50 ml de agua por metro cuadrado y Bayfolan 0,25 g en 50 ml de agua por m² de cantero.
- Las atenciones fitosanitarias a base de aplicaciones de fungicidas como Zineb, Maneb, Mancoceb, Ridomil, Fundazol o Score, combinadas con algún insecticida como Carbaryl, Karate, Bi – 58 o Cipermetrina se deben rotar correctamente para evitar la creación de resistencia de las plagas y enfermedades (INIVIT, 2007).
- Una vez que las plántulas alcancen la altura más recomendable ya están listas para ser llevadas a la plantación definitiva. Nunca deben sobrepasar los 20 cm de longitud de su tallo pues se producirán retrasos en su desarrollo posterior.



2.2.2.7. Trasplante de la plántula

Para realizar el trasplante de las plántulas, se debe regar muy bien el vivero y distribuir las bolsas en los sitios marcados por el trazo. Las distancias recomendadas son:

- 4 x 2 x 1,5 m, (2222 plantas.ha⁻¹) a tres bolillo,
- 4 x 1,5 m (1666 plantas.ha⁻¹) y
- 4 x 1,8 x 1,8 m (1915 plantas.ha⁻¹) a tres bolillo

Dependiendo de las condiciones de suelo y clima (INIVIT, 2007).



3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT); ubicado en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Este Instituto se encuentra situado en los 22°35' de latitud norte y los 80°18' de longitud oeste, a 40 msnm y ocupa un área experimental de 166 hectáreas. Desde el punto de vista climático, se caracteriza por una temperatura media anual de 24,4°C, una humedad relativa del 80% y un valor medio anual de precipitaciones de 1374,9 mm. El trabajo se desarrolló durante el período comprendido entre Enero de 2008 y Noviembre del 2010.

Procedimientos generales de la investigación

Las semillas para el estudio proceden de las producciones del INIVIT, se procesaron, beneficiaron y envasaron en épocas diferentes según técnicas de la NRAG XXX-10 (MINAG, 2010) y para la germinación con la NC XXX-06 (MINAG, 2006). En el estudio se utilizó como portador de materia orgánica, la cachaza, procedente del CAI "George Washington" del municipio de Santo Domingo, en Villa Clara. Las técnicas de análisis químicos empleadas fueron las establecidas por NRAG 279-80 (MINAG, 1980); realizándose en el laboratorio de Agroquímica del INIVIT.

La agrotecnia del vivero fue la establecida por la Carta tecnológica para viveros de papaya (INIVIT, 2007).

Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS 9.0 para Windows, en cada experimento se detallan las pruebas realizadas.

Material vegetal

Se utilizó semilla categorizada básica del cultivar comercial 'Maradol Roja', tipo 'Mamey', que se caracteriza por ser una planta de porte mediano, cuya altura promedio es de 2,15 m, pudiendo llegar hasta 2,30 m, en función de la agrotecnia y la edad. Su perímetro alcanza 45 cm a los 13 meses de edad, de igual forma puede aumentar por los mismos factores antes mencionados (Rodríguez y Jiménez, 2004). (fig. 1).



Produce frutos cilíndricos (alargados) y redondos, de color rojo salmón en su interior al madurar y de color naranja brillante en su exterior cuando alcanza la madurez fisiológica (Jiménez, 2002a).



Figura 1. Planta de papaya de la variedad 'Maradol Roja'.

El largo de los frutos oscila entre los 22 y 27 cm y su diámetro entre los 9 y 13 cm. La cavidad (diámetro) mide entre los 3,0 y 4,5 cm. El Brix promedio es de 12% (puede bajar, si existe carencia de potasio asimilable en el suelo). De maduración lenta, pulpa suave y gran consistencia. Piel lisa, gruesa y resistente, presenta larga vida de anaquel (MINAG, 1996). Las semillas están en la cavidad existente en el centro del fruto y son de color negruzco, aspecto rugoso y cubierto por una sustancia mucilaginosa.



3.1. Determinación del tipo de envase para conservar la semilla

Con el objetivo de definir los tipos de envases eficientes para conservar la semilla en condiciones no controladas se utilizaron nueve variantes de envases, y se almacenaron durante ocho meses:

1. Cristal
2. Plástico
3. Lata
4. Saco de yute
5. Papel aluminio
6. Papel celulosa
7. Saco de tejido de algodón
8. Nylon polietileno negro + saco de yute (control)
9. Nylon polietileno blanco

Para el estudio se procesaron, beneficiaron y envasaron 2,0 kg de semilla a razón de 200 g por tratamiento para su posterior evaluación. Las pruebas de germinación se realizaron según las reglas para el análisis de semillas siguiendo la metodología establecida por la Empresa de Semillas Varias (MINAG 1996) y se utilizaron cuatro muestras de 100 semillas por repetición para cada sub-lote en placas petri, cada mes, por tratamiento, teniéndose en cuenta la temperatura y humedad relativa media por meses. Tabla 5.

Tabla 5. Datos climáticos. Temperatura media y humedad relativa desde noviembre del 2009 hasta junio del 2010.

Mes	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Noviembre/2009	22,8	80
Diciembre/2009	21,2	77
Enero/2010	20,1	75
Febrero/2010	20,5	72
Marzo/2010	23,5	72
Abril/2010	24,0	70
Mayo/2010	25,8	76
Junio/2010	26,7	84



Evaluaciones realizadas:

- Porcentaje de semillas germinadas (%)
- Días en germinar la semilla.

Los resultados se procesaron mediante un análisis de proporciones y se compararon los tratamientos en cuanto al número y porcentaje de semillas germinadas y los días viables para germinar por el procedimiento no paramétrico Kruskal – Wallis (K-W), análisis de varianza por rangos.

3.2. Establecimiento de un método para la pregerminación de la semilla

Para establecer un método para la pregerminación de la semilla, se estudió el efecto del tiempo de inmersión de la semilla en agua y la pregerminación en saco húmedo sobre el porcentaje de germinación de la semilla de papaya, se realizaron en cuatro meses los montajes de siembras, (Noviembre-Diciembre 2008) y (Enero-Febrero 2009), utilizando como sustrato para el llenado de la bolsa 60% de suelo Pardo mullido carbonatado y 40% de cachaza como materia orgánica. Se estudiaron 6 tratamientos en 36 combinaciones que consistieron en tiempos diferentes de inmersión en agua y pregerminación de la semilla en saco húmedo, tomando como referencia la siembra tradicional de cero inmersiones en agua y cero pregerminación dentro de las combinaciones estudiadas. Tabla 6.

Tabla 6. Combinaciones de tiempos de inmersión en agua y en saco húmedo utilizadas para pregerminar la semilla de papaya (var. 'Maradol Roja').

Tratamiento	Tiempo de inmersión (h)	Pregerminación en saco húmedo (h)
T1	0-12-24-48-72-96	0
T2	0-12-24-48-72-96	12
T3	0-12-24-48-72-96	24
T4	0-12-24-48-72-96	48
T5	0-12-24-48-72-96	72
T6	0-12-24-48-72-96	96



En los casos de inmersión de las semillas en agua a partir de las 48 horas se le realizó un cambio de agua cada 12 horas evitando así el fomento de agentes orgánicos que lograran descomponer las semillas, así como la eliminación de las semillas flotantes no aptas para sembrar. Además se tuvo en cuenta no realizar este proceso en recipientes corrosivos. Se realizó un seguimiento diario de la germinación en cada uno de los tratamientos por cada una de las combinaciones. La semilla de papaya no posee una germinación uniforme, según Baraona y Sancho (1991) el rango de germinación oscila entre 15 y 22 días, por lo tanto para mantener a cada tratamiento bajo el mismo sistema de evaluación, se determinó el día final de germinación al momento de no detectarse alguna otra semilla germinada durante un lapso de cinco días consecutivos y por fines prácticos se dio por terminado el seguimiento de los cambios en germinación a los 25 días de la siembra, ya que las semillas que germinan luego de ese tiempo carecen de interés comercial para los productores de papaya y viveristas. (Baraona y Sancho, 1991)

Evaluaciones realizadas:

- Porcentaje de germinación de las semillas.
- Días a la germinación de la semilla.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un ANOVA Bifactorial no paramétrico y las medias fueron comparadas por un test de comparación múltiple para cada uno de los factores (Dunnetts C)

3.3. Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero

3.3.1. Efecto de la inoculación de especies de HMA sobre la papaya

Para determinar cual especie de micorrizas es más eficiente en la inoculación en la fase de vivero de papaya se estudiaron seis especies del género *Glomus* en dos tipos de suelo (Pardo mullido carbonatado y Ferralítico rojo) en la fase de vivero.

Especies estudiadas:

1. *Glomus mosseae*
2. *Glomus spurgum*
3. *Glomus fasciculatum*
4. *Glomus manihotis*
5. *Glomus agregatum*
6. *Glomus intraradices*



Se evaluó:

- Peso fresco
- Altura de la plántula
- Número de hojas activas

3.3.2. Efecto de diferentes métodos de inoculación de HMA sobre las plántulas de papaya

Para estudiar el efecto de la inoculación de las semillas con micorrizas, se desarrolló un experimento en un suelo Pardo mullido carbonatado de baja a media capacidad de intercambio catiónico (Hernández *et al.*, 1999) y utilizando las dos especies que mejores resultados mostraron en el acápite 3.3.1.

Se estudiaron cinco tratamientos:

1. Control sin inóculo
2. Recubrir la semilla de papaya con la especie de micorrizas *G. intraradices*
3. Recubrir la semilla de papaya con la especie de micorrizas *G. fasciculatum*
4. Aplicación del inóculo de *G. intraradices* en el suelo en el vivero
5. Aplicación del inóculo de *G. fasciculatum* en el suelo en el vivero

Dosis de inóculo de micorrizas:

- Recubrir la semilla de papaya con micorrizas: 1kg.600 mL H₂O⁻¹
- Aplicación de micorrizas al sustrato en el vivero: 20 g.bolsa⁻¹

Evaluaciones realizadas:

1. Peso fresco (PF) y peso seco (PS) de la plántula en el momento del trasplante (g.planta⁻¹)
2. Análisis foliar de N, P y K (%)
3. Extracción de N, P y K (mg.planta⁻¹)
4. Porcentaje de colonización de raíces con micorrizas (%)
5. Altura de la planta (cm)
6. Muestreo inicial de suelo (pH, MO, P₂O₅ y K₂O)

Las parcelas contaron con 60 plántulas totales, evaluándose las 20 centrales por variantes en ambos experimentos, a los 35 días de sembradas.



Los datos de ambos experimentos se procesaron estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple (completamente al azar) y la comparación múltiple de medias se realizó según Tukey cuando se encontró homogeneidad de varianza.

3.4. Influencia del tamaño óptimo de trasplante de las plántulas sobre los rendimientos

La siembra se realizó según establece Instructivo Técnico del cultivo (MINAG, 2007). Se utilizó un diseño experimental de Bloque Completamente al Azar (BCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental fueron siete surcos, en cada uno de estos surcos se sembraron 12 plántulas, para un total de 84 plántulas por repetición, lo que significó 336 plántulas por tratamientos y 50 plántulas evaluadas por tratamientos.

Se estudiaron siete alturas de la plántula para el trasplante (Figura 2):

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| T1. 10 – 12 cm | T5. > 40 cm |
| T2. 15 – 20 cm (control). | T6. Decapitado entre 6 y 10 cm |
| T3. 21 – 30 cm | T7. Decapitado entre 15 y 20 cm |
| T4. 31 – 40 cm | |

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

1. Porcentaje de plantas sobrevivientes y desarrollo radicular al trasplante.
2. Número de hojas activas al inicio de la floración y cosecha.
3. Altura de la planta al inicio de la floración, 6 meses e inicio de cosecha (cm).
4. Días que median a la floración.
5. Número de flores a los 60, 90 y 120 días.
6. Perímetro del tallo a los 30 días, inicio de la floración y cosecha (cm)
7. Días que median a la cosecha.
8. Número de frutos por planta.
9. Peso de los frutos (kg).
10. Peso de frutos por planta (kg).
11. Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$).

El procesamiento estadístico se realizó mediante un Análisis de Varianza de clasificación simple.

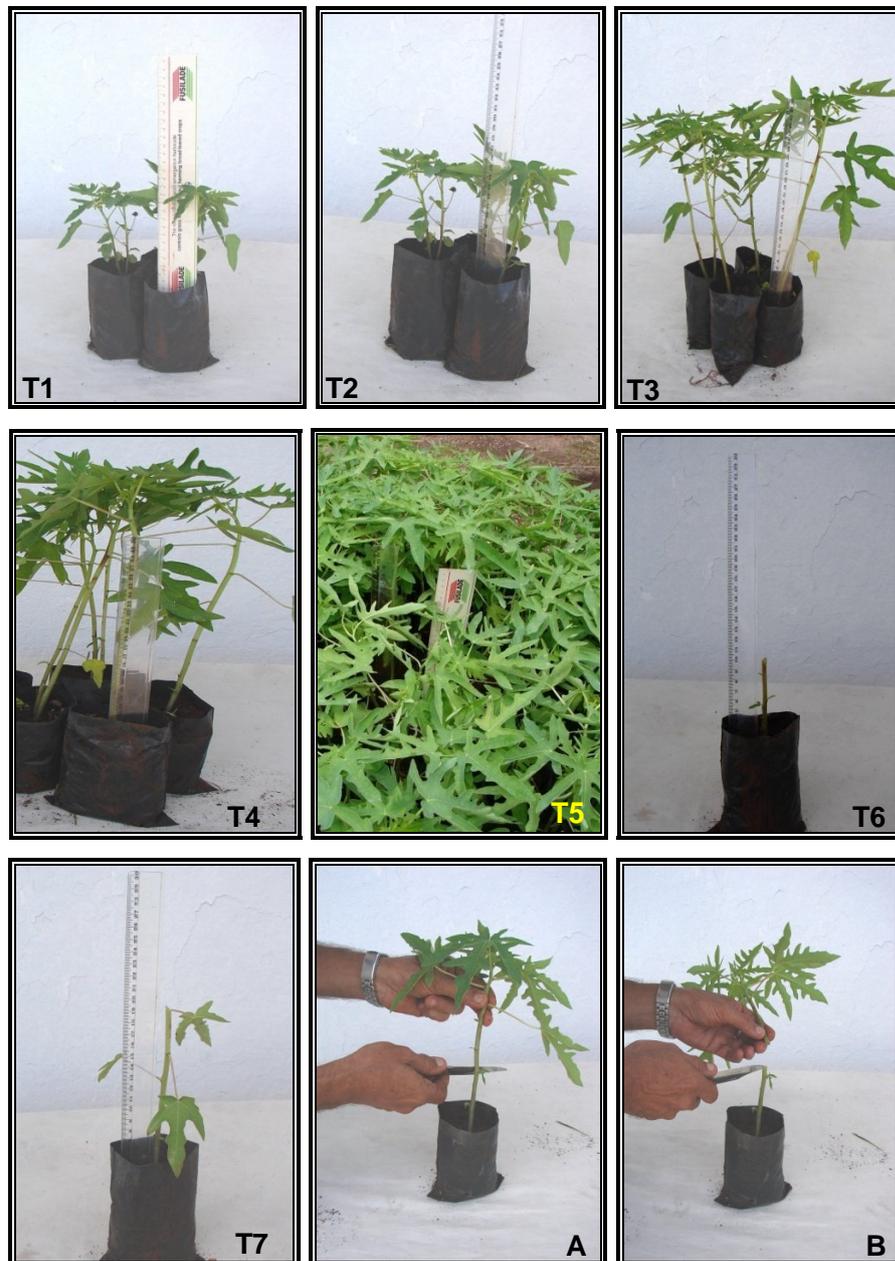


Figura 2. Variantes de altura de la plántula evaluadas: T1. 10 – 12 cm; T2. 15 – 20 cm (control); T3. 21 – 30 cm; T4. 31 – 40 cm; T5. > 40 cm; T6. Decapitado entre 6 y 10 cm; T7. Decapitado entre 15 y 20 cm. A y B. Proceso de decapitado.



3.5. Análisis económico

Para contar con la argumentación necesaria en la realización de un análisis de carácter económico, todos los cálculos fueron dirigidos a conocer la incidencia que sobre los costos directos de producción que provocan los cambios en la tecnología.

La evaluación económica se realizó utilizando el método del Presupuesto Parcial, el que indica que no se incluyen todos los costos de producción, sino solo los que son afectados por los tratamientos alternativos considerados (CIMMYT, 1988). La misma fuente señala que los costos que varían son relacionados con los insumos comprados, mano de obra y maquinaria que varían de un tratamiento a otro.

El análisis de efectividad económica se realizó por la metodología empleada por Maza *et al.* (2007), donde se plantea que:

$$Ec = Gn - Gb$$

$$Ec = (Vpn - Cpn) - (Vpb - Cpb)$$

Donde:

Ec = Efectividad Económica

Gn = Ganancia bruta de la variante nueva (Método de pregerminación de la semilla)

Gb = Ganancia bruta de la variante base (Método tradicional)

Vpn = Valor de la producción de la variante nueva

Vpb = Valor de la producción de la variante base

Cpn = Costos de producción de la variante nueva

Cpb = Costos de producción de la variante base

3.5.1. Método de pregerminación de la semilla

En el análisis económico se consideraron los resultados referidos a los costos de producción y al valor de la producción de plántulas en cada uno de los tratamientos, todos expresados en pesos por Lote de 2500 plántulas

Para realizar los cálculos, a fin de determinar la efectividad económica de las variantes evaluadas, fue necesario auxiliarse de la información contenida en la



Ficha de costos de viveros de papaya en las condiciones del INIVIT, elaborada en el año 2011. (Anexo 1)

3.5.2. Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero

Se tuvieron en cuenta todos los costos registrados en las diferentes actividades agrotécnicas implicadas en cada uno de los tratamientos, todos expresados en pesos por Lote de 2500 plántulas en el vivero.

Teniendo en cuenta el precio del inóculo, el costo por aplicación y el costo de producción de las plántulas en el vivero para una hectárea.

3.5.3. Altura óptima del trasplante

En el caso de la evaluación económica de ésta tecnología, el análisis estuvo dirigido a determinar la efectividad de cada uno de los tratamientos, a partir de conocer como indicadores: el rendimiento comercial, precio unitario de venta de la producción (Según Lista Oficial de Precios de Productos Agrícolas, 2012), costos directos de producción (Según Carta Tecnológica de la Papaya en las condiciones del INIVIT, 2012) y el valor de la producción.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del tipo de envase para conservar la semilla

En todo cultivo es necesario tener en cuenta la calidad de la semilla para el éxito del mismo. La semilla es el material de partida para la producción y es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa a los fines de alcanzar el máximo rendimiento. Los máximos niveles de longevidad y calidad de las semillas dependerán de la eficiencia con la cual se realice el almacenamiento y su conservación.

En la Tabla 7 se observó que en el primer mes en envase plástico el porcentaje de germinación de las semillas difiere significativamente con el resto de los tratamientos. En el segundo, tercer y séptimo mes los envases plástico y lata no difieren entre ellos y sí con el resto, mientras que en los meses cuatro, cinco, seis y ocho, se mantienen los mejores resultados en el envase plástico con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, siempre superior al tratamiento control (Nylon polietileno + saco de yute) y Saco de tejido de algodón que presentaron las medias mas bajas en el porcentaje de germinación, según va transcurriendo el tiempo de conservación, antecedido del tratamiento Nylon polietileno blanco que presentó las medias mas bajas a partir del mes siete.

El MINAG (1996) recomienda envasar la semilla en sacos de nylon con otro por fuera de yute (control), en esta experiencia este envase mostró resultados inferiores a los encontrados en los envases plástico y lata en cuanto a su conservación en el tiempo, sin afectaciones significativas al porcentaje de germinación de la semilla. Además, se recomienda para la exportación envasar en latas y según estos resultados el envase plástico difiere significativamente con el envase de lata, a partir del octavo mes de conservación de la semilla.



Tabla 7. Efecto del tipo de envase en el porcentaje de germinación de las semillas de papaya var. 'Maradol Roja'.

Tratamientos	Porcentaje de germinación (%)							
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
1. Cristal	97 b	94 b	91 c	91 c	91 c	90 c	89 b	89 c
2. Plástico	98 a	96 a	93 a	94 a	93 a	93 a	91 a	91 a
3. Lata	96 c	96 a	93 a	93 b	92 b	92 b	91 a	90 b
4. Saco de yute	95 d	94 b	90 d	90 d	90 d	88 e	86 d	84 e
5. Papel aluminio	95 d	94 b	91 c	91 c	90 d	89 d	87 c	85 d
6. Papel celulosa	95 d	94 b	91 c	91 c	89 e	88 e	85 d	83 f
7. Saco de tejido de algodón	95 d	93 c	92 b	91 c	89 e	88 e	84 e	82 g
8. Nylon polietileno + saco de yute (control)	96 c	92 d	92 b	89 e	88 f	87 f	83 f	82 fg
9. Nylon polietileno blanco	95 d	93 c	91 c	90 d	90 d	87 f	82 g	80 h
ES ±	0,10*	0,11*	0,13*	0,14*	0,14*	0,16*	0,15*	0,17*

* Medias sin letras en común difieren significativamente para $P < 0,05$

En la fig. 3 se aprecian los días en germinar la semilla y su viabilidad donde prácticamente no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados.

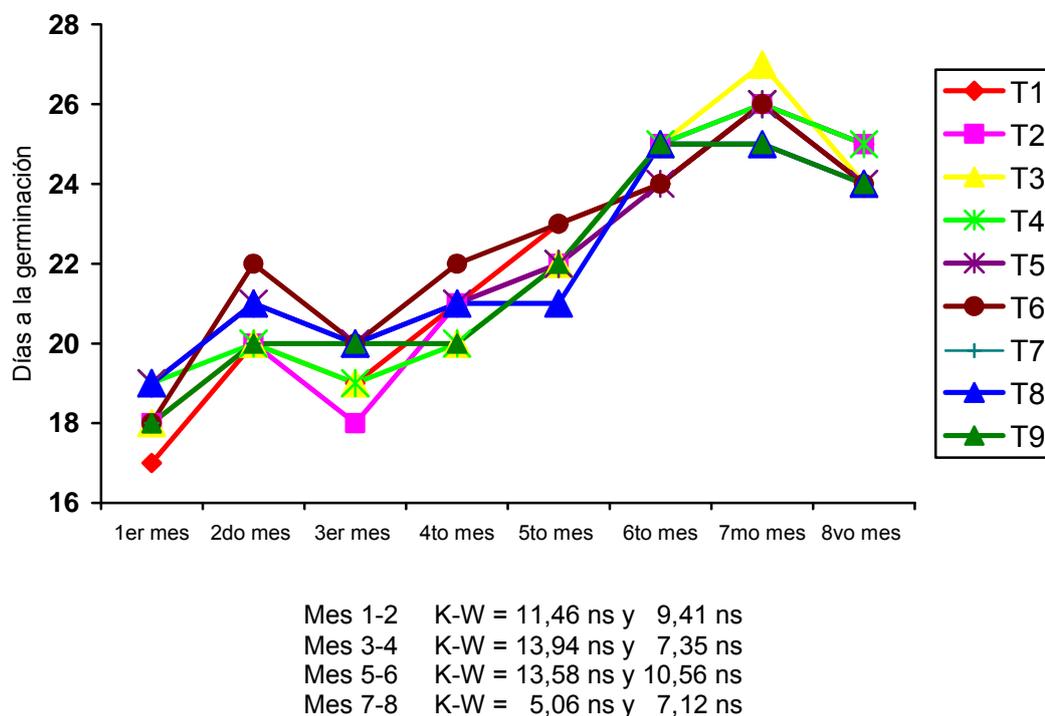


Figura 3. Efecto del tipo de envase en los días para germinar por meses.

Mayor *et al.* (2002), recomendaron que los envases de vidrio son los mejores recipientes para la conservación de semillas a corto – mediano plazo, los envases plásticos (Figura 4) no son recomendables para conservar a medio o largo plazo, por su falta de hermeticidad, y los envases metálicos (tipo lata), son adecuados para la conservación a largo plazo, por su resistencia y hermeticidad, pero la lata no es recuperable, por lo que no recomiendan su uso para la conservación a corto – mediano plazo. Por otra parte, de acuerdo a lo referido por Ruggiero y Leonel (1988) la expresión del potencial de germinación y conservación de las semillas está, posiblemente, relacionado con los sistemas de control de entrada del agua en el interior, así como, la presencia de sustancias endógenas reguladoras del crecimiento existentes en las estructuras seminales; ambos caracteres estudiados para el efecto aislado de la condición ambiental de conservación y del periodo de almacenamiento. Aprecian que la temperatura ambiental fue de fundamental importancia para la preservación de la calidad fisiológica de las semillas. Estos



resultados coinciden con lo señalado por Araujo *et al.* (1999) en un estudio realizado sobre la influencia de los factores: humedad y temperatura de almacenamiento en la conservación de semillas de papaya. A su vez, son similares a los obtenidos por Viggiano *et al.* (2000) en la conservación de semillas de papaya en función del grado de humedad, tipo de envase y el ambiente de almacenamiento.



Figura 4. Envases de plástico y de lata utilizados para exportar la semilla de papaya.

Pocos estudios se han realizado sobre el envejecimiento de la semilla en su almacenamiento. Alonso *et al.* (2011) estudiaron el efecto de la humedad de la semilla del cv 'Maradol Roja' y la temperatura durante el almacenamiento, en la dormancia de la semilla, y observaron tendencia a la disminución de la



germinación en los primeros seis meses del almacenamiento, alcanzándose los valores más bajos del porcentaje de germinación (55,6%). A partir de los nueve y doce meses fue detectado un aumento significativo en la germinación, independiente del contenido de humedad de la semilla. El ambiente de 15°C favoreció mayor germinación en períodos mayores de almacenamiento en relación a las mantenidas a 4°C, que exhibieron mejores porcentajes de germinación en un menor período (tres meses de almacenamiento). La dormancia finalizó en los periodos de almacenamiento a los nueve y doce meses, independientemente del contenido de humedad.

4.2. Establecimiento de un método para la pregerminación de la semilla

Para establecer un método donde se incremente la eficiencia en la germinación de la semilla se evaluaron los porcentajes de germinación y los días a la germinación de las semillas que fueron sometidas a tratamientos de inmersión en agua por tiempos desde 0 a 96 horas, las semillas que no fueron previamente colocadas en pregerminación, no difieren notablemente en los días en germinar, pero sí el porcentaje de germinación donde disminuyen desde el tratamiento 0 horas hasta 96 horas de inmersión de la semilla en agua.

Los tratamientos de tiempo de pregerminación de la semilla (HPS) en saco húmedo de 12, 24 y 48 horas difieren considerablemente con las combinaciones de 48 a 96 horas, con relación a los días a la germinación, pero no poseen diferencias estadísticas en cuanto al porcentaje de germinación, sin embargo al combinar tiempos de pregerminación con la inmersión en agua se aprecian mejores resultados de germinación en menos días. (Tabla 8, Figura 5).

En los tratamientos de inmersión de la semilla en agua de 0 a 24 horas las cifras son similares en los días a germinar pero sí difieren de forma considerable con los tratamientos de 48 – 96 horas de inmersión y en la combinación con el tratamiento de 72 horas de pregerminación, el porcentaje de germinación de 0 a 48 horas las respuestas son similares y difieren con respecto a 72 a 96 horas, los que fueron muy parecidos entre sí, donde se observa la media más alta al sumergir 48 horas



en agua y 72 horas de pregerminación en un saco húmedo con un 98% de germinación a los 4 días de sembradas las semillas.

Tabla 8. Efecto del tiempo en pregerminación y de inmersión de la semilla en agua sobre el porcentaje de germinación y los días a la germinación de la semilla de papaya var. 'Maradol Roja'.

HPS	Tiempo de inmersión de la semilla en agua (horas)											
	0		12		24		48		72		96	
	DG	%	Días	%	Días	%	Días	%	Días	%	Días	%
0	21d	94a	18d	92	18d	90a	16c	86b	17c	63	15c	43
				a						c		e
12	15c	91a	14c	81	13b	86a	12b	85b	11b	62	11b	36f
				a						c		
24	14b	91a	14b	91	12a	90a	11b	91a	11b	64	11b	41
	c		c	a						c		e
48	13b	91a	12a	93	10a	94a	9b	94a	9b	66	9b	54
				a						c		d
72	12a	95a	12a	95	7a	96a	4a	98a	4a	61	4a	47
				a						c		e
96	10a	91a	10a	91	7a	83a	4a	81b	3a	57	3a	46
				a						d		e
% germ.	HPS	HH ₂ O	HPS*HH ₂ O		Días	HPS	HH ₂ O	HPS*HH ₂ O				
H	17.2	96.1	13.9		H	96.6	24.8	5.14				
	2	7	5			1	5	2				
Signif	0.00	0.01	1.00		Signif	0.00	0.01	1.00				
.	0	0	0		.	0	0	0				

Leyenda:

HPS = Horas de pregerminación de la semilla;
DG = Días a la germinación;



% = Porcentaje de germinación;
HPS = Horas en pregerminación de la semilla;
HH₂O = Horas en agua

En los tratamientos de inmersión de la semilla de 0 – 96 horas combinados con el tratamiento de pregerminación de 96 horas, se observa la disminución de los días en germinar la semilla y el porcentaje de germinación disminuye con el tiempo de inmersión.

La mejor germinación se obtuvo al combinar 48 horas de inmersión de la semilla en agua y 72 horas de pregerminación en un saco de yute húmedo donde se obtienen 98% de germinación a los cuatro días de sembradas las semillas.

Con la aplicación de éste nuevo método en la producción se puede ahorrar más del 50% de las labores agrotécnicas y fitosanitarias en el fomento de los viveros de papaya y acorta el ciclo del vivero.

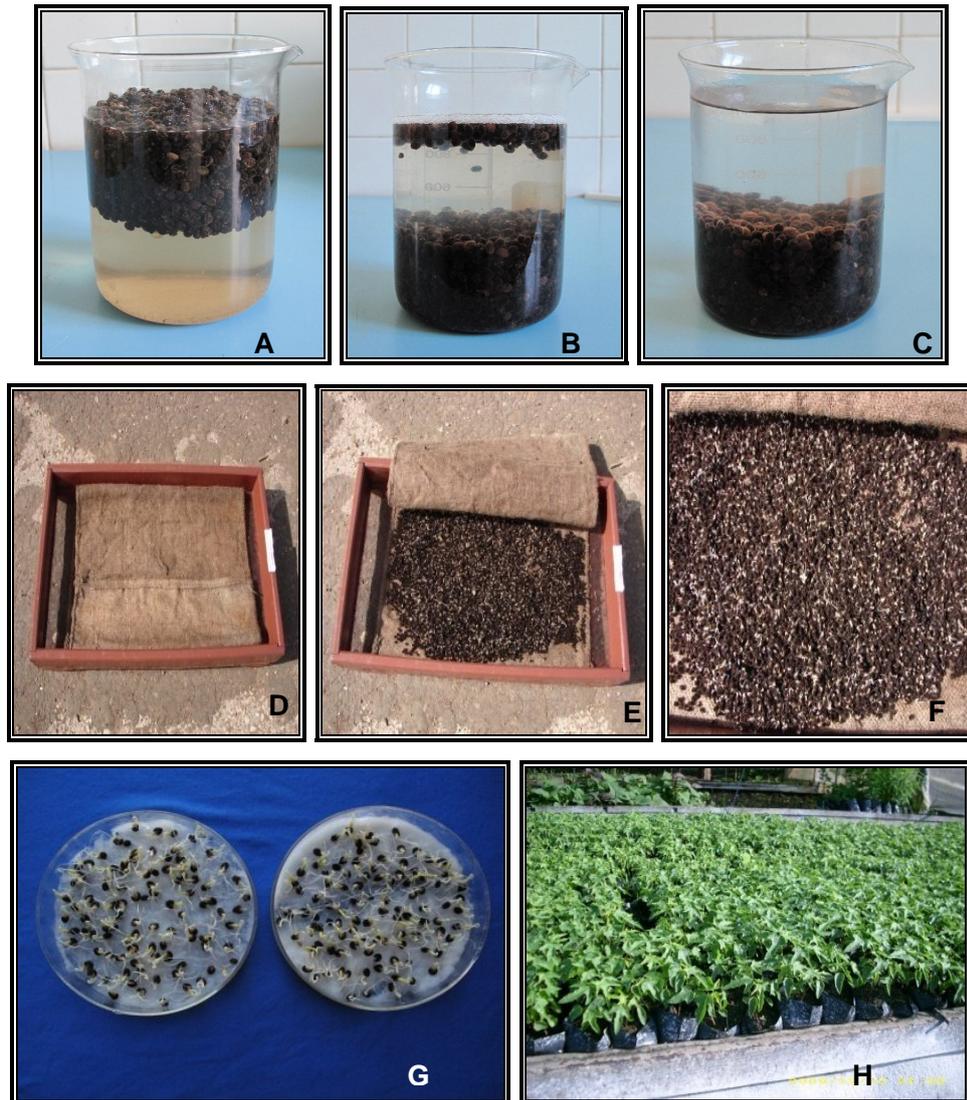


Figura 5. Pregerminación de la semilla de papaya. A, B y C, inmersión de la semilla en agua; D, E y F, semilla pregerminando en saco de yute húmedo; G, prueba de germinación; H, plántulas en vivero.

Los resultados muestran que el incremento en el tiempo de remojo favorece tanto el inicio como el porcentaje total de emergencia de plántulas. Bhattacharya y Khuspe (2001), trabajando con semillas de 10 diferentes variedades de *Carica papaya* (sin incluir a la variedad 'Maradol'), observaron un efecto positivo en el porcentaje de germinación al remojar las semillas por 24 ó 48 horas.

Mandujano (1993) al relacionar el tiempo de emergencia de las plántulas con el tiempo de remojo encontró una correlación lineal entre las dos variables y observó



que conforme el tiempo de remojo se incrementó, se redujo el tiempo de emergencia de las plántulas. Es probable que la reducción en el tiempo de emergencia de las plántulas pudiera ser el resultado directo del nivel de rehidratación de la endotesta (Wood *et al.*, 2000), el resultado de la dilución de los residuos fenólicos que inhiben la germinación (Chow y Lin, 1991) o un incremento en la actividad bioquímica responsable de romper el letargo del embrión (Wood *et al.*, 2000).

Maldonado (2004), estudió fermentaciones de la semilla en su pulpa (0 a 7 días), con o sin lavado, secado (oreado) o sin secado, y eliminación del arilo de las semillas y observó un descenso en el porcentaje de germinación al ser expuestas a más de cuatro días de fermentación y sugiere de uno a cuatro días de fermentación, lavado y secado de la semilla a la sombra, como la mejor forma de tratar a la semilla de papaya.

Salvador-Figueroa *et al.* (2005) observaron que la velocidad de emergencia de las plántulas se incrementó 12 veces al pasar de 24 a 120 h de remojo. Así mismo, a los 18 días después de la siembra se alcanzó 98% de emergencia en el tratamiento de pregerminación de 120 h y piensan que además del ablandamiento de la endotesta, el remojo diluyó los compuestos inhibidores de la germinación y rompió la latencia de los embriones.

Avila (2007), estudió diferentes combinaciones en días de fermentación (Uno a siete días), con o sin secado a la sombra (72 horas) y con o sin lavado en la variedad 'Maradol Roja'. La germinación fue mejorada por los tratamientos de fermentación por tres a cinco días, sobre todo si esta estuvo acompañada del oreado. Cuando la semilla fue sometida a más de cinco días de fermentación, hubo un descenso en la emergencia. Igual ocurrió con el tiempo de inicio de emergencia. Y cuando la semilla fue extraída fresca con arilos reventados y sembrada finalizó su emergencia más tarde. Obtuvo mejores resultados en germinación y tiempo de emergencia cuando el tiempo de fermentación fue de tres o cinco días con lavado y oreado.



Utilizando la variedad 'Maradol Roja' y el híbrido 'Tainung-1', Gil y Miranda (2008), observaron que a una temperatura de 30°C, junto con 48 horas de inmersión de la semilla en agua, fueron los tratamientos con mayor respuesta en el porcentaje de germinación. Los tratamientos con Acido giberélico también fueron de alta respuesta por parte de las semillas, sin embargo, las diferencias con los tratamientos de inmersión en agua no fueron significativas.

Para eliminar la latencia de la semilla se ha evaluado también el efecto de Nitrato de plata y Ácido giberélico como promotores de germinación sobre la emergencia y crecimiento de plántulas de papayo var. 'Maradol' y se encontró que las semillas tratadas con 1,0 mM de Acido giberélico produjeron mayor emergencia y crecimiento de plántulas (Andrade – Rodríguez *et al.*, 2008)

Aunque se han reportado diversos tratamientos pregerminativos para las semillas de *Carica papaya* por ejemplo el uso de AG₃ (Tseng, 1991; Paz y Vázquez-Yanez, 1998; Sarita y Domingos, 1999) y la escarificación con HNO₃ 0,1 N entre otros, el remojo en agua sigue siendo el procedimiento seguido por los agricultores.

Por los resultados obtenidos se sugiere someter a la semilla a 48 horas de inmersión en agua, seguida de 72 horas de pregerminación en saco húmedo.

4.3. Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero

4.3.1. Efecto de la inoculación de especies de HMA en vivero de papaya

Para percatarse del amplio alcance que existe al concebir la eficiencia de una especie de HMA, parece ineludible admitir que los caracteres fundamentales de un determinado beneficio en sí dependerán del poder funcional de las hifas para la exploración de sitios ricos en nutrientes que han quedado fuera del alcance del sistema radical (Tibbett, 2000), seguida por su translocación a la planta y posterior transferencia a través de la interfase apoplástica planta-hongo (Dickson *et al.*, 1999).

En la Figura 6 se muestra el efecto de las especies de HMA sobre el peso fresco, la altura de la plántula y las hojas activas en la fase de vivero de la variedad de papaya 'Maradol Roja' en suelo Ferralítico rojo, son varias las especies que



tuvieron un efecto significativo sobre el control sin inóculo, destacándose las especies *Glomus mosseae*, *Glomus fasciculatum* y *Glomus agregatum* para las variables evaluadas.

En estudios realizados por khade y Rodríguez (2009) *Glomus mosseae* también fue la especie mas efectiva e influenció significativamente sobre la nutrición mineral de papaya seguida por la mezcla de inóculos de *G. mosseae* y *Glomus intraradice*, las que fueron también mas efectivas en el incremento de la adsorción de nutrientes y colonización de las plantas mas rápida y extensivamente. Reafirmando así que la diferencia en la adsorción de nutrientes está asociada con la diferencia en los porcentajes de colonización de raíces. Tales resultados también sostienen la hipótesis de que no todas las combinaciones tienen similar efecto de estimulación del crecimiento y que esta puede ser interpretada como un tipo funcional de especificidad o compatibilidad.

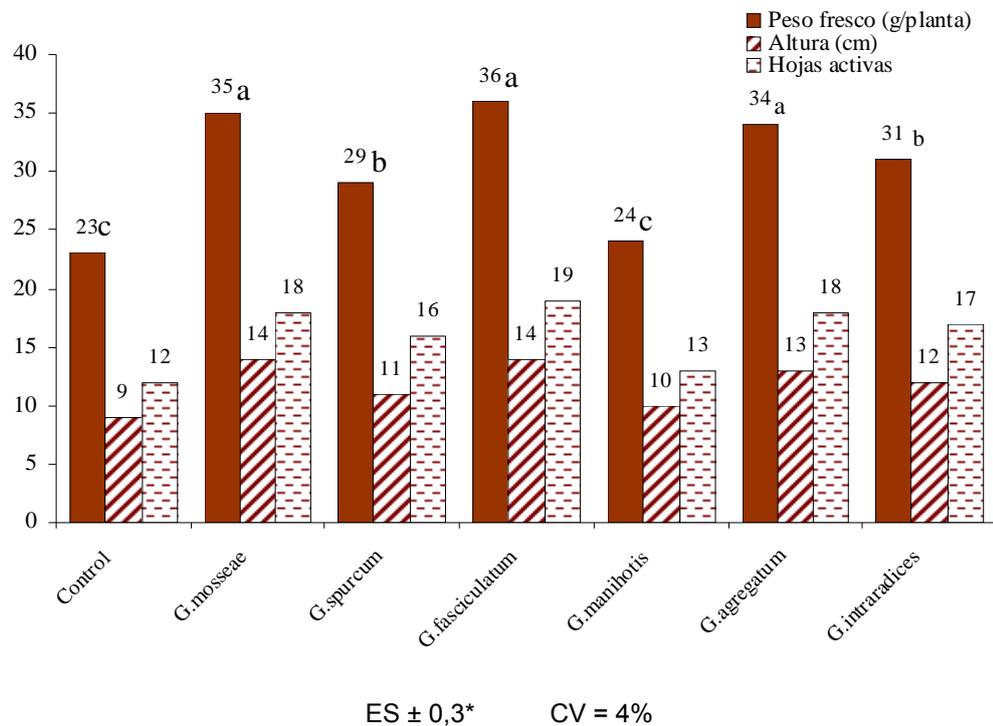
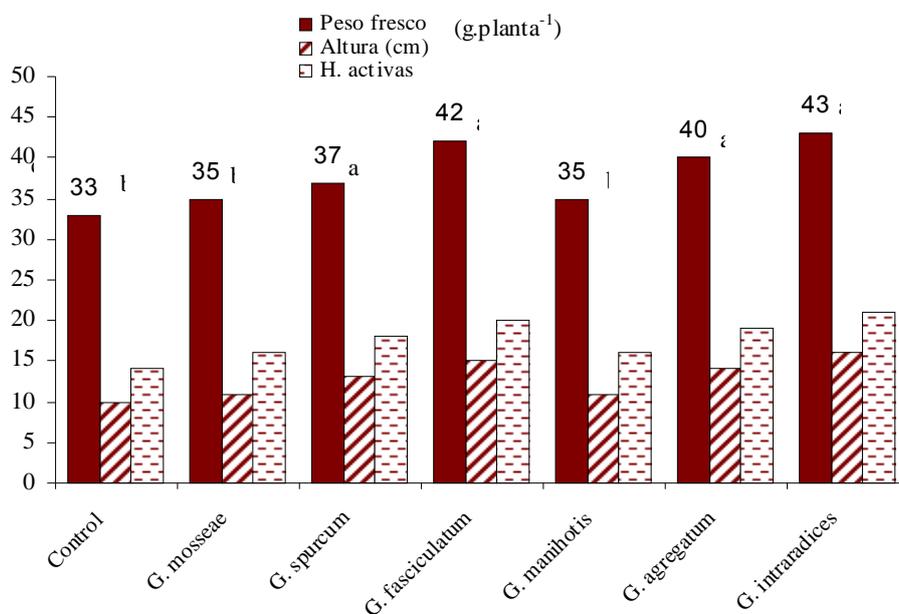




Figura 6. Efecto de las especies de HMA sobre el peso fresco, la altura de la planta y las hojas activas en la fase de vivero de la variedad de papaya 'Maradol Roja' en suelo Ferralítico rojo.

Las mejores cepas permitieron reducir el tiempo en el vivero entre 5 y 10 días y lograron valores de 34-35 g.planta⁻¹, 12-15 cm y 15-17 unidades en las variables de peso fresco, altura de la planta y hojas activas, respectivamente

En el suelo Pardo mullido carbonatado la mejor respuesta se obtuvo con las especies *Glomus spurgum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus agregatum* y *Glomus intraradices*; sobresaliendo las especies *Glomus fasciculatum* y *Glomus intraradices*, con valores de 40-42 g.planta⁻¹, 15-17 cm y 20-25 unidades en las variables de peso fresco, altura de la planta y hojas activas, respectivamente (Figura 7). La mejora en el crecimiento de las plántulas al adicionar micorriza al sustrato de crecimiento, sugiere que puede ser usada como biofertilizante con lo cual se puede reducir el uso de fertilizantes químicos (Velasco *et al.*, 2001); además se considera que mejora el suelo ya que aporta materia orgánica y modifica las propiedades físicas y químicas (López-Moctezuma *et al.*, 2005).



ES ± 0,1* CV = 2(%)



Figura 7. Efecto de las especies de HMA sobre el peso fresco, la altura de la planta y las hojas activas en la fase de vivero de la variedad de papaya 'Maradol Roja' en suelo Pardo mullido carbonatado.

López- Montezuma (2003), al analizar la influencia de HMA del género *Glomus* en suelos con bajo contenido de fósforo encontraron que promueven un mayor crecimiento de las plantas hasta una edad de 48 días, después de este período, las plantas tiene una menor capacidad fotosintética y tasa de crecimiento.

4.3.2. Efecto del método de inoculación en vivero de papaya

Además de la especie de HMA más eficiente en el cultivo es necesario determinar el mejor método de inoculación. En la Tabla 9 se puede observar que el mejor tratamiento fue recubrir la semilla de papaya con el inóculo de la especie de micorrizas *Glomus intraradices* (Tratamiento 2), que no tuvo diferencia significativa con la especie *Glomus fasciculatum*, utilizando el mismo método de inoculación, pero sí fue significativamente superior al método de aplicación del inóculo en el suelo en el vivero para ambas especies de micorrizas y al control sin inóculo. El mejor tratamiento produjo un peso fresco (PF) de 70,46 g.plántula⁻¹, un peso seco (PS) de 7,70 g.plántula⁻¹; una extracción de nutrientes de 0,44; 0,07 y 0,61 mg.plántula⁻¹ de N, P y K respectivamente; así como un porcentaje de colonización de las raíces por las micorrizas de 71% en el momento del trasplante. Este tratamiento permite reducir dosis de inóculo en 90%, con relación a la aplicación del inóculo por el suelo (Figura 8).



Tabla 9. Efecto de las especies de HMA y el método de inoculación en la fase de vivero de la variedad de papaya ‘Maradol Roja’.

Tratamiento	Peso Fresco (g.pl. ⁻¹)	Peso Seco (g.pl. ⁻¹)	N (%)	P (%)	K (%)	Extracción de Nitrógeno (mg.pl. ⁻¹)	Extracción de Fósforo (mg.pl. ⁻¹)	Extracción de Potasio (mg.pl. ⁻¹)	Colonización (%)
Control sin inóculo	40,68 c	5,20c	2,19 c	0,31 c	3,25 b	0,23 b	0,03 c	0,34 c	6 c
<i>G. intraradices</i> (Rec. semilla)	70,46 a	7,70a	2,83 a	0,42 a	3,98 a	0,44 a	0,07 a	0,61 a	71 a
<i>G. fasciculatum</i> (Rec. semilla)	59,39 ab	7,15ab	2,66 ab	0,39 ab	3,50 b	0,38 a	0,06 b	0,50 b	66 ab
<i>G. intraradices</i> (Aplic. suelo)	47,41 bc	5,90bc	2,31 bc	0,35 bc	3,38 b	0,27 b	0,04 c	0,40 bc	58 b
<i>G. fasciculatum</i> (Aplic. suelo)	46,63 bc	5,80bc	2,33 bc	0,35 bc	3,45 b	0,27 b	0,04 c	0,40 bc	58 b
ES ±	1,33*	0,46*	0,12*	0,01*	0,12*	0,02*	0,01*	0,03*	3,49*
CV (%)	15	14	9	10	7	14	13	15	13

Medias sin letras en común difieren significativamente para P< 0,05

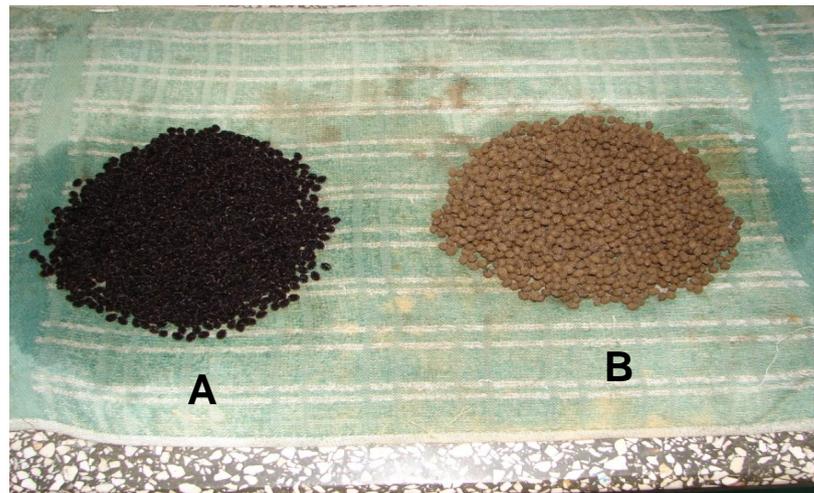
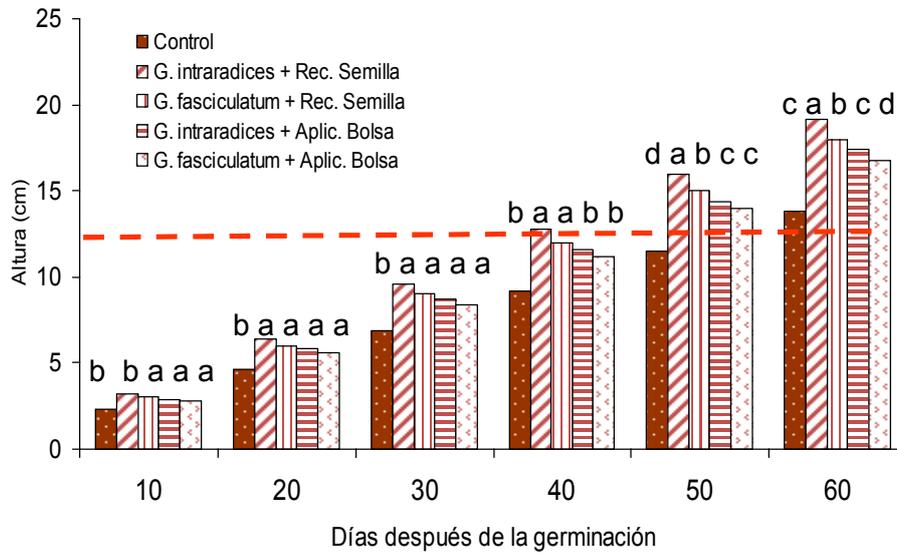


Figura 8. Semillas de la variedad de papaya 'Maradol Roja'
A. Sin recubrir; B. Recubiertas con *EcoMic*® (micorrizas)

En las Figuras 9 y 10 se muestra que el tratamiento donde se recubre la semilla de papaya con el inóculo de la especie de micorrizas *Glomus intraradices* (Tratamiento 2), permite reducir la fase de vivero en 10 días con relación a la aplicación del inóculo por el suelo; así como en 20 días con relación al control sin inóculo, con su correspondiente efecto económico.

El aspecto más novedoso del resultado, consiste en haber podido demostrar la factibilidad de establecer un método de inoculación con HMA para el cultivo de la papaya, a través del recubrimiento de la semilla antes del tratamiento con agua y la pregerminación de las mismas para reducir la latencia, donde lejos de afectarse la germinación y perderse la efectividad del inóculo, aumentó; lo que permite la comercialización de la semilla inoculada, tanto en Cuba como en el extranjero (Ruiz, 2009; Portieles *et al.*, 2010b y a).



ES \pm 0,45* CV = 9%

Figura 9. Efecto de las especies de HMA y el método de inoculación sobre la dinámica de la altura de la planta en la fase de vivero de la variedad de papaya ‘Maradol Roja’.



Figura 10. Plántulas en la fase de vivero de la variedad de papaya ‘Maradol Roja’.
 1. Control sin inóculo; 2. *G. intraradices* (Recubrimiento de la semilla); 3. *G. fasciculatum* (Recubrimiento de la semilla); 4. *G. intraradices* (Aplicación al suelo); 5. *G. fasciculatum* (Aplicación al suelo)



Otros autores han utilizado la inoculación con micorrizas en otros cultivos hortícolas. Para la propagación de portainjertos de frutales, el uso de los hongos micorrízicos representa un alto potencia debido, a la capacidad de promoción del crecimiento y nutrición de estos endófitos hacia la planta. La inoculación generalmente se ha realizado en diferentes fases: en semilleros, en el momento del trasplante y mezcla de inóculo en sustratos de crecimiento (González-Chávez *et al.*, 1998; Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999), nunca a semillas como se recomienda en esta investigación.

Los métodos de biofertilización más empleados han sido la aplicación en semillas, la inmersión de plántulas y la aplicación en el suelo (Sharma *et al.*, 2008), el método de aplicación dependerá del tipo de cultivo. La formulación del inóculo, el método de aplicación y el almacenamiento del producto son críticos para el éxito del los productos biológicos (Chen, 2006). Asimismo, el momento de la inoculación (en la siembra o en la emergencia de las plántulas, o varios días después de la aparición de una a cuatro hojas verdaderas), también parece ser crucial en determinar la colonización exitosa de los inoculantes microbianos e influenciar el crecimiento de las plantas (Bashan, 1986).

Constantino *et al.* (2011) al realizar estudios combinando los biofertilizantes *Azotobacter chroococcum* y *Glomus intraradices*, y aplicar dos inoculaciones, en semillas y después en plántulas, observaron que la doble inoculación (semilla y plántula) promovió un mayor crecimiento y biomasa en el cultivo, en comparación con la inoculación simple (solo en plántulas).

4.4. Influencia del tamaño óptimo de trasplante de las plántulas sobre los rendimientos

En la **Tabla 10** se analiza estadísticamente el efecto del tamaño de la plántula sobre el número de hojas activas al inicio de la floración y cosecha, donde se determinó que no existen diferencias entre los tratamientos estudiados. De acuerdo con Storey (1969) y Mahouachi *et al.* (2005), el número de hojas producidas por año, servirá de base a la hora de seleccionar los tratamientos que tienen mejor crecimiento vegetativo y a su vez, es un indicador claro de la



productividad, al considerar que en la axila de cada hoja se forma al menos un fruto.

Tabla 10. Efecto del tamaño de la plántula sobre el número de hojas activas y supervivencia de las plántulas de papaya var. 'Maradol Roja'.

Tratamientos (altura de la plántula)	Hojas activas		Supervivencia (%)
	Inicio de la floración	Inicio de la cosecha	
T1. 10 – 12 cm	12,90 a	34,55 a	98,7 a
T2. 15 - 20 cm (control)	12,31 a	34,50 a	97,6 a
T3. 21 – 30 cm	12,00 a	34,24 a	93,3 a
T4. 31 – 40 cm	12,00 a	33,60 a	56,4 b
T5. > 40 cm	10,90 a	30,80 a	33,7 c
T6. Decapitado entre 6 y 10 cm	11,73 a	30,93 a	94,4 a
T7. Decapitado entre 15 y 20 cm	11,41 a	30,17 a	81,2 a
ES ±	0,92 ns	1,91 ns	5,54*
CV (%)	15,61	16,88	13,98

Medias sin letras en común difieren significativamente para $P < 0,05$

Con relación a la supervivencia de las plántulas en la plantación expresada en porcentaje, los tratamientos T1 (98,7%), T2 (97,6%), T3 (93,3%), T6 (94,4%) y T7 (81,2%) no tienen diferencias entre sus medias y si significativamente con los tratamientos T4 (56,4%) y T5 (33,7%), este último mostró la media más baja, los que difieren significativamente entre si.

En la **tabla 11** se estudia la altura en diferentes etapas del cultivo, en el inicio de la floración la media más alta con un efecto negativo se observa en el tratamiento T5 (70,17 cm), con diferencias altamente significativas con la media más baja, el tratamiento T6 (44,63 cm) y a su vez difiere significativamente con las medias de los tratamientos T1 (48,27 cm), T2 (52,55 cm), T3 (54,33 cm), T4 (59,84 cm) y T7 (51,78 cm), que no difieren entre si pero si con el tratamiento T6 (44,63 cm).



Tabla 11. Efecto del tamaño de la plántula sobre la altura de la planta en diferentes etapas del cultivo de papaya (var. 'Maradol Roja').

Tratamiento	Inicio de la floración	6 meses	Inicio cosecha	Días a la floración
T1. 10 – 12 cm	48,27 bc	132,75 b	169,83 a	41a
T2. 15 - 20 cm (control)	52,55 bc	133,28 b	175,12 a	43 a
T3. 21 – 30 cm	54,33 bc	134,10 b	180,30 a	42 a
T4. 31 – 40 cm	59,84 bc	144,60 b	181,05 a	43 a
T5. > 40 cm	70,17 a	173,14 a	189,79 a	40 a
T6. Decapitado entre 6 y 10 cm	44,63 c	120,75 b	166,64 a	70 b
T7. Decapitado entre 15 y 20 cm	51,78 bc	128,17 b	172,42 a	72 b
ES ±	4,38*	5,49*	6,00ns	3,70*
CV (%)	16,07	2,30	10,21	4,75

* Medias sin letras en común difieren significativamente para $P < 0,05$

A los 6 meses la media más alta se observó en el tratamiento T5 (173,14 cm) con diferencias altamente significativas con el resto de los tratamientos que no difieren entre ellos. Al inicio de la cosecha, no se presentan diferencias entre las medias de los tratamientos estudiados.

En cuanto a los días que median a la floración el decapitado entre 6 y 10 cm (70 días) y decapitado entre 15 y 20 cm (72 días) no tienen diferencias significativas y si con el resto, pero de una forma negativa, ya que son los que más se demoran en florecer.

La dinámica del engrosamiento del tallo, o sea el perímetro, se muestra en la Tabla 12, comprobándose que a los 30 días del trasplante e inicio de floración no existen diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos estudiados. Al inicio de la cosecha la media más alta (48,83 cm) se observa en el tratamiento T1 (10-12 cm) sin diferencias estadísticas con los tratamientos T2 (47,78 cm) y T3 (43,61 cm) y con diferencias significativas con los tratamientos T5 (39,58 cm), T6 (39,16 cm) y T7 (39,55 cm) que no difieren entre sí. Lo que corrobora lo señalado



por Rodríguez y Rosell (2005), este parámetro indica, en cierto modo, el vigor de las plántulas (a mayor perímetro mayor vigor de la plántula), el cual va a ser considerado como un valor positivo a la hora de selección. Los resultados obtenidos permiten confirmar lo anterior, ya que el tratamiento de perímetro mayor fue el que presentó un mayor vigor.

Tabla 12. Efecto del tamaño de la plántula sobre el perímetro del tallo (cm) en diferentes etapas del cultivo de la papaya var. 'Maradol Roja'.

Tratamiento	Perímetro del tallo		
	30 días	Inicio floración	Inicio cosecha
T1. 10 – 12 cm	9,03 a	12,94 a	48,83 a
T2. 15 - 20 cm (control)	8,43 a	11,92 a	47,78 ab
T3. 21 – 30 cm	8,51 a	12,47 a	43,61 abc
T4. 31 – 40 cm	8,20 a	11,58 a	40,99 bc
T5. > 40 cm	7,63 a	10,63 a	39,58 c
T6. Decapitado entre 6 y 10 cm	7,98 a	11,54 a	39,16 c
T7. Decapitado entre 15 y 20 cm	7,90 a	11,28 a	39,55 c
ES ±	0,53 ns	0,91ns	2,35*
CV (%)	3,01	5,53	11,00

* Medias sin letras en común difieren significativamente para $P < 0,05$

Al analizar los componentes del rendimiento, se puede apreciar que en los días que median a la cosecha no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, aunque la media más baja se comporta positivamente en el tratamiento T1 (10-12 cm), se observa el menor tiempo con 215 días. En el número de frutos por planta los mejores resultados se observan en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T6 sin diferencias estadísticas entre ellos y sí con los tratamientos T5 y T7 que no difieren entre ellos, mientras que en el peso de los frutos por planta (kg) la media mayor (52,3 kg) la muestra el tratamiento T1 sin diferencias con los tratamientos T2 y T3 y con diferencias altamente significativas



con los tratamientos T4 (37,2 kg); T5 (35,6 kg) y T7 (39,5 kg). En el caso del peso promedio por fruto la media más alta aparece en el tratamiento T7 (2,43 kg) sin diferencias con los tratamientos T1 (2,43 kg), T2 (2,15 kg), T3 (2,20 kg) y T5 (2,16 kg) y con diferencias significativas con el tratamiento T6 (1,72 kg) y T4 (1,84 kg) y a su vez no difieren con los tratamientos T1, T2, T3 y T5 (Tabla 13).

Tabla 13. Efecto del tamaño de la plántula sobre los rendimientos de la papaya var. 'Maradol Roja'.

Tratamiento	Componentes del rendimiento				
	Días a la cosecha	Número de frutos/planta	Peso/planta (kg)	Peso/fruto (kg)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
T1. 10 – 12 cm	215 a	24 a	52,3 a	2,18 abc	130,75 a
T2. 15 - 20 cm (control)	216 a	23 a	50,1 a	2,15 abc	125,25 a
T3. 21 – 30 cm	216 a	21 a	47,9 ab	2,20 ab	119,75 ab
T4. 31 – 40 cm	217 a	21 a	37,2 c	1,84 bc	93,00 c
T5. > 40 cm	216 a	16 b	35,6 c	2,16 abc	89,00 c
T6. Decapitado entre 6 y 10 cm	251 a	21 a	41,1 bc	1,72 c	102,75 bc
T7. Decapitado entre 15 y 20cm	253 a	17 b	39,5 c	2,43 a	98,75 bc
ES ±	3,56 ns	1,39*	2,64*	0,14*	6,81
CV (%)	11,95	13,44	12,19	13,48	12,57

* Medias sin letras en común difieren significativamente para P < 0,05

En cuanto al rendimiento la media más alta (130,75 t.ha⁻¹) pertenece al tratamiento T1 sin diferencias con los tratamientos T2 y T3 y estos difieren significativamente con los tratamientos T4 (93,00 t.ha⁻¹) y T5 (89,00 t.ha⁻¹) que no difieren entre ellos.

Numerosos autores han expresado su preferencia por diferentes alturas de las plántulas, así la Empresa de Producción de Semillas recomienda una altura de 15



– 20 cm (MINAG, 1996); en México (1997) recomiendan que cuando tienen de 10 – 15 cm están listas para el trasplante.

Rodríguez y Corrales (1967) plantean que si las plántulas están en bolsas de polietileno o macetas, deberán trasladarse al campo cuando tengan de 6 – 9 cm, según la Empresa Mexicana AGROSEM (2003) el tamaño ideal de la planta es cuando tiene 15 cm de altura con 6 a 8 hojas verdaderas; en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico (1987) proponen realizar el trasplante entre 40 – 50 días después de sembrar la semilla, a esta edad las plántulas deben tener entre 6 y 12 pulgadas (15 y 30 cm) de alto; en Venezuela, Rovira y Álvarez (1986) planteaban que las plántulas del vivero están listas para el trasplante cuando alcanzan de 30 – 40 cm de altura y sus tallos tienen el grosor de un lápiz.

Martínez en 1981 recomendaba que las plantas deben ser llevadas a la plantación cuando alcanzan una altura entre 12 y 20 cm; en el Estado de Yucatán en México en 1997 proponen que en caso de que existan diferencia apreciables en el desarrollo de las plantas se seleccionan por su tamaño. Las plantas alcanzan los 15 – 20 cm en un período que puede oscilar entre los 45 – 50 días. Es preferible trasplantar plantas pequeñas y no aquellas pasadas de tamaño. Hasta llegar a tener plántulas de más de 12 cm de altura con hojas verdaderas, las cuales estarán listas para el trasplante en campo (Químia, 2008).

A medida que se acorta el tiempo de permanencia de la plántula en la fase de vivero, ésta una vez plantada, acorta su ciclo originando altas producciones (Mederos y Rodríguez, 1988).

Sudzuki (2004) considera que las plántulas están listas para ser llevadas al terreno cuando alcanzan una altura de 15 a 20 cm como máximo. Una semana antes de ser llevadas al terreno, deben ser previamente aclimatadas a semisombra, evitando una insolación total.



4.5. Análisis económico

4.5.1. Método de pregerminación de la semilla

Para contar con la argumentación necesaria en la realización de un análisis de carácter económico, todos los cálculos fueron dirigidos a conocer la incidencia que sobre los costos directos de producción provocan los cambios en la tecnología en uso de la semilla, así como la tecnología del vivero y plantación, ya que a medida que se disminuyen o sustituyen insumos y labores culturales, aumenta la eficiencia en el proceso productivo.

Los resultados del análisis de la efectividad económica de las variantes estudiadas para un lote de 2500 plántulas, en las condiciones del INIVIT, mostraron que:

$$V_{pn} = 3000,00 \text{ pesos (MN)}$$

$$V_{pb} = 3000,00 \text{ pesos (MN)}$$

$$C_{pn} = 1071,91 \text{ pesos (MN)}$$

$$C_{pb} = 1113,03 \text{ pesos (MN)}$$

Sustituyendo:

$$E_c = (V_{pn} - C_{pn}) - (V_{pb} - C_{pb})$$

$$E_c = (3000,00 - 1071,91) - (3000,00 - 1113,03)$$

$$E_c = (1928,09) - (1886,97)$$

$$E_c = 41,12 \text{ pesos (MN)/Lote de 2500 plántulas}$$

El efecto económico de la nueva variante estuvo sustentado, en lo fundamental, en la disminución de actividades (jornales) que son necesarios al resultar un acortamiento del ciclo productivo.



4.5.2. Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la fase de vivero

Al realizar una aplicación eficiente de los HMA en la fase de vivero se obtuvo que:

$$V_{pn} = 3000,00 \text{ pesos (MN)}$$

$$V_{pb} = 3000,00 \text{ pesos (MN)}$$

$$C_{pn} = 591,03 \text{ pesos (MN)}$$

$$C_{pb} = 1113,03 \text{ pesos (MN)}$$

Sustituyendo:

$$E_c = (V_{pn} - C_{pn}) - (V_{pb} - C_{pb})$$

$$E_c = (3000,00 - 591,03) - (3000,00 - 1113,03)$$

$$E_c = (2408,97) - (1886,97)$$

$$E_c = 522,00 \text{ pesos (MN)/Lote de 2500 plántulas}$$

Teniendo en cuenta el precio del inóculo, el costo por aplicación y el costo de producción de las plantas en el vivero para una hectárea, con el mejor tratamiento se logra un efecto económico de 522,00 pesos.ha⁻¹, con relación a la aplicación por el suelo que era la que estaba recomendada hasta el momento en el Instructivo Técnico.

El uso y manejo eficiente de los HMA permite un ahorro entre el 25 y 50 % del fertilizante mineral en dependencia del nivel de fertilidad de los suelos para los Sistemas Agrícolas Micorrizados (SAM), lo que implica duplicar las áreas que se siembran en este cultivo con garantía de fertilizantes y producen un efecto económico de entre 6,3 y 12,6 Mpesos.ha⁻¹ y una relación Beneficio/Costo entre 1,33 y 2,66.

4.5.3. Altura óptima del trasplante

Los mayores beneficios económicos se obtuvieron en el Tratamiento 10 – 12 cm, seguido en orden descendente por el Tratamiento control (Tabla 14). Resultó interesante el resultado obtenido en el Tratamiento Decapitado entre 6 y 10 cm, pues se aprecia que se pueden recuperar las plántulas que se consideran fuera



del tamaño óptimo para el trasplante y que por lo general en la práctica productiva son desechadas o improductivas si son llevadas a plantaciones comerciales.

Tabla 14. Análisis de la efectividad económica.

	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Precio (pesos/t)	Valor de la Producción (pesos)	Costos directos de producción (pesos/ha)	Beneficio o Pérdida
T1. 10 – 12 cm	130,75	1302,00	170236,50	40020,50	130216,00
T2. 15 - 20 cm (control)	125,25	1302,00	163075,60	40020,50	123055,10
T3. 21 – 30 cm	119,75	1302,00	155914,50	40020,50	115894,00
T4. 31 – 40 cm	93,00	1302,00	121086,00	40020,50	81065,50
T5. > 40 cm	89,00	1302,00	115878,00	40020,50	75857,50
T6. Decapitado entre 6 y 10 cm	102,75	1302,00	133780,50	40020,50	93760,00
T7. Decapitado entre 15 y 20cm	98,75	1302,00	128572,50	40020,50	88552,00



5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con la ejecución de esta investigación para el fomento de viveros de papaya, demostraron que:

1. La semilla de papaya se conserva mejor en envases de plásticos, lata y cristal en condiciones no controladas y para su pregerminación la mejor combinación fue 48 horas de inmersión en agua y posteriormente 72 horas de pregerminación en saco de yute húmedo con el 98% de germinación a los cuatro días de sembradas reduciendo la fase del vivero de 45 a 30 días.
2. En el suelo Ferralítico rojo, las especies de micorrizas que tuvieron un efecto significativo fueron *Glomus mossesae*, *Glomus fasciculatum* y *Glomus agregatum*, redujeron el tiempo en el vivero entre 5 y 10 días y lograron valores de 34-35 g.planta⁻¹, 12-15 cm de altura y 15-17 hojas activas. En el suelo Pardo mullido carbonatado, sobresalieron las especies *Glomus fasciculatum* y *Glomus intraradices*, con valores de 40-42 g.planta⁻¹, 15-17 cm y 20-25 hojas activas.
3. En la inoculación de la semilla con HMA la mejor respuesta se obtuvo al recubrir la semilla con la especie de micorrizas *Glomus intraradices* que produjo un peso fresco (PF) de 70,46 g.planta⁻¹, un peso seco (PS) de 7,70 g.planta⁻¹; una extracción de nutrientes de 0,44; 0,07 y 0,61 mg.planta⁻¹ de N, P y K respectivamente; así como un porcentaje de colonización de las raíces por las micorrizas de 71% en el momento del trasplante. Lo que permite reducir dosis de inóculo en 90%, con relación a la aplicación del inóculo por el suelo.
4. Las plántulas para el trasplante deben tener una altura de 10 a 12 cm permitiendo excelente calidad y desarrollo en campo. Cuando estas sobrepasan la altura de 20 cm en la fase del vivero, el decapitado entre 6 y 10 cm, es una opción de siembra.



6. RECOMENDACIONES

1. Continuar realizando acciones para incrementar el nivel de generalización y adopción de la tecnología propuesta de:
 - Utilizar para la conservación de la semilla de papaya en condiciones no controladas a los envases de plástico, lata o cristal.
 - Establecer la inoculación de la semilla con micorrizas y su pregerminación en el fomento de los viveros de papaya.
 - Que se establezca, como norma para el trasplante de los viveros de papaya, la altura de 10 a 12 cm
 - Si se alarga el tiempo de permanencia de las plántulas en el vivero, el decapitado de 6 a 10 cm de altura es una opción para el trasplante.



7. BIBLIOGRAFÍA

- AGROSEM (2003). El cultivo de la papaya 'Maradol Roja' (*Carica papaya* L.) en México. *Plantaciones Modernas* (8)1:8-10.
- Alonso, M; R Ramos, Y Tornet (2006). Caracterización y evaluación de los recursos genéticos de papaya (*Carica papaya* Linn). *CitriFrut* 23(2):21-25.
- Alonso, M; Y Tornet; M Aranguren; R Ramos; K Rodríguez y MCR Pastor (2008) Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo 'Solo', introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 32(2): 169-175.
- Alonso, M; Y Tornet; R Ramos; E Farrés; D Rodríguez (2009). Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 33(2): 267-274.
- Alonso, M; Y Ortiz; R Ramos, H Oliva, M Capote (2011). Dormancia en semillas de papaya cv. 'Maradol Roja' durante el almacenamiento. *Agronomía Mesoamericana* 22(2):351-357.
- Altieri, MA (1997). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo. Grupo Gestor. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. ACAO La Habana, Cuba, 231 pp,
- Allan, P (2002). *Carica papaya* responses under cool subtropical growth conditions. *Acta Horticultura* 575: 757-763
- Andrade – Rodríguez, María; JJ Ayala Hernández, IA Tejacal; H Rodríguez; CM Acosta; V López Martínez (2008). Efecto de promotores de la germinación y sustratos en el desarrollo de plántulas de papayo. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia* 25(4): 617-635
- Araujo, RC; LS Sampaio; JA Costa (1999). Condición ambiental, contenido de agua y embalaje en la viabilidad y en el vigor de semillas de papaya. *Revista Brasileira de Sementes* 21(2):194-202.
- Aroucha, MM; FR Da Silva; E Balbinot; (2007). Nunes. Qualidade fisiológica de semente de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. *Revista Caatinga* 20(3):136-143.



- Ávila Jurado, E (2007). Efecto de tratamientos pre germinativos en la germinación de semilla de papaya (*Carica papaya*). Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura. Zamorano, Honduras. Diciembre 2007. 20 p.
- Badillo, VM (1993). *Caricaceae*. Segundo esquema. *Rev. Fac. Agron. Maracay* 43: 40-43.
- Baraona, M; E Sancho (1991). Piña y Papaya. *Fruticultura Especial*, Fascículo 3. Primera Edición.
- Barea, JM (1991). Morfología, anatomía y citología de las micorrizas VA. En: Fijación y movilización de nutrientes. Madrid. Tomo II p. 150-173.
- Bernal J; M Londoño; M Hincapié (1999). Frutales del clima cálido, CORPOICA, Centro de Investigación. La Selva, Antioquia, Colombia. 4p.
- Bhattacharya, J y SS Khuspe (2001). *In vitro* and *in vivo* germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae* 91:39-49.
- Bhattarai, KR; OR Vetaas, JA Grytnes (2004). Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient. *Journal of Biogeography* 31: 389-400
- C. von Linné. 2010. Descripción original de la especie *Carica papaya*. *Species Plantarum*, Volumen 2. [http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/bf0ed8889267bf7fc1256b670057fb4f/\\$file/PAPAYA.htm](http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/bf0ed8889267bf7fc1256b670057fb4f/$file/PAPAYA.htm) consultado el 22 de julio de 2010
- Cardwell, V (1984). Seed germination and crop production. In: Physiological basis of crop growth and development. Ed. M. B. Tesar. American Society of Agronomy, Inc, U.S.A. 192 p.
- Carvalho, NM y J Nakagawa. 2000. Sementes: ciencia, tecnologia y produccion. 4ta ed. Campinas FUNEP. 588p.
- Castro Landín, L; LA Morales; M Aranguren González. 2000. Fundamentos teóricos – prácticos sobre el cultivo y cosecha de la papaya *Carica papaya* (L.). Ciudad de Matanzas: Editorial Universitaria. –19 p.
- Castillo, B; M Smith, D Madhavi, U Yahava (1998). Estimation of the proteolytic enzyme activity of *Carica papaya* L. Somatis embryos in liquid system. *International journal of Agriculture* 15: 45-51



- Chan, H T y CS Tang (1979). The chemistry and biochemistry of papaya. In: Tropicals Foods (G. E. Inglett and G. Charolambus, eds.). V. I. Academic Press. New York. pp. 33-53.
- Chandler, WH (1967). El papayo y el árbol de la pasión en frutales de hojas perennes. 2da Ed. UTHEA. México. XII: 366-389.
- CIMMYT (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D. F., México: Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. ISBN 968-6127-24-0. Pág.21-22.
- Chow, YJ; Lin, CH (1991). p-Hydroxybenzoic acid as the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. *Seed Science and Technology* 19:167-174.
- Constantino, M; R Gómez; JD Álvarez; JM Pat; EG Espín (2011). Efecto de la inoculación de *Azotobacter chroococcum* y *Glomus intraradices* en el crecimiento y nutrición de plántulas de papaya en fase de vivero. *Agron. Costarricense* vol.35 (1)
- Cupull, R (2000). Efecto de *Trichoderma*, *Azotobacter* y Micorrizas como agentes estimulantes y de control de *Rhizoctonia solani* en la producción de posturas de cafeto (*Coffea arábica*, L.). *Centro Agrícola* 27(4): 23-28.
- Cupull, SR; G Guerra; Maria del C Cupull (2002). Efecto de *Trichoderma viride* y *Azotobacter chroococcum* en la estimulación de la germinación y el desarrollo de posturas de *Carica papaya* Lin. *Centro Agrícola* 4(29): 30-33.
- Dantas JLL y JF Lima (2001). Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro-avaliação de linhagens e híbridos. *Brasileira de Fruticultura* 23(3):617-621,
- Dickson, S; SE Smith y FA Smith (1999). Characterization of two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with *Allium porrum*: Inflow and flux of phosphate across the symbiotic interface. *New Phytologist* 144: 173-181
- Duarte, O (2006). Factores planta – Ambiente. El Zamorano. Honduras.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA (1987). Conjunto Tecnológico para la producción de papaya. Universidad de Puerto Rico. 16 pp.



- Erwin, DE y S Bartnicki (1983). *Phytophthora* sp.: Its biology, taxonomy, ecology and pathology. APS-Press, U.S.A., 392 p.
- Expósito, LA; Q Domínguez; I Martínez (1992). Influencia de Cepas de M.V.A. sobre el crecimiento de plántulas de papaya en la fase de vivero. *Bioferto*. INCA, La Habana.
- FAO. FAOSTAT | © FAO Dirección de Estadística 2009. 2011 http://www.fao.org/index_ES.htm
- FAO. INFOODS I © FAO Composición de la fruta de papaya (Contenido en 100 gramos de porción comestible). Tabla de composición de Alimentos de América Latina. 2011 http://www.fao.org/index_ES.htm
- Fariñas ME (1990). Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de Papaya en Cuba. CIDA. La Habana. 32 pp.
- FIS (2009). Federación Internacional de Semillas. El tratamiento de semillas Una herramienta para la agricultura sostenible. Buenos Aires, Argentina. 13 p.
- Galeano, M; MM Téllez; L Lara; A Urbaneja (2003). Efecto de *Trichoderma harzianum* T-22 sobre un cultivo de judía. *Agrícola Vergel*: 249-253.
- García, JC; ME Vázquez; MA Torres; SI Dávila; D Sánchez (2011). Métodos de extracción de semilla en papaya 'Golden' y la relación con la longevidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*: 2(2): 281-288,
- Gil, Arlette Ivón y D Miranda (2008). Efecto de la temperatura, inmersión en agua y concentración de fitorreguladores sobre la germinación de semillas de papaya (*Carica papaya* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 2 (1): 123-128
- Hewitt, HH; S Whittle, SA Lopez, EY Bailey, SR Weaver (2000). Tropical uses of papaya in chronic skin ulcer therapy in Jamaica. *West Indian Medical Journal* 49: 32-33
- Hernández, A; JM Pérez Jiménez; D Bosch Infante; L Rivero (1999). Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.-- Ciudad de la Habana: AGRINFOR.-- 64 p.
- Hewitt, HH; S Whittle; SA Lopez; EY Bailey; SR Weaver (2000). Topical uses of papaya in chronic skin ulcer therapy in Jamaica. *West Indian Medical Journal* 49: 32-33



- INIVIT (2007). Instructivo Técnico del Cultivo de la Fruta Bomba. Primera edición. Cuba. 15p.
- Jiménez Díaz, JA (2002a). Manual Práctico para el cultivo de la papaya hawaiana. 1ra Edición Guácimo. Editorial EARTH. 108 p.
- Jiménez Díaz, JA (2002b). El cultivo de la papaya hawaina. 1ra. Edición. Editorial EARTH. Costa Rica. 16 p.
- Khade, WS; BF Rodríguez (2009). Studies on Effects of Arbuscular Mycorrhizal (Am.) Fungi on Mineral Nutrition of *Carica papaya* L. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 37 (1): 183-186
- Knight, RJ (1980) Origin and world importance of tropical and subtropical fruit crops. En: Nazy, S, Shaun SE (Eds) *Tropical and Subtropical Fruits: Composition, properties and uses*. AVI Publishing, Connecticut, USA, pp. 1-120
- Lima, H (1991). Resultados obtenidos en las investigaciones de la Estación Nacional de frutales. Laboratorio de Cultivo *in vitro* y diagnóstico del Instituto de Investigaciones de cítricos y otros frutales. Laboratorio. Informe para presentar al Ministerio de la Agricultura. La Habana. p. 15-18.
- Lima, M (2007). Eliminación biológica del mucílago de la semilla de papaya cv. 'Maradol Roja'. En: Memorias del II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical, Taller Producciones Orgánicas y Sostenibles, La Habana 17 al 21 de Septiembre. ISBN 978-959-296-001-5.
- Lo, CT; EB Nelson; GE Harman (1994). Biological control of *Fusarium* wilts of greenhouse grown chrysanthemums. *Plant Disease* 69:167-169.
- López-Moctezuma, H; R Ferrera-Cerrato; J Farias-Larios; S Aguillar-Espinosa; Ma. del RF Bello; JG López-Aguirre (2005). Micorriza arbuscular, bacillus y sustrato enriquecido con vermicomposta en el desarrollo de plantas de papayo. *Terra latinoamericana* 23: 523-531.
- Mahouachi J; A Pio, RA Socorro; C Regalado; MC Rodríguez (2005). Respuestas de la papaya (*Carica papaya* L.) frente al estrés hídrico: crecimiento vegetativo y contenido de elementos minerales. *Actas Portuguesas de Horticultura* 6:193-199.



- Maldonado, LA (2004). Efecto de diversos tratamientos pregerminativos en la semilla de papaya (*Carica papaya*). Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 16 p.
- Mandujano, RA (1993). El Papayo. Ed. AGROFRUT S. A. de C. V. México, D. F., México. 37 p.
- Mandujano, RA (2007). Cómo cultivar papaya orgánica en México. *Revista electrónica Vinculando.org* (http://vinculando.org/mercado/cultivoorganico/papaya_en_mexico.html); Fecha de consulta: 5 de Enero 2007.
- Manshardt, R (1992). Papaya In: F. A. Hammerschlag y R.E Litz (eds.). *Biotechnology of Perennial Frut Crops*. CAB International. pp 489- 511.
- Martínez R y B Dibut (1996). La experiencia cubana en el uso de los biofertilizantes,
- Martínez Quevedo, JV (1981). *Fruticultura*. Ed. Pueblo y Educación. Ministerio de Educación. La Habana. Cuba. 253 pp.
- Martínez, R (1992a). Utilización de biopreparados de *Azotobacter chroococcum* en la Agricultura cubana. Taller Internacional sobre biofertilizantes en los trópicos, INCA, La Habana, 44 pp.
- Martínez, A (1992b). Curso de adiestramiento en investigación sobre la eficiencia de los fertilizantes en los trópicos. IFDC/ CIAT. Conf. Cali, Colombia.
- Masaguer, A (2001). Los sustratos en los cultivos sin suelo: Materiales empleados. Curso de enmiendas orgánicas y sustratos de cultivo. Universidad Politécnica de Madrid, España. 49 pp.
- Mayea, S (1995). Los biofertilizantes y su acción fitopatógena. Memorias del III Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas y EXPOCREE. INISAV, Ciudad de La Habana, p. 41
- Mayor, P; MC Escudero; MS Catalá; J Costa (2002). Conservación de Recursos Fitogenéticos Agrícolas (I). *Agrícola Vergel*, mayo: 245-251.
- Maza, N; A Morales; Lilián Morales; S Rodríguez; M Lima; Dania Rodríguez (2007). Estimación del nivel de adopción e impacto económico de clones comerciales de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y yuca (*Manihot*



- esculenta* Crantz) obtenidos por el programa de mejoramiento del INIVIT. Sitio WEB de la FAO www.fao.org/docrep y Sitio de la Biblioteca Virtual de la Representación en Cuba. [http:// bva.fao.cu](http://bva.fao.cu).
- Mederos, E (1991). Fruticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 94 p.
- Mederos, E y M Rodríguez (1988). Influencia de diferentes bioestimulantes y reguladores del crecimiento en la germinación de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.) y su posterior crecimiento. *Revista Centro Agrícola* 15(2):41-49.
- Meléndez, FJ (2001). Estudio de la Rhizoctoniosis y de algunos métodos para su control en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la provincia de Sancti Spíritus. Tesis presentada en opción al título de Master en Agricultura Sostenible y Agroecología. Mención Sanidad Vegetal. Universidad Central de Las Villas, Villa Clara, Cuba. 51 p.
- Mesa, JR; JL Gómez; O. Rodríguez; E Parets; R Soto (2007). Bioestimulantes y alternativas de nutrición para la producción de posturas de fruta bomba (*Carica papaya* L.) En: Memorias del II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical, Taller Producciones Orgánicas y Sostenibles, La Habana 17 al 21 de Septiembre.
- México (1997.) Folleto Técnico. Revista sobre Desarrollo Sustentable Mazatlán No. 73-1, Colonia Condesa; C.P. 06140, Del. Cuauhtémoc; Ciudad de México; México.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura (1980). Norma Ramal de la Agricultura. 279-80. Suelos. Análisis químicos. Reglas generales. Ciudad de La Habana. Cuba.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura (1996). Fruta Bomba. Tecnología para la producción de semilla y fruta fresca para la exportación en Cuba. Empresa Productora de Semillas Varias. La Habana. Cuba. 22 pp.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura (2006). Norma Cubana. XXX-06 Agricultura. Semillas Agrícolas. Muestreo. Ciudad de La Habana. Cuba.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura (2007). Ministerio de la Agricultura. Instructivo Técnico del Cultivo de la Fruta Bomba (*Carica papaya* L.)-- La Habana, Biblioteca ACTAF, -Pág.14 - 15.



- MINAG. Ministerio de la Agricultura (2010). Norma Ramal de la Agricultura. XXX-10. Semillas de fruta bomba (*Carica papaya* L). Certificación. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Mora, D y F Morales (1980). Etiología de la pudrición radical de la papaya en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 4(2):191-193.
- Munozcano, M (2010). Producción de plántulas de papaya en invernadero. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C. Fundación Produce Sinaloa, México. 23 p
- Muñoz, Sara y H Oliva (1990). Reiteración de altos rendimientos en papaya mediante el cultivo intensivo en la provincia de La Habana. *Boletín La Fruticultura en Cuba. ENF. MINAGRI*. Cuba. 23-24
- Okeniyi, JA; Ogunlesi TA; Oyelami OA, Adeyemi LA (2007). Effectiveness of dried *Carica papaya* seeds against human intestinal parasitosis: A pilot study. *Journal of Medicinal Food* 10: 194-196
- Oliva, H (1990). La fruticultura en Cuba. Aprovechamiento del Papayo. Boletín (La Habana – Cuba). (4). Lima, H (1988). Posibilidad de exportación del látex de fruta bomba. Estación Nacional de Frutales. Alquizar. La Habana. Informe para presentar al Ministerio de la Agricultura (La Habana-Cuba) 2 p.
- Parets. SE (2002). Evaluación agronómica de la coinoculación de micorrizas arbusculares, *Rhizobium phaseoli* y *Trichoderma harzianum* en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 89 p
- Paz, L y C Vázquez-Yanes (1998). Comparative seed ecophysiology of wild and cultivated *Carica papaya* trees from a tropical rain forest region in México. *Tree Physiology* 18: 277-280.
- Pérez, F (1994). Cultivo de la fruta bomba. Plegable. CIDA. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Pérez-Solís, E y A Urbaneja (2001). TRIANUM (*Trichoderma harzianum*) promotor del crecimiento vegetal y nuevo agente de control biológico de enfermedades vegetales. *Agrícola Vergel*, noviembre: 597-599.



- Portieles, JM; L Ruíz; W Caballero; S Torres; C Ríos; Maria Oliva; Yamila Torres; Lourdes Cabrera, Katia Rodríguez; Xiomara González, Maritza Camejo, Marta Fernández; Aurora Molina y Zenaida Morejón (2010a). Manejo integrado de la nutrición en la papaya “Maradol Roja” (*Carica papaya* L.). XVII Congreso Científico Internacional, INCA’2010. Noviembre, La Habana. Cuba. ISBN 978 8597023-48-7.
- Portieles, JM; L Ruiz; W Caballero; PL García; María Oliva y Katia Rodríguez. (2010b). Efecto de la materia orgánica y los biofertilizantes en viveros de fruta bomba (*Carica papaya* L.). VII Congreso Internacional de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Ciudad de la Habana, julio/2010
- Químia (2008) Lenia. Química Internacional Aplicada S.A. de C.V. México. 2da edición. 13 pp.
- Quiñones, AEE; D Trejo; T Aguas; R Ferrera; MC González (1997). Respuesta de papaya (*Carica papaya* L.) a la inoculación con la endomicorriza arbuscular en tres sustratos. En: JL Tovar, V Ordaz y R Quintero (eds.). La investigación edafológica en México. Cd. Victoria, Tamaulipas. México. p. 96.
- Rodríguez Nodals, A (2003a). Algunos parámetros Fisiológicos de la Papaya Maradol. ITa. 32. – FUPPUE. – INIFAT. 9 pp.
- Rodríguez Nodals, A (2003b). El cultivo de la Papaya Maradol. INIFAT. Cuba. 113pp.
- Rodríguez Manzano, A (2007). Historia y nuevos testimonios sobre la creación de la variedad de papaya ‘Maradol Roja’ (*Carica papaya* L.). Memorias del II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y subtropical, Fruticultura 2007/Taller Mejoramiento y Diversidad Genética de Frutales Tropicales y Subtropicales/M5.pdf. (ISBN:978-959-296-001-5)
- Rodríguez Manzano, A (2008). El Guajiro científico. Creador de la papaya Maradol. Obra protegida en CENDA, La Habana. Registro: 1411-2008, 135p.
- Rodríguez Nodals, A y SR Corrales (1967). El papayo ‘Maradol’. Dirección Nacional de frutales. INRA. La Habana. 74 pp.



- Rodríguez Nodals, AA y Arlene Rodríguez Manzano (2000). El papayo 'Maradol': un aporte cubano a la fruticultura tropical. *Revista Cubana de Agricultura*. 1(1): 73-77.
- Rodríguez Nodals A; F Jiménez Cruz (2004). La auténtica Papaya 'Maradol'. (Ponencia). UTIM.- FUPPUE. Izúcar de Matamoros. Pue. Méx. 12 p
- Rodríguez MC y P Rosell (2005). Productividad y características fenológicas de los cultivares de papaya 'Sunrise' y 'Baixinho de Santa Amalia' en invernadero de malla en la zona suroeste de la isla de Tenerife. *Actas Portuguesas de Horticultura* 6:245-249.
- Rodríguez Rivera, A; A Rodríguez Nodals; SR Corrales (1966). "La Frutabomba Maradol", 1ra. Conf. Nac. Fruti cultores (Ponencia), Habana. 24 p
- Rodríguez Nodals A; F Jiménez Cruz; G Sánchez (2002). Producción Económica de papaya 'Maradol'. FUPPUE - ITa 32 – INIFAT. 178 pp.
- Rovira, A y R Álvarez (1986). El lechoso. Caracas, Venezuela. 65 pp.
- Ruggiero, D; S Leonel (1988). Mamão. Jaboticabal: Departamento de Horticultura FCAV-UNESP. Brasil. 321 p.
- Ruiz, L (2001). Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos mullidos carbonatados y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas.-- La Habana: INCA.-- 100 p.
- Ruiz, L (2009). Tecnología integral para la producción de papaya con bajos insumos. Informe Final del Proyecto Nacional.-- Santo Domingo: INIVIT.-- 102 p.
- Salvador-Figueroa, M; M de L Adriano-Anaya; C Becerra-Ortiz (2005). Efecto del remojo en agua sobre la germinación de semillas de papaya var. 'Maradol'. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 11(1): 27-30.
- Samson, JA (1991). Fruticultura Tropical. Primera Edición. Editorial Limusa. México D.F. 395 p.
- Sandoval Sierra, C; C Caetano; T Lagos; JL Chávez-Servia (2006). Palinología de *Carica* y *Vasconcellea* (*Caricaceae*). *Acta Agronómica* 55(3): 45-56
- Sandro, H (1998). Curvas de absorción de nutrientes, importancia y usos en los programas de fertilización. *Informaciones Agronómicas* (36): 11-13.



- Santamaría-Romero S; R Ferrera-Cerrato; JJ Almaraz-Suárez; A Galvis-Spinola; I Barois-Baullard (2001). Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-Total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia* 35: 377-384.
- Sarita, L y RJ Domingos (1999). The effect of gibberellins, cytokinins and potassium nitrate on Rangpur lime (*Citrus limonia* Osbeck) seed germination. *Science Agriculture* 56: 11-115.
- Schriefer, D (2000). *Agriculture in Transition*. Acres. Austin, TX, EEUU. 238 pp.
- Semillas del Caribe (2007). Estadísticas en la producción de papaya. Consultado el 29 de agosto de 2007. Disponible en: <http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/2-2.htm>
- Seymour, G; J Taylor; GA Tucker (1993). *Biochemistry of fruit ripening*. (Eds) S. Chapman & Hall. 258 p
- Sharma A, DK Parmar, P Kumar, Y Singh, RP Sharma (2008). *Azotobacter* soil amendment integrated with cow manure reduces need for NPK fertilizers in Sprouting Broccoli. *Internal Journal of vegetable Science*. 14:273-285.
- Storey, W (1941). The botany and sex relationship of the papaya. In: *Papaya Production in the Hawaiian Islands: Hawaii Agric. Exp.Sat. University of Hawaii. Boletin* 87: 5-22.
- Storey, W (1969). Papaya, In: F.D. Ferwerda and F. Wit (eds), *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Misc. Papers 4, Landbouwhogeschool, Wageningen. The Netherlands. pp. 389-407.
- Storey, W (1987). Papaya. In: F. Ferweda y F. Wit (eds.) *Genotecnia de Cultivos Tropicales Perennes*. A.G.T. Editorial. Mexico. pp. 374-392,
- Sudzuki, F (2004). *Frutales subtropicales para Chile*. Primera Edición. 59 p.
- Teixeira da Silva JA; Z Rashid; DT Nhut; D Sivakumar; A Gera; MT Souza Jr; and PF Tennant (2007). Papaya (*Carica papaya* L.) Biology and Biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. 1 (1): 47-73.
- Tibbett, M (2000). Roots, foraging and the exploitation of soil nutrient patches: The role of mycorrhizal symbiosis. *Functional Ecology* 14: 397-399.



- Tseng, TM (1991). The effect of GA₃ concentration and time of treatment on the promotion of papaya seed germination. *Guoli Taiwan Daxue Nongxueyuan Yanjiu Baogao* 31: 30-39.
- Velasco, VJ; R Ferrera-Cerrato; JJ Almaraz (2001). Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *Terra latinoamericana* 19: 241-248.
- Viggiano, JR; HD Vieira; RF Silva; EF Araújo; AP Viana (2000). Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes* 22(2):279-287.
- Wood, CB; HW Pritchard; D Amritphale (2000). Desiccation-induced dormancy in papaya (*Carica papaya* L.) seeds is alleviated by heat shock. *Seed Science Research* 10: 135- 145.



8. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de costo de vivero de papaya para 1 ha (2500 plantas)

DESCRIPCIONES			COSTOS		TOTAL
MATERIALES	CANTIDAD	UM	MN	MLC	
Semilla	100	g	5,19	180,00	185,19
Bolsas	2500	U	300,00	112,50	412,50
Materia orgánica	1250	kg	57,50	-	57,50
Suelo	1250	kg	36,50	-	36,50
Mezcla	2500	Kg	20,56	-	20,56
Medios Biológicos	2	jornadas			
Llenado de bolsas	2	jornadas	35,00	-	35,00
Acarreo de bolsas	2	jornadas	35,00	-	35,00
Riego (Mini)	1	jornadas	2,60	-	2,60
Siembra	1	jornadas	13,50	-	13,50
Riegos	3	jornadas	30,84	-	30,84
Atenciones culturales	2	jornadas	20,56	-	20,56
Atenciones fitosanitarias	5	jornadas	51,40	26,85	78,25
Atención técnica	3	jornadas	36,00	-	36,00
Fertilización	1	jornadas	10,28	1,84	12,12
Selección negativa	1	jornadas	10,28	-	10,28
Acarreo para plantación	1	jornadas	10,28	-	10,28
Total			791,84	321,19	1113,03