



**Universidad de Matanzas  
Facultad de Ciencias Agropecuarias**

# **EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA FASE DE VIVERO DEL CULTIVAR DE PAPAYO (*Carica papaya* L.) 'MARADOL ROJO' EN LAS CONDICIONES DE JAGÜEY GRANDE**



**Trabajo en opción al Título de Especialista en  
Fruticultura Tropical**

**Autor: Ing. José Manuel Santos Acosta**

**Matanzas  
2018**



UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**TITULO:** EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA FASE DE VIVERO DEL  
CULTIVAR DE PAPAYO (*Carica papaya* L.) “MARADOL ROJO” EN  
LAS CONDICIONES DE JAGÜEY GRANDE

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
FRUTICULTURA TROPICAL

**Autor:** Ing. José Manuel Santos Acosta

**Tutor:** Dr. C. Ramón Liriano González

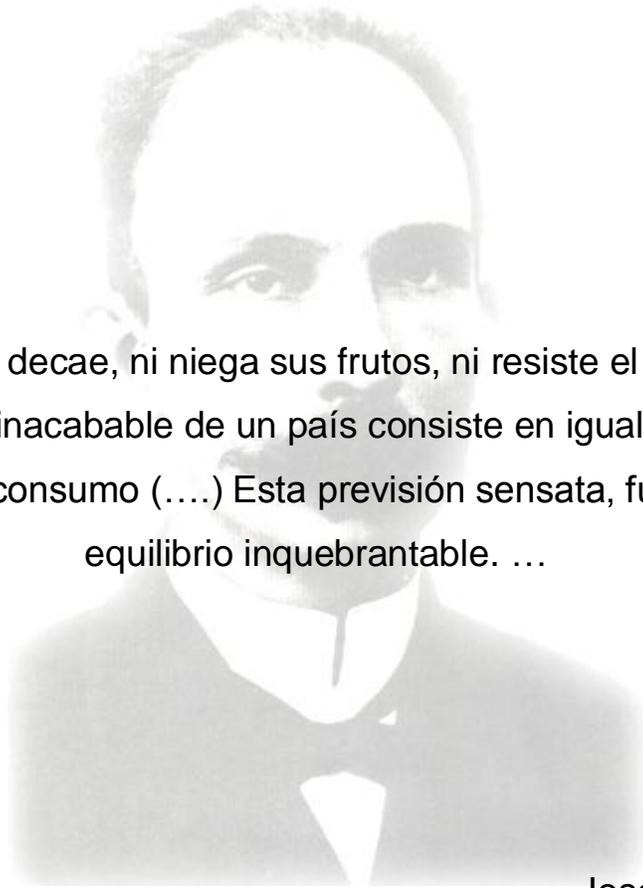
Matanzas

2018



## PENSAMIENTO

... La tierra nunca decae, ni niega sus frutos, ni resiste el arado, ni perece. La única riqueza inacabable de un país consiste en igualar su producción agrícola a su consumo (....) Esta previsión sensata, fundada en un equilibrio inquebrantable. ...



José Martí

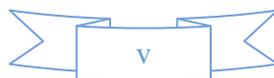
## DEDICATORIA

- A la grandiosa obra que hace más de medio siglo forjaron con su sangre y con su sacrificio los héroes y mártires de la Patria: **LA REVOLUCIÓN.**
- A mi familia.
- A mis compañeros de trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS.**

- A la Revolución que ha hecho posible mi formación académica.
- A toda mi familia por su apoyo incondicional.
- A mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González por su atención e incondicional apoyo durante la preparación, organización y elaboración de la tesis.
- Al Dr. C. Miguel Aranguren González por la disposición mostrada y colaboración durante el desarrollo del presente trabajo.
- A mis compañeros de trabajo.
- A todos los profesores que han participado en mi superación profesional.

A todos, Muchas Gracias.



## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la utilización del compost en el crecimiento y calidad de las plántulas de papayo cv 'Maradol Rojo' en la fase de vivero en las condiciones de Jagüey Grande, para lo cual se desarrolló un experimento donde se estudiaron cinco tratamientos (Suelo 100% (Testigo), Compost 100%, Compost 50% + Suelo 50%, Compost 75% + Suelo 25% y Compost 25% + Suelo 75%). El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con cinco tratamientos de tres repeticiones, 10 plantas por réplica y los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza simple, aplicando la prueba de comparación de medias de Tuckey, al nivel de significación  $p \leq 0,05$  utilizando el programa STATISTICA, Versión 6.0. Se evaluó la altura de las plántulas, diámetro del tallo, número de hojas, longitud del sistema radical, masa fresca y seca de la raíz y de la parte aérea. Los resultados obtenidos indican que la aplicación de Compost 100% y Compost 75% + Suelo 25% mostró los mejores resultados en cada una de las variables de crecimiento evaluadas en las plántulas de papayo, cultivar Maradol Rojo en la fase de vivero. Las plántulas de este cultivar cumplieron con los indicadores óptimos de crecimiento para su plantación a los 45 días de la germinación de las semillas. El tratamiento 4 (Compost 75% + Suelo 25%) mostró un beneficio económico de 852,19 \$/ha, lo que evidencia las potencialidades de su aplicación en la tecnología de vivero del papayo.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Generalidades del cultivo del papayo.....	4
2.1.1. Origen y distribución .....	4
2.1.2. Importancia alimenticia, industrial y para la salud .....	4
2.1.3. Producción mundial.....	6
2.1.4. Producción de papayo en Cuba.....	7
2.1.5. Clasificación taxonómica y descripción botánica.....	8
2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
2.1.7. Cultivares comerciales de papayo.....	10
2.1.8. Vivero.....	12
2.1.9. Agrotecnia del cultivo de papayo.....	13
2.1.10. Cosecha.....	15
2.2. Materia orgánica. Definición e importancia.....	15
2.2.1. Beneficios de la aplicación de materia orgánica.....	17
2.3. Compost. Definición y características.....	18
2.3.1. Tipos y fases del proceso de compostaje.....	21
2.3.2. Condiciones para proceso de compostaje.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Ubicación y características del área experimental.....	26
3.2. Material vegetal utilizado.....	26
3.3. Evaluación de sustratos en la calidad de las plántulas de papayo en vivero...	26
3.4. Factibilidad económica de los sustratos utilizados en la fase de vivero.....	28

3.5. Programa estadístico empleado.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Análisis de las variables del crecimiento.....	30
4.2. Análisis de la factibilidad económica de los sustratos utilizados en la fase de vivero.....	38
5. CONCLUSIONES.....	40
6. RECOMENDACIONES.....	41
7. BIBLIOGRAFÍA.....	42

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La diversificación de la producción de las empresas citrícolas ha sido una necesidad en los últimos años. Después de severas tormentas tropicales entre 2002 y 2008 (en este último año incidieron tres huracanes, Ike, Gustav y Paloma) y el impacto del HLB (Huanglongbing), la producción de cítricos en Cuba cayó de 958 600 toneladas en el 2000 a 96 800 toneladas en 2014 (ONEI, 2016). En 2015 hubo una ligera recuperación, con una producción total de 115 400 toneladas. A nivel nacional se han revitalizado entre 5 000 ha a 6 000 ha y lo ideal sería sembrar unas 10 000 ha anualmente, pero el ritmo depende del financiamiento. Cada hectárea renovada requiere alrededor de US\$ 5 000 para la compra de sistemas de riego y posturas certificadas, entre otros requisitos (Opciones, 2016).

El ritmo de crecimiento de las frutas no cítricas supera el de los cítricos; cada año se están sembrando unas 20 000 ha nacionalmente, alrededor de dos tercios en el sector no estatal (Opciones, 2016). La producción alcanzó 942 700 toneladas en el 2015, encontrándose entre las producciones más importantes la fruta bomba, además del mango, aguacate, guayaba, piña y coco (ONEI, 2016).

La papaya (*Carica papaya* L.) Les una planta de la familia de las caricáceas originaria de América Tropical, en el sur de México donde se la relacionaba con la fertilidad. Su fruto es la papaya o también denominada papayo, papayón, fruta bomba, melón de árbol, lechosa, mamón, melón papaya (Sanfeliu, 2015). Su gran adaptabilidad permite aprovechar su potencial genético y fisiológico como un cultivo alimenticio, altamente productivo (Bogantes *et al.*, 2010) y en las condiciones agroecológicas favorables (Jiménez *et al.*, 2014).

Investigaciones en el mejoramiento de este cultivo, han dado como resultado el establecimiento de una amplia variedad de cultivares con altos rendimientos, que se adaptan a diferentes localidades del trópico o con influencias del clima tropical, como es el caso de India, Filipinas, Brasil, Hawai, Colombia, Ecuador, Cuba, Portugal y Costa Rica (Arango *et al.*, 2010; Bogantes *et al.*, 2010).

En Cuba uno de los aspectos que ha contribuido a la expansión del cultivo de la frutabomba ha sido el incremento de la demanda motivada por su valor alimenticio en lo que respecta al contenido de vitaminas, el favorable efecto que tiene en la digestión y asimilación de los alimentos y en los usos alternos al consumo fresco, en lo que destaca la obtención de papaína cuyo empleo se generaliza en la clarificación de cervezas y en la medicina (Ministerio de la Agricultura, MINAG, 2001), sin embargo el rendimiento del papayo es bajo ( $19,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y los costos son altos, debido al mal manejo del cultivo producto de la no existencia de una tecnología integral que permita el incremento sostenido de los rendimientos, disminuir los costos y aumentar la eficiencia de la producción.

Su cultivo constituye una alternativa para la diversificación agrícola en las regiones de Cuba, por tal motivo, es evidente que una de las posibilidades para incrementar la producción de este cultivo es el estudio de tecnologías agroecológicas, donde la utilización de materia orgánica en la fase de vivero es de vital importancia en la obtención e incremento de la producción de plántulas de calidad de este frutal, por lo que se formuló el siguiente problema:

### **Problema**

El empleo limitado de sustratos en la fase de vivero en el cultivo del papayo reduce las posibilidades de obtención de plántulas de calidad en Jagüey Grande.

### **Hipótesis**

Si evaluamos el empleo del compost como sustrato en la fase de vivero se podrá incrementar la calidad y número de plántulas de papayo cv Maradol Rojo, en las condiciones de Jagüey Grande.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de la utilización del compost en el crecimiento y calidad de las plántulas de papayo cv ‘Maradol Rojo’ en la fase de vivero en las condiciones de Jagüey Grande.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de la utilización del compost sobre algunos índices de crecimiento en plántulas de papayo cv Maradol Rojo en la etapa de vivero.
2. Evaluar la calidad de las plántulas del cultivar de papayo “Maradol rojo” en vivero.
3. Determinar la factibilidad económica del empleo del compost como sustrato en la etapa de vivero.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1. Generalidades del cultivo del papayo.**

#### **2.1.1. Origen y distribución.**

Entre los botánicos existen diferencias en cuanto a su origen, algunos lo sitúan en el área del Caribe, otros en el Sur de México y Nicaragua y otros mencionan al Noroeste de América del Sur, en la Vertiente Oriental de los Andes, debido a que en esta última región se localizan la mayor diversidad de especies del género. De cualquier forma es una especie originaria de la zona tropical de América, posiblemente domesticada por alguna antigua civilización en esa región. Esta especie según León (1987) es considerada de origen americano, específicamente de Centroamérica, entre México y Costa Rica.

Al respecto Díaz (2012) plantea que la papaya es originaria de los bosques de México, (Centroamérica) y el Norte de Sudamérica y se cultiva en la mayoría de países de la zona intertropical.

Parra (2012) expone que en los primeros tiempos de la conquista se distribuyó rápidamente por todas las Antillas y Sudamérica. A finales del siglo XIV y a principios del XV se difundió a Filipinas, Malasia, Sur de China, Ceilán y Hawai, por navegantes españoles y portugueses. Ahora se encuentra cultivado en extensas zonas por todas las regiones tropicales y subtropicales y reciben diversos nombres de acuerdo al país productor: mamón, papaya, lechosa, melón de árbol, fruta bomba, mamao, pawpaw, entre otros.

#### **2.1.2. Importancia alimenticia, industrial y para la salud.**

El consumo de frutas es uno de los elementos principales en la sustentación del hombre desde los albores de la humanidad. Recientemente, mediante estudios científicos irrefutables se ha llegado a comprender el papel esencial de las frutas en la alimentación y en la salud humana, el cual se atribuye a su aporte en vitaminas, minerales y sustancias antioxidantes (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical [IIFT], (2009).

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

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

La papaya contiene carotenoides como licopeno,  $\beta$ -cryptoxantina y  $\beta$ -caroteno. (Rivera-Pastrana *et al.*, 2010).

Este frutal además de tener una gran cantidad de agua, contiene según Gutierrez (2013) otros elementos muy importantes para nuestra salud como la vitamina A, Vitamina C, potasio y fibra los cuales son esenciales para el buen funcionamiento de nuestro sistema inmunológico, para tener una excelente digestión y una buena absorción del hierro que se encuentra en los alimentos.

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

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

### 2.1.3. Producción mundial.

La papaya se produce en más de 60 países y su producción se concentra en naciones en vías de desarrollo. En 2010 la producción de papaya se estimó en 11,22 millones de toneladas y la tasa decrecimiento anual de su producción a nivel mundial fue del 4,35 %. Entre 2009 y 2010 el crecimiento fue del 7,26 % y si se comparan los años 2002 y 2010 el incremento fue del 34,82 %). Asia ha sido la región en donde la producción de papaya ha crecido de manera mas importante y constituyó el 52,55 % de la producción global entre el 2008 y 2010; la siguió Suramérica (con 23,09 %), África (13,16 %), Centroamérica (con 9,56 %), el Caribe (1,38 %), Norteamérica (0,14 %) y Oceanía (0,13 %) (Ver Figura 1) (FAOSTAT, 2012).

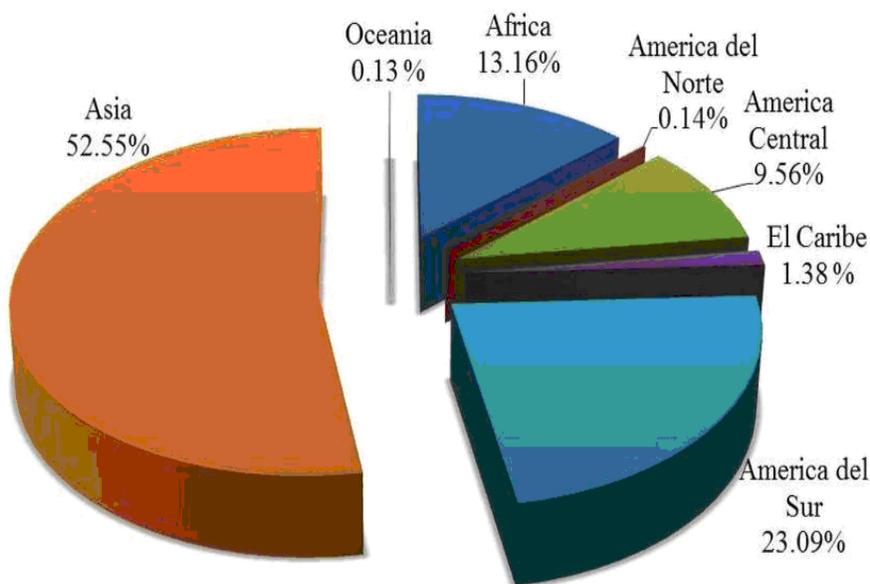


Figura 1. Producción de papaya según área geográfica. Fuente: FAOSTAT (2012)

La producción mundial de papayas fue de 12 412 000 toneladas en el año 2012. Los principales productores fueron India, Brasil e Indonesia con el 41,58 %; 12,23 % y 7,30 % del total de la producción mundial, respectivamente. Le siguen en el ranking República Dominicana, Nigeria y México (FAOSTAT, 2014).

Evans y Ballen (2015) señalan que la papaya ha venido ganando un lugar privilegiado en la demanda de los consumidores del mundo y ello se refleja en las cifras de producción. La papaya es la tercera fruta tropical más producida con 11,22 millones de toneladas, equivalente al 15,36 % del total de producción de frutas tropicales. Aun cuando el crecimiento en la oferta de papaya se debe en buena medida al incremento de la producción en la India, esta fruta se ha convertido en fuente de ingreso para miles de hogares y en fuente de divisas para países de Asia y de América Latina.

#### **2.1.4. Producción de papayo en Cuba.**

Las plantaciones de papayo se encuentran distribuidas en todas las provincias, principalmente en rotación con cultivos temporales y su producción representa más del 20 % del total de las frutas de producción nacional.

Del año 2000 al 2012 según la Oficina Nacional de Estadística e Información de la República de Cuba (ONEI) (2012) se ha incrementado apreciablemente su cultivo con un promedio anual de 6 000 ha y una producción de 114 000 toneladas lo cual ha sido posible mediante la aplicación de alternativas de manejo fitotécnico del cultivo en correspondencia con las principales problemáticas agroproductivas presentes en este frutal (observar figura 2).

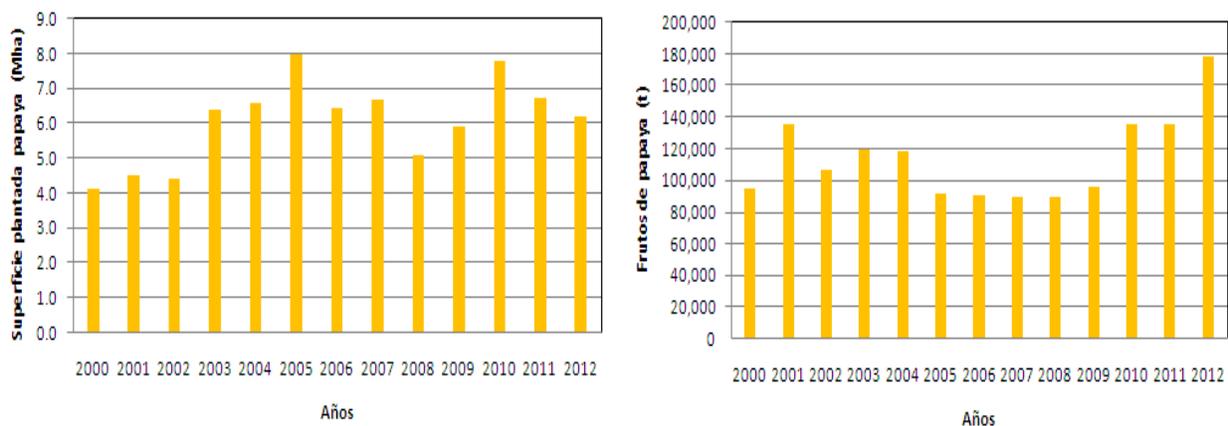


Figura 2. Superficie plantada y producción de papayo en Cuba hasta el año 2012. Fuente: ONEI (2012).

### **2.1.5. Clasificación taxonómica y descripción botánica.**

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

División: Antophyta

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Chrisopétala

Orden: Parietales

Familia: Caricaceae

Género: *Carica*

Especie: papaya

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

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

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

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

Las inflorescencias son axilares, colgantes y bracteales. Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas y se encuentran en principio tres tipos de plantas: femeninas (con flores pistiladas), hermafroditas (llamadas a veces monoicas o andromonoicas, con flores estaminadas y pistiladas en la misma inflorescencia) y masculinas o androicas (de flores sólo estaminadas) (IIFT, 2011).

Las formas sexuales en los árboles de papayo son mucho más complejas dadas las posibles combinaciones de los diferentes tipos de flores sobre un mismo árbol. Según varios investigadores se han encontrado hasta 15 diferentes manifestaciones del sexo en los árboles de papayo.

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

Alfonso (2010) afirma que la semilla está formada por un embrión pequeño, aplanado lateralmente y rodeado por el endospermo, así como de una cubierta formada por una endotesta dura y muricada y de una sarcotesta translúcida que contiene un fluido delgado mucilaginoso. Cada fruto puede producir de 300 a 800 semillas, las

cuales tiene un sabor picante y una cantidad considerable de grasa amarilla. Al respecto el IIFT (2011) declara que las semillas de frutabomba presentan diferentes tonalidades, que varían del gris al pardo negrusco. Su forma puede ser redondeada u ovoide y se encuentra encerrada en un arilo transparente conteniendo un mucílago lipoproteico ligeramente ácido. Los cotiledones son ovoides-oblongos, aplanados y de color blanco o crema.

#### **2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos.**

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

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

#### **2.1.7. Cultivares comerciales de papayo.**

De Oliveira *et al.* (2012) refieren que las variedades o cultivares de papaya se dividen en dos grandes grupos: uno de frutas grandes, mencionado por varios autores con el nombre de "Formosa" y otro de frutas pequeñas, conocido con el nombre de "Solo". El nombre "Solo" hace referencia al tamaño de la fruta que resulta adecuado para una única porción, incluye cultivares que producen fruta deseables para la exportación, con pulpa e color amarillo-rojizo, tamaño pequeño, de forma de pera u oval y de peso

comprendido entre 300 g y 650 g. Las frutas del grupo "Formosa", de forma oblonga, tienen la pulpa de color rojizo y cada una pesa entre 1000 g y 3000 g, este grupo está compuesto por híbridos comerciales.

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

En Cuba, donde la base genética de la papaya es estrecha, sustentada fundamentalmente en el cultivo de la variedad Maradol Roja, la diversificación de variedades y accesiones de papaya podría constituir una alternativa para la diversificación de la fruticultura en el país. Para lograr esto, se vienen desarrollando varios estudios sobre el comportamiento agroproductivo y fitosanitario de variedades introducidas al país (Alonso *et al.*, 2009 y Rodríguez, *et al.*, 2011).

Entre los cultivares de papaya más cultivados en nuestro país se encuentran: Maradol Roja, Maradol Amarilla, Nica III, Tainung 1, Scarlett Princess, INIVIT fb - 2000 Enana, HG/MA, HG/MR. La Maradol Roja obtenida mediante un riguroso trabajo de polinización y selección de materiales, es el principal cultivar que se propaga, variedad de maduración temprana, de frutas consistentes, con peso promedio de 1.5 kg a 2.0 kg, de forma oblonga y pulpa roja con un Brix de 11 %, muy productiva, precoz y de excelente sabor (IIFT, 2011).

Santamaría *et al.* (2009) señalan que la variedad Maradol Roja es un árbol cuya altura promedio es de 2,15 m pudiendo llegar hasta los 2,30 m. Es una planta precoz que puede iniciar la producción a los 7 meses y estabilizar la cosecha a los 8 meses. Los frutos son de maduración lenta, pulpa suave y gran consistencia, poseen piel lisa, gruesa y resistente; pueden ser cilíndricos (alargados), y redondos, de color rojo salmón en su interior al madurar y naranja brillante en su exterior cuando alcanzan la madurez fisiológica. El largo oscila entre los 22 cm y 27 cm y el diámetro entre 9 cm y 13 cm.

### **2.1.8. Vivero.**

Es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas, estos cuentan con diferentes clases de infraestructuras según su tamaño y características, (Cofupro, 2014).

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 plantas sanas y vigorosas listas para ser trasladadas al sitio definitivo. 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. Las plantas también pueden desarrollarse mediante siembra directa (Biosembríos, 2012).

Entre los factores que influyen en el crecimiento adecuado de las plantas en vivero se pueden citar las condiciones nutricionales, el clima, el sustrato o medio en que se desarrollen, la dormancia de las semillas, así como la ubicación del vivero, este último resulta de suma importancia e influye en el desarrollo de las plantas (Mendonca *et al.*, 2003).

El vivero según IIFT (2011) constituye la base fundamental para el desarrollo de una plantación de papaya, el mismo se puede realizar en bandejas o en bolsas. Las bolsas deben tener de 12,5 cm x 20,0 cm de ancho y alto respectivamente, con más de un litro de capacidad para contener aproximadamente un kg de sustrato. En un período que puede oscilar entre los 45 a 50 días, las plantas alcanzan los 12 a 20 cm, en dependencia de la temperatura ambiental. Por lo tanto, el ciclo del vivero puede variar entre los 50 y 70 días. Es importante tomar en cuenta el desarrollo radicular de las plantas para determinar el momento óptimo del trasplante, ya que la longitud de las mismas no debe sobrepasar la de la bolsa. Es preferible trasplantar plantas pequeñas y no aquellas pasadas de tamaño. Se considera que están listas cuando alcanzan de 10 cm a 12 cm de tamaño.

### **2.1.9. Agrotecnia del cultivo de papayo.**

El IIFT (2011) plantea que en las condiciones de Cuba la etapa óptima de plantación es de noviembre a febrero, la que coincide con las bajas temperaturas y la menor incidencia de plagas vectores de las enfermedades virales y recomienda el empleo de densidades entre 2 000 a 2 500 plantas por hectárea, para al final del ciclo llegar con una población cercana a 1 500 plantas y no afectar los rendimientos por el raleo de plantas enfermas.

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

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

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

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

zinc y una aplicación foliar cada tres meses de bórax a razón de 350 y 250 gramos de producto comercial en 100 litros de agua, respectivamente.

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

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

MINAG (2010) expresa que la protección fitosanitaria del papayo es considerada uno de los aspectos de mayor importancia, por lo que la plantación se debe mantener libre de plantas hospederas de áfidos y saltahojas y aplicar de forma sistemática el saneamiento en el caso de las enfermedades fungosas, mediante la eliminación de hojas y peciolas, por ser estas fuentes de inóculos.

En los tratamientos con fungicidas deben aplicarse semanalmente en los primeros tres meses y medio, alternando los mismos uno de otros (Zineb 1 g.L<sup>-1</sup>; Ridomil 1 g.L<sup>-1</sup>; Oxidloruro de Cobre 0,5 g.L<sup>-1</sup>; Mancoceb 0,8 g.L<sup>-1</sup>; Fundazol 0,5 g.L<sup>-1</sup> y después de los tres meses y medio mantener dosis Zineb 1,5 g.L<sup>-1</sup>; Maneb 1,5 g.L<sup>-1</sup>; Ridomil 1,5 g.L<sup>-1</sup>; Oxidloruro de Cobre 1,2 g.L<sup>-1</sup>; Mancoceb 1,5 g.L<sup>-1</sup> y Fundazol 1,5 g.L<sup>-1</sup>); protegiendo fundamentalmente la floración y los frutos. Las aplicaciones de insecticidas estarán en dependencia de los muestreos de campo que deben realizarse semanalmente, de acuerdo a la plaga existente, los más usados comercialmente son: Bi-58 38 % EC, Dipterex, Karate y Carbaryl que debe ser aplicado con sumo cuidado en floración.

Con la aparición de ataques de ácaros se recomienda aplicar Azufre 89 % PH en los meses con temperaturas inferiores a 25 °C. No es recomendable las aplicaciones de Parathion y Metil Parathion por el grado fitotóxico que provoca a las plantas. Con relación a los medios biológicos, trichoderma en nido, bacillus mezclados con hongos entomopatógenos a partir de la floración, debiendo alternar cada cinco días con los fungicidas en la etapa de floración- fructificación.

### **2.1.10. Cosecha.**

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

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

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

### **2.2. Materia orgánica. Definición e importancia.**

Langle (2005) define la materia orgánica del suelo como las materias muertas de origen vegetal y animal junto con los microorganismos que se encuentran alrededor de las mismas.

La materia orgánica es un indicador de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como la estructura y la disponibilidad de carbono y nitrógeno. Numerosos estudios coinciden en que la materia orgánica es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Quiroga y Funaro, 2004). La materia orgánica del

suelo, como principio y fuerza que dirige la fertilidad (Manlay, *et al.*, 2007) es el indicador universal (físico, químico y biológico) de los cambios que se producen entre los sistemas. Sin embargo desde el punto de vista productivo y de la calidad del suelo, la dinámica de la materia orgánica total aporta muy poco para el estudio de los efectos de las prácticas agronómicas a corto plazo (Tan *et al.*, 2007).

La materia orgánica del suelo está constituida por todo tipo de residuos orgánicos (vegetal o animal) que es incorporado al suelo en forma directa o mediante la aplicación de abonos orgánicos. La materia orgánica es necesaria para mejorar las características y productividad del suelo con el fin de propiciar un mejor desarrollo de los cultivos. De igual manera el abono orgánico proporciona una mejora en la fertilidad del suelo, además de un beneficio en la estructura física y biológica necesaria para que prevalezcan las condiciones idóneas para el buen crecimiento de las plantas (Wroblewska, 2012).

Njukeng *et al.* (2013) reafirman lo anterior al plantear que la materia orgánica contribuye a mantener la estructura del suelo y en mayor o menor grado a un gran número de funciones físicas, químicas y biológicas del mismo.

El proceso de descomposición de la materia orgánica ha sido ampliamente estudiado en cuanto al contenido nutrimental (Castro *et al.*, 2009), la cantidad de microorganismos existentes en el producto final (Liu *et al.*, 2011), y su relación entre la textura del suelo y abonos orgánicos (Bardy *et al.*, 2008).

Nicolas *et al.* (2012) investigaron acerca de la relación entre la aplicación de enmiendas orgánicas y su efecto en incrementar el tamaño de partícula de las fracciones de la materia orgánica en suelos áridos, y concluyeron que la aplicación externa de materia orgánica es un excelente promotor de la actividad biológica, con aumento de los contenidos de carbono orgánico y nitrógeno, así como, los contenidos de sustancias húmicas cuando aplicaron compostas con relación al tratamiento testigo.

Louisa y Taguiling (2013) señalan que la materia orgánica del suelo experimenta un proceso de mineralización y libera cantidades sustanciales de N, P y K y pequeñas cantidades de micronutrientes. Muchos de los suelos cultivados poseen un contenido

de materia orgánica que está muy por debajo de la cantidad requerida (2 %) para ser considerado un buen suelo para las labores agrícolas.

### **2.2.1. Beneficios de la aplicación de materia orgánica.**

Los beneficios de la aplicación de materia orgánica al suelo han sido reportados por varios autores:

- Aporta nutrientes minerales al suelo para el crecimiento de las plantas, cuya liberación se produce en largos periodos de tiempo. Beneficia las condiciones físicas del suelo, disminuye la compactación, favorece el desarrollo de las raíces de las plantas y la labranza del suelo (Chirila *et al.*, 2013).
- Mejoran las características de los suelos y conservan sus aptitudes agrícolas (Shu *et al.*, 2011).
- Alimenta a los microorganismos activos de la descomposición que producen antibióticos, protegen a las plantas de enfermedades y participan en la descomposición de los compuestos orgánicos hasta formar los iones  $\text{NO}^{3-}$ ,  $\text{NH}^{4+}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}^+$  antes de ser utilizados por las plantas (Bhat *et al.*, 2013).
- Fawzy *et al.* (2012) manifiestan que los microorganismos que se encuentran en el compost, realizan una importante función al descomponer las sustancias orgánicas y convertirlas en minerales, los cuales son asimilados por las plantas durante su ciclo productivo.
- Promueve una buena estructura del suelo mejorando la aireación y la capacidad de retención de humedad e incrementa la capacidad amortiguadora y de intercambio catiónico de los suelos (Adesina *et al.*, 2014).
- Activa biológicamente al suelo al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes durante su descomposición, que sirven de fuentes de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno (Dong *et al.*, 2012).

Por otra parte, Laohavisit *et al.* (2013) le atribuyeron a los abonos orgánicos otras funciones, dentro de ellas la mayor rentabilidad que proporcionan el sistema agrícola, al

reducir en gran medida las normas de riego, debido a su contribución a la mayor retención de humedad en el suelo, disminuyendo así los costos de producción.

Yadav *et al.* (2013) plantean que la productividad de los cultivos durante el primer año, luego de la fertilización orgánica en el campo, es lenta en comparación con los años subsecuentes, donde la fertilidad de los suelos aumenta en la medida que los materiales orgánicos son mineralizados.

Trinidad y Velasco (2016) señalan que el uso de abonos orgánicos estabilizados y la conservación e incremento de la materia orgánica será siempre importante en la sostenibilidad del suelo. El contenido adecuado de materia orgánica se refleja en el potencial para la producción de los cultivos.

### **2.3. Compost. Definición y Características.**

El compost ha sido utilizado por los agricultores desde hace siglos, como un modo de reutilización de los residuos orgánicos procedentes de la actividad agrícola, ganadera y doméstica, consiguiendo un aporte orgánico complementario al estiércol, a un costo aceptable, de buena calidad y fácilmente accesible (Labrador, 2008). El mismo se utiliza como fertilizante orgánico (Olivares Campos *et al.*, 2012), enmienda orgánica (Pellejero, 2013); fuente de nutrientes y como supresor de agentes patógenos para las plantas (Lazcano *et al.*, 2009).

El interés por la utilización del compost ha ido en aumento debido a la necesidad de buscar un sustrato con buenas propiedades físicas, químicas y biológicas (Fascella, 2015); al interés de reducir el uso de productos fitosanitarios de síntesis (De Corato *et al.*, 2016); al elevado volumen de subproductos con alto contenido orgánico que se genera en los procesos agrícolas, industriales y urbanos y al desarrollo de la conciencia ambiental (Barrett *et al.*, 2016).

El compostaje es una de las opciones más económicas y sostenibles para el manejo de los residuos orgánicos de la agricultura y los desperdicios del hogar (Nair *et al.*, 2006) que puede ser utilizado en los huertos caseros como un complemento para la enmienda de los suelos y la nutrición de los cultivos (Andersen *et al.*, 2011). El compost es una

fuerza de abono orgánico con alto contenido nutricional y de materia orgánica (Vázquez *et al.*, 2015).

El compostaje es un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en tierra de humus (abono orgánico) bajo el impacto de microorganismos. De tal manera que sean aseguradas las condiciones necesarias (especialmente temperatura, C/N tasa, aireación y humedad), se realiza la fermentación aeróbica de estas materias. Después del compostaje completo, el producto - la tierra humus que se llama "compost" o "abono" - es impecable desde el punto de vista de la higiene y se puede utilizar para la horticultura, agricultura, silvicultura y el mejoramiento del suelo (Röben, 2002).

Sepúlveda, *et al.* (2010) denominan compost al abono orgánico resultante de la fermentación aeróbica (en presencia de oxígeno) de una mezcla de materias primas orgánicas, bajo condiciones específicas de humedad y temperatura, cuyo producto es inocuo y libre de efectos fitotóxicos y no se reconoce su origen. Este producto está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada. Asimismo, está libre de patógenos y semillas de plantas, y puede ser aplicado al suelo mejorando sus características físicas, químicas y biológicas. Los residuos orgánicos tanto de origen animal como vegetal, pueden ser utilizados en la fabricación de compost. El proceso de compostaje comienza con la recolección de residuos vegetales y animales, su apilado, y mezcla con pequeñas cantidades de compost maduro, que contienen hongos y bacterias las que, al encontrar un medio favorable, comienzan el proceso de descomposición.

El compostaje es un proceso biológico aerobio de oxidación de materia orgánica, realizada por una sucesión dinámica de microorganismos de cuya actividad se genera calor que eleva la temperatura por arriba de los 50 °C durante varios días consecutivos. La temperatura mínima requerida para destruir microorganismos patógenos es de 50 °C (Morales *et al.*, 2009), la *Salmonella typhi*, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* son destruidos a 55 °C en una hora y los huevos de *Ascaris lumbricoides* a 50 °C también en una hora, estos últimos considerados como uno de los parásitos más resistentes al calor.

La acción de hongos y bacterias degradan moléculas hidrocarbonadas de la materia orgánica para formar materiales húmicos supramoleculares (Mylavarapu y Zinati, 2009). Los ácidos húmicos y fúlvicos están estructurados con grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, cuyas interacciones con la parte mineral del suelo originan la aglutinación de las arcillas para formar microagregados limosos, mejoran la aireación y la capacidad de retención de agua y parte del carbono en la biomasa del suelo (Cruz-Crespo *et al.*, 2013).

El compostaje puede utilizarse ya sea como acondicionador de suelos, como componente base para la elaboración de materiales orgánicos especializados o bien para mejorar la calidad del suelo agrícola (Carmona *et al.*, 2012).

La producción de composta a partir de residuos agroindustriales según Hernández *et al.* (2016) es una alternativa potencial para generar materia orgánica estabilizada que permita mantener e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y aumentar su fertilidad.

Los métodos más utilizados para el compostaje de la fracción orgánica de los residuos son: hileras o pilas con volteo periódico, pilas estáticas aireadas y reactores cerrados, los cuales difieren principalmente en el método utilizado para airear el sistema (Estévez *et al.*, 2009; Mendoza *et al.*, 2011).

El compostaje consiste en un proceso biológico aeróbico, donde los microorganismos actúan sobre materiales biodegradables (restos de cosecha, excrementos de animales, residuos urbanos, entre otros) para obtener sustratos útiles en la agricultura. El compost es el resultado de esta transformación, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y pH, básicamente; aplicado al suelo le aporta nutrientes, mejora su estructura, ayuda a reducir la erosión y densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, así como incrementa la capacidad de retención de agua (Hultman *et al.*, 2008). De igual manera, mejora la absorción de agua y nutrientes por las plantas, incrementa la actividad biológica del suelo, ya que actúa como soporte y alimento de los microorganismos, lo que conduce a la mineralización de la materia orgánica (Civeira, 2010; Shu-ying *et al.*, 2011).

### **2.3.1. Tipos y fases del proceso de compostaje.**

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura (Varnero *et al.*, 2011):

1. Mesofílico: La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

Navarro y Navarro (2014) señalan que los microorganismos aerobios (bacterias, actinomicetos y hongos mesófilos) de los residuos en presencia de agua y oxígeno, comienzan a descomponer los compuestos orgánicos fácilmente degradables como carbohidratos, azúcares, lípidos, aminoácidos. Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos la temperatura aumenta rápidamente hasta 40 °C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5,5 – 6,0 debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácido pirúvico y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesolíticos más tolerantes las variaciones de pH y humedad.

2. Termofílico: Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporogénicas y los actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

Conforme aumenta la actividad microbiana la temperatura asciende, llegando a superar los 60 °C. Las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos permanecen en estado de latencia mientras que las bacterias y actinomicetos termofílicos encuentran su óptimo, generando incluso más calor que los mesofílicos. La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior provoca el incremento de pH de 5,5 a 7,5, donde permanecerá casi constante hasta el final del proceso. El color del compost se pone más oscuro paulatinamente y el olor original se comienza a sustituir por olor a tierra. Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo debido a las altas temperaturas (Navarro y Navarro, 2014).

3. De enfriamiento: Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que re invaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

Navarro y Navarro (2014) indican que en esta fase la temperatura comienza a disminuir como consecuencia de la escases de nutrientes y energía y los microorganismos mesófilos recolonizan el material. Estos dominarán el proceso hasta que toda la energía sea utilizada.

4. De maduración: Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante el cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización para la formación del humus.

La temperatura y el pH se estabilizan. Si el pH es ácido nos indica que el compost no está aún maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación de ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los macroorganismo tales como nematodos, escarabajos, lombrices, etc; incrementan su actividad desempeñando la función de remover, escavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales incrementando el área superficial se estos para permitir el acceso de los microorganismos (Navarro y Navarro, 2014).

Elías *et al.* (2012) señalan que el proceso está formado por dos fases consecutivas: descomposición y maduración. En la primera, diferentes poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos, descomponen los constituyentes de la materia orgánica. En la etapa de maduración tienen lugar procesos de biopolimerización, para formar moléculas complejas y estables.

### **2.3.2. Condiciones para proceso de compostaje.**

El hecho que prácticamente todos los residuos orgánicos composten si se dan unas mínimas condiciones de composición, porosidad y humedad, hace que se considere

una práctica simple y sin complicaciones tecnológicas. Esta aparente simplicidad esconde en realidad un proceso complejo, en el cual intervienen multitud de factores, y no puede considerarse bien realizado si no se obtiene finalmente un producto estable y beneficioso para suelos y cultivos (Elías *et al.*, 2012).

Las variables que controlan el proceso de compostaje pueden clasificarse en tres grupos: físicas, químicas y biológicas. Entre las propiedades físicas podemos destacar la temperatura, humedad y el tamaño de la partícula que condicionará entre otros aspectos la porosidad y el espacio de aire libre en el seno de la matriz del compost. Entre las químicas la relación C:N, que según De Mendonca *et al.* (2017) se debe ajustar a valores óptimos que favorezcan la actividad biológica y se reduzcan las pérdidas de nitrógeno por emisiones, el pH y la disponibilidad de oxígeno. Entre las biológicas los dos factores más importantes son la presencia de microorganismos capaces de realizar el proceso de compostaje y la biodegradabilidad de los residuos. El valor de estas variables dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, del tipo de residuo compostado y del sistema de operación empleado para realizar el compostaje (Moreno *et al.*, 2015).

Pascon *et al.* (2011) manifiestan que los principales microorganismos que participan en el proceso de compostaje son bacterias, hongos y actinomicetes, los que producen enzimas extracelulares tales como amilasas, lipasas, celulasas, lacasas y proteasas que en pequeñas cantidades promueven la actividad bioquímica relacionada con la descomposición de la materia orgánica.

Los factores a considerar en el proceso de composteo según afirma el Instituto de Suelos (2008) son: el tamaño de partículas, demasiado fino puede afectar la presencia de oxígeno y cambiar el tipo de fermentación y recomienda de 1 a 5 cm de tamaño óptimo; la relación C/N debe ser de 25 a 35 partes de carbono por una de nitrógeno, lo cual se logra combinando materiales, ejemplo: 60 % de estiércol y 40 % de residuos vegetales; la humedad debe estar entre 60 % y 65 %, poca humedad inhibe el proceso fermentativo, demasiada afecta la presencia de oxígeno y la aireación. Si en su preparación se utilizan estiércoles el compost tendrá un contenido mayor de humus,

nitrógeno, baja relación C/N y será más friable, si se usan mayor proporción de especies gramíneas o turbas el compost tendrá bajo contenido de N, alta relación C/N y será más bajo en otros nutrientes.

En tal sentido Sepúlveda *et al.* (2010) manifiestan que los factores a tener en cuenta para un proceso eficiente de composteo son: el tamaño de las partículas de las materias primas, la humedad, pH, relación C:N y aireación de la mezcla, a su vez recomiendan que los trozos vegetales sean pequeños, de forma, de facilitar su descomposición, lo que reduce la duración del proceso. Sin embargo estos trozos vegetales no deben ser tan pequeños como para que puedan compactarse. La humedad óptima está entre 45 % y 60 % (húmedo, pero no en exceso). El pH neutro facilita la acción de los microorganismos que descomponen la materia orgánica. La relación C: N de la mezcla de materias primas, idealmente debería estar entre 30 y 35.

La acción descomponedora de los microorganismos se inicia a temperatura ambiente, la que aumenta en la medida que se incrementa dicha actividad, y luego disminuye cuando el oxígeno se hace limitante. Con nuevos volteos se incorpora oxígeno a la pila, elevándose la temperatura nuevamente, debido al incremento de la actividad microbiana. La pila de compost debe mantenerse húmeda y aireada para favorecer la descomposición aeróbica, hasta obtener una mezcla homogénea con olor a tierra húmeda. Cuando la temperatura del centro de la pila vuelve a valores cercanos a la temperatura ambiente (sin elevarse a pesar de realizar volteos), y no es posible distinguir las materias primas originales, se puede asumir que el compost está terminado (Sepúlveda *et al.*, 2010).

Los desechos agropecuarios transformados en sustratos orgánicos, mediante técnicas como el compostaje o vermicompost, poseen propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten el crecimiento de los cultivos (Durán y Henríquez, 2010; Mendoza *et al.*, 2011).

En los materiales orgánicos, las propiedades físicas son difíciles de corregir después de establecer un cultivo, por lo que se deben crear desde el inicio las condiciones más apropiadas para la planta (Richmond, 2010; López y López, 2012). Para cumplir con el

suministro de agua y aire, los sustratos orgánicos deben poseer una porosidad mayor a 85 % y capacidad de retención de agua, unido a un drenaje rápido y una aireación entre 10 y 30 % (Park *et al.*, 2011).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

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

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

Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo Típico con rocosidad y profundidad entre mediana y alta según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999) y catalogados como Ferralsol Rhodic y Nitisol Rhodic en correlación con el “World Reference Base” (Hernández *et al.*, 2004).

#### **3.2. Material vegetal utilizado.**

El material vegetal utilizado fue semilla botánica del cultivar de papayo “Maradol Rojo” (*Carica papaya* L.), suministrada por la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Varias Matanzas, con un 97 % de germinación y un 95 % de pureza física.

#### **3.3. Evaluación de sustratos en la calidad de las plántulas de papayo en vivero.**

Las semillas fueron sembradas en bolsas de polietileno de 14 cm x 18 cm, colocando tres semillas por bolsa, en abril del 2017. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con cinco tratamientos de tres repeticiones, 10 plantas por réplica.

Tratamientos:

1. Suelo 100% (Testigo)
2. Compost 100%
3. Compost 50% + Suelo 50%
4. Compost 75% + Suelo 25%

## 5. Compost 25% + Suelo 75%

El compost utilizado fue elaborado sobre la base de un 45% de residuos de cítricos de la industria, 25 % de estiércol vacuno y 30 % de cachaza.

En el Laboratorio Provincial de Suelo, se realizó una caracterización química del material inorgánico (suelo) y del compost (abono orgánico) utilizados para los sustratos. La caracterización química del material inorgánico (suelo) se presenta en la tabla 1 y constó de las siguientes determinaciones:

- pH en agua por el método potenciométrico, con una relación suelo – agua 1: 2,5.
- Materia orgánica por el método de Walkley – Black (combustión húmeda).
- Fósforo asimilable por el método de Oniani.
- Determinación de potasio (K) por fotometría de llama.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo.

Componente	pH	M.O. (%)	P mg/100g	K mg/100g
Suelo	6,9	4,5	12,67	18,32

La caracterización química del compost se muestra en la tabla 2 y constó de los siguientes análisis:

- pH en agua por el método potenciométrico.
- Materia orgánica por el método de Walkley – Black (combustión húmeda).
- Determinación de elementos totales N, P, K, Ca, Mg y Na.
  - N y P (Método Colorimétrico).
  - Ca y Mg (Método volumétrico con EDTA).
  - K y Na (Fotometría de llama).

Tabla 2. Resultados del análisis del abono orgánico (compost)

Componente	pH	M.O. (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)
Compost	6,1	43,75	3,81	0,19	5,12	1,30	0,033

Posterior a la germinación (15 días) se eliminaron las plántulas de manera tal que en cada bolsa quedara dos y la más vigorosa se marcó para realizar las evaluaciones. El riego se realizó con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana y el control fitosanitario se realizó conforme las recomendaciones para las aplicaciones de productos en el cultivo (IIFT, 2011).

A los 45 días después de germinada la semilla se evaluaron las siguientes variables de crecimiento de las plántulas:

- Altura de la plántula (cm). Se midieron las plántulas desde el cuello de la raíz hasta la parte apical con una regla milimetrada.
- Diámetro del tallo (mm). Se midieron las plántulas por su parte media, con un pie de rey.
- Número de hojas. Por conteo directo.
- Longitud del sistema radical (cm). Se utilizó una regla milimetrada.
- Masa fresca de la raíz y de la parte aérea (g). Se utilizó una balanza analítica.
- Masa seca de la raíz y de la parte aérea (g). Las muestras se colocaron a 60 °C en estufa hasta alcanzar peso constante. El pesaje se realizó con una balanza analítica.

### **3.4. Factibilidad económica de los sustratos utilizados en la fase de vivero.**

La valoración económica de los resultados para la etapa de vivero se realizó según los siguientes indicadores:

- Valor de venta (\$/ha): según el precio de venta de las plántulas, multiplicado por el número de plántulas a producir para una hectárea de producción.
- Costo de producción (\$/ha): según los gastos incurridos para la producción de las plántulas necesarias para cubrir una hectárea de producción.
- Beneficio (\$/ha): según la ganancia neta obtenida de acuerdo a la diferencia entre el valor de venta de las plántulas y los costos de producción.

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

- Precio de venta de una plántula de papaya.....\$ 1,00
- Precio de venta del compost.....\$ 39,75 (t)

Los resultados de los indicadores económicos se determinaron en los mejores tratamientos sobre la base del beneficio obtenido.

### **3.5. Programa estadístico empleado**

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA, Versión 6.0, StatSoft, Inc. (2003). Se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianza con la prueba de Cochran C., Hartley y Bartlett y los datos que no cumplieran con esta condición fueron transformados con la función correspondiente.

Para los datos obtenidos en la fase de vivero se realizó un análisis de varianza, de clasificación simple, aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey, al nivel de significación  $p \leq 0,05$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Análisis de las variables del crecimiento.

La altura de la plántula (tabla 3) mostró una respuesta positiva a la aplicación del compost como componente del sustrato de las bolsas, donde el T2 (Compost 100%) alcanzó la mayor altura con 13,49 cm, el cual difiere del resto de los tratamientos. El control (Suelo 100%) presenta la menor altura y difiere de los tratamientos en que se utilizó el compost como componente del sustrato de las bolsas.

Tabla 3. Altura de la plántula (cm).

Variable a evaluar	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Altura de la plántula	4,14 <sup>e</sup>	13,49 <sup>a</sup>	10,78 <sup>c</sup>	11,88 <sup>b</sup>	8,28 <sup>d</sup>
Ex	0,25				

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Suelo 100%, T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25% + Compost 25% + Suelo 75%.

La altura alcanzada por las plantas pudo estar asociada al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los sustratos estudiados las cuales se vieron favorecidas con la aplicación del compost. Al respecto Durán y Henríquez (2010) y Mendoza *et al.* (2011) coinciden en plantear que los desechos agropecuarios transformados en sustratos orgánicos, mediante técnicas como el compostaje o vermicompost, poseen propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten el crecimiento de los cultivos.

Álvarez *et al.* (2007) afirman que los fertilizantes orgánicos son suplementos nutricionales que favorecen el crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas, a través de la disponibilidad de altos niveles de nutrientes en el suelo que no son fácilmente asimilables por la planta en condiciones de fertilidad natural.

De Grazia *et al.* (2007) exponen que el uso de materiales compostados promueve el crecimiento de las plántulas por el suministro de micro y macronutrientes.

Los valores en altura alcanzados en los tratamientos en que se aplicó un mayor volumen de compost (T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25%) se corresponden con los reportados por IIFT (2011) al considerar que las plántulas de papaya están listas cuando alcanzan de 10 cm a 12 cm de tamaño.

El diámetro del tallo es un indicador importante del vigor de la plántula ya que muestra la fortaleza y resistencia que la misma puede tener al ser sometida a condiciones de campo, garantiza la supervivencia y el comportamiento favorable de las plántulas durante su establecimiento en las condiciones de producción, de aquí la importancia de su evaluación cuyos resultados se ilustran en la figura 3 en la que las plántulas del tratamiento control manifestaron un menor grosor del tallo con 2,05 mm el cual difiere de manera significativa del resto de los tratamientos. Los tratamientos en los que se aplicó un mayor volumen de compost (T2: Compost 100% y T4: Compost 75% + Suelo 25%) presentan los mayores valores con 4,10 mm y 3,94 mm de diámetro respectivamente y no difieren entre sí.

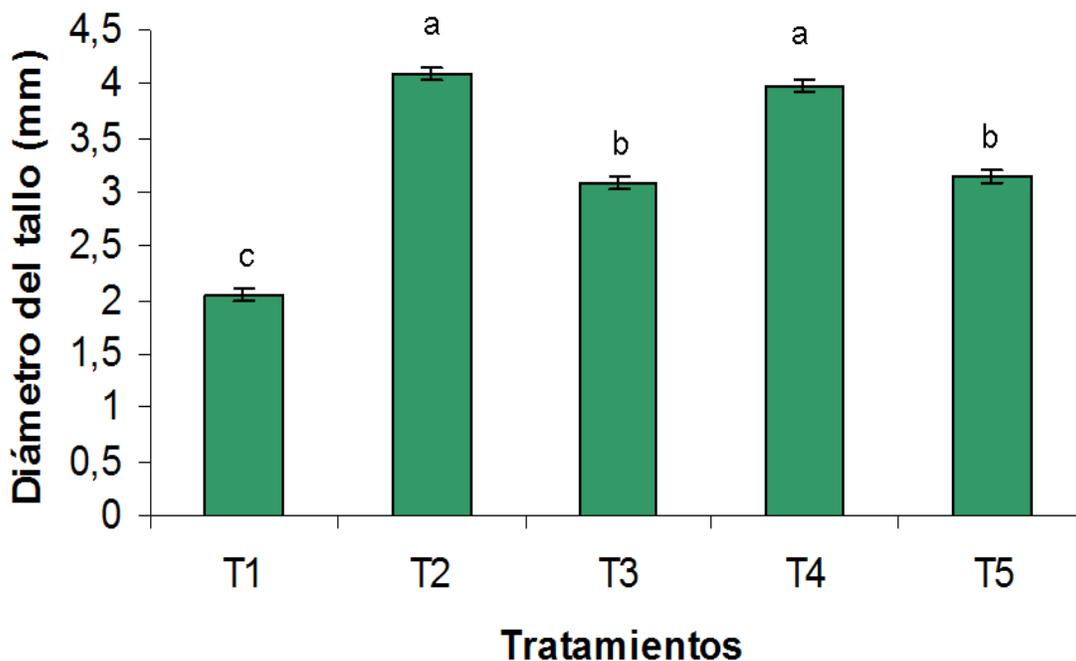


Figura 3. Diámetro del tallo (mm).

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Suelo 100%, T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25% + Compost 25% + Suelo 75%.

Los resultados de esta variable consideramos que están relacionados con la composición del material orgánico evaluado (compost). Los componentes de los abonos orgánicos son fundamentalmente sustancias húmicas, de las cuales se conocen sus efectos y participación en los distintos procesos fisiológicos-bioquímicos en las plantas, con intervención positiva en la respiración y velocidad de las reacciones enzimáticas del Ciclo de Krebs, lo cual propicia una mayor producción de ATP, así como también en efectos selectivos sobre la síntesis proteica y aumento de la actividad de diversas enzimas (Nardi *et al.*, 2002).

Del Vallín Gladys, *et al.* (2008) obtuvo resultados similares al evaluar el diámetro de las plántulas en un estudio sobre la producción de papayo en vivero en diferentes condiciones edafoclimáticas.

El número de hojas por plántulas es una variable de gran importancia puesto que las plántulas saldrán con mayor superficie foliar para realizar la fotosíntesis, por lo que tienen más capacidad de supervivencia en el campo. Al analizar este parámetro se aprecia que existe diferencia significativa entre tratamientos (observar tabla 4), donde el tratamiento 2 presenta el mayor número con 9,33 hojas, el cual no difiere de manera significativa del tratamiento 4, pero si del resto de los tratamientos.

Tabla 4. Número de hojas.

Variable a evaluar	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Número de hojas.	6,23 <sup>d</sup>	9,33 <sup>a</sup>	8,6 <sup>b</sup>	9,23 <sup>a</sup>	6,93 <sup>c</sup>
Ex	0,13				

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Suelo 100%, T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25% + Compost 25% + Suelo 75%.

Costa *et al.* (2003) al emplear el suelo solo como sustrato en la producción de plántulas de papaya del cultivar Sunrise Solo, obtuvo los valores más bajos en el número de hojas, en comparación con sustratos orgánicos a base de estiércol y humus, resultados similares fueron reportados por Fernández *et al.* (2004) al utilizar abonos órgano minerales y Tornet (2007) al evaluar suelo ferralítico rojo solo y mezclado con compost a base de residuos de cítricos en la producción de plántulas de los cultivares Maradol Rojo y Sunrise Solo.

En la figura 4 se muestra el comportamiento de la longitud de la raíz donde el tratamiento 2 con 26,06 cm manifestó el mayor valor, el cual difiere de los tratamientos 1, 3 y 5 pero no del tratamiento 4 que alcanzó 25,42 cm de longitud.

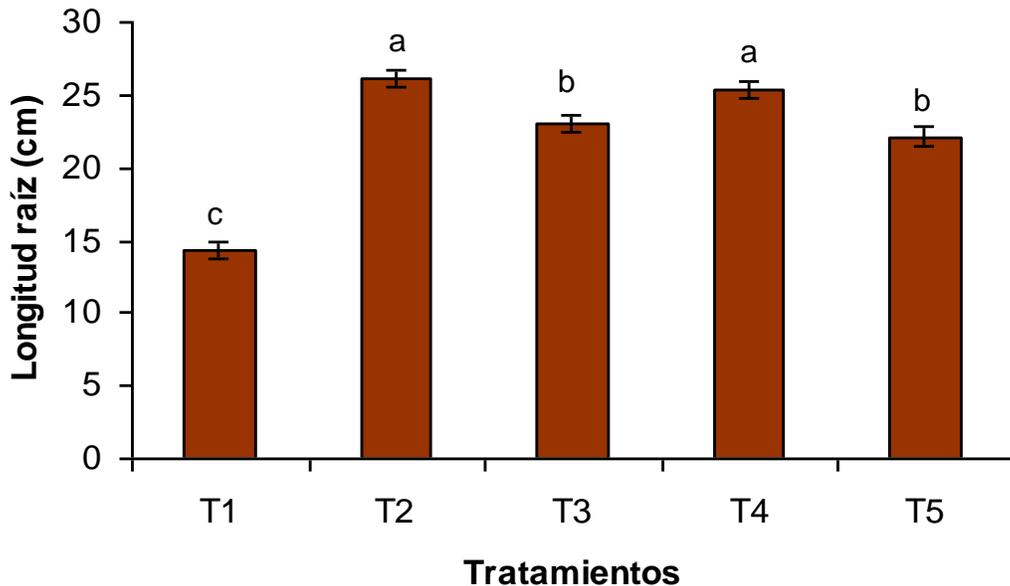


Figura 4. Longitud del sistema radical (cm).

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Suelo 100%, T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25% + Compost 25% + Suelo 75%.

De gran importancia para el establecimiento de la plántula y su posterior crecimiento, es la relación que debe existir entre el sistema radical y foliar, de tal forma que el desarrollo radical que se presenta en la raíz, sea capaz de absorber el agua y los nutrientes necesarios para el desarrollo de la misma.

Los valores alcanzados están relacionados con el incremento en volumen del compost y el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los sustratos evaluados. Nieto-Garibay *et al.* (2002) plantean que la composta mejora la capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana. Además, contienen sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC),

tienen alto contenido de ácidos húmicos, y aumentan la capacidad de retención de humedad y porosidad, facilitando la aireación y el drenaje (Rodríguez *et al.*, 2008)

Desde el punto de vista químico, el compost ofrece grandes beneficios debido a que tiene una capacidad de intercambio catiónico mayor que cualquier arcilla; suministra nitrógeno, fósforo, potasio; aporta oligoelementos tales como hierro, manganeso, zinc, boro, molibdeno y cobre (Torres *et al.*, 2005).

Otros autores reportan el efecto de diferentes fuentes de materia orgánica en el desarrollo de las raíces de las plantas. Aycachi *et al.* (2007) señalan que la aplicación de humus de lombriz favorece un buen desarrollo de las raíces de las plantas, mejorando la absorción radicular de los elementos nutritivos.

En la tabla 5 puede observarse un incremento de la masa fresca de la raíz (g) y de la parte aérea (g) con el incremento en volumen del compost, que resulta superior en el tratamiento 2 (Compost 100%) con 0,55 g y 2,15 g el cual no difiere del tratamiento 4 (Compost 75% + Suelo 25%) pero sí del resto de los tratamientos, pudiendo estar dado este comportamiento por un mayor grado de hidratación de los tejidos o por una mayor producción de biomasa, producto del balance entre la fotosíntesis y la respiración, en tal sentido Vázquez y Torres (1995) plantean que el crecimiento es un cambio cuantitativo que incluye aumentos en la longitud y masa seca, incrementos estos que pueden deberse a la acción de las sustancias de crecimiento y en última instancia al balance entre la fotosíntesis y la respiración de la planta.

Tabla 5. Comportamiento de la masa fresca de la raíz y de la parte aérea (g).

Tratamientos	Masa fresca de la raíz (g).	Masa fresca de la parte aérea (g).
1	0,09 <sup>c</sup>	0,30 <sup>d</sup>
2	0,55 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>
3	0,44 <sup>b</sup>	1,63 <sup>b</sup>
4	0,51 <sup>a</sup>	1,97 <sup>a</sup>
5	0,37 <sup>b</sup>	1,14 <sup>c</sup>
Ex	0,03	0,09

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Suelo 100%, T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25% + Compost 25% + Suelo 75%.

Pérez *et al.* (2000) plantean que el uso de productos biológicos aumenta el peso fresco de las plantas, pues se incrementa la producción de fotosintatos.

El comportamiento de la masa seca de la raíz (g) y de la parte aérea (g) se presenta en el tabla 6, donde al igual que la masa fresca el tratamiento 2 (Compost 100%) con 0,19 g y 0,34 g presenta los mayores valores de masa seca y no difiere del tratamiento 3 (Compost 50% + Suelo 50%) y 4 (Compost 75% + Suelo 25%) pero si del resto de los tratamientos.

Tabla 6. Comportamiento de la masa seca de la raíz y de la parte aérea (g).

Tratamientos	Masa seca de la raíz (g).	Masa seca de la parte aérea (g).
1	0,06 <sup>c</sup>	0,08 <sup>c</sup>
2	0,19 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>
3	0,17 <sup>ab</sup>	0,29 <sup>a</sup>
4	0,18 <sup>ab</sup>	0,32 <sup>a</sup>
5	0,14 <sup>b</sup>	0,21 <sup>b</sup>
Ex	0,01	0,02

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Suelo 100%, T2: Compost 100%, T3: Compost 50% + Suelo 50%, T4: Compost 75% + Suelo 25% + Compost 25% + Suelo 75%.

El análisis del peso seco de las plantas y sus órganos durante el desarrollo del vegetal, es indispensable para medir el índice de eficiencia en el crecimiento (Beadle, 1988). Esto brinda información más precisa de la eficiencia con que las plantas acumulan y traslocan elementos fotosintetizados, para lograr evaluar diferentes componentes como número de hojas, altura, grosor del tallo, etc.

Santos *et al.* (2010) señalan que la producción de masa seca total es el resultado de la eficiencia del follaje en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento, proceso regido por factores internos de la planta, como el comportamiento de la fotosíntesis y la respiración. A su vez la eficiencia de acumulación de materia seca como producto de sus procesos metabólicos según Casierra *et al.* (2007) puede explicarse a través de las mediciones de peso seco.

Los resultados obtenidos en este estudio, indican que la utilización de compost como componente del sustrato, incrementó de manera significativa cada una de las variables de crecimiento de las plántulas de papaya en vivero, lo cual consideramos que se deba

a que los fertilizantes orgánicos además de ser una fuente completa de nutrientes para las plantas, aportan materia orgánica al sustrato, que representa una mejora en las propiedades físicas, químicas y biológicas; concordando con Calderón y Giraldo (2005) quienes plantean que el uso de fertilizantes orgánicos, incrementan a través del aumento de los niveles de nutrientes minerales disponibles para la planta, los niveles endógenos de giberelina, auxina y citocinina, lo cual genera cambios en los procesos fisiológicos gobernados por estas fitohormonas; las mismas que repercuten en una mayor floración, fructificación, tuberización y rebrote de hojas principalmente.

En tal sentido Nicholls y Altieri (2006) manifiestan que los abonos orgánicos, promueven el incremento de la materia orgánica del suelo, la actividad microbiana y una liberación gradual de nutrientes a la planta, para una nutrición mineral más balanceada.

Fawzy *et al.* (2012) afirman que la aplicación de abonos orgánicos es una de las alternativas promisorias actuales para recuperar la fertilidad del suelo, ya que los microorganismos que se encuentran en el compost, realizan una importante función al descomponer las sustancias orgánicas y convertirlas en minerales, los cuales son asimilados por las plantas durante su ciclo productivo.

Dastgheibifard *et al.* (2014) señalan que se ha comprobado a través de numerosas prácticas agrícolas que la aplicación de productos orgánicos compostados solo, o en combinación con fertilizantes químicos, mejora las propiedades físicas del suelo, formando agregados y confiriendo estabilidad estructural al mismo; también favorece la penetración del agua y su retención, lo cual disminuye la erosión y estimula el crecimiento de las plantas en un sistema ecológico equilibrado.

#### **4.2. Análisis de la factibilidad económica de los sustratos utilizados en la fase de vivero.**

El análisis de la factibilidad económica de la incorporación de compost en la producción de plántulas en el cultivo del papayo, se muestra en la tabla 7, observándose la obtención de beneficios en los tratamientos 2, 3 y 4.

Tabla 7. Valoración económica de los resultados obtenidos en la producción de postura de papayo a los 45 días.

Tratamientos	Indicadores Económicos.		
	Valor de venta (\$/ha)	Costo de producción (\$/ha)	Beneficio (\$/ha)
Suelo 100% (Testigo)	0	1 008,00	- 1 008,00
Compost 100%	2 100,00	1 047,75	1 052,25
Compost 50% + Suelo 50%	1 050,00	1 027,87	22,13
Compost 75% + Suelo 25%	1 890,00	1 037,81	852,19
Compost 25% + Suelo 75%	750,00	1 017,93	- 267,93

El testigo (Suelo 100 %) y el tratamiento 5 (Compost 25 % + Suelo 75 %) muestran saldos negativos con - 1 008,00 \$/ha y - 267,93 \$/ha respectivamente, lo cual es dado por el no cumplimiento de los parámetros de calidad de la plántula para su establecimiento en el área de plantación.

En sentido general, los resultados económicos obtenidos, están dados por el incremento de las variables de crecimiento evaluadas, a partir del incremento en volumen de compost en el sustrato, producto orgánico con bajo costos de producción, el cual no contamina el medio ambiente y nos permite obtener plántulas de papaya de mayor calidad, lo que resulta de gran importancia para la propagación de este cultivo.

En tal sentido Moral *et al.* (2009) señala que uno de los métodos más utilizados para la adecuación de los residuos orgánicos con fines agrícolas es el compostaje, destacando dicho proceso tanto desde el punto de vista ecológico como económico (Bernal *et al.*, 2009). Por otra parte, los costos de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos por hectárea son menores en comparación con los productos minerales de síntesis (Rai *et al.*, 2014).

## **5. CONCLUSIONES**

1. La aplicación de Compost 100% y Compost 75% + Suelo 25% mostró los mejores resultados de las variables de crecimiento en las plántulas de papayo, cultivar Maradol Rojo en la fase de vivero.
2. Las plántulas de este cultivar cumplieron con los indicadores óptimos de crecimiento para su plantación a los 45 días de la germinación de las semillas.
3. El tratamiento 4 (Compost 75% + Suelo 25%) mostró un beneficio económico de 852,19 \$/ha, lo que evidencia las potencialidades de su aplicación en la tecnología de vivero del papayo.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. El empleo del sustrato Compost 75% + Suelo 25%, en la tecnología de vivero del papayo para el cultivar Maradol Rojo en las condiciones de Jagüey Grande.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

Adesina, J. M.; Sanni, K. O.; Afolabi, L. A. and Eleduma, A. F. 2014. Effect of Variable Rate of Poultry Manure on the Growth and Yield of Pepper (*Capsicum annum. L*) in South Western Nigeria. *Academia Arena*. 6(1): 9-13.

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

Alonso, M.; Tornet, Y.; Ramos, R.; Farrés, E. y Rodríguez, D. 2009. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense*. 33(2): 267-274.

Andersen, J. K.; Boldrin, A.; Christensen, T. H. and Scheutz, C. 2011. Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic waste. *Waste Management* 319–10: 1934-1942.

Arango, L.; Roman, C.; Salamanca, C.; Almanza, E.; Bernal, J.; León, G. y Bilbao, P. 2010. El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia. *Technical Assistance Manual*. CORPOICA. Colombia. 100 p.

Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

Aycachi, R.; Chafloque, A. M. y Paz Acuña, C. 2007. Lombricultura. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento Académico de Microbiología y Parasitología. Lambayeque. 46 p.

Bardy, M.; Fritsch, E.; Derenne, S.; Allardb, T.; Do Nascimento, N. R. and Bueno, G. T. 2008. Micromorphology and spectroscopic characteristics of organic matter in waterlogged podzols of the upper Amazon basin. *Geoderma* 145: 222–230.

Barrett, G. E.; Alexander, P. D.; Robinson, J. S. y Bragg, N. C. 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems. *Scientia Horticulturae*. 212: 220 – 234.

Beadle, C. F. 1988. Análisis del crecimiento vegetal. En: Coombs, J.; Hall, D. O.; Long, S. y Scurlock J. M. Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. p. 9 - 21.

Bernal, M. P.; Albuquerque, J. A. and Moral, R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology* 100: 5444-5453.

Bhat, N.; Albaho, M.; Suleiman, M.; Preetha, B. T. and Ali, S. I. 2013. Growing Substrate Composition Influences Growth, Productivity and Quality of Organic Vegetables. *Asian Journal of Agricultural Sciences*. 5(4): 62-66.

Biosembrios. 2012. Manejo del cultivo de papaya [en línea]. Disponible en: <http://www.biosembrios.com>. [Consulta: marzo, 11 2017].

Bogantes, A.; Mora, E.; Umaña, G. y Loria, C. 2010. Guía para la producción de papaya en Costa Rica [en línea]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00321.pdf>. [Consulta: marzo, 15 2017].

Calderon, S. y Giraldo, A. 2005. Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de gallinaza a niveles constantes de N.P.K. en la zona cafetera de Fresno Tolima. *Agronomía Colombiana*. 14(2) 23-32.

Carmona, E.; Moreno, M. T.; Avilés, M. and Ordovás, J. 2012. Use of grape marc compost as substrate for vegetable seedlings. *Sci. Hort.* 137: 69-74.

Casierra, F.; Cardozo, M. C. y Cárdenas, J. F. 2007. Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. *Agronomía Colombiana*. 25(2): 299-305.

Castro, A.; Henríquez, C. y Bertsch, F. 2009. Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense*. 33(1) :31-43.

Chirila, E.; Lupascu, N. and Raicu, S. 2013. Preliminary studies on some waste vegetable contribution to the soil fertility. *Ovidius University Annals of Chemistry*. 24(2): 127-130.

Civeira, G. 2010. Efecto de la Aplicación de Compost de Residuos Sólidos Municipales sobre las Propiedades de los Suelos y el Establecimiento de Plantas en Ambientes Peri-Urbanos. *Chilean J. Agric. Res.* 70(3): 446 - 453.

Cofupro. 2014. Producción de planta de papaya en vivero o bioespacio, en viveros con tubetes de polietileno y manejo de sustratos [en línea]. Disponible en: <http://www.cultivopapaya.org>. [Consulta: Junio, 20 2017].

Costa, O. S. J.; Costa, L. A.; Caldino, F. E.; Oliveira, S. P.; Loureiro, M. J. y Firmino, Q. M. 2003. Efeito de tres fontes de matéria orgânica na producao de mudas de mamoeiro. *Brasileira de Fruticultura* 22 (2):262-265.

Cruz-Crespo, E.; Can Chulim, A.; Sandoval, M.; Bugarín, R.; Robles, A. y Juárez-López, P. 2013. Sustratos en la Horticultura. *Bio Ciencias*. 2(2): 17-26

Dastgheibifard, N.; Sharafzadeh, S. y Bazrafshan, F. 2014. Influence of cow manure vermicompost on growth characteristics of german chamomile. *Online International Journal*. 3 (1): 58-61

De Corato, U.; Viola, E., Arcien, G.; Valerio, V. y Zimbardi, F. 2016. Use of composted agro-energy co-products and agricultural residues against soil-borne pathogens in horticultural soil-less systems. *Scientia Horticulturae*. 210: 166 – 179.

De Grazia, J.; Tittonell, P. A. y Chiesa, A. 2007. The effect of substrates with compost and nitrogenous fertilization on photosynthesis, precocity and pepper (*Capsicum annuum*) yield. *Cien. Inv. Agr.* 34(3): 151- 160.

De Mendonca, M. S. S., Bernardi, F. H.; De Mendonca, L. A.; Pereira, D. C., Lorin, H. E. F.; Rozatti, M. A. T.; Carneiro, L. J. 2017. Composting as a cleaner strategy to broiler agro-industrial wastes: Selecting carbon source to optimize the process and improve the quality of the final compost. *Journal of Cleaner Production*. 142: 2084-2092.

De Oliveira, E. J.; Alvarenga Fachardo Oliveira, G.; Costa, J. L.; Dos Santos de Oliveira, V. J.; Vello Loyola Dantas, A. C.; Loyola Dantas, J. L. y Gomes Pádua, J. 2012. Genetic diversity and marker-assisted inbreeding in papaya. *Scientia Horticulturae*. 147: 20 - 28.

Del Vallín, Gladys; Rodríguez, A.; Tornet, Y.; Pardo, A.; Fernández, C. M.; Borges, M.; Farres, E.; Placeres, J.; Aranguren, M.; Castro, J. 2008. Producción agroecológica de papaya en diferentes condiciones edafoclimáticas de Cuba. In: CD Memorias Convención Trópico 2008. ISBN: 978-959-282-079-1. 6 p.

Díaz, J. 2012. Carica papaya [en línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net>. [Consulta: septiembre, 25 2017].

Dong, W.; Zhang, X.; Wang, H.; Dai, X. and Sun, X. 2012. Effect of Different Fertilizer Application on the Soil Fertility of Paddy Soils in Red Soil Region of Southern China. PLoS ONE. 7(9): 1-9.

Durán, U. L.; y Henríquez, H. C. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. Agronomía Mesoamericana. 21: 85-93.

Elías, X.; Campos, E. y Flotats, X. 2012. Procesos biológicos: la digestión anaeróbica y el compostaje. En: Tratamientos y Valorización Energética de Residuos. Edición Díaz de Santos, Madrid, España.

Espinosa, I. M. 2015. Analisis sectorial papaya [en línea]. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec>. [Consulta: mayo, 5 2017].

Estévez, S. I.; Seoane, S.; Nuñez, A. and López, M. M. 2009. Characterization and evaluation of compost utilized as ornamental plant substrate. Compost Sci. Util. 7: 210-219.

Evans, E. y Ballen, F. 2015. Una mirada a la producción, el comercio y el consumo de papaya a nivel mundial [en línea]. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/fe917>. [Consulta: Junio, 20 2017].

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

FAOSTAT (Food and agriculture organization of the united nations, Statistics Division). 2014. Producción de papayas [en línea]. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>. [Consulta: enero, 17 2018].

FAOSTAT (Food and agriculture organization of the united nations, Statistics Division). 2012. Crop Production [en línea]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. [Consulta: noviembre, 12 2017].

Fascella, G. 2015. Growing substrates alternative to peat for ornamental plants. Soilles Culture-Use of Substrates for the Production of Quality Horticultural Crops. p. 47-67.

Fawzy, Z. F.; El-Bassiony, A. M.; Li, Y.; Ouyang, Z. and Ghoname, A. 2012. Effect of Mineral, Organic and Bio-N Fertilizers on Growth, Yield and Fruit Quality of Sweet Pepper. Journal of Applied Sciences Research. 8(8): 3921-3933.

Fernández, M. F.; Canesin, F. S. C. y De Souza, C. L. 2004. Adubacoes orgânica e/ou mineral no crescimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). Brasileira de Fruticultura 26 (2):272-275.

Gutierrez, T. 2013. Producción de Papaya Maradol [en línea]. Disponible en: <http://www.fincamonteverde.com>. [Consulta: febrero, 20 2017].

Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Cabrera, A.; Morales, Marisol y Medina, N. 2004. Correlación de la Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba con la World Referente Base. Conferencia en Curso de Postgrado de Clasificación de los Suelos. Maestría en Ciencias del Suelo, UNAH-INCA. 15 p.

Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Rivero, L. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ed. AGRINFOR. Ciudad Habana. 64 p.

Hernández, A. S.; Real, N.; Delgado, M. I.; Bautista, L. Y Velasco, J. 2016. Residuos agroindustriales con potencial de compostaje. *Agroproductividad*. 9(8): 10 – 17.

Hultman, J. R.; Romantschuk, M.; Paulin, L. and Auvinen, P. 2008. Universal ligation-detection-reaction microarray applied for compost microbes. *BMC Microbiology* 8: 237-252.

IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 2009. Aporte nutricional de las frutas. Plegable. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana. Cuba.

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

Instituto de suelos. 2008. Manual de procedimiento para abonos orgánicos. MINAG. Habana. Cuba. 17 p.

Jiménez, V.; Mora, E. y Gutiérrez, M. 2014. Biology of the papaya plant. In *Genetics and Genomics of papaya*. Springer, New York. p. 17-33.

Labrador, J. 2008. El compost y su uso en la agricultura ecológica. *Vida Rural*. 273: 34-40.

Langle, T. J. 2005. La materia orgánica del suelo [en línea]. Disponible en: <http://jctincopa.blogspot.com/2005/11/la-materia-orgnica-del-suelo.html>. [Consulta: noviembre, 17 2017].

Laohavisit, A.; Richardsa, S. L.; Shabalab, L.; Chenc, C.; Renato, D. R.; Colaço, S. M.; Swarbrecka, E. S.; Adeeba, D.; Shabalab, S.; Shangc, Z. y Daviesa, J. M. 2013. Salinity-induced calcium signaling and root adaptation in *Arabidopsis thaliana* require the calcium regulatory protein annexin. *Plant Physiology Preview*. DOI: 10.1104. 113p.

Lazcano, C.; Arnold, J.; Tato, A.; Zaller, J. G. and Dominguez, J. 2009. Compost and vermicompost as nursery pot components: effects on tomato plant growth and morphology. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 7: 944 -951.

León, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. Segunda edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José de Costa Rica. p. 375-379.

Liu, J.; Xu, X.; Li, H. and Xu, Y. 2011. Effect of microbiological inocula on chemical and physical properties and microbial community of cow manure compost. *Biomass and bioenergy*. 35: 3433 – 3439.

López, L. N. y López. F. A. 2012. Uso de un sustrato alternativo a la turba para la producción viverística de plantas hortícolas y aromáticas. *Instituto de Biodiversidad Agraria e Desenvolvimento Rural. Recursos Rurais* 8: 31-37.

Louisa, M. G. y Taguiling, G. 2013. Quality improvement of organic compost using green biomass. *European Scientific Journal*. 9(36): 1857 – 7881.

Manlay, R. J.; Feller, C. y Swift, M. J. 2007. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 119: 217-233.

Mendonca, V.; De Araújo, S. E.; Ramos, J. D.; Pio, R. y Almeida, G. T. 2003. Diferentes sustratos e recipientes na formacao de mudas de mamoeiro sunrise solo. Brasileira de Fruticultura. 25 (1): 10 - 14.

Mendoza, D.; García, De La F. R.; Belda, R. M.; Fornes, F. y Abad. M. 2011. Compostaje y vermicompostaje de residuos hortícolas: evolución de parámetros físicos y químicos durante el proceso. Consecuencias ambientales. Actas Hort. 59: 22-27.

Nicolas, C., Hernández, T. y García, C. 2012. Organic amendments as strategy to increase organic matter in particle-size. Applied Soil Ecology. 57: 50-58.

Nieto-Garibay, A.; Murillo-Amador, B.; Troyo-Diéguez, E.; Larrinaga-Mayoral, J. A. y García-Hernández, J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia 27: 417-421.

MINAG. 2001. Tecnología para la producción de papaya 'Maradol Roja' Cubana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). 20 p.

MINAG. 2010. Instructivo tecnico del cultivo de la frutabomba. Editora Agroecologica. p 5-12.

Moral, R.; Paredes, C.; Bustamante, M. A.; Marhuenda-Egea, F. and Bernal, M. P. 2009. Utilization of manure composts by high-value crops: safety and environmental challenges. Bioresource Technology 100: 5454-5460.

Morales, M. E.; Trejo, L. W.; Santos, R. R. y Bacab, P. H. 2009. Caracterización química de excretas de cerdo secas y maduras provenientes de tres niveles de energía. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 15: 567-573.

Moreno, J.; Moral, R.; García, J.; Pascual, J. y Bernal, M. 2015. Ingeniería y aspectos técnicos de la estabilización aeróbica. En: De Residuos a Recursos. Edición Mundi-Prensa. p. 25 – 45.

Mylavarapu, R. S. and Zinati, G. M. 2009. Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils. *Sci. Hortic.* 120: 426-430.

Nair, J.; Sekiozoic, V. and Anda, M. 2006. Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource technology* 9716: 2091-2095.

Nardi, S.; Pizzeghello, C.; Ferrarese, L.; Trainotti, L. y Casadoro, G. 2002. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology and Biochemistry.* 32(3): 415-419.

Navarro, G. y Navarro, S. 2014. Residuos orgánicos de utilización agrícola. En: Fertilizantes: química y acción. Edición Mundi-Prensa. p. 185 – 195.

Nicholls, C. y Altieri, M. 2006. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología.* 77: 8 - 16.

Njukeng, N. J.; Nkeng, E. G.; Ehabe, E. E. y Schnug, E. 2013. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry.* 3(1): 22-31.

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

ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2012. Anuario estadístico de Cuba. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Ciudad de la Habana, Cuba. p. 221-248.

ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2016. Sector Agropecuario. Indicadores Seleccionados. Enero-diciembre de 2015 [en línea]. Disponible en: <http://www.onei.cu>. [Consulta: mayo, 18 2017].

Opciones. 2016. Crecen, pero no basta. Cuba desarrolla diferentes programas dirigidos a incrementar la producción de frutas [en línea]. Disponible en: <http://www.opciones.cu/cuba/2016-03031/crecen-pero-no-basta>. [Consulta: febrero, 22 2017].

Park, J.; Lamb, D.; Paneerselvam, P.; Choppala, G.; Bolan, N. and Chung, J. 2011. Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal (loid) contaminated soils. J. Hazardous Mat. 185: 549-574.

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

Pascon, Renata C.; Faria, R.; Xavier, R.; Dutra de Souza, Elisangela; Magno, D.; Juliano, L. and Afonso, M. 2011. Amylolytic Microorganism from São Paulo Zoo Composting: Isolation, Identification, and Amylase Production. Journal Enzyme Res, Published online 2011.

Pellejero, G. 2013. Compostaje de residuo de cebolla (*Allium cepa* L.) generado en la planta de empaque y su aplicación agronómica en el valle inferior del Río Negro. Buenos Aires. Tesis en opción al título Magíster. Universidad Nacional del Sur.

Pérez, T., Miriam, N. y J. L. Alfonso. 2000. Efecto de bioestimuladores cubanos en la producción y calidad en dos variedades de tomate. La Habana (UNAH), (INCA), 30 p.

Quiroga, A. y Funaro, D. 2004. Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. p. 476.

Rai, N.; Ashiya, P. y Rathore, D. S. 2014. Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on *Eisenia foetida*. International Journal of Innovative Research in Science. 3(5): 12991-12998.

Richmond, F. 2010. Evaluación de distintas materias primas para la producción de almácigo de tomate. Agron. Costarricense 34(1): 85-91.

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

Röben, Eva. 2002. Manual de Compostaje para municipios. DED/Ilustre Municipalidad de Loja. Loja, Ecuador. 68 p.

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

Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Figueroa, V. U.; Palomo, G. A.; Favela, C. E., Álvarez R. V. P.; Márquez, H. C. y Moreno, R. A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Fitotecnia Mexicana. 31: 265-272.

Sanfeliu, O. L. 2015. El origen de la papaya [en línea]. Disponible en: <http://lapapayacarica.blogspot.com>. [Consulta: mayo, 18 2017].

Santamaría, B. F.; Díaz, R.; Sauri, E.; Espadas, F.; Santamaría, J. y Larqué, A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agricultura Técnica en México*. 35: 347 – 353.

Santos, M.; Segura, M. y Nústez, C. E. 2010. Análisis del crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Fac. Nac. Agr. Medellín*. 63(1): 5253 – 5266.

Sepúlveda, Fabiola; Tapia, F. y Ardiles, S. 2010. Beneficios de la materia orgánica en los úselos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Especializado en Agricultura del desierto y altiplano (CIE), INIA URURI. Ministerio de Agricultura. Informativo n° 23. 4 p.

Shu, Z.; Qing, W.; Rui, W. and Shu, X. 2011. Changes in bacterial community of anthracene bioremediation in municipal solid waste composting soil. *Journal of Zhejiang University-Science*. 12(9): 760-768.

Shu-ying Zhang, Qing-feng Wang, Rui Wan, Shu-guang Xie. 2011. Changes in bacterial community of anthracene bioremediation in municipal solid waste composting soil. *Journal of Zhejiang University-Science*. 12(9):760 - 768.

Tan, Z.; Lal, R.; Owens, L. y Izaurralde, R. C. 2007. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. *Soil Tillage Research*. 92: 53 - 59.

Tornet, Y. 2007. Alternativas para el manejo orgánico en el cultivo del papayo (*Carica papaya* L.). La Habana. Tesis en opción al título de Master en Fruticultura Tropical. Instituto de Investigación en Fruticultura Tropical.

Torres, L. P.; Escobar, J. C.; Pérez, V. A.; Imery, V. R.; Nates, P.; Sanchez, G.; Sanchez, M y Bermúdez, A. 2005. Influencia del material de enmienda en el compostaje de lodo de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Ingeniería e Investigación. 25(2): 53 – 61.

Trinidad, A. y Velasco, J. 2016. Importancia de la materia orgánica en el suelo. Agroproductividad. 9(8): 52 – 58.

Varnero, M.; Galleguillos, K. y Rojas, R. 2011. Sistemas de Compostaje para el tratamiento de Alperujo. Inf. Tecnol. 22: 49-56.

Vázquez, E. y Torres, S. 1995. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p. 289.

Vázquez, P. V.; López, M.; Cortez, M. y Hernández, D. G. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Mexicana de Agronegocios 1936: 1351-1356.

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

Wróblewska A. 2012. The role of disjunction and postglacial population expansion on phylogeographical history and genetic diversity of the circumboreal plant *Chamaedaphne calyculata*. Biological Journal of the Linnean Society 105: 761-775.

Yadav, S.; Yogeshwar, K. S.; Yadav, M. K.; Subhash, B. y Kalyan, S. 2013. Effect of organic nitrogen sources on yield, nutrient uptake and soil health under rice (*Oryza sativa*) based cropping sequence. Indian Journal of Agricultural Sciences. 83(2): 170–175.