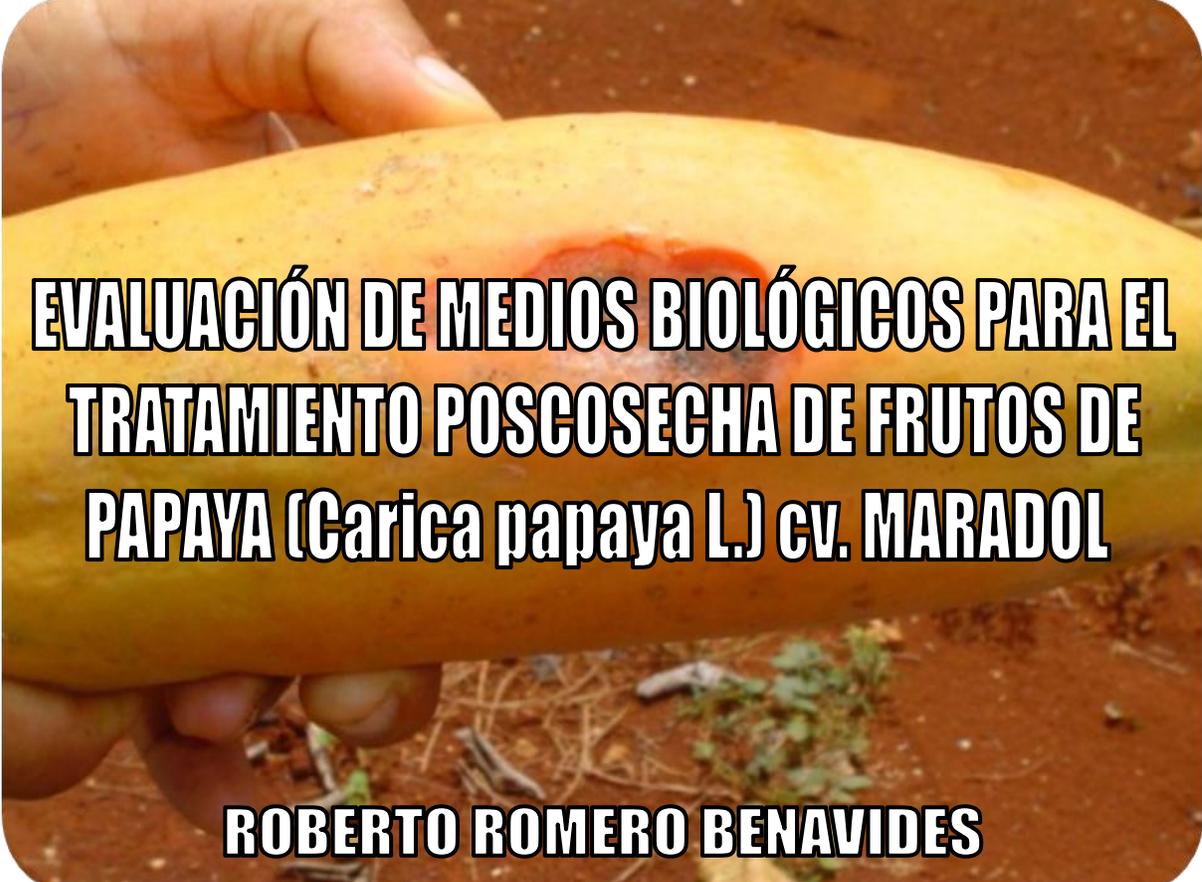


**UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**EVALUACIÓN DE MEDIOS BIOLÓGICOS PARA EL  
TRATAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTOS DE  
PAPAYA (*Carica papaya* L.) cv. MARADOL**

**ROBERTO ROMERO BENAVIDES**

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

**Jagüey Grande  
2018**



UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



# EVALUACIÓN DE MEDIOS BIOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTOS DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) cv. MARADOL

Tesis presentada en opción al Título de  
Especialista en Fruticultura Tropical

**Autor:** Ing. Roberto Romero Benavides

**Tutor:** MSc José Pérez Rodríguez

Jagüey Grande

2018

## **DEDICATORIA**

A mi hijo que es la razón de ser de mi futuro.

A mi esposa que me acompaña en la carrera de la vida.

A mis padres que me formaron en lo que soy hoy.

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy las gracias a mi tutor el MSc José Pérez Rodríguez, por su total entrega en la confección de este trabajo. Además, al Dr. C. Ramón Liriano González, artífice y propulsor de la Especialidad de fruticultura. A mis profesores y compañeros de curso.

**A todos muchas gracias**

## **RESUMEN**

La investigación se desarrolló en la Unidad de Beneficio de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” y la Estación de Protección de Plantas de Jagüey Grande, para determinar la efectividad biológica del empleo de fungicidas químicos y biológicos para manejar el control de patógenos fungosos que afectan la calidad de los frutos de papaya en la poscosecha para su comercialización. Los fungicidas químicos utilizados fueron Hipoclorito de sodio al 16%, detergentes Citrimex, 0,5 L/100 L, Tecto 500 SC (thiabendazol) a la dosis de 0,5 ML.L<sup>-1</sup> e (Imazalil) Magnate a la dosis de 0,4 ML.L<sup>-1</sup> y como medio biológico se utilizó el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup>. Se evaluó el comportamiento de la incidencia de los hongos poscosecha con frutas expuestas a la desverdización y que no pasaron por ese proceso con el objetivo de alargar la vida de anaquel del fruto del papayo.

**Palabras claves:** *Trichoderma*, poscosecha, papaya.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Principales pudriciones poscosecha en el papayo .....	4
2.1.1. Pudriciones por <i>Colletotrichum</i> sp. ....	4
2.1.2. Pudriciones por <i>Rhizopus stolonifer</i> (Ethreb:Fr) .....	6
2.1.3. Pudriciones por <i>Phomopsis</i> sp. ....	6
2.1.4. Pudriciones por <i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) .....	6
2.1.5. Pudriciones por <i>Fusarium</i> sp .....	7
2.1.6. Pudrición por <i>Alternaria alternata</i> (Fr. Fr) Keiss.....	7
2.1.7. Pudrición por <i>Cladosporium herbarum</i> .....	7
2.1.8. Pudrición por <i>Penicillium</i> sp. ....	8
2.2. Control de las pudriciones poscosecha en frutos de papayo .....	8
2.2.1. Empleo de métodos físicos .....	8
2.2.2. Empleo de métodos químicos.....	9
2.2.3. Empleo de métodos biológicos .....	10
2.3. Modo de acción de los microorganismos como antagonistas .....	11
2.3.1. Competencia.....	12
2.3.2. Hiperparasitismo.....	12
2.3.3. Predación.....	12
2.3.4. Antibiosis.....	12
2.4. Empleo del <i>Trichoderma</i> como medio biológico .....	13
2.4.1. Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma</i> .....	13
2.4.2. Características del <i>Trichoderma</i> como microorganismo .....	13
2.4.3. Papel del <i>Trichoderma</i> como antagonista .....	13
2.4.4. Utilización del <i>Trichoderma</i> como antagonista .....	13
2.5. Maduración acelerada de frutos tropicales. Empleo de etileno. ....	14
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1. Ubicación del trabajo y material vegetal utilizado .....	16
3.2. Evaluación de la efectividad de los tratamientos poscosecha realizados .....	17
3.2.1. Efectividad de los tratamientos químicos con fungicidas .....	17
3.2.2. Efectividad de los tratamientos biológicos con un antagonista .....	18

3.3. Organismos nocivos poscosecha presentes en las diferentes variantes .....	19
3.3.1. Identificación de los organismos nocivos presentes .....	19
3.3.2. Niveles de daño por cada organismo en los diferentes tratamientos.....	20
3.4. Programa estadístico utilizado.....	20
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1. Evaluación de la efectividad de los tratamientos poscosecha realizados .....	21
4.1.1. Efectividad de los tratamientos químicos con fungicidas .....	21
4.2.2. Efectividad de los tratamientos biológicos con un antagonista .....	27
4.3. Organismos nocivos poscosecha presentes en las diferentes variantes .....	34
4.3.1. Identificación de los organismos nocivos presentes .....	34
4.3.2. Niveles de daño por pudriciones en los diferentes tratamientos .....	35
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>39</b>

### 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del papayo (*Carica papaya* Lin.) se considera uno de los más rentables dentro de los frutales, aunque se reconoce entre los problemas más importantes durante el desarrollo de la plantación, las afectaciones por virus y enfermedades fungosas, que se pueden disminuir con medidas preventivas. Los hongos son los patógenos más comunes y existen al menos 45 géneros asociados al papayo, que causan daños a nivel de la raíz, cuello o tallo de la planta, hojas, pero los principales daños ocurren sobre la fruta, con pérdidas cualitativas y cuantitativas por pudriciones de importante repercusión económica (Silva *et al.*, 2002).

Para que los frutos de papayo puedan satisfacer las exigencias de los mercados internacionales, se debe establecer una tecnología poscosecha adecuada, que además de mantener el producto en buenas condiciones por más tiempo permita erradicar fisiopatías y la antracnosis (Morton, 1987). Los frutos de papaya son de patrón climatérico, por lo que presentan una alta tasa de respiración y elevada producción de etileno lo que los hace altamente susceptibles al deterioro por desordenes fisiológicos y patológicos y con una vida de anaquel muy corta (Pérez y González, 2007).

Uno de los principales problemas en el manejo poscosecha de la fruta de papaya es el control de su maduración y la aplicación de etileno exógeno es una práctica utilizada para alcanzar una rápida y mayor disposición de frutos maduros (De la Cruz *et al.*, 2007). La maduración de los frutos se ha manejado con éxito a partir del conocimiento del papel del etileno en los procesos de respiración, ablandamiento de los tejidos y regulación de la senescencia (Reigosa, 2003).

El conocimiento de las causas del deterioro de los frutos y de las tecnologías de acondicionamiento para el control de patógenos, es de gran importancia para mantener la calidad durante la poscosecha hasta el consumo. Las pudriciones durante la comercialización constituyen un problema que puede superar el 75% de la fruta cosechada y limita la comercialización en el mercado interno y la exportación de estos frutos (Silva *et al.*, 2002).

La antracnosis causada por *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) Sacc. y *Colletotrichum capsici* (Syd) Bilt & Bisby es una de las principales causas de pérdidas en poscosecha y las infecciones latentes en papayas inmaduras se desarrollan mientras la fruta madura (Bustamante, 2000).

Entre los métodos de control disponibles que se aplican de manera limitada a nivel comercial, se encuentran la utilización de soluciones de fungicidas, y para su selección con fines poscosecha es necesario tener en cuenta su espectro de actividad, toxicidad, capacidad de penetrar en los tejidos del hospedero, propiedades curativas, tolerancias permitidas, compatibilidad con otras prácticas y dosis aplicadas (Bustamante, 2000).

En la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón de Jagüey Grande, los frutos de papaya son afectados en una alta incidencia por hongos poscosecha que limitan la calidad cosmética y acortan la vida de anaquel. Por esta razón es necesario establecer un manejo eficiente de estos organismos nocivos.

### **Problema**

¿Cómo reducir los niveles de pudriciones poscosecha en frutos de papayo (*Carica papaya* L.) sometidos a la maduración con etileno en las condiciones de Jagüey Grande?

### **Hipótesis**

El empleo de fungicidas químicos y medios biológicos combinados con la desinfección y el lavado de los frutos, tienen un efecto positivo en el control de pudriciones poscosecha en los frutos de papayo.

### **Objetivo general**

Determinar la influencia de los tratamientos químicos y biológicos para el control de pudriciones en los frutos de papayo sometidos al tratamiento de maduración en cámara de etileno en las condiciones de Jagüey Grande.

**Objetivos específicos**

- Evaluar la efectividad de los tratamientos químicos y de desinfección en el control de pudriciones poscosecha en frutos de papayo tratados con etileno.
- Determinar el efecto de la combinación del tratamiento biológico con *Trichoderma* sp. y la desinfección de frutos de papayo tratados con etileno.
- Identificar los patógenos y niveles de daños poscosecha que se presentan en los frutos de papayo en las condiciones de Jagüey Grande.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. Principales pudriciones poscosecha en el papayo.

#### 2.1.1. Pudriciones por *Colletotrichum* sp.

Los frutos de papaya por ser un cultivar del grupo de los climatéricos son muy perecederos y susceptibles al ataque de microorganismos, por lo que se requiere de los productores y comercializadores la mayor capacitación técnica para minimizar las afectaciones fitopatógenas que puedan presentarse.

La antracnosis causada por *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) Sacc. y *Colletotrichum capsici* (Syd) Bilt & Bisby es una de las principales causas de pérdidas en poscosecha. Las infecciones latentes en papayas inmaduras se desarrollan mientras la fruta madura y las lesiones aparecen como pequeñas manchas superficiales café e infiltradas, que pueden crecer hasta 2,5 cm o más de diámetro (Kader, 2002).

En los frutos las infecciones comienzan en el campo en las etapas tempranas del desarrollo del mismo, pero el patógeno permanece inactivo hasta que el fruto comienza a madurar y una enzima cutinólítica extracelular es producida por el hongo facilitando su entrada a la fruta verde sin heridas. La enfermedad latente empieza con manchas acuosas en forma de anillos concéntricos hundidos formando depresiones que afectan al fruto. La dispersión de la enfermedad se produce a través del viento y el agua y la infección es más intensa en condiciones de alta humedad y temperatura (INIVIT, 2008; Zavala *et al.*, 2005).

En Cuba tres especies de *Colletotrichum* han sido asociadas a las manchas en frutos tipo antracnosis: *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) Sacc., *Colletotrichum capsici* (Syd) Bilt & Bisby y *Colletotrichum acutatum* Simmonds (Pérez y González, 2007) quienes consideran que esta es una enfermedad que proviene del campo, que constituye la de mayor impacto económico en las regiones tropicales y subtropicales.

Pérez (1999) y Páez (2003) consideran que las pérdidas por hongos *Colletotrichum* oscilan entre el 5 y el 30%, y refieren la incidencia de los daños en poscosecha como

consecuencia de infecciones latentes que hacen de la enfermedad una verdadera amenaza para la competitividad de los sistemas productivos.

El manejo de esta enfermedad se ha basado fundamentalmente en aplicaciones frecuentes de fungicidas, en las etapas de floración y fructificación, con resultados poco satisfactorios y la contaminación del ecosistema. Investigaciones recientes han estado encaminadas al empleo de nuevas técnicas de control, que incluyen el manejo integrado del proceso productivo con miras a reducir el potencial de inóculo o reprimir la infección cuando ésta se ha iniciado (Páez, 2003). Este autor considera como causas fundamentales de la presencia de la enfermedad:

- Alta presión de enfermedad en el campo.
- Una mala selección de frutos favoreciendo la entrada de frutos enfermos en las cajas u otro tipo de empaque.
- Presencia de infecciones quiescentes o latentes provenientes del campo, que sólo se hacen evidentes cuando los frutos maduran y bajo condiciones de humedad y altas temperaturas de almacenamiento.

Sugiere como recomendación más importante para evitar problemas en poscosecha, realizar un manejo eficiente en campo, y para un mayor control de la Antracnosis en poscosecha tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar que los frutos se golpeen durante la recolección.
- Los frutos cosechados deben ponerse en un lugar sombreado y dejarlos un período de tiempo que facilite la pérdida de humedad presente en su superficie.
- El transporte a la planta empacadora o acopiadora se debe hacer en cajas u otros utensilios, que eviten los golpes y magulladuras.
- Hacer selección de frutos, descartando los manchados, magullados, golpeados y pasados de madurez.

### 2.1.2. Pudriciones por *Rhizopus stolonifer* (Ethrenb.:Fr).

La pudrición blanda del fruto es una enfermedad común de la papaya, que se desarrolla durante el almacenamiento y transportación, consiste en una pudrición acuosa que causa un colapso rápido de la fruta entera pero que deja la cutícula intacta. El hongo puede crecer afuera sin ninguna rajadura de la cutícula y dispersarse a otros frutos adyacentes pudiendo destruir los frutos de una caja en unos pocos días. Los frutos se cubren de fructificaciones del hongo y hay infecciones secundarias de bacterias tomando un olor ácido (Pérez, 1999).

### 2.1.3. Pudriciones por *Phomopsis* sp.

La pudrición húmeda del fruto causada por el hongo *Phomopsis* sp., es semejante en sus inicio a la de *Rhizopus*, y ocurre fundamentalmente como una pudrición de la base pero puede afectar cualquier parte del fruto, la parte enferma es ligeramente deprimida, suave y translúcida, el hongo crece rápidamente causando una expansión rápida de las lesiones que se extienden dentro de la cavidad, el tejido infectado es suave, húmedo pero ha diferencia del afectado por *Rhizopus* no exuda líquido, bajo alta humedad se cubre de micelios (Pérez, 1999).

Kader (2002) plantea que la pudrición causada por *Phomopsis caricae-papayae*, comienza en el extremo del pedicelo o en alguna herida en la cáscara, y puede desarrollarse rápidamente en frutos maduros; el tejido invadido se vuelve blando y se oscurece levemente.

### 2.1.4. Pudriciones por *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.).

Este patógeno produce pudrición de la superficie y base de los frutos, se encuentra bien distribuido en los trópicos y subtrópicos, causando numerosas enfermedades, pero especialmente pudriciones de frutos durante el almacenamiento, aunque las pudriciones de poscosecha son las más comunes, los frutos jóvenes en el campo también pueden infestarse presumiblemente por heridas, es un organismo de crecimiento rápido y frecuentemente llega a momificar todo el fruto (Pérez, 1999).

### **2.1.5. Pudriciones por *Fusarium* sp.**

Hay diferentes especies de *Fusarium* asociadas a las pudriciones de frutos de papaya (*F. equiseti*, *F. oxysporum*) pero mas frecuente es el *Fusarium solani* (Mar) Sacc. Este es un patógeno débil que requiere de algún factor de predisposición para establecerse, es a veces un invasor secundario en infecciones de Antracnosis, las lesiones son pequeñas y deprimidas y están cubiertas de un micelio blanco que puede verse tanto en la superficie como en la base del fruto, en ocasiones el hongo coloniza el interior del fruto debido a un cierre imperfecto de los carpelos durante su desarrollo (Pérez, 1999).

### **2.1.6. Pudrición por *Alternaria alternata* (Fr. Fr) Keiss.**

La mancha del fruto por *Alternaria* es una de las más importantes enfermedades de los frutos de papaya, las machas son circulares a ovales, deprimidas, que se tornan negras como resultado de la esporulación del patógeno, están circunscriptas a la superficie del fruto y no causan una pudrición extensa de la carne del mismo, aunque pueden llegar a cubrir la superficie completa del fruto. Esta restringida a ambientes secos, los frutos mantenidos a temperatura ambiente raramente desarrollan la infección (Nishijima, 1994; Kader, 2002).

### **2.1.7. Pudrición por *Cladosporium herbarum*.**

Causa una pudrición seca y un tizón interno (falso carbón) del fruto, las lesiones son deprimidas y se cubren de un micelio oscuro del patógeno. En el interior del fruto el hongo coloniza el mucílago alrededor de la semilla, oscureciéndolo, arrugándolo y secándolo, la cavidad entera es usualmente colonizada y la carne adyacente es también colonizada, el tejido enfermo es primeramente translúcido y posteriormente negro y firme. Los frutos enfermos maduran prematuramente y los cosechadores lo identifican fácilmente (Pérez, 1999).

### **2.1.8. Pudrición por *Penicillium* sp.**

Los frutos infectados tienen un hueco pequeño con un halo verde claro, podredumbre suave, olor fermentado, micelio gris verdoso azulado; puede haber destrucción de las semillas y tejidos cercanos por masas de esporas del hongo ocupando la cavidad interna del fruto (Pérez, 1999).

## **2.2. Control de las pudriciones poscosecha en frutos de papayo.**

### **2.2.1. Empleo de métodos físicos.**

Una de las principales causas de pérdidas pre y poscosecha de esta fruta se atribuye a la alta incidencia de antracnosis. Aunque se trata de una enfermedad que se genera en el campo, es necesario que se apliquen en poscosecha tratamientos que reduzcan la severidad e incidencia de esta enfermedad y las consecuentes pérdidas en calidad y cantidad de frutos.

El tratamiento térmico es uno de los métodos de control de enfermedades disponibles y ofrece la ventaja de que no deja residuos, pero entre los problemas que generan se encuentran aquellos que por un lado, no ejercen el control deseado en la incidencia de la enfermedad y por otro, se produce un aceleramiento del proceso de maduración.

Lurie (1998) y Chávez (1996) citado por Bustamante (2000) señalan que los frutos bajo estos tratamientos disminuyen la firmeza con mayor rapidez con la consecuente reducción de vida útil del producto. Esto se acentúa fundamentalmente cuando en la aplicación del hidrocalentamiento no se tienen en cuenta las condiciones de temperatura y/o tiempos de exposición, que dependen del cultivar, estado de madurez y tamaño del fruto.

Se sabe que el hidrocalentamiento a 48°C durante 20 minutos reduce la antracnosis y particularmente infecciones por *Rhizopus* resultando en una disminución significativa en los costos (Ploetz *et al.*, 1997; Álvarez y Nishijia, 1987). En un estudio realizado por Bustamante (2000) los frutos presentaron manchas hundidas y

necrosadas reportadas en la bibliografía como manchas causadas por *Guignardia* (Ploetz *et al.*, 1997).

Esto pudo deberse a que el enfriamiento que se llevo a cabo después del hidrocalentamiento, fue de corta duración y con agua recirculada, de tal manera que se favoreció el desarrollo fúngico (Álvarez y Nishijima, 1987). El tiempo recomendado para el enfriamiento es de 20 minutos en agua corriente después del hidrocalentamiento para el control de hongos (INIFAP, 1997).

Páez (2003) recomienda la alternativa del uso de tratamiento hidrotérmico sumergiendo los frutos en agua caliente a 52°C por 3 a 15 minutos, pudiendo agregar al agua cualquier fungicida autorizado, además de que en algunos países en que se hace el tratamiento de shock térmico; los frutos seleccionados se ponen en agua fría (4°C) por 15 a 30 minutos y luego se hace la inmersión en agua caliente.

### **2.2.2. Empleo de métodos químico.**

El método químico se basa en la aplicación de sustancias con poder fungicida, que provocan la muerte del hongo, produciendo un efecto irreversible durante su crecimiento y/o formación de las fases reproductivas, aplicadas en forma de emulsiones y suspensiones. Es importante resaltar que a la hora de seleccionar un fungicida para la poscosecha se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: espectro de actividad, toxicidad, capacidad de penetrar en los tejidos del hospedero (sistematicidad), propiedades curativas, tolerancias permitidas, compatibilidad con otras prácticas y dosis aplicadas (Bustamante, 2000).

Pérez y González (2007) recomiendan aplicaciones de TBZ (250- 400 mg.L<sup>-1</sup>) para minimizar problemas de contaminación pasando las frutas por un tratamiento de lavado y desinfectado en tres contenedores; uno que contenga agua sola, con jabón, o con cloro al 1% donde la fruta se limpia con una esponja, otro con agua para enjuagar y un tercero que contenga un fungicida autorizado.

Zavala *et al.* (2005) realizaron pruebas de sensibilidad del *C. gloeosporioides* a diferentes fungicidas organosintéticos en los que obtuvo que el Imazalil con dosis de 450 mg.L<sup>-1</sup> presentó la menor severidad de la enfermedad (8,1%), seguido por los tratados con Azoxystrobin a dosis de 500 mg.L<sup>-1</sup> con 13,9 % de severidad, y el mejor resultado fue para el Prochloraz con solo un 1,7%.

Páez (2003), quien también considera la Antracnosis como la principal limitante de la productividad de especies frutales, recomienda para obtener mejores resultados durante el acondicionamiento, hacer el lavado de los frutos adicionando al agua un producto desinfectante como hipoclorito de sodio al 2%, efectuando aplicaciones de Thiabendazol en dosis de 500 a 700 mg.L<sup>-1</sup> u otro fungicida aceptado, aunque considera que el manejo de la Antracnosis debe ser integral para lograr reducir el impacto de la enfermedad y obtener producciones competitivas.

El Tecto 500 (thiabendazol) es un producto sistémico que se usa en control de enfermedades en precosecha y postcosecha, tiene un amplio rango de acción tiene las siguientes características (Registro Central de Plaguicidas, 2007).

- Sirve para la desinfección en el drencher, en el cultivo de la papaya reduce el 85% de la afectación.
- No se degrada rápidamente cuando cae al suelo se inmoviliza.
- No es contaminante del agua ni del ambiente
- Grupo II ligeramente tóxico.

### **2.2.3. Empleo de métodos biológicos.**

El control biológico es un método de protección de plantas que se basa en el uso de parásitos, depredadores y microorganismos y sus metabolitos en el control de plagas, enfermedades y malezas "un método silencioso, ecológicamente sofisticado y económicamente seguro"

Existe un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efectos antagonicos con otros microorganismos, acción aprovechada como una forma de control biológico para parásitos vegetales.

Entre los microorganismos más importantes se encuentran bacterias y hongos de los géneros *Pseudomona* y *Bacillus*. Los hongos más representativos pertenecen a los géneros *Gliocladium* y *Trichoderma*, este último es el más utilizado en el control de un grupo importante de patógenos del suelo y sus efectos principales por hiperparasitismo, aunque algunas especies y cepas pueden producir metabolitos bioactivos que incrementen su acción. Además se han reportado algunos aislados que controlan nematodos (Fernández-Larrea 2001).

### **2.3. Modo de acción de los microorganismos como antagonistas.**

Los microorganismos antagonistas, que se emplean para el control de otros patógenos, actúan por diferentes mecanismos, hiperparasitismo, antibiosis, competencia de nutrientes y por el nicho ecológico, las más frecuentes son las dos primeras. En su acción además intervienen varios factores que pueden favorecer o no la actividad antagonica del microorganismo como son temperatura, pH, humedad relativa y la presencia de otros microorganismos, entre otros (Cabello *et al.*, 2003).

Los mecanismos del antagonismo son varios. Entre los que constituyen mayor importancia aparecen (Fernández-Larrea, 2001):

- Antibiosis
- Competencia de nutrientes
- Competencia de espacio
- Efecto de lisis
- Hiperparasitismo.

### **2.3.1. Competencia.**

Se define como desigual comportamiento de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando su utilización por uno de los mismos reduzca la cantidad disponible para los demás. Un factor esencial para que exista competencia es que haya " escasez " de un elemento (Fernández-Larrea, 2001).

Competencia por nutrientes: Es la competencia más común, El antagonista tiene más posibilidades de alcanzar su desarrollo en menor tiempo impidiendo la posibilidad de alimentación del patógeno por que se retarda su desarrollo y este uno de los mecanismo a través el cual se logra un efectivo control (Fernández-Larrea, 2001).

Competencia por el espacio: Las levaduras son efectivas colonizadoras de la superficie de la plantas y se destaca la producción de materiales extracelulares (en especial polisacáridos que restringen el espacio para la colonización por otros microorganismos (Fernández-Larrea, 2001).

### **2.3.2. Hiperparasitismo.**

Los ejemplos más conocidos son los hongos *Trichoderma* y *Gliocladium* ambos ejercen su acción a través de varios mecanismos en lo que juega un rol importante el parasitismo. *Trichoderma* ha sido muy estudiado como antagonista de hongos del suelo, entre ellos los géneros *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Fusarium* (Fernández-Larrea, 2001).

### **2.3.3. Predación.**

En este caso el antagonista se encuentra en la materia orgánica, entre la que ocasionalmente se encuentra el patógeno (Fernández-Larrea, 2001).

### **2.3.4. Antibiosis.**

Sinónimo de parasitismo o simbiosis antagónica. Es el fenómeno a favor del cual la actividad metabólica de un organismo produce sustancias que difundiéndose en el medio en que se desarrolla, son capaces de matar o de impedir la multiplicación de

otros organismos que con el conviva. Caso extrema de antagonismo entre dos parásitos, que su coexistencia es imposible (Font-Quer, 1972).

## **2.4. Empleo del *Trichoderma* como medio biológico.**

### **2.4.1. Clasificación taxonómica de *Trichoderma*.**

La clasificación taxonómica del hongo *Trichoderma* según Cabello *et al.* (2003) es:

Clase: Ascomycetes,

Orden: Hypocreates, Familia: Hypocreacea, Genero: *Trichoderma*

Especie: *Trichoderma harzianum* Rifai.

### **2.4.2. Características del *Trichoderma* como microorganismo.**

Es un microorganismo de crecimiento rápido, la colonia es color verde, el reverso de la colonia es incolora a amarillo, carmelita o rojizo, micelio aéreo floculento, cultivado en medio de cultivo papa dextrosa agar a 30 °C. de 7 a 10 día (Cabello *et al.*, 2003).

### **2.4.3. Papel del *Trichoderma* como antagonista.**

No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre antagonistas y los patógenos sobre la planta. En general, los antagonistas no tienen un único modo de acción, de ahí que sea precisamente la multitud una característica a seleccionar en un antagonista. Por eso la posibilidad de resistencia a los antagonistas se reducen al actuar este por varios mecanismos (Kononova, 1986).

### **2.4.4. Utilización del *Trichoderma* como antagonista.**

El producto se obtiene en forma sólida y se emplea para el control de patógenos del suelo y aplicaciones foliares para el control de enfermedades en hojas y frutos (Cabello *et al.*, 2003).

## **2.5. Maduración acelerada de frutos tropicales. Empleo de etileno.**

Uno de los principales problemas en el manejo poscosecha del papayo es el control de su maduración y el almacenamiento, en especial del cultivar 'Maradol', que por sus características de sabor, apariencia, textura y lenta maduración, se ha convertido en el preferido de los consumidores, comerciantes y productores. El proceso de maduración de los frutos de papayo sigue un patrón característico de frutos climatéricos y se caracteriza por la producción auto catalítica de etileno y un incremento acelerado de la tasa respiratoria, que coincide con el inicio de los cambios de color, composición, aroma, ablandamiento, aumento de la relación azúcar- ácido (Lurie, 1998 y Zaens, 2004).

Los frutos climatéricos almacenan reservas en formas de almidones o grasas, que al ocurrir la maduración se descomponen por la acción de enzimas amilolíticas dando lugar a azúcares simples (fructosa, glucosa, dextrosa, sacarosa, monosa) que son fácilmente degradables a través del ciclo de Krebs o ciclo respiratorio (Zaens, 2004).

La mayoría de los frutos tropicales tienen un patrón respiratorio del tipo climatérico como ocurre con el mango, guayabo, aguacate y papaya, por lo que presentan un incremento marcado de su tasa respiratoria, acompañado de grandes cambios bioquímicos, que aceleran los procesos de maduración poscosecha y los conduce al estado de senescencia, con una vida de anaquel corta y son en extremo perecederos. En consecuencia resulta más difícil lograr una vida de anaquel prolongada en este tipo de frutos y se hace necesario el empleo de tecnologías poscosecha más complejas para obtener resultados exitosos (Castro-López, 2009).

La maduración acelerada mediante la aplicación de etileno exógeno es una práctica cada día más utilizada, donde se aprovechan las características de los frutos climatéricos para alcanzar una maduración rápida y mayor disponibilidad de frutos maduros, la aplicación entre 24 y 48 horas de etileno en forma de gas y luego colocar los frutos en reposo para que ocurran los procesos de ablandamiento de la pulpa, cambio de color de la corteza de verde a amarillo y los procesos bioquímicos internos

propios de los frutos climatéricos es el método más frecuentemente utilizado (Vela 2002 y De la Cruz *et al.*, 2007).

La exposición de frutos al etileno a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , temperatura de 20 a  $25^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de 90 a 95%, durante 24 a 48 horas resulta en una maduración más rápida y uniforme (Kader, 2002). El etileno regula los cambios en la composición de diferentes estructuras durante la maduración del fruto, como disminución del contenido de clorofila (Miranda *et al.*, 2002), incremento de carotenoides, liberación de volátiles e hidrólisis de pectinas y hemicelulosas (Paull *et al.*, 1997).

El ablandamiento del fruto de papaya derivado de la acción de hidrolasas inducidas por el etileno, es un factor de calidad difícil de controlar durante la poscosecha, (Souza, 1998). Este ablandamiento del endocarpio hacia la epidermis ocurre con falta de uniformidad, y restringe la comercialización a corto plazo, por lo que los frutos solo se exponen al etileno exógeno para uniformar la maduración, aunque ello acorte su vida útil (Paull *et al.*, 1997).

La aplicación del etileno resulta beneficioso al lograr una maduración homogénea y atractiva para el consumidor, la conservación de los frutos con temperatura regulada, garantiza una mayor vida de anaquel y mejor cobertura de comercialización (De la Cruz *et al.*, 2007). Con este procedimiento se disminuyen los costos por manipulación y almacenamiento, y se promueve maduración más homogénea bajo condiciones ya determinadas para papaya 'Maradol' como es la exposición al etileno a  $500 \text{ mg.L}^{-1}$ , durante 24 horas (Vela, 2002 y De la Cruz *et al.*, 2007).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Ubicación del trabajo y material vegetal utilizado.

El trabajo se desarrolló entre los años 2016 y 2017 en la Unidad de Beneficio y Frigorífico de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” y la Estación de Protección de Plantas ubicadas en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, Cuba, que se localiza entre los 22°41’55,73N - 22°30’46,77 de latitud norte y los 80°42’53,61W - 81°51’23,44 de longitud oeste.

Se utilizaron frutos de papayo (*Carica papaya* Lin.) cv. Maradol Rojo, provenientes de plantaciones comerciales que se cosecharon con destino a la venta al turismo. Los frutos se cosecharon en el horario de la mañana, se protegieron de forma individual con papel y se colocaron en cajas plásticas para su traslado a la Unidad de Beneficio para su acondicionamiento, donde se sometieron a los diferentes tratamientos en estudio y se empacaron en las cajas de cartón para las evaluaciones durante su almacenamiento al ambiente.

En la cosecha los frutos se distribuyeron por el color externo de su corteza en cinco grupos, según los siguientes criterios (tabla 1):

Tabla 1. Distribuyeron por el color externo de la corteza.

Grado	Descripción
0	Verde
1	15% coloración amarilla
2	25% coloración amarilla
3	50% coloración amarilla
4	Entre 50 y 75% coloración amarilla
5	Más 75% coloración amarilla

Grupo Fomesa, España (2005).

Se ensayaron nueve variantes con cuatro réplicas de 25 frutos cada una, para un total de 100 frutos por variante, según el índice de color por grado. Las frutas se organizaron en dos grandes grupos de índice de maduración (0 a 2 y 3 a 5).

Para evaluar el comportamiento de los frutos ante los tratamientos aplicados, se realizó en función del color inicial. Se sometieron frutos de dos tratamientos a la maduración en cámara de etileno y otros dos grupos de frutos con tratamientos similares se mantuvieron sin la maduración con etileno.

### **3.2. Evaluación de la efectividad de los tratamientos poscosecha realizados.**

#### **3.2.1. Efectividad de los tratamientos químicos con fungicidas.**

Para la comparación de la efectividad biológica de los fungicidas químicos se formaron lo siguientes tratamientos:

- I. Testigo sin tratamiento
- II. Frutos lavados con detergente Citrimex, 0.5 L/100 L
- III. Frutos lavados con detergentes y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16%
- IV. Frutos desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% sin lavado con detergente.
- V. Frutos tratados con Tecto 500 SC (Thiabendazol) a la dosis de 0,5 mL.L<sup>-1</sup>
- VI. Frutos tratados con (Imazalil) Magnate a la dosis de 0,4 mL.L<sup>-1</sup>

Las evaluaciones se realizaron a la salida de cámara de maduración, después de 12 horas de reposo y a los cinco días (120 horas). Los daños por pudriciones de antracnosis y otros patógenos, se determinaron de forma visual según los síntomas que las caracterizan y se determinó la efectividad técnica de cada tratamiento en función del testigo, según la formula de Abbott (1999):

$$\text{Efectividad biológica \% (EB)} = ((A - B) / A) * 100$$

Donde: A= Frutos afectados por patógenos del testigo después del tratamiento.

B= Frutos afectados por patógenos en las variantes después del tratamiento.

La efectividad de los tratamientos se clasificó según el Manual de Funciones y Procedimientos (2010), observar tabla 2.

Tabla 2. Efectividad técnica de los tratamientos.

<b>Efectividad técnica</b>	<b>Clasificación</b>
Menos 70%	Mala
71 – 80%	Regular
81 – 90%	Buena
Mayor 90%	Muy buena

### **3.2.2. Efectividad de los tratamientos biológicos con un antagonista.**

La comparación de la efectividad biológica de las variantes con el antagonista biológico, se realizó a partir de los siguientes tratamientos:

- I. Testigo sin tratamiento
- II. Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni de desinfección.
- III. Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección.
- IV. Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado.
- V. Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado.

Las evaluaciones se realizaron a la salida de cámara de maduración, después de 12 horas de reposo y a los cinco días (120 horas). Los daños por pudriciones de antracnosis y otros patógenos, se determinaron de forma visual según los síntomas que las caracterizan y se determinó la efectividad técnica de cada tratamiento en función del testigo, según la fórmula de Abbott (1999).

La efectividad de los medios biológicos (tabla 3) se clasificó según Matienzo (2003):

Tabla 3. Efectividad técnica de los de los medios biológicos.

<b>Efectividad técnica</b>	<b>Clasificación</b>
25%	Muy bajo
25 - 50%	Bajo
50 - 75%	Medio
Mayor 75%	Alto

Se analizaron los resultados de la efectividad biológica de los tratamientos con fungicidas químicos entre las frutas de criterio de maduración de 0-2, puestas en cámara de maduración y las que se dejaron fuera. La efectividad biológica de los tres a cinco puestas en cámara de maduración y las que se dejaron fuera.

La efectividad biológica de los tratamientos con el fungicida biológico entre las frutas de criterio de maduración de 0-2, puestas en cámara de maduración y las que se dejaron fuera. La efectividad biológica de los tratamientos el fungicida biológico entre las frutas de criterio de maduración de 3-5, puestas en cámara de maduración y las que se dejaron fuera.

### **3.3. Organismos nocivos poscosecha presentes en las diferentes variantes.**

#### **3.3.1. Identificación de los organismos nocivos presentes.**

La identificación de su agente causal los frutos enfermos se lavaron con agua destilada y se desinfectaron con hipoclorito de sodio 1% por tres minutos y se enjuagaron con agua destilada estéril para eliminar el exceso. Se realizaron cortes de la zona de avance de las lesiones y estos fueron sembrados en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA). Las placas fueron incubadas a temperatura de  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  por siete días para su posterior identificación del patógeno presente por la clave de Barnett (1979).

### **3.3.2. Niveles de daño por pudriciones en los diferentes tratamientos.**

La incidencia de pudriciones totales presentes en los frutos de papaya se determinó en función de porcentaje de frutos afectados por patógeno en cada tratamiento. Se empleó la fórmula:

Afectación (%) =  $FA/TF$  Donde: FA = Frutos afectados

TF = Total de frutos en la muestra

El diseño experimental fue completamente aleatorizado. Los datos se analizaron en un ANOVA de Clasificación Simple. Las comparaciones entre las medias se realizaron por Tuckey ( $p \leq 0.05$ ).

### **3.4. Programa estadístico utilizado.**

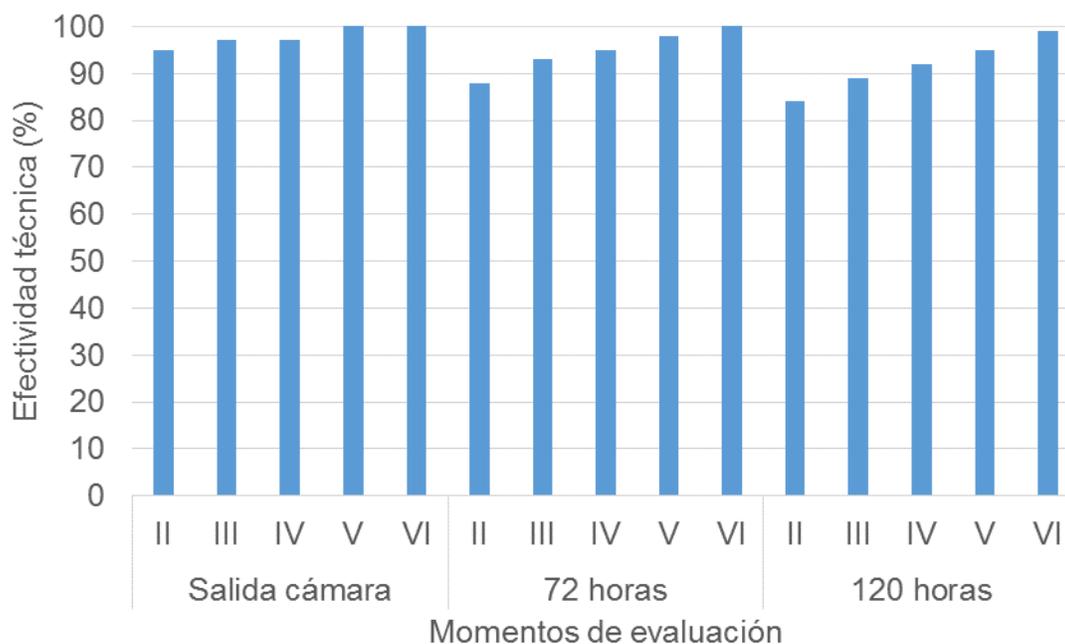
Los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA, Versión 6.0, (2003). Se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianza, y los datos se transformaron a  $\sqrt{\%}$  para el análisis.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Evaluación de la efectividad de los tratamientos poscosecha realizados.

#### 4.1.1. Efectividad de los tratamientos químicos con fungicidas.

En la figura 1 se muestran los resultados de la evaluación realizada a la efectividad de los tratamientos realizados a frutos de papayo sometidos a la maduración con etileno en cámara. A la salida del tratamiento todas las variantes tuvieron calificación de muy bien y fueron superiores al 90%. Los mejores resultados se obtuvieron con la variante (V) Tecto 500 SC a dosis de 0,5 mL.L<sup>-1</sup> y la variante (VI) con el estándar con Imazalil 0,4 mL.L<sup>-1</sup> con efectividad biológica del 100%.



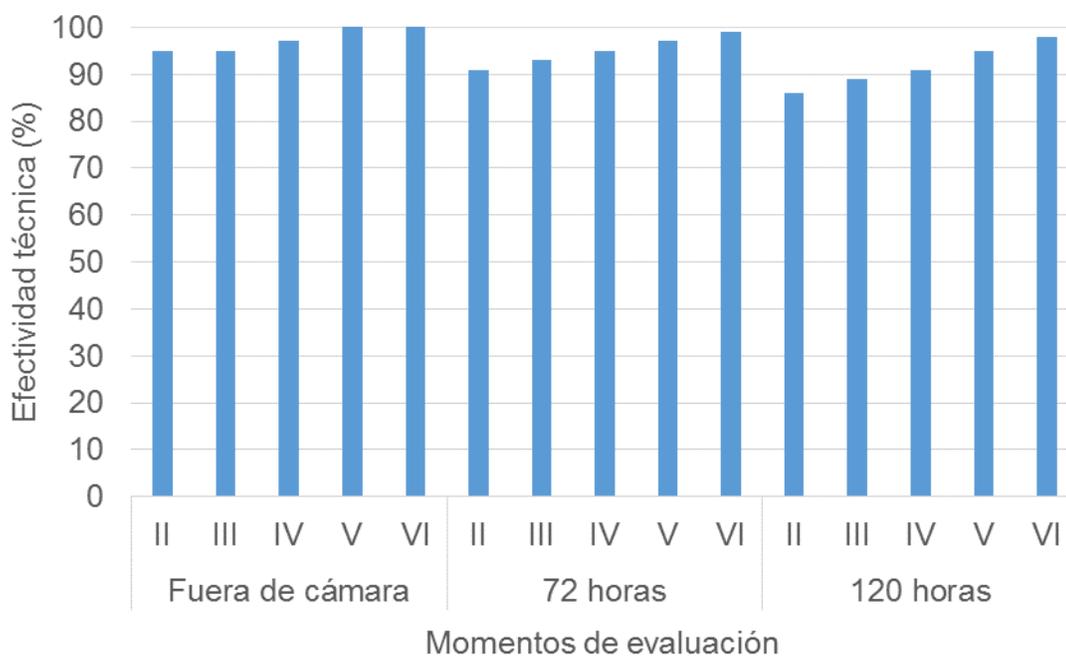
**Figura 1.** Efectividad técnica de los tratamientos con fungicidas químicos en frutos de papayo sometidos a la maduración con etileno. Color inicial (0-2).

A las 72 horas excepto la variante (II) lavada con detergente Citrimex, 0,5 L/100L con 89% de efectividad clasificada como buena, el resto de las variantes (III, IV y V) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien, fueron superior al

90%, y la variante (VI) con el estándar con Imazalil 0,4 mL.L<sup>-1</sup> con efectividad biológica del 100%.

A las 120 horas (cinco días) con excepción de la variante (II y III) lavada con detergente Ctrimex, 0,5 Litro/100 L y Frutos lavados con detergentes y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% con 84 y 89% de efectividad respectivamente clasificada como buena, el resto de las variantes (IV y V) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien, fueron superior al 90%, y la variante (VI) con el estándar con Imazalil 0,4 mL.L<sup>-1</sup> con efectividad biológica de 99 %. La variante tratada con Imazalil siempre se obtuvo la efectividad más alta.

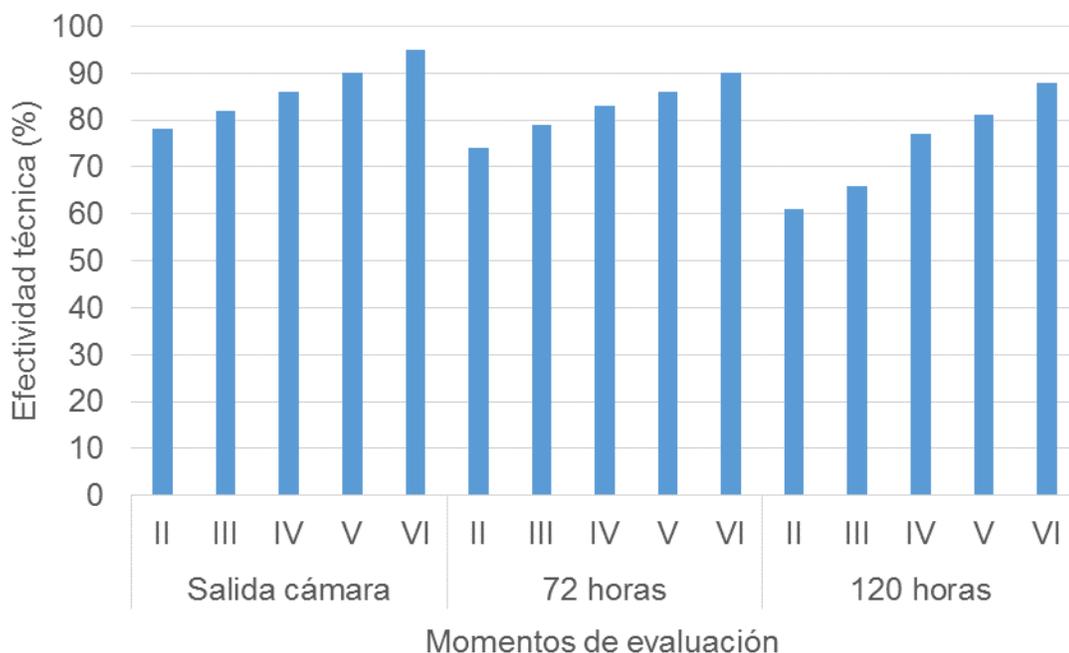
Los resultados de las evaluaciones realizadas en frutos sometidos a los tratamientos pero que no se colocaron en cámara de maduración se muestran en la figura 2. En todas las variantes, en las frutas tratadas después de las 72 horas la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien y fueron superior al 90%.



**Figura 2.** Efectividad técnica de los tratamientos con fungicidas químicos en frutos de papayo sin colocar en la cámara de etileno. Color inicial (0-2).

A los cinco días después de la primera evaluación excepto la variante (II y III) lavada con detergente Citrimex, 0,5 L/100L y frutos lavados con detergente y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% tuvieron un 86 y 89% de efectividad respectivamente, clasificada como buena. En el resto de las variantes (IV, V y VI) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien, fueron superior al 90%, y la variante (VI) con el estándar con Imazalil  $0,4 \text{ mL.L}^{-1}$  con efectividad biológica de 98%.

Cuando se evaluaron estos tratamientos en frutos con un color inicial más adelantado a la madurez con grados de 3-5 (figura 3). A la salida de cámara los frutos en las variantes (II) citrimex, 0,5 Litro/100 L la efectividad de 79% se considera en la categoría de regular, la (III, IV y V) Frutos lavados con detergente y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16%, Frutos desinfectados con Hipoclorito de sodio 16% sin lavado con detergente y Tecto 500 SC a la dosis de  $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de buenos, con 82, 87 y 90%.



**Figura 3.** Efectividad técnica de los tratamientos con fungicidas químicos en frutos de papayo sometidos a la maduración con etileno. Color inicial (3-5).

Los mejores resultados se obtuvieron la variante (VI) con el estándar con Imazalil  $0,4 \text{ mL.L}^{-1}$  con efectividad biológica de 95%. A las 72 horas las variante (II y III) lavadas con detergente citrimex,  $0,5 \text{ L}/100 \text{ L}$  y con detergentes y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% con efectividad 74 y 79% clasificada como regular, las variantes (IV, V y VI) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de buena fueron frutos desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% sin lavado con detergente, Tecto 500 SC a la dosis de  $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  y el estándar con Imazalil  $0,4 \text{ mL.L}^{-1}$  con efectividad biológica de con 83, 87 y 90% .

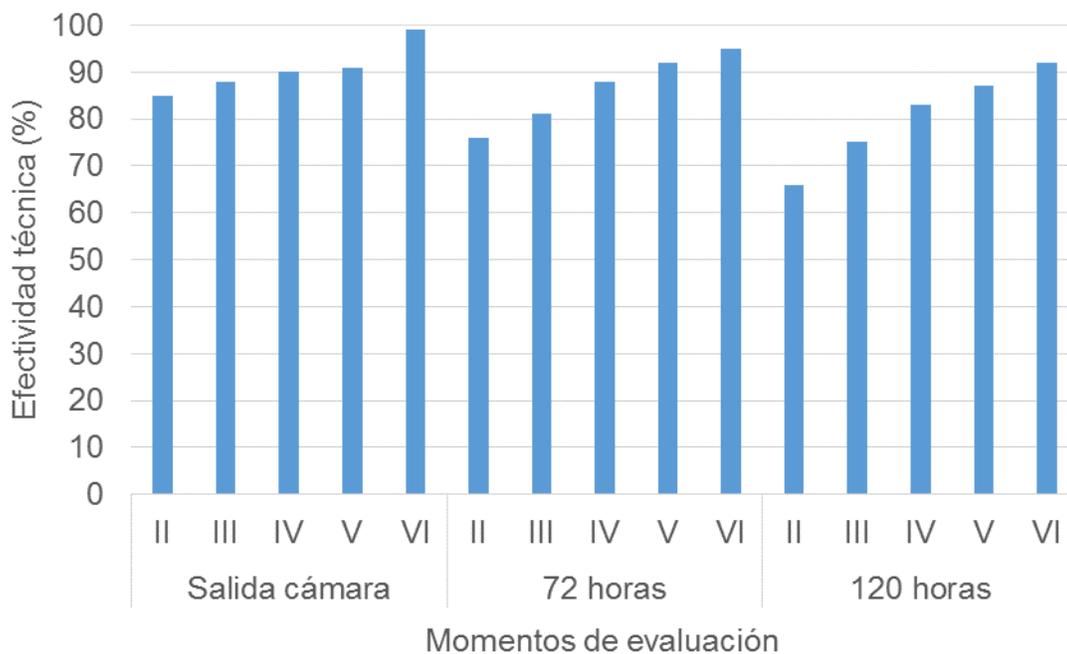
A los 5 días las variante (II y III) lavadas con detergente citrimex,  $0,5 \text{ Litro}/100 \text{ L}$  y con detergentes y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% con efectividad del 61 y 67% clasificada como mala, la variante (IV) Frutos desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% sin lavado con detergente la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de regular con 77 % y las variantes (V y VI) con Tecto 500 SC a la dosis de  $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  y el estándar con Imazalil  $0,4 \text{ mL.L}^{-1}$  con efectividad biológica de 81 y 88% que se considera buena. La variante tratada con Imazalil siempre se obtuvo la efectividad más alta.

La figura 4 presenta los resultados de las evaluaciones de los tratamientos químicos en frutos que no se sometieron a la maduración con etileno. Los frutos en las variantes (II, III y IV) citrimex,  $0,5 \text{ Litro}/100 \text{ L}$ . Frutos lavados con detergentes y desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% y Frutos desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% sin lavado con detergente en la evaluación realizada a la salida de la cámara de desertización efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de buenos, con 85, 88 y 90% respectivamente.

Los mejores resultados se obtuvieron con la variante (V) Tecto 500 SC a la dosis de  $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  y la variante (VI) con el estándar con Imazalil  $0,4 \text{ mL.L}^{-1}$  con efectividad biológica de 96 y 99% respectivamente. Después de las 72 de tratadas se pusieron en reposo 72 horas más para realizarle una segunda evaluación excepto la variante (II) lavada con detergente citrimex,  $0,5 \text{ L}/100\text{L}$  con 77% de efectividad clasificada como regular, la variante IV Frutos desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% sin

lavado con detergente la efectividad fue de 88% calificada de buena, las variantes (V y VI) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien, fueron superior al 90%, con Tecto 500 SC a la dosis de 0,5 mL.L<sup>-1</sup> y el estándar con Imazalil 0,4 mL.L<sup>-1</sup> con efectividad biológica de con 92 y 95%.

A los cinco días después de la primera evaluación excepto la variante (II) lavada con detergente citrimex, 0,5 Litro/100 L y Frutos lavados con detergentes la efectividad es de 67% clasificada de mala, la variante (III) desinfectados con Hipoclorito de sodio al 16% con 75% de efectividad clasificada como regular, las variantes (IV y V) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de buenos con 83 y 88%., y la variante (VI) con el estándar con Imazalil 0,4 mL.L<sup>-1</sup> con efectividad biológica de 92% clasificado de muy buena. Con el Imazalil se obtuvo la efectividad más alta.



**Figura 4.** Efectividad técnica de los tratamientos con fungicidas químicos en frutos de papayo sin colocar en la cámara de etileno. Color inicial (3-5).

Kader (2002) y De la Cruz *et al.* (2007) informan que la exposición de los frutos de papayo al etileno por 24 horas a concentraciones de 100 mg.L<sup>-1</sup> es una buena opción para obtener frutos maduros en corto plazo. De la Cruz (2010) considera que la

respuesta de los frutos de papaya a la inducción de la maduración por el etileno depende del estado de madurez inicial.

Fonseca (1993), Saavedra (2009) y Kader (2002) coinciden en la importancia de una buena selección en cuanto al grado de madurez en el momento de la cosecha para lograr una vida anaquel de los frutos más larga y garantizar la calidad interna esperada; estos autores recomiendan que los frutos deben ser cosechados cuando presentan cambio de color de al menos una raya y no más de tres, lo que no se corresponde con los colores iniciales de los frutos utilizados en el trabajo y por lo tanto las diferencias en la respuesta al etileno y en la maduración.

Según la Ficha Técnica (2007) del Registro Central de Plaguicidas el fungicida Tecto 500 (thiabendazol) es un producto sistémico que se usa en control de enfermedades en precosecha y poscosecha, tiene un amplio rango de acción en el cultivo de la papaya reduce el 85% de la afectación coincidimos con esta afirmación, durante el desarrollo del trabajo obtuvimos resultados semejantes y superiores.

El Imazalil a dosis de  $400 \text{ mg ia.L}^{-1}$  se recomienda por el Registro Central de Plaguicidas para el control de *Colletotrichum* spp en tratamientos foliar y muy efectivo en poscosecha, es un fungicida sistémico de amplio espectro, se obtuvo resultados superior a la variante con Tecto 500 (thiabendazol).

Los frutos de papaya son de patrón climatérico, presentan una alta tasa de respiración y elevada producción de etileno por lo que son altamente susceptible al deterioro por desórdenes fisiológicos y patológicos y esto hace que su vida de anaquel sea muy corta (Pérez y González, 1999). Por esa causa consideramos que no es necesario exponerlo a cámara de desertización, acelera su maduración haciéndolo más sensibles a los desórdenes patológicos incidiendo patógenos oportunistas que aceleran el deterioro de la fruta.

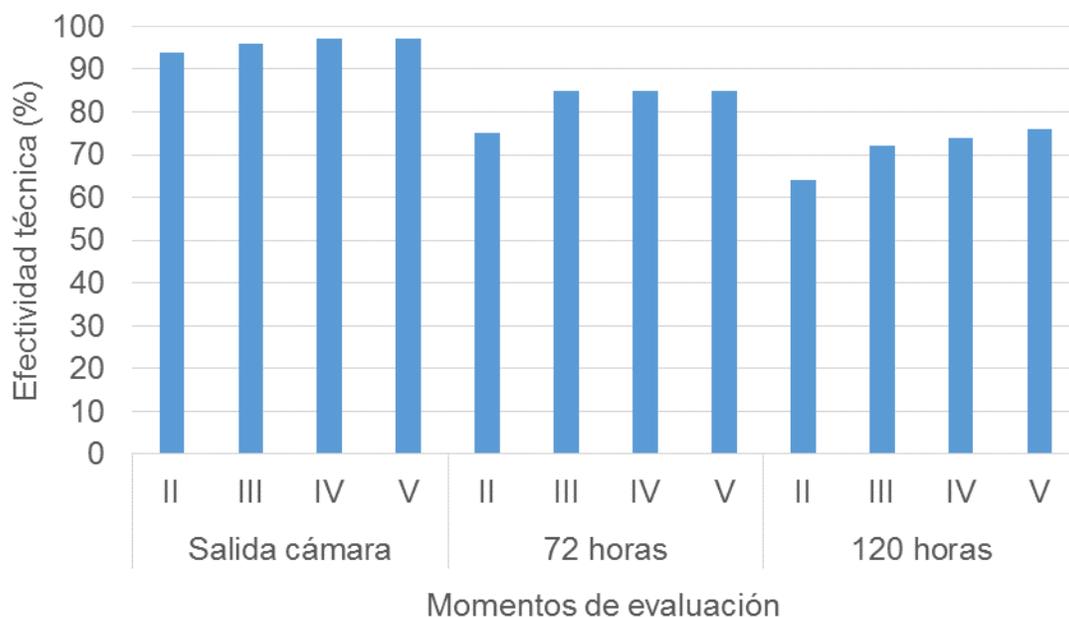
De la Cruz *et al.* (2007) indicaron que los frutos de papaya tratados con etileno por 48 y más horas, presentan en menor tiempo alteraciones como ablandamiento

anormal, oscurecimiento en cáscara y pulpa; que contribuyen al desarrollo de las pudriciones, cuando se adicionan daños mecánicos y altas fuentes de inóculo.

En el proceso de beneficio se debe realizar la desinfección de los frutos, para colocarlos en el almacenamiento fuera de cámara y con criterio de color con grado inferior a 3, para garantizar que en el tiempo de anaquel las frutas resistan un mayor tiempo. Teniendo en cuenta que el trabajo se desarrolló en condiciones ambientales normales sin ningún tipo de climatización.

#### **4.2.2. Efectividad de los tratamientos biológicos con un antagonista.**

El empleo del tratamiento biológico con el antagonista *Trichoderma harsianum* (Cepa 32), mostró (figura 5) que en todas las variantes en la evaluación realizada a la salida de la cámara de maduración la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien, fueron superior al 90%.



**Figura 5.** Efectividad técnica de los tratamientos biológicos en frutos de papayo tratados con etileno en cámara de maduración. Color inicial (0-2).

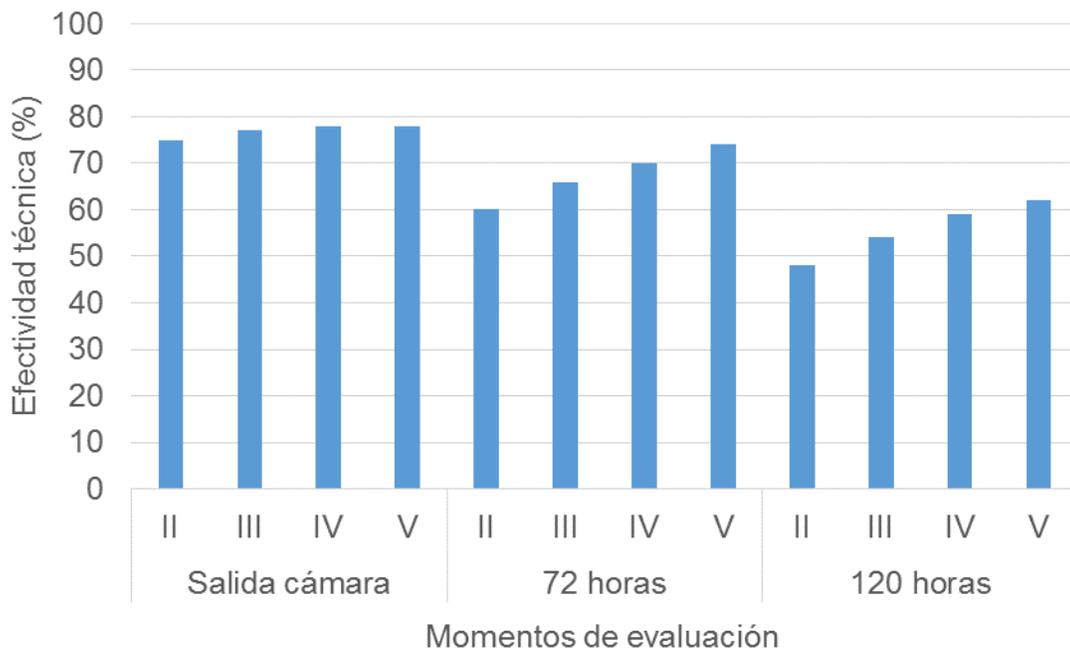
Los mejores resultados se obtuvieron con la variante (III, IV y V) entre 97 y 98% de efectividad con Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección, Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado.

A las 72 horas la variante (II) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección 75% de efectividad clasificada de regular, en el resto de las variantes (III, IV y V) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de buena, con un 85%, de efectividad biológica.

A los cinco días la variante (II) con frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección la efectividad fue del 64% clasificada de mala, mientras que en el resto de las variantes (III, IV y V) la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de regular, con 72, 74 y 76% de efectividad biológica respectivamente.

En los frutos de todas las variantes que fueron mantenidos fuera de cámara de maduración y tratados (figura 6) en la evaluación realizada a las 72 horas de realizado el tratamiento la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de muy bien y fueron superior al 90%.

Los mejores resultados se obtuvieron con la variante (III, IV y V) entre 97 y 98% de efectividad con Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección. Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado.



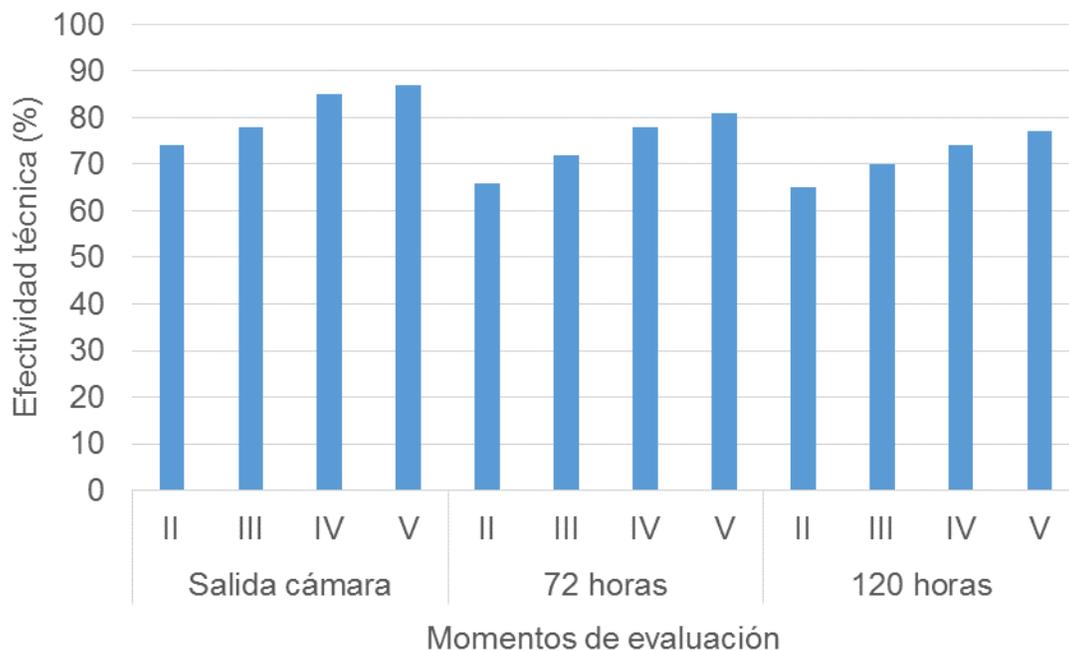
**Figura 6.** Efectividad técnica de los tratamientos biológicos a frutos de papayo sin colocar en la cámara de etileno. Color inicial (0-2).

A las 72 horas de realizada la primera evaluación la variante (II) de frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección 80% de efectividad clasificada de regular, de las variantes (III y IV) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección, frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado, la efectividad de los tratamientos tuvieron calificación de buena, con 87 y 90%., de efectividad biológica.

La variante (V) se clasificó de muy buena con 93%. Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado. A los cinco días de la primera evaluación la variante (II) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección 68% de efectividad clasificada de mala, el resto de las variantes (III y IV) la efectividad de los tratamientos tuvieron

calificación de regular, con 74 y 79 %, de efectividad biológica, la variante (V) una efectividad de bien con 82%.

Los frutos con color inicial de 3-5 tratados y sometidos a la maduración con etileno, presentaron los siguientes resultados a la salida de la cámara (figura 7). En las variantes (II, III y IV) frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección tienen la categoría de regular con 73 y 79% de efectividad.( IV y V) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado. Buena efectividad 85 y 87% respectivamente.

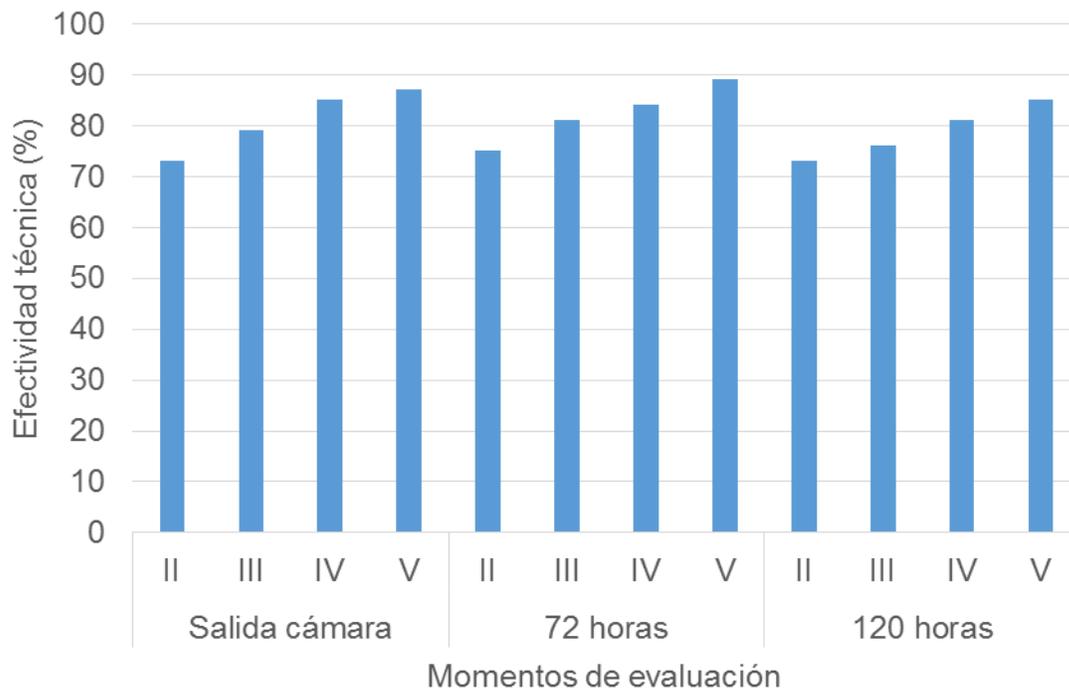


**Figura 7.** Efectividad técnica de los tratamientos biológicos a frutos de papayo tratados con etileno en cámara de maduración. Color inicial (3-5).

A las 72 horas la variante (II) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección con 67% de efectividad clasificada como mal, la variante (III y IV) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado. La efectividad fue de 72 y 79% calificada de regular, la variante (V) la efectividad del tratamiento tuvo calificación de muy bien con 82%.

A los cinco días la variante (II) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección la efectividad es de 65% clasificada de mala, la variante (III, IV y V), con frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que pasaron por el proceso de lavado y desinfección, frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado la efectividad fue calificada de regular con 70, 74 y 78% respectivamente.

El análisis de los tratamientos a los frutos de color inicial 3-5 sin someter a la maduración con etileno y en los que se aplicó *Trichoderma* como antagonista biológico poscosecha (figura 8) mostró que en las variantes (II y III) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección tienen la categoría de regular con 73 y 79% de efectividad ( IV y V) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado. Buena efectividad 85 y 87% respectivamente.



**Figura 8.** Efectividad técnica de los tratamientos biológicos a frutos de papayo sin tratamiento en cámara de maduración. Color inicial (3-5).

A las 72 horas de la primera evaluación la variante (II) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección con 75% de efectividad clasificada como regular, la variante (III, IV y V) Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección, frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que pasaron solo por el proceso de lavado y Frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado, la efectividad fue de 81, 84 y 89% calificada de buena.

A los cinco días de la primera evaluación las variantes (II y III) osea frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos sin el proceso de lavado ni desinfección y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20

g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado por el proceso de lavado y desinfección con efectividad clasificada como regular (73 y 77%, las variantes (IV y V), frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos que hayan pasado solo por el proceso de lavado y frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado, la efectividad fue de 81 y 85% calificada de buena.

Las frutas que se colocaron en la cámara de maduración que tenían criterio de color igual o mayor de tres (3-5) tenían altas afectaciones por hongos poscosecha, no así las de criterio de color menor de tres (0-2) teniendo los mejores resultados con la clasificación de 0 y 1. En las evaluaciones a las 72 horas de reposo tanto las frutas que se colocaron en la cámara de maduración como las que se dejaron fuera tenían afectaciones por hongos poscosecha excepto las de criterio de maduración (0-1).

En las evaluaciones a los cinco días de reposo las frutas con criterio de maduración grado (0) que dejaron fuera de cámara no tuvieron afectación y muy ligera las colocadas en la cámara. Según el criterio de Matienzo (2003) sobre la efectividad de los medios biológico en este caso el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* Rifai, se considera buena cuando es mayor de 75% y se mantuvo en esta categoría hasta los cinco días en frutos con criterio de maduración de 0-2 en la variante (V) puesta en cámara de maduración y las variantes (III, IV y V) en las de fuera de cámara.

En el caso de las frutas con criterio de maduración de 3-5 se mantuvo la efectividad superior al 75%, a la salida de cámara las variantes (III, IV y V), a las 72 horas las variantes (IV y V) y a las cinco días la variante (V). En las que estuvieron fuera de cámara la variante (III, IV y V). La variante que mejor se comportó fueron los frutos tratados con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito sin lavado.

Los resultados en el uso de productos químicos para minimizar los daños por hongos en el período de poscosecha, en ocasiones son poco satisfactorios y recomienda aplicaciones de Tiabendazol a 500–700 mg.L<sup>-1</sup> (Páez 2003), sin embargo,

Bustamante (2000) encontró resultados poco satisfactorios en el control de las pudriciones con aplicaciones de este fungicida a 500 mg.L<sup>-1</sup>.

Los mejores resultados con el fin de alargar la vida anaquel de los frutos de papayo con estos fungicidas se han logrado con el Imazalil, con una vida de anaquel de siete días (Venkatesan *et al.*, 2010). La inmersión de los frutos en agua caliente a 49°C durante 20 minutos y la aplicación de Imazalil 400 en la cera, mostró los mejores resultados en el control de las pudriciones por antracnosis.

Páez (2003) y Folgueras (2007) recomiendan el uso del Imazalil a 250 mg.L<sup>-1</sup> y el TBZ a 400 mg.L<sup>-1</sup> en los tratamientos aplicados a los frutos durante la poscosecha; aunque reconocen que estos fungicidas disminuyen las afectaciones fúngicas, su efecto no garantiza una cobertura que responda a las necesidades del producto.

### 4.3. Organismos nocivos poscosecha presentes en las diferentes variantes.

#### 4.3.1. Identificación de los organismos nocivos presentes.

En el análisis de los patógenos presentes en los frutos causando pudriciones durante la poscosecha (tabla 4) se encontraron durante el almacenamiento, los mayores porcentajes de frutos con síntomas de antracnosis hasta de un 30% causada por el patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., perteneciente a la división Deuteromycotina, clase Coelomycete, orden esferopsidales, familia Melanconeaceae) (Uquijo *et al.*, 1966; López, 1984).

Tabla 4. Patógenos presentes durante la poscosecha en frutos de papayo tratados con fungicidas químicos con color inicial 0-2 puestos en cámara de desverdización.

Organismos nocivos	03-mar	06-mar	08-mar
<i>Colletotrichum</i> sp.	9	23	30
<i>Phomopsis</i> sp.	6	11	17
<i>Aspergillus</i> sp	0	4	6

Se encontraron además frutos con síntomas de pudrición húmeda por *Phomopsis caricae-papayae* Petrak. & Cif., división Deuteromycotina, clase Coelomycete, orden

Esferopsidales, familia Esferopsidaceae (Uquijo *et al.*, 1966; López, 1984) hasta en un 17% y pudriciones por *Aspergillus niger*, división Deuteromycotina, clase Hyphomycete, orden Moniliales, familia Moniliaceae (Uquijo *et al.*, 1966; López, 1984). hasta en un 6%.

Rawal (2010) considera las afectaciones por *Colletotrichum gloeosporoides* como la enfermedad más importante que afecta los frutos maduros de papayo y plantea que esta es una enfermedad que se mantiene en el campo y luego de la maduración aparece en el período de poscosecha, conservación y mercadeo. Rodríguez (2000), Mulkay *et al.* (2006), Pérez y González (2007) coinciden también en señalar que los daños por Antracnosis son los de mayor incidencia e importancia económica en la producción del cultivar de papayo ‘Maradol’.

**4.3.2. Niveles de daños por pudriciones en frutos de diferentes tratamientos.**

En la primera evaluación (tabla 5) tanto en las frutas que se colocaron en la cámara de maduración como en las que se dejaron fuera y tenían un criterio de color igual o mayor de 3 (3-5) tenían altas afectaciones por hongos poscosecha, no así las de color menor de 3 (0-2) y los mejores resultados los frutos clasificados con 0-1.

Tabla 5. Pudriciones totales en frutos de papayo tratados con fungicidas químicos con criterio de color 0 a 2 puestos en cámara de desverdización.

Tratamiento	03-mar	06-mar	08-mar
I	5 a	0 d	32 a
II	5 a	11 a	16 b
III	2 b	7 b	11 bc
IV	3 ab	5 b	8 cd
V	0 c	2 c	5 d
VI	0 c	0 d	1 e
ES	0,139*	0,193*	0,276*
CV (%)	8,90	10,10	8,64

Datos transformados  $\sqrt{\%+1}$

A las 72 horas tanto las frutas que se colocaron en la cámara de maduración como las que se dejaron fuera tenían afectaciones por hongos poscosecha excepto las de criterio de maduración grado (0 y 1). En las evaluaciones a los cinco días y al final de las evaluaciones en ambos tratamientos, las frutas con criterio de maduración grado (0) fueron las que presentaron la mas baja afectación por patógenos.

## 5. CONCLUSIONES

- Las frutas que se colocaron en la cámara de maduración que tenían criterio de color igual o mayor de tres, tenían altas afectaciones por hongos poscosecha, no así las de criterio de color menor de tres teniendo los mejores resultados con la clasificación de 0-1.
- A las 72 horas de reposo tanto las frutas que se colocaron en la cámara de maduración como las que se dejaron fuera tenían afectaciones por hongos poscosecha excepto las de criterio de maduración grado (0-1).
- A los cinco días de reposo las frutas con criterio de maduración grado (0) que dejaron fuera de cámara no tuvieron afectación y muy ligera las colocadas en la cámara.
- La efectividad del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* Rifai como medio biológico se considera buena por haber sido mayor de 75%
- Las variantes que mejor se comportaron fueron los tratamientos con *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos con frutos desinfectados con hipoclorito e Imazalil a dosis de 400 mg ia
- El hongo poscosecha que más incidió en todas variantes tratadas tanto con fungicida químico como con biológico fue en las distintas etapas de evaluación *Colletotrichum gloesporioides*.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Utilizar frutas de criterio de maduración grado 0-2 en el proceso de beneficio para lograr un alargamiento del período de anaquel.
- La aplicación de *Trichoderma harzianum* a dosis de 20 g.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos en frutos desinfectados con hipoclorito de sodio.
- Aplicar el fungicida Imazalil a dosis de 400 mg ia como tratamiento químico.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- ALBORNETT, Y. Y SANABRIA, N. 1994. Diagnóstico de las enfermedades fúngicas en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) y melón (*Cucumis melo*) para exportación. Fac. Agron. (Maracay) 20:13-20.
- ALVAREZ, A. M Y NISHIJIMA, W.T. 1987. Postharvest Diseases of Papaya. Plant Disease. 661- 686.
- ANÓNIMO. 2001. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de la Agricultura y Ganadería del Ecuador. Quito. Ecuador. p. 3-18.
- 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. Ministerio de la Agricultura.
- BADILLO, V. M. 2002. Cruzamientos de *Carica* L. vs. *Vasconcella* St. Hil. (Caricaceae). Rehabilitación de este último. *Ernstia* 10: 74-79.
- BANCOMEXT. 1999. Cosecha postcosecha y Empaque. Sección Tecnología [en línea]. Disponible en:<http://Image Group.com>. [Consulta: octubre, 18 2017].
- BORGES DE OLIVEIRA, M. A.; ROMEU, A., DE SOUZA, G., MOREIRA DE REZENDE, T. 2002. Caracterização do estágio de maturação do papaia 'golden' em função da cor. *Bras. Frutic.* 24 (2). 11-18.
- BUSTAMANTE, LETICIA. 2000. Control postcosecha de *Colletotrichum gloeosporioides*. en frutos de papaya mediante la aplicación de fungicidas e hidrocalentamiento. Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de Salud. p. 4-6.
- CÁCERES IVIS, MULKAY TANIA, RODRÍGUEZ JOSEFINA, PAUMIER A., SISINO A., CASTRO-LÓPEZ TANIA, ALONSO O., BANGO GRACIELA Y GUTIÉRREZ, P. 2003. Influencia del encerado y tratamiento térmico en la

- calidad postcosecha del Mango. Resultado de investigación. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Cuba. 8 p.
- CASTRO L., MORALES L. A. Y ARANGUREN M. 2000. Fundamentos teóricos – prácticos sobre el cultivo y cosecha de la papaya *Carica papaya* (L.). Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Facultad de Agronomía. Ciudad de Matanzas. Separata. 22 p.
- CASTRO, O Y SABORIO, A. 2004. Avances en la investigación de enfermedades poscosecha de la papaya (*Carica papaya* L.) en Costa Rica. 15 p.
- CASTRO-LÓPEZ, TANIA. 2009. Aspectos de la post-cosecha de frutos. Conferencia Curso Maestría Fruticultura Tropical. Instituto Investigaciones en Fruticultura Tropical. (no publicada).
- CLARIDADES AGROPECUARIAS. 1999. Manual de Producción de Papaya en el Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Centro de Investigación. Regional Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, (MEX). p. 49-50.
- DANTAS, J. L. L; DANTAS, A. C. V. L; LIMA, J. F. 2002. Mamoeiro. In: Melhoramento de fruteiras tropicais. Bruckner, C.H (Eds), Viçosa: UFV. p. 309-349.
- DE LA CRUZ, J., RAMÍREZ, P. Y GARCÍA, H. S. 2007. Estudio del efecto de la maduración acelerada y la refrigeración sobre la fisiología de la papaya Maradol (*Carica papaya* L). En: V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Instituto Tecnológico de Veracruz (UNIDA). Veracruz, México. (CD).
- DE LA CRUZ, J. 2010. Maduración inducida con etileno en frutas tropicales: papaya maradol (*Carica papaya* L.). Premio nacional en ciencia y tecnología de alimentos. Instituto Tecnológico de Veracruz. (MEX). p.115-118.

- DICKMAN, M. B. 1994. Papaya diseases caused by fungi. Compendium of Tropical Fruit Diseases. The American Phytopathology Society. p. 58-59.
- ESTRADA, G.; LÓPEZ, M. O Y PÉREZ, L. 1999. Hongos asociados a pudriciones postcosecha en el cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) Fitosanidad. 3 (1):75-76.
- FAO 2003. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Plan de Acción Mundial. Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. FAO. 20 p.
- FINTRAC. 2003. Equipo Básico para Empacadoras de Frutas y Vegetales frescos. Boletín de Poscosecha No 04. Octubre. p. 1- 5.
- FOLGUERAS, MARYLUZ. 2007. Enfermedades fungosas de la papaya [en línea]. Disponible en: <http://BibliotecaDigital\Frutales\Frutabomba\Disco Frutabomba.INIVIT>. [Consulta: octubre, 18 2017].
- FONSECA J. M. 1993. Reducción de pérdidas poscosecha debidas a mancha de látex en mango (*Mangifera indica*). Tesis en opción al título de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad de Costa Rica.
- FRAIFE- FILHO, G. DE A., DANTAS, J. L. L., LEITE, J. B. V., OLIVEIRA, J. R. P. 2001. Avaliação de variedades de mamoeiro no Extremo sul da Bahia. Magistra 13(1): 37-41.
- GAJANANA, T. M., SUDHA, M., SAXENA, A. K., DAKSHINAMOORTHY V. 2010. Post harvest handling, marketing and assessment of losses in papaya [en línea]. Disponible en: <http://www.actahort.org/>. [Consulta: enero, 12 2018].
- GODOY, ANA. 2008. Injurias mecânicas e seus afeitos na fisiologia e nas qualidades de mamões 'Golden'. Univ. Sao Paulo. Esc. Sup. De la Agricultura. Luiz de Queiroz. (BR). 68 p.

- INFOAGRO 2003. Combinación de tratamientos de campo y poscosecha en el combate de Antracnosis en frutos de Papaya. Un negocio de gran rentabilidad [en línea]. Disponible en: Infoagro.com. [Consulta: mayo, 21 2017].
- INIVIT. 2004. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* Lin.). Manual de fruta bomba. p. 1-82.
- INIVIT. 2007. Manual de papaya. Instructivo técnico del cultivo de la fruta. Tercera Edición, abril. 44 p.
- INIVIT. 2008. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba. Segunda edición. Biblioteca ACTAF. 11 p.
- KADER, A. A. 2002. Papaya. postharvest technology research information center, Department of pomology University of California [en línea]. Disponible en: <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Fruit/papaya.sht>. [Consulta: diciembre, 11 2017].
- KADER, A. A. 2004. Recommendations for maintaining postharvest quality. Papaya produce facts. postharvest technology research information center, Department of pomology University of California [en línea]. Disponible en <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Fruit/papaya.sht>. [Consulta: diciembre, 11 2017].
- LIBERATO, J. R. 2002. Anthracnose on papaya fruit. Pest and diseases image library [en línea]. Disponible en: <http://www.PADIL.htm>. [Consulta: mayo, 21 2017].
- LURIE, S. 1998. Postharvest Heat Treatments of Horticultural Crops. Hort Rev 22: 91-21.
- MARÍN, S. L.; YAMANISHI, O.; DOS SANTOS, D.; MEISSNER, P. 2003. Identificação de pragas, doenças e factores abióticos do mamoe. Doc. Sector de Fruticultura da Universidade de Brasília No 1. 77p.

- MARTINS, V. 1999. Colheita e Pós- Colheita. O Cultivo do Mamão. EMBRAPA. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica 34. p. 71-76.
- MEIRELLES R., DE MATTOS Y., MELGES, J. M. 2008. Qualidade do mamão cv. Solo submetido ao choque térmico e tratamento quarentenário por radiação gama [en línea]. Disponible en: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/result.php?cx=010733707725179230303%3Akwnpghflvoy&cof=FORID%3A10&ie=iso-8859-1&q=&sa=P>. [Consulta: mayo, 21 2017].
- MIRANDA, S. P; FAGUNDES, G. A.; FILHO, J. A.; DE MORAES, A.; DE LIMA, L. Y YAMANISHI, K. O. 2002. Características físicas e químicas de mamoes dos grupos Solo e formosa cultivados em Brasilia-DF. In: XVII Congreso Brasileiro de fruticultura. Belen- Pará-Brasil. (CD).
- MONTERO, MARTA Y MOLINA M. E. 2005. Tratamientos para reducir los daños por látex en mango (*Mangifera indica*). Agronomía Costarricense. 29(3): 221-229.
- MULKAY TANIA, PAUMIER A, CÁCERES IVIS, ALONSO O., SISINO A. Y GONZÁLEZ J. 2006. Efecto del método físico y químico en la calidad poscosecha de la papaya (*Carica papaya* L.). Resultado de investigación. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ciudad de la Habana. Cuba. 16p.
- NISHIJIMA, W. T. 1994 a. Alternaria fruit spot. In compendium of Tropical Fruit Diseases. Ed. Dy Ploetz, R. C. Zentmyer G. A., Nishijima W. T. Rohrbach. K.G. and Ohr H. D. APS Press. St Paul. Brasil. p.58-59.
- NISHIJIMA, W. T. 1994 b. Rhizopus Soft Rot. Papaya disease caused by fungi. Compendium of Tropical Fruit Diseases. De American Phythopathology Society. p. 63.
- OSUNA J. A., CÁCERES T., MONTALVO A. MATA M. Y TOVAR B. 2007. Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) y tratamiento hidrotérmico sobre la fisiología y calidad del mango 'Keitt'. Chapingo, Serie Horticultura. 13(2): 157-163.

- PÁEZ, A. R. 2003. Tecnología sostenible para el manejo de la antracnosis en Papaya y Mango. Valledupar. Corpoica. Boletín técnico No. 8. p. 2-16.
- PANTASTICO, E. B. 1979. Fisiología, postrecolección, manejo y utilización de hortalizas y frutos tropicales y subtropicales. 2ª. ed. Ed. Continental. México D. F. p. 29-50.
- PAULL, R. E., NISHIGIMA, W., REYES, M., CAVALLETO, C. C. 1997. postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). Postharvest Biology II: 165-179.
- PÉREZ, L. F. 1999. Las enfermedades de la papaya y su manejo. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. 7 p.
- PÉREZ, L. F. Y GONZÁLEZ A. G. 2007. El cultivo del papayo. Editorial Científico – Técnico. Cuba. p. 9-40.
- PLOETZ, R. C., ZENTEMEYER, G. A., NISHIJIMA, W. T., ROHRBACH, K. G., OHR, H. D. 1997. Compendium of tropical fruit diseases, APS PRESS, USA. p. 56-70.
- PORTALES, J. M. Y RUÍZ, L. 2000. Manejo de la nutrición en el cultivo del papayo. Generalidades [en línea]. Disponible en: [inivit@enet.cu](mailto:inivit@enet.cu). [Consulta: junio, 4 2017].
- RAWAL R.D. 2010. Fungal diseases of Papaya and their management. [en línea]. Disponible en: <http://www.actahort.org/>. [Consulta: noviembre, 14 2017].
- REIGOSA, M. 2003. Handbook of plant ecophysiology techniques. Kluwer Academic Publishers. 443 p.
- RODRÍGUEZ, A. 2000. El papayo 'Maradol' un aporte a la fruticultura tropical. Cubana de Agricultura. 1(1): 73-77.
- RUIZ, A. M. 1991. Damage mechanisms in the handling of fruits. In: Mathews J. (Ed.) Progress in agricultural physics and engineering. New York: CAB International. p. 231-257.

- SAAVEDRA, A. 2009. Características de calidad de frutos de Papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agric. Téc. Méx.* 35 (3): 10-15.
- SALVADOR A., ARNAL, L., NAVARRO, P., MARTÍNEZ-JÁVEGA, J. M. 2007. Aplicación de 1-MCP en ciruela 'Songold'. En: *II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical*. La Habana. (CD).
- SANTAMARÍA, F., DÍAZ, R., SAURI, E., ESPADAS, F., SANTAMARÍA, J. M. Y LARQUÉ, A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*. 35(3): 10-14.
- SAÑUDO, J. A., SILLER, J., OSUNA, T., MUY, D., LÓPEZ G. Y LABAVITH, J. 2008. Control de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) con 1-metilciclopropeno y ácido 2-cloroetilfosfónico. *Fitotecnia Mexicana*. 31(2): 141-147.
- SEMILLAS DEL CARIBE. 2003. Cosecha postcosecha y Empaque. Sección Tecnología. Semillas del Caribe.
- SHAKILA, A. Y ANBURANI, A. 2010. Effect of storage temperatures on the quality and shelf life of Papaya [en línea]. Disponible en: <http://www.actahort.org/>. [Consulta: noviembre, 14 2017].
- SILVA, C. F. B., MICHEREFF, S. J., ALBUQUERQUE, H. S., SILVA, J. A., OLIVEIRA S. M. A., DANTAS S. A. F. 2002. Epidemiología de enfermedades fúngicas de enfermedades poscosecha en frutos de papaya. *Boletín Microbiológico*. 17(17): 1-7.
- SOUZA, G. 1998. Características físicas, químicas e sensoriais do fruto de cinco cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) produzido em Macaé-RJ. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Macaé. 68 p.
- STATISTICA, 2003. Data analysis software system, Version 6.1. StatSoft, Inc. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

- STOREY, W. B. 1953. Genetics of the papaya. J. Heredity. 44: 70-78.
- TAYLOR, J. Y. AND TUCKER, G. 1993. Biochemistry of fruit ripening, Chapman and Hall. p. 290-323.
- THANGARA, J T. 2010. An insights into the post harvest handling and storage of papaya (*Carica papaya* L.) [en línea]. Disponible en: URL. <http://www.actahort.org/>. [Consulta: octubre, 18 2017].
- VELA, G. 2002. Maduración acelerada de papaya Maradol (*Carica papaya* L.) en atmósferas modificadas con etileno. Instituto Tecnológico de Veracruz (MEX).
- VENKATESAN, S., SUDHAGAR R., KAMALAKANNAN S., MANIVANNAN K. 2010. Effect of Borneol on post harvest behaviour of Papaya [en línea]. Disponible en: <http://www.actahort.org/>. [Consulta: marzo, 15 2017].
- ZAENS, M. V. 2004. Biología y fisiología de los productos frescos y principales fuentes de contaminación. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de tecnología poscosecha. Conferencia. 15 p.
- ZAVALA, M. J., TUN, J. M., CRISTÓBAL J., SÁNCHEZ, R., GUTIÉRREZ, O., VÁZQUEZ, M., MÉNDEZ, R. 2005. Control postcosecha de la antracnosis en papaya y sensibilidad de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. a fungicidas organosintéticos. Chapingo. Serie Horticultura. 11 (2): 251-255.
- ZHOU, L.; PAULL, R. E. AND CHEN, N. J. 2004. Papaya. In: Gross, K. C.; Wang, Ch. Y. and Saltveit, M. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks agricultural. Agriculture Handbook. Number 66.

