

# EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS NATURALES Y QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA SOBRE DISTINTAS VARIEDADES DE PAPAYA



Cabildo Insular de Tenerife  
Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural



Instituto Canario de Investigaciones Agrarias  
Departamento de Protección Vegetal  
Departamento de Fruticultura Tropical



O.P.P. Cooperativa Platanera de Canarias (COPLACA)



Cooperativa Agrícola Guía de Isora (COAGISORA)

# INDICE

## 1.- INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

## 2.- OBJETIVO

## 3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- Determinación de las especies fúngicas causantes de las pudriciones en campo y postcosecha.

3.2.- Preparado del inóculo y técnica de inoculación.

3.3.- Diseño del ensayo.

3.4.- Variedades y fungicidas evaluados.

3.5.- Aplicación de los tratamientos.

3.6.- Simulación de transporte, conservación y puesta en venta.

3.7.- Evaluación de la eficacia de los fungicidas y tratamiento estadístico de resultados.

## 4.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

4.1.- Crecimiento radial de la pudrición sobre la herida de cada fruto.

4.1.1.- Factor tratamiento.

4.1.1.1.- Finalizada la simulación de transporte.

4.1.1.2.- Finalizada la simulación de conservación.

4.1.2.- Factor variedad.

4.1.2.1.- Finalizada la simulación de transporte.

4.1.2.2.- Finalizada la simulación de conservación.

4.2.- Porcentaje de inhibición de la pudrición.

4.2.1.- Factor tratamiento.

4.2.1.1.- Finalizada la simulación de transporte

4.2.1.2.- Finalizada la simulación de conservación.

4.2.2.- Factor variedad.

4.2.2.1.- Finalizada la simulación de transporte.

4.2.2.2.- Finalizada la simulación de conservación.

## 5.- CONCLUSIONES

## 6.- BIBLIOGRAFIA CITADA Y CONSULTADA

### ANEJO FOTOGRÁFICO

1.- Salida de simulación del transporte

2.- Salida de simulación de conservación

# EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS NATURALES Y QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA SOBRE DISTINTAS VARIEDADES DE PAPAYA

Perera González, Santiago D., Pérez Hernández, Eudaldo (1); Lobo Rodrigo, Gloria (2); Hernández Hernández, Julio M., (3); López-Cepero, Javier; Puerta, Manolo; Torres Sánchez, J. Manuel, (4); López Castañeda, Carlos (5).

- (1) Cabildo Insular de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural.
- (2) Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Departamento de Protección Vegetal.
- (3) Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Departamento de Fruticultura Tropical.
- (4) O.P.P. Cooperativa Platanera de Canarias (COPLACA).
- (5) Cooperativa Agrícola Guía de Isora (COAGISORA).

## 1.- INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En los últimos años se han puesto a disposición de los agricultores nuevas variedades, en este caso, híbridas, que muestran una elevada producción por planta, lo que ha provocado un gran interés en el sector agrícola ante las buenas expectativas que este producto podría suponer para la exportación de esta fruta a península.

En los envíos a este destino se han observado pudriciones sobre los frutos, principalmente producidas sobre golpes o magulladuras en el proceso de recolección y empaque.



Aspecto de la fruta llegada a la salida de cámara de conservación en Península y para puesta en venta.



Pudriciones sobre la fruta en el momento de puesta en venta en Península.

Además de destacar la importancia de una correcta manipulación en la recolección y en el empaque, fundamental para evitar las posibles magulladuras y posteriores pudriciones, se considera importante la aplicación de un fungicida postcosecha que proteja la fruta de la acción fúngica y, de esta forma, evitar posibles pudriciones que deprecien los frutos en los puntos de venta.

En la actualidad, no existen productos fitosanitarios autorizados para la aplicación tras la recolección sobre papaya.

Para la autorización de un producto fitosanitario por parte de la entidad competente es necesario presentar varios estudios, entre los que se encuentran ensayos que demuestren la eficacia de los fungicidas que se desea autorizar.

Hasta que las posibles autorizaciones se produzcan, se considera la posibilidad del empleo de algún producto de origen natural que demuestre cierta eficacia sobre estas enfermedades.

El empleo de productos vegetales sobre el control de enfermedades de postcosecha en papaya ha sido estudiado por algunos autores. Plotto et al, 2003, demostró que aceites esenciales de tomillo (*Thymus glandulosus*) y orégano (*Origanum compactum*) tuvieron un efecto fungicida sobre el crecimiento micelial y la germinación de *Rhizopus stolonifer* en condiciones *in vitro*. Tasiwal et al, 2009, estudia la acción de nueve extractos de plantas en condiciones *in vitro* frente a *C. gloeosporoides*. Con el extracto

de *Lantana camara* a concentraciones de 5 y 7,5% observaron porcentajes de inhibición del crecimiento micelial del 42,66% y 45,54%, respectivamente.

Por todo lo expuesto, se planteó la realización de este ensayo cuyo objetivo es el que se detalla en el siguiente apartado.

## 2.- OBJETIVO

Evaluar la eficacia de fungicidas naturales y químicos en el control de enfermedades postcosecha sobre distintas variedades de papaya, aplicados mediante la técnica de inmersión sobre frutos artificialmente inoculado.

## 3.- MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1.- Determinación de las especies fúngicas causantes de las pudriciones en campo y postcosecha.

Se tomaron frutos de distintas variedades en campo y en postcosecha afectados por pudriciones para determinar las especies fúngicas predominantes.

De dicho muestreo de fruta afectada se identificaron especies fúngicas principalmente de herida o lesión de los géneros *Fusarium* spp., *Gliocladium* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Phomopsis* sp. cf., *Penicillium* sp., *Thielaviopsis paradoxa* y *Alternaria* sp.

En base a esta determinación de especies se realizó una prueba previa consistente en la realización de dos técnicas de inoculación; una de ellas mediante la aplicación de una suspensión de esporas de tres especies de *Fusarium* y otra mediante la colocación de un explante de un diámetro de 0,5 cm que se tomó de un cultivo en PDA con crecimiento fúngico de cada una de las tres especies de *Fusarium* y colocado en contacto directo con la epidermis del fruto. La sujeción de estos explantes sobre el fruto se efectuó mediante cinta plástica transparente adhesiva.



Reverso de las placas con especies de *Fusarium* tomadas de frutos afectados.

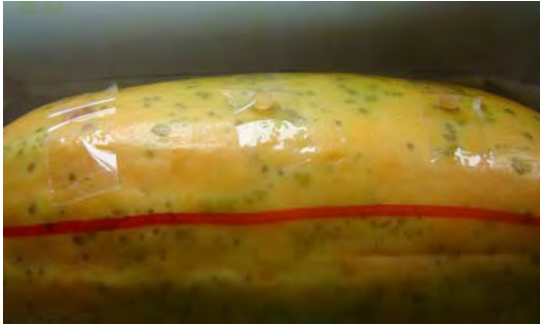
Asimismo estas dos técnicas de inoculación se realizaron por una parte sobre heridas del fruto producidas por abrasión mediante papel de lija y por otra parte, directamente sobre la superficie del fruto.



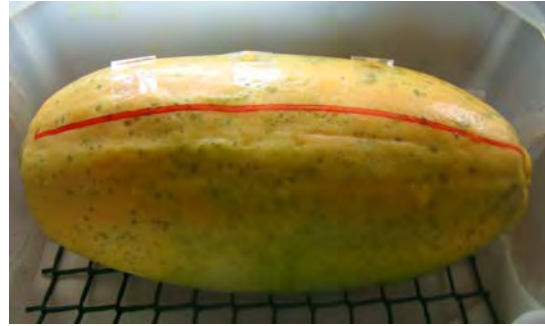
Explante de PDA con crecimiento fúngico en contacto directo con la epidermis del fruto.



Aspecto de la lesión realizada mediante abrasión con papel de lija.



Sujeción de los explantes de PDA con cinta adhesiva transparente.



Aspecto general del fruto inoculado por cada técnica, explantes y abrasión, en cada una de las dos mitades.



Pudrición en la zona inoculada mediante abrasión.



Pudrición en la zona inoculada mediante explante sobre abrasión.

Los resultados de esta prueba indicaron que era necesaria la realización de herida para producir infección y que los dos métodos de inoculación (suspensión de esporas y explantes) sobre dichas heridas producen infección. La técnica de suspensión de esporas fue elegida para la realización de este ensayo por considerarla de más fácil ejecución en comparación con la de la utilización de los explantes.

### 3.2.- Preparado del inóculo y técnica de inoculación

Antes de realizar la inoculación y para eliminar el posible inóculo sobre el fruto procedente de campo, se procedió a sumergirlos en agua con lejía comercial al 0,5% (175 ppm) durante 5 minutos a pH 6,5. Posteriormente se dejaron secar a temperatura y humedad relativa ambiente y volvieron a sumergirse en agua. Una vez secos se procedió a efectuar la inoculación.



Inmersión en lejía de la var. Maradol.



Proceso de secado después de inmersión en agua.

Para efectuar la herida se empleó un sacabocado metálico de aproximadamente 4-5 mm de diámetro realizando varias incisiones al fruto dependiendo de su tamaño (entre 3 y 5 heridas).

Posteriormente a la realización de la herida se aplicó sobre ésta una suspensión de esporas de 25 microlitros con unas 218.750 esporas (8.750.000 esporas/ml). Dicho inóculo estaba compuesto por esporas de *Fusarium* spp., *Gliocladium* sp., *Thielaviopsis paradoxa* y *Rhizopus stolonifer*.



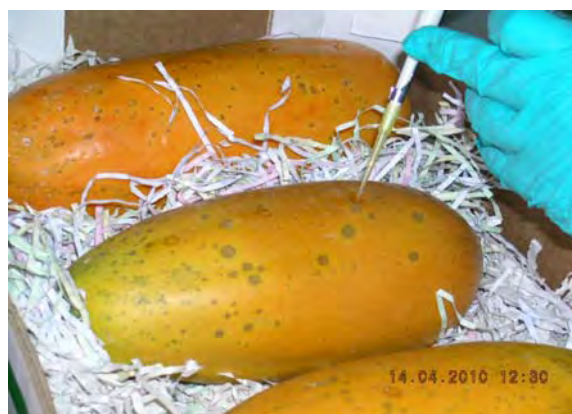
Realización de lesión mediante sacabocado.



Aspecto de las heridas sobre los frutos.



Inoculación de los frutos con la suspensión de esporas.



Detalle de la aplicación de la suspensión de esporas sobre una de las lesiones.

### 3.3.- Diseño del ensayo

Se realizó un experimento factorial de 2 factores: tratamiento y variedad, con 9 tratamientos para cada una de las 5 variedades utilizadas.

La unidad experimental fue la herida, con un número variable entre 3 y 5 por fruto utilizándose 3 frutos por cada variedad y tratamiento, lo que hace un total de 135 frutos.

Siete de los 9 tratamientos corresponden a los fungicidas evaluados. Se incluyeron 2 tratamientos control, en uno de ellos se procedió a realizar la inmersión en agua después de la inoculación, y a los frutos correspondientes al otro control no se les efectuó ningún tipo de tratamiento.

### 3.4.- Variedades y fungicidas evaluados

Las variedades sobre las que se evaluaron los fungicidas fueron *Intenza*, *Siluet*, *Sensation*, *Maradol* y *Red Lady*.

Las tres primeras variedades son híbridas y procedían de una explotación situada en el Término municipal de Guía de Isora, la variedad *Maradol* fue recolectada en una

finca situada en Tejina y la variedad *Red Lady* provenía de una explotación de Las Galletas, todas ellas cultivadas bajo invernadero de malla y riego por goteo. La recolección de la fruta se realizó el día 13 de abril de 2010 en nivel 5 (igual de verde que de amarillo) y 6 (más amarillo que verde).

Los productos evaluados son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Características de los fungicidas naturales y químicos evaluados.

MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS RECOMENDADA EN ETIQUETA	DOSIS UTILIZADA
IMAZALIL 7,5% (sulfato) (1)	FRUITGARD-IS-7,5	500-600 cc/hl	300 cc/hl
TIABENDAZOL 60% SC (2)	TEXTAR 60 T	35-75 cc/hl (plátanos)	75 cc/hl
MANCOZEB 35% (3)	MICELE-L	450-700 cc/hl	450 cc/hl
OXICLORURO DE COBRE 70% (4)	ZZ CUPROCOL	150-250 cc/hl	150 cc/hl
ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO ROJO ( <i>Thymus zizis</i> ) (8%) (5)	TOMILLO ROJO BIO 75	300-500 cc/hl	300 cc/hl
ACEITE DE CANELA (60%) (6)	CINNACODA	50-150 cc/hl	150 cc/hl
EXTRACO DE SEMILLAS DE CITRICOS (20%) (7)	ZYTROSEED	150-200 cc/hl	200 cc/hl

- (1) Autorizado en el ámbito de utilización de productos recolectados para pudrición en frutos de cítricos, manzanas, melones, peras y para pudrición de corona en plátanos.
- (2) Autorizado en el ámbito de utilización de productos recolectados para pudrición en frutos de cítricos, manzanas, peras y plátanos.
- (3) Autorizado en el ámbito de utilización de plantaciones agrícolas entre otras enfermedades para antracnosis y entre otros cultivos en cítricos, frutales de hueso y manzano.
- (4) Autorizado en el ámbito de utilización de plantaciones agrícolas en frutales subtropicales contra bacteriosis, cribado, monilia y moteado.
- (5) Garantiza un 3% de timol además de otros componentes activos propios de este aceite esencial. Especies a la que controla: *Ancochyta*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Rhytoctonia*, *Sphaeroteca*, *Mycosphaerella*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Septoria*, *Stemphyllium*, *Peronospora*, *Pythium*.
- (6) El aceite de canela está obtenido de ramas y hojas del árbol de la canela.
- (7) Incluye las sustancias presentes de forma natural en las semillas, como ácido cítrico, ácido ascórbico, limonoides, etc. presentando una actividad fungicida y bactericida. La acción sobre hongos y bacterias se debe a su capacidad de destrucción de su membrana celular, así como a una activación de las defensas naturales de las plantas.

### 3.5.- Aplicación de los tratamientos

Tras 24 horas de la inoculación de los frutos en las que éstos permanecieron a temperatura y humedad relativa ambiente, se procedió a la aplicación de los tratamientos fungicidas. El agua empleada para la preparación del caldo fue agua destilada con un pH 6. La aplicación se realizó mediante inmersión durante 30 segundos en cada uno de los 7 fungicidas evaluados. Uno de los dos tratamientos control se sumergió durante 30 segundos en agua y el otro no.

Tras la aplicación de los fungicidas se dejaron secar los frutos y se colocaron en las cajas de forma similar a la efectuada para la exportación.



Inmersión de los frutos en los distintos fungicidas evaluados.

### 3.6.- Simulación del transporte, conservación y puesta en venta.

Se realizó una simulación del proceso de transporte marítimo y terrestre, conservación y puesta en venta. Para ello, se fijó la duración del proceso en 12 días, aunque esta duración es variable ya que en la práctica está sujeta a leyes de mercado, estado de la fruta, época del año, etc. Durante todo este proceso se registró cada hora la temperatura y humedad relativa mediante un Escort ilog.



Aspecto general de las cajas en la cámara de simulación de transporte y conservación.



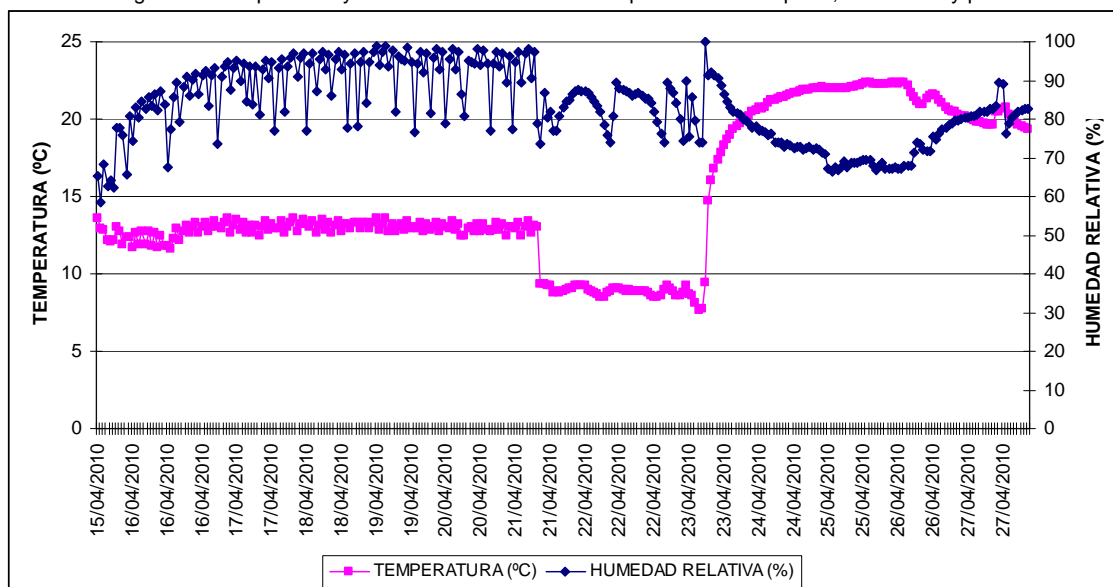
Esta simulación constó de las siguientes fases.

- 1) Simulación del transporte marítimo y terrestre: 6 días a 12°C.
- 2) Simulación conservación: 2 días a 8°C.
- 3) Simulación puesta en venta: 4 días a temperatura y HR ambiente.

La simulación se realizó en las cámaras del Laboratorio de Postcosecha y Tecnología de los Alimentos del Departamento de Fruticultura Tropical del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias.

Seguidamente se muestra la gráfica de los registros de temperatura y humedad relativa durante el proceso de simulación de transporte, conservación y puesta en venta.

Grafica 1.- Registro de temperatura y humedad relativa durante el periodo de transporte, simulación y puesta en venta.



### 3.7.- Evaluación de la eficacia de los fungicidas y tratamiento estadístico de resultados

Para determinar la eficacia de los fungicidas se midió el diámetro del crecimiento de la pudrición en cada una de las lesiones producidos en cada fruto.

La eficacia de los fungicidas se expresa en porcentaje de crecimiento radial con respecto al control y fue calculada usando la fórmula propuesta por Vincent (1947):

$$I = \frac{(C-T)}{C} \times 100$$

Donde:

- I= Porcentaje de inhibición
- C= Crecimiento radial en el control
- T= Crecimiento radial en el tratamiento

Las evaluaciones se realizaron al finalizar el periodo de transporte y el de conservación. No se pudieron efectuar más evaluaciones debido al alto deterioro producido por la acción fúngica sobre los frutos en el momento de finalizar el periodo de conservación.

Los datos obtenidos se trataron con hoja de cálculo y gráficos de Microsoft Excel 2000 para Windows y los análisis estadístico con Statistix 9.0.

#### 4.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

##### 4.1.- Crecimiento radial de la pudrición sobre la herida de cada fruto.

En los siguientes apartados se muestran los análisis de los resultados del crecimiento radial de la pudrición sobre las heridas de cada fruto para el factor tratamiento y variedad.

##### 4.1.1.- Factor tratamiento.

##### 4.1.1.1.- Finalizada la simulación del transporte

En la siguiente tabla se detalla el número de observaciones por tratamiento y los valores medios y error estándar del crecimiento radial de la pudrición para el factor tratamiento en el momento de finalizar la simulación del transporte.

Tabla 2.- Número de observaciones y crecimientos radiales de la pudrición para el factor tratamiento finalizada la simulación del transporte.

Tratamiento	N	Crecimiento radial de la pudrición (cm)
Control inoculado sin inmersión en agua	47	5,62 ± 0,22a
Aceite esencial de tomillo rojo	53	5,47 ± 0,20a
Control inoculado con inmersión en agua	37	5,45 ± 0,24a
Aceite de canela	47	5,4 ± 0,22a
Imazalil	43	5,38 ± 0,22a
Extracto de semillas de cítricos	52	5,29 ± 0,21a
Mancozeb	52	5,26 ± 0,21a
Thiabendazol	53	5,14 ± 0,20a
Oxicloruro de cobre	38	3,71 ± 0,24b

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Se observa que existen diferencias significativas entre el oxicloruro de cobre y el resto de los tratamientos, no existiendo diferencias entre los dos controles, aceite de tomillo rojo, aceite de canela, imazalil, extracto de semillas de cítricos, mancozeb y thiabendazol.

La especie fúngica que produjo la rápida pudrición de los frutos fue *Rhizopus stolonifer*, que aún estando en baja proporción con respecto al resto de especies fúngicas, desplazó, debido a su rápido crecimiento, la acción del resto de especies fúngicas incluidas en la suspensión de esporas.



Frutos afectados por *R. stolonifer*. Obsérvese la masa negro-grisácea constituida por los esporangios.

Este género fúngico es considerado uno de los principales fitopatógenos que provocan enfermedades postcosecha, y es el agente causal de la pudrición blanda de frutas y hortalizas. *Rhizopus* sp. posee una rápida velocidad de crecimiento y se desarrolla en una amplia variedad de temperaturas y humedades relativas, característica que les permite colonizar rápidamente a su hospedero. En solamente cuatro días, este hongo puede pudrir totalmente los frutos, provocando pérdidas considerables en un corto periodo de tiempo (Northover y Zhou, 2002).

Entre los principales fungicidas sintéticos que demuestran una alta eficacia en el control de este hongo se encuentran el Dicloran, Iprodiona, Fludioxonil y Tebuconazole (Holmes y Stange, 2002). Algunos de estos fungicidas están retirados del mercado y otros no tienen el ámbito de utilización en productos recolectados.

Sin embargo, imazalil posee un deficiente control de *Rhizopus* sp. y thiabendazol no es activo frente a *Alternaria* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp. ni *Rhizopus* spp. (De Liñán, 2010).

#### 4.1.1.2.- Finalizada la simulación de conservación

En la siguiente tabla se describe el número de observaciones por tratamiento y los valores medios y error estándar del crecimiento radial de la pudrición para el factor tratamiento finalizada la simulación de la conservación.

Tabla 3.- Número de observaciones y crecimientos radiales de la pudrición para el factor tratamiento finalizada la simulación del conservación.

Tratamiento	N	Crecimiento radial de la pudrición (cm)
Extracto de semillas de cítricos	52	7,18 ± 0,27a
Mancozeb	53	7,02 ± 0,27a
Aceite esencial de tomillo rojo	56	6,9 ± 0,26a
Imazalil	43	6,89 ± 0,30a
Aceite de canela	48	6,88 ± 0,28a
Control inoculado sin inmersión en agua	43	6,87 ± 0,30a
Control inoculado con inmersión en agua	37	6,79 ± 0,32a
Thiabendazol	54	6,78 ± 0,27a
Oxicloruro de cobre	38	5,13 ± 0,32b

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ )

En este caso, se observan las mismas diferencias significativas que en el momento de finalizar la simulación de transporte, obteniéndose el menor crecimiento radial de la pudrición con el tratamiento con oxicloruro de cobre, siendo el resultado obtenido con esta aplicación significativamente diferente al resto de los tratamientos.

#### 4.1.2.- Factor variedad.

##### 4.1.2.1.- Finalizada la simulación del transporte

En la siguiente tabla se expone el número de observaciones por variedad y los valores medios y errores estándar del crecimiento radial de la pudrición para el factor variedad finalizada la simulación de la transporte.

Tabla 4.- Número de observaciones y crecimientos radiales de la pudrición para el factor variedad finalizada la simulación del transporte.

Variedad	N	Crecimiento radial de la pudrición (cm)
<i>Red Lady</i>	50	5,89 ± 0,19a
<i>Intenza</i>	119	5,84 ± 0,13a
<i>Siluet</i>	75	5,39 ± 0,16a
<i>Sensation</i>	73	5,31 ± 0,16a
<i>Maradol</i>	105	4,01 ± 0,13b

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ )

La variedad que registró el menor crecimiento radial fue *Maradol* siendo este resultado significativamente diferente del resto de las variedades. Asimismo no existen diferencias significativas entre el resto de las variedades, obteniéndose el mayor crecimiento radial con la variedad *Red Lady*, seguida de *Intenza*, *Siluet* y *Sensation*.

#### 4.1.2.2.- Finalizada la simulación de conservación

En las siguientes tablas se detalla el número de observaciones por variedad y los valores medios y errores estándar del crecimiento radial de la pudrición y para el factor variedad finalizada la simulación de la conservación.

Tabla 5.- Número de observaciones y crecimientos radiales de la pudrición para el factor variedad finalizada la simulación del conservación.

Variedad	N	Crecimiento radial de la pudrición (cm)
<i>Intenza</i>	112	8,02 ± 0,16a
<i>Red Lady</i>	53	7,48 ± 0,24ab
<i>Siluet</i>	78	6,76 ± 0,20bc
<i>Sensation</i>	77	6,61 ± 0,20c
<i>Maradol</i>	105	5,15 ± 0,17d

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Al igual que al término de la simulación del transporte, los resultados obtenidos con la variedad *Maradol* fueron significativamente diferentes del resto de las variedades, obteniéndose los mayores crecimientos con la variedades *Intenza* y *Red Lady*.

#### 4.2.- Porcentaje de inhibición de la pudrición

Seguidamente se muestran los resultados de los tratamientos con fungicidas con respecto a la media de los dos tratamientos control expresados en porcentaje en dos momentos de valoración del ensayo y para el factor tratamiento y variedad.

##### 4.2.1.- Factor tratamiento.

##### 4.2.1.1.- Finalizada la simulación de transporte

En la siguiente tabla se exponen los resultados para el factor tratamiento tras la simulación del proceso de transporte.

Tabla 6.- Número de observaciones y porcentajes de inhibición de la pudrición para el factor tratamiento finalizada la simulación del transporte.

Tratamiento	N	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado (*)
Oxicloruro de cobre	38	35,78	32,26 ± 2,88a
Thiabendazol	53	14,51	15,09 ± 2,44b
Mancozeb	52	13,71	14,76 ± 2,46b
Aceite de canela	47	11,23	12,27 ± 2,61b
Extracto de semillas de cítricos	43	10,46	12,92 ± 2,46b
Aceite esencial de tomillo rojo	52	8,61	12,70 ± 2,44b
Imazalil	52	8,55	12,14 ± 2,71b

(\*) Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de  $\arcsen \sqrt{x}$ .

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Según el análisis de los resultados mostrados en la tabla anterior, el mayor porcentaje de inhibición de la pudrición y como consecuencia, el tratamiento que obtuvo la mayor eficacia fue el oxicloruro de cobre con un 35,78% y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

#### 4.2.1.2.- Finalizada la simulación de conservación

Tras la simulación de conservación se obtienen los resultados para el factor tratamiento que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.- Número de observaciones y porcentajes de inhibición de la pudrición para el factor tratamiento finalizada la simulación de conservación.

Tratamiento	N	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado (*)
Oxicloruro de cobre	38	30,18	28,39 ± 2,76a
Mancozeb	52	12,38	13,36 ± 2,36b
Thiabendazol	53	11,89	12,74 ± 2,33b
Aceite de canela	47	11,36	12,47 ± 2,48b
Aceite esencial de tomillo rojo	43	9,62	13,21 ± 2,33b
Imazalil	52	9,42	12,80 ± 2,59b
Extracto de semillas de cítricos	52	8,50	11,49 ± 2,36b

(\*) Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de  $\arcsen \sqrt{x}$ .

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Finalizada la simulación de conservación, el tratamiento con oxicloruro de cobre volvió a comportarse como el más eficaz al obtener el mayor porcentaje de inhibición de la pudrición con un 30,18% y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

#### 4.2.2.- Factor variedad.

##### 4.2.2.1.- Finalizada la simulación de transporte

Para el factor variedad y tras la simulación del transporte se obtienen los siguientes resultados que se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 8.- Número de observaciones y porcentajes de inhibición de la pudrición para el factor variedad finalizada la simulación del transporte.

Variedad	N	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado (*)
<i>Maradol</i>	105	31,66	28,79 ± 1,54a
<i>Sensation</i>	73	14,38	13,82 ± 1,84b
<i>Siluet</i>	75	11,15	13,87 ± 1,82b
<i>Red Lady</i>	50	7,24	10,79 ± 2,23bc
<i>Intenzza</i>	119	3,38	5,46 ± 1,44c

(\*) Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de  $\arcsen \sqrt{x}$ .

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

El mayor porcentaje de inhibición de la pudrición se obtuvo con la variedad *Maradol* (31,66%) siendo significativamente diferente del resto de variedades. Asimismo, el peor comportamiento lo mostró la variedad *Intenzza* (3,38%) cuyo resultado no fue estadísticamente significativo frente a *Red Lady* (7,24%).

#### 4.2.2.2.- Finalizada la simulación de conservación

Los resultados obtenidos tras la simulación de la conservación y para el factor variedad son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9.- Número de observaciones y porcentajes de inhibición de la pudrición para el factor variedad finalizada la simulación de conservación.

Variedad	N	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado (*)
<i>Maradol</i>	105	26,19	26,84 ± 1,45a
<i>Siluet</i>	74	12,62	13,84 ± 1,73b
<i>Sensation</i>	73	12,32	13,68 ± 1,74b
<i>Red Lady</i>	50	12,02	12,58 ± 2,10b
<i>Intenzza</i>	119	1,77	4,34 ± 1,36c

(\*) Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de  $\arcsen \sqrt{x}$ .

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

La variedad *Maradol* volvió a mostrarse, finalizada la simulación de la conservación, como la de mayor porcentaje de inhibición de la pudrición (26,19%) con diferencias significativas con el resto de variedades. Asimismo, la variedad *Intenzza* obtuvo el registro más bajo con un 1,77% y con diferencias significativamente diferentes con las demás variedades.

## 5.- CONCLUSIONES

1.- La mayor eficacia de los fungicidas evaluados se obtuvo con la aplicación de oxiclورو de cobre con unos porcentajes de inhibición de la pudrición, finalizada la simulación de transporte y conservación, de un 35,78% y 30,18% respectivamente.

2.- Entre las variedades evaluadas, *Maradol* fue la que mostró un mayor porcentaje de inhibición de la pudrición en los dos momentos de evaluación, registrando diferencias significativas con el resto de variedades evaluadas.

3.- Las variedades con menor porcentaje de inhibición de pudrición fueron *Intenzza* y *Red Lady*, obteniéndose con *Intenzza* diferencias significativas con el resto de variedades finalizada la simulación de conservación.

4.- Las eficacias obtenidas con los productos naturales y químicos han sido bajas frente a la acción principal de *Rhizopus stolonifer* que desplazó al resto de especies

fúngicas (*Fusarium* spp., *Gliocladium* sp., *Thielaviopsis paradoxa*) incluidas en la suspensión de esporas aplicada en las heridas de los frutos.

5.- Se considera necesaria la repetición del ensayo excluyendo de la suspensión de esporas a *Rhizopus stolonifer*, ya que esta especie no predomina en los muestreos realizados tanto en campo como en postcosecha.

6.- En ninguno de los tratamientos evaluados se ha observado fitotoxicidad o restos visibles de fungicidas sobre los frutos.

## 6.- BIBLIOGRAFIA CITADA Y CONSULTADA

Alvarez, A.M., Nishijima, W.T. 1987. Postharvest disease of papaya. Plant Disease 71: 681-686.

Couey, H.M., Alvarez, A.M., Nelson M.G. 1984. Comparisson of Hot-Water Spray and Inmersion Treatments for Control of Postharvest Decay of papaya. Plant Disease 68 (5): 436-437.

De Liñán, C. 2010. Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ed. Agrotecnicas, S.L. 814 pag.

Durán J.A., Mora, D. 1988. Diagnóstico de las enfermedades postcosecha de la papaya en Costa Rica I. Pruebas de patogenicidad. Agronomía Costarricense 12(1):1-6.

Durán J.A., Mora, D. 1988. Diagnóstico de las enfermedades postcosecha de la papaya en Costa Rica. II. Cuantificación y epidemiología de las enfermedades del fruto. Agronomía Costarricense 12(1): 7-18.

Eckert, J.W., Ogawa J.M. 1985. The chemical control of postharvest diseases: subtropical and tropical fruits. Ann. Rev. Phytopathol. 23: 421-54.

Hernández, J.M., Sala L. 1989. Trails for the control of postharvest rots of papaya (*Carica papaya* L.) in the Canary Islands. Acta Horticulturae 258: 317-320.

Holmes, G.; Stange, R. 2002. Influence of wound type and storage duration on susceptibility of sweetpotatoes to *Rhizopus* soft rot. Plant Disease 86:345-348.

Nishijima W.T.; Ebersikem S., Fernandez, J.A. 1990. Factors influencing development of postharvest incidente of *Rhizopus* soft rot of Papaya. Acta Horticulturae 269: 495-502.

Northover, J., Zhou, T. 2002. Control of *Rhizopus* rot of peaches with postharvest treatments of tebuconazole, fludioxonil and *Pseudomonas syringae*. Canadian Journal of Plant Pathology 24: 144-153.

Plotto, A., Roberts, D.D., Roberts, R.G. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) ISHS Acta Horticulturae 628: 737-745.

Tasiwal, V., Nenagi, V.I. 2009. *In vitro* evaluation of botanicals, bioagents and fungicides against anthracnose of papaya caused by *Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Penz. & Sacc. Karnataka J. Agric. Sci. 22(4): 803-806.

Velazquez del Valle, M.G., Bautista-Baños, S., Niurka Hernández, A., Guerra-Sanchez, M.G., Amora-Lazcano, E. 2008. Estrategias de control de *Rhizopus stolonifer* Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, agente causal de pudriciones postcosecha en productos agrícolas. Revista Mexicana de Fitopatología, enero-mayo, año/vol. 26, nº1, 49-55.

Vincent, J.M. 1947. Distortion of fugal hyphae in the presence of certain inhibitors. Nature, 159:850.

## ANEJO FOTOGRÁFICO

### 1.- SALIDA DE SIMULACIÓN DEL TRANSPORTE

	INOCULACIÓN CON INMERSIÓN EN AGUA	INOCULACIÓN SIN INMERSIÓN
INTENZA		
SENSATION		
SILUET		
MARADOL		
RED LADY		



	IMAZALIL	THIABENDAZOL
<i>INTENZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		

	ACEITE DE CANELA	ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO ROJO
<i>INTENZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		

	OXICLORURO DE COBRE	MANCOZEB
<i>INTENZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		

EXTRACTO DE SEMILLA DE CÍTRICOS

*INTENZA*



*SENSATION*



*SILUET*




*MARADOL*





*RED LADY*



## 2.- SALIDA DE SIMULACIÓN DE CONSERVACIÓN

	INOCULACIÓN CON INMERSIÓN EN AGUA	INOCULACIÓN SIN INMERSIÓN
<i>INTENZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		

	IMAZALIL	THIABENDAZOL
INTENZA		
SENSATION		
SILUET		
MARADOL		
RED LADY		

ACEITE DE CANELA

ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO ROJO

INTENZZA



SENSATION



SILUET



MARADOL



RED LADY



	OXICLORURO DE COBRE	MANCOZEB
<i>INTENZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		



EXTRACTO DE SEMILLA DE CÍTRICOS

*INTENZA*



*SENSATION*



*SILUET*



*MARADOL*



*RED LADY*

