

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS NATURALES Y QUÍMICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA SOBRE DISTINTAS VARIETADES DE PAPAYA (II)



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.- Preparación 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 los resultados.

4.- RESULTADOS

4.1.- Índice de pudrición sobre lesión inoculada.

4.1.1.- Factor tratamiento.

4.1.2.- Factor variedad.

4.2.- Porcentaje de inhibición de la pudrición sobre lesión inoculada.

4.2.1.- Factor tratamiento.

4.2.1.1.- A los tres días de la simulación de puesta en venta.

4.2.1.2.- A los cinco días de la simulación de puesta en venta.

4.2.2.- Factor variedad.

4.2.2.1.- A los tres días de la simulación de puesta en venta.

4.2.2.2.- A los cinco días de la simulación de puesta en venta.

4.3.- Otras consideraciones.

5.- CONCLUSIONES

6.- BIBLIOGRAFIA CITADA Y CONSULTADA

ANEJO FOTOGRÁFICO

1.- A los tres días de la simulación de puesta en venta.

2.- A los cinco días de la simulación de puesta en venta.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS NATURALES Y QUÍMICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA SOBRE DISTINTAS VARIEDADES DE PAPAYA (II)

Perera González, Santiago D., Pérez Hernández, Eudaldo (1); Hernández Hernández, Julio M. (2); Lobo Rodrigo, Gloria (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 la 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.



Foto 1.- Aspecto de la fruta en el momento del empaquetado en origen.



Foto 2.- 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 que evite las posibles pudriciones que deprecien los frutos en los puntos de venta.

En la actualidad, no existen productos fitosanitarios en el ámbito de utilización de productos recolectados autorizados para papaya.

Para la autorización de dichos productos por parte de la entidad competente es necesario presentar varios estudios, entre los que se encuentran ensayos que demuestren la eficacia del fungicida 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, estudió la acción de nueve extracto de plantas en condiciones *in vitro* frente a *C. gloeosporoides*. Con el extracto de *Lantana camara* a concentraciones de 5 y 7,5% obtuvieron 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 inoculados.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

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

Para determinar las especies fúngicas predominantes se tomaron frutos de distintas variedades en campo y en postcosecha afectados por pudriciones. 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 aislados 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 los tres aislados de *Fusarium* y se colocó en contacto directo con la epidermis del fruto. La sujeción de estos explantes sobre el fruto se efectuó mediante cinta plástica transparente adhesiva.



Foto 3.- Reverso de las placas con aislados de *Fusarium* tomadas de frutos afectados.

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.



Foto 4.- Explante de PDA con crecimiento fúngico en contacto directo con la epidermis del fruto.



Foto 5.- Aspecto de la lesión realizada mediante abrasión con papel de lija.



Foto 6.- Sujeción de los explantes de PDA con cinta adhesiva transparente.



Foto 7.- Aspecto general del fruto inoculado por cada técnica, explantes y abrasión, en cada una de las dos mitades.



Foto 8.- Pudrición en la zona inoculada mediante abrasión.

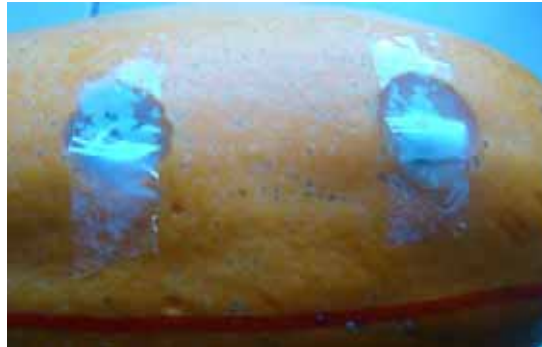


Foto 9.- Pudrición en la zona inoculada mediante explante sobre abrasión.

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 producían 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.- Preparación del inóculo y técnica de inoculación

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



Foto 10.- Inmersión en lejía de la fruta procedente de campo.



Foto 11.- Proceso de secado después de la inmersión en agua.

Para efectuar la herida se empleó un sacabocado metálico de aproximadamente 5 mm de diámetro realizando varias incisiones al fruto dependiendo de su tamaño (entre 3 y 6 heridas) y con una profundidad inferior a 5 mm. Posteriormente a la realización de la herida se aplicó sobre ésta una suspensión de esporas de 25 microlitros con unas 1.500 esporas (60.000 esporas/ml). Dicho inóculo estaba compuesto por esporas de un asilado de *Fusarium* sp., ya que varios aislados de este género fueron los que con mayor frecuencia se determinaron sobre los frutos con pudriciones procedentes de campo y de recolección.



Foto 12.- Realización de lesión mediante sacabocado.



Foto 13.- Aspecto de las heridas sobre los frutos.



Foto 14.- Inoculación de los frutos con la suspensión de esporas.



Foto 15.- Aspecto de la fruta con lesión e inoculada.

3.3.- Diseño del ensayo

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

La unidad experimental estuvo definida por cada una de las heridas efectuadas sobre los 3-4 frutos de cada variedad. Ocho de los 9 tratamientos correspondieron a los fungicidas evaluados ya que se incluyó 1 tratamiento testigo, en el que no se aplicó ningún tratamiento fungicida.

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 8 de junio de 2010 en nivel 5 (igual de verde que de amarillo) y 6 (más amarillo que verde).

Los productos evaluados y las dosis 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
METILTIOFANATO 45% (3)	FRUITGARD M	400 cc/hl	400 cc/hl
PROPOLEO (4)	SANIPROL	200-300 cc/hl	300 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
EXTRACTO DE SEMILLAS DE CITRICOS (20%) (7)	ZYTROSEED	150-200 cc/hl	200 cc/hl
HIPOCLORITO SÓDICO (8)	CONEJO	200 ppm	470 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 productos recolectados para distintas especies fúngicas en frutos cítricos, manzanas y peras.
 - (4) El Propóleo es un producto elaborado por las abejas a partir de sustancias resinosas que recogen en las yemas de árboles, arbustos y plantas más pequeñas. Fungicida ecológico líquido en forma de solución hidroalcohólica a base de propóleo natural que controla microorganismos patógenos en una acción obstaculizante que evita que se reproduzcan al tiempo que induce a la planta al aumento de sus defensas naturales contra la adversidad. Numerosas aplicaciones prácticas de los profesionales han demostrado la eficacia de su acción en el control de: *Oidio sp*, *Fusarium sp*, *Phithoptora sp*, *Esclerosis sp*, *Bacteriosis sp*, *Peronospora sp*, *Botrytis sp*, *Alternaria sp*, etc.
 - (5) Garantiza un 3% de timol además de otros componentes activos propios de este aceite esencial. Especies a la que controla: *Ancocyta*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Rhytoctonia*, *Sphaeroteca*, *Mycosphaerella*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Septoria*, *Stemphyllium*, *Peronospora*, *Pythium*.
 - (6) El aceite de canela se obtiene 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.
 - (8) Apta para uso alimentario. Contiene 42,5 gr de cloro activo /l.
- (*) Esta dosis se aplica actualmente con buenos resultados sobre otros frutos tropicales como el plátano y ha mostrado una alta eficacia en ensayos *in vitro* e *in vivo* sobre las principales especies fúngicas postcosecha sobre "crown rot" en plátano (Perera et al, 2003).

3.5.- Aplicación de los tratamientos

Tras 24 horas de la inoculación de los frutos en los que éstos permanecieron a temperatura y humedad relativa ambiente, se procedió a la aplicación de los tratamientos fungicidas. Para la preparación del caldo se utilizó agua destilada con un pH 6. La aplicación se realizó mediante inmersión durante 30 segundos en cada uno de los 8 productos evaluados. 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.



Fotos 16 a 19.- Preparación del caldo e Inmersión de los frutos en algunos de los fungicidas evaluados.

3.6.- Simulación de 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 13 días, aunque esta duración es variable ya que en la práctica está sujeta a leyes de mercado, estado de la fruta, distancia a los mercados finales, etc. Durante todo este proceso, incluido el periodo desde inoculación hasta la aplicación de los tratamientos, se registró cada hora la temperatura y humedad relativa (HR) mediante un Escort ilog.



Foto 20.- Aspecto general de las cajas en la cámara de simulación de transporte y conservación.



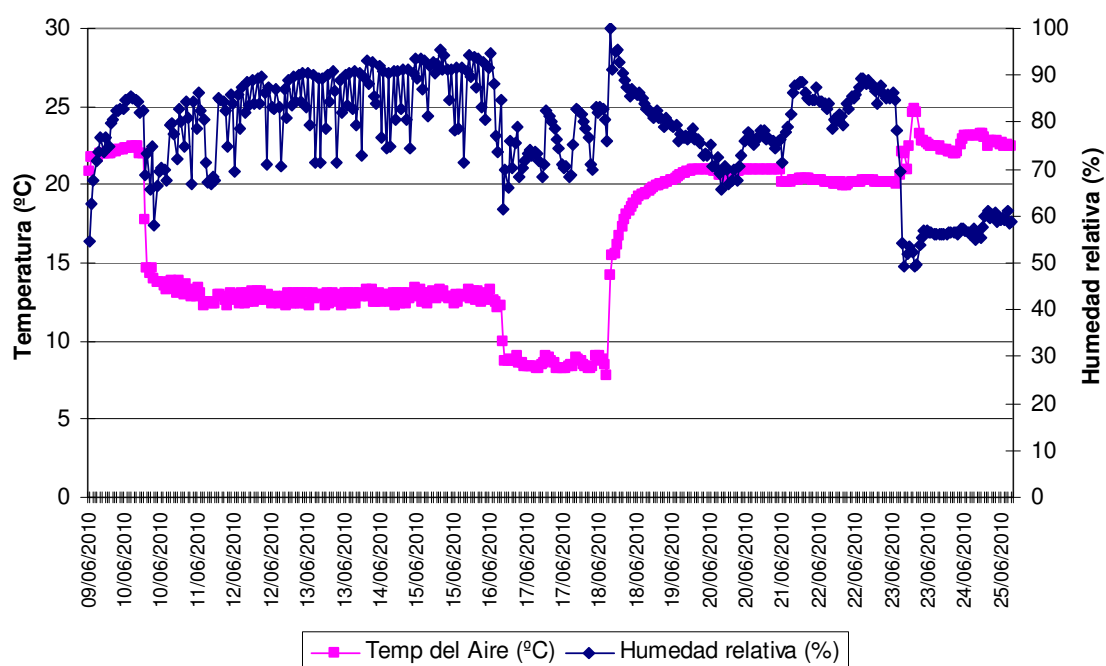
Foto 21.- Registrador de temperatura y humedad relativa en una de las cajas.

Esta simulación constó de las siguientes fases.

- 1) Simulación del periodo de transporte marítimo y terrestre: 6 días a 12°C.
- 2) Simulación del periodo de conservación: 2 días a 8°C.
- 3) Simulación de la puesta en venta: 5 días a temperatura y HR ambiente.

La simulación del transporte y conservación 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 (ICIA).

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



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

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

Se efectuaron 4 evaluaciones: finalizado el periodo de simulación del transporte, finalizado el periodo de simulación de conservación y a los 3 y 5 días de la simulación de la puesta en venta.

Se establecieron dos parámetros de medida.

1) Índice de podredumbre sobre lesión inoculada.

La escala ordinal sin intervalos cuantitativa que se empleó para establecer este índice es la que seguidamente se muestra:

- 1.- Ausencia de micelio en la lesión inoculada.
- 2.- Presencia de micelio en la lesión sin rebasar el diámetro de la lesión.
- 3.- Presencia de micelio en la lesión rebasando el diámetro de la lesión.



Nivel 1



Nivel 2



Nivel 3

El registro con esta escala se realizó en las cuatro valoraciones efectuadas en los periodos ya indicados.

2) Diámetro del crecimiento de la pudrición en cada una de las lesiones inoculadas de cada fruto.

La eficacia de los fungicidas se expresó en porcentaje de crecimiento radial con respecto al control que es 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

Se tomó registro con este parámetro en dos de las cuatro evaluaciones, a los 3 y 5 días de la simulación de puesta en venta, ya que en las valoraciones anteriores el avance de la pudrición no había superado el diámetro de la lesión.



Foto 22.- Aspecto del avance de la pudrición en cada uno de las lesiones inoculadas.



Foto 23.- Detalle de la pudrición con micelio de una de las lesiones inoculadas.

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.

Los resultados del índice de podredumbre se sometieron a la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis y test de Bonferroni para la diferenciación de medias de los rangos.

Los resultados del porcentaje de inhibición del crecimiento de la pudrición se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) previa transformación de los datos $\arcsen\sqrt{x}$ y al test de Tukey para diferenciación de medias.

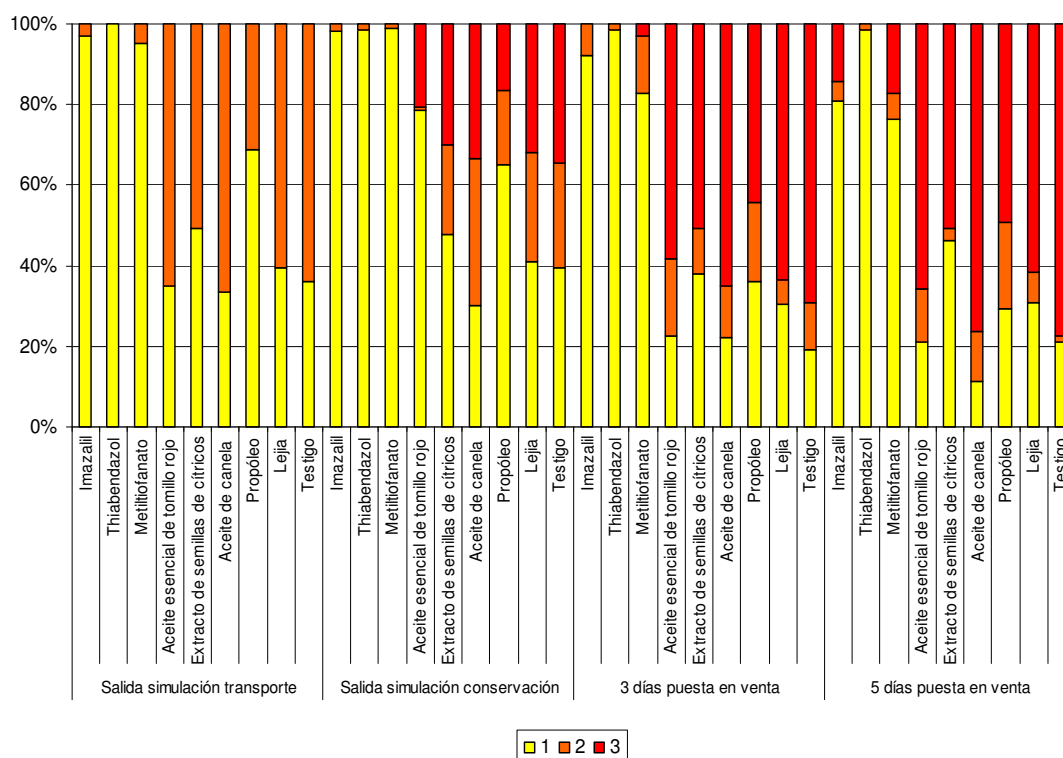
4.- RESULTADOS

4.1.- Índice de podredumbre sobre lesión inoculada.

Los resultados del índice de podredumbre sobre la lesión inoculada se muestran como distribución porcentual de los valores del índice, así como resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, tanto para el factor tratamiento y para el factor variedad.

4.1.1.- Factor tratamiento.

Los resultados obtenidos del índice para el factor tratamiento son los que se muestran en el siguiente gráfico.



Gráfica 2.- Distribución porcentual de los valores del índice de podredumbre en la lesión inoculada para el factor tratamiento.

En la gráfica 2 destaca el buen comportamiento en todos los tiempos de valoración de los tres productos de síntesis (thiabendazol, imazailil y metiltiofanato) que obtienen los mayores porcentajes correspondientes al nivel 1 (ausencia de micelio en la lesión inoculada). Entre el resto de los tratamientos evaluados se observó que el mayor porcentaje del nivel 1 se obtuvo con el propóleo en la valoración correspondientes a la finalización de la simulación del transporte, con el aceite esencial de tomillo rojo, finalizado la simulación de conservación y con el extracto de semillas de cítricos a los 3 y 5 días de la simulación de puesta en venta.

Tabla 2.- Resultados de la prueba Kruskal-Wallis con los índices de podredumbre para la lesión inoculada y para el factor tratamiento.

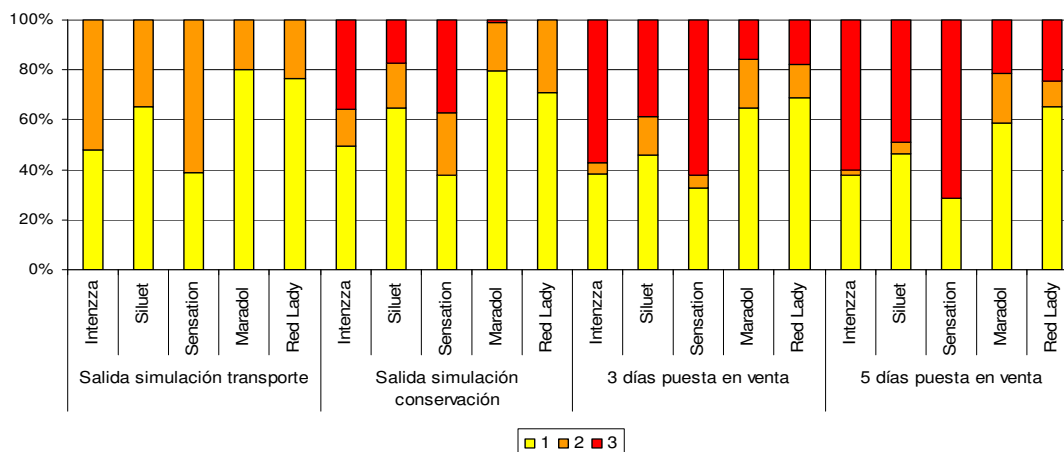
TRATAMIENTO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	FINALIZADO TRANSPORTE	FINALIZADO CONSERVACIÓN	3 DÍAS DE PUESTA EN VENTA	5 DÍAS DE PUESTA EN VENTA
		MEDIA DEL RANGO	MEDIA DEL RANGO	MEDIA DEL RANGO	MEDIA DEL RANGO
Testigo	62	365,02a	358,27ab	376,61a	368,98a
Tomillo rojo	67	364,05a	361,75ab	358,43a	354,77a
Lejía	66	353,83ab	345,32ab	352,45a	344,40a
Canela	63	348,83ab	371,82a	371,12a	384,39a
Cítricos	63	325,77ab	327,97ab	317,74a	297,81ab
Propóleo	61	260,20bc	270,96bc	317,40a	310,52a
Metiltiofanato	62	189,73c	184,15cd	178,81b	212,44bc
Imazalil	62	185,11c	176,72cd	175,45b	177,57c
Thiabendazol	66	180,50c	176,49d	146,12b	127,28c

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Bonferroni.

Los resultados muestran que existen dos grupos bien diferenciados, los fungicidas químicos que obtienen los menores rangos y entre los que no existen diferencias significativas en ninguno de los cuatro tiempos de evaluación, y el resto de fungicidas, entre los que se observa que el mejor resultado para los dos primeros tiempos de evaluación fue obtenido por el propóleo que no muestra diferencias significativas con respecto a los tres fungicidas químicos. El rango obtenido por el extracto de semillas de cítricos no muestra a los 5 días de puesta en venta diferencias significativas con metiltiofanato. Con respecto al resto de resultados cabe destacar que el testigo no muestra diferencias significativas a los 3 y 5 días de puesta en venta con el tomillo rojo, la lejía, el aceite de canela, el extracto de semillas de cítricos y el propóleo.

4.1.2.- Factor variedad.

Los resultados obtenidos del índice para el factor variedad fueron los que se muestran en el siguiente gráfico.



Gráfica 3.- Distribución porcentual de los valores del índice de podredumbre en la lesión inoculada para el factor variedad.

Según se observa en la gráfica 3, las variedades *Maradol* y *Red Lady* mostraron los mayores porcentajes correspondientes al nivel 1 en todos los tiempos de evaluación. A estas dos variedades les sigue *Siluet*, obteniendo las variedades *Intenzza* y *Sensation* los menores porcentajes referidos al nivel 1.

Tabla 3.- Resultados de la prueba Kruskal-Wallis con los índices de pudrición sobre la lesión inoculada para el factor variedad.

VARIEDAD	TAMAÑO DE LA MUESTRA	FINALIZADO TRANSPORTE	FINALIZADO CONSERVACIÓN	3 DÍAS DE PUESTA EN VENTA	5 DÍAS DE PUESTA EN VENTA
		MEDIA DEL RANGO	MEDIA DEL RANGO	MEDIA DEL RANGO	MEDIA DEL RANGO
<i>Sensation</i>	96	375,93a	360,17a	350,75a	360,29a
<i>Intenzza</i>	120	328,80ab	334,56ab	325,46a	316,66ab
<i>Siluet</i>	95	278,84bc	277,56bc	296,27a	292,15bc
<i>Red Lady</i>	95	233,96c	237,63cd	231,11b	226,44d
<i>Maradol</i>	104	225,66c	214,43d	222,23b	231,90cd

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Bonferroni.

Los menores rangos se obtuvieron con las variedades *Red Lady* y *Maradol* entre las que no existen diferencias significativas en ninguno de los cuatro tiempos de evaluación. Los mayores rangos resultaron de la evaluación de las variedades *Sensation* e *Intenzza* entre las que no existen diferencias significativas. La variedad *Siluet* mostró un comportamiento intermedio entre estos dos grupos de variedades.

4.2.- Porcentaje de inhibición de la pudrición sobre la lesión inoculada.

Seguidamente se muestra los resultados de los tratamientos con fungicidas con respecto al tratamiento testigo expresado 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.- A los tres días de la simulación de puesta en venta.

En la siguiente tabla se exponen los resultados para el factor tratamiento a los tres días de simulación de puesta en venta.

Tabla 4.- Número de observaciones y resultados del ANOVA del porcentaje de inhibición de la pudrición para el factor tratamiento a los tres días de simulación de puesta en venta.

TRATAMIENTO	Tamaño de la muestra	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado
Thiabendazol	66	100,00	90,05 ± 4,09a
Imazalil	62	98,39	88,59 ± 4,22a
Metiltiofanato	62	96,37	86,87 ± 4,22a
Propóleo	61	65,43	59,77 ± 4,26b
Extracto de semillas de cítricos	63	51,56	46,83 ± 4,19bc
Aceite esencial de tomillo rojo	67	47,17	42,57 ± 4,06bc
Lejía	66	44,12	40,08 ± 4,09c
Aceite de canela	63	41,02	37,22 ± 4,19c

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, los mayores porcentajes de inhibición de la pudrición se obtuvieron con thiabendazol, imazalil y metiltiofanato con porcentajes que superaron el 95%, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos que les siguen en eficacia fueron propóleo, extracto de semillas de cítricos y aceite esencial de tomillo rojo con un 65,43%, 51,56% y 47,17% respectivamente. Entre estos tres tratamientos no existen diferencias significativas. Los porcentajes más bajos fueron obtenidos con el aceite de canela y lejía con un 41,02% y 44,12% respectivamente.

4.2.1.2.- a los cinco días de la simulación de puesta en venta.

Los resultados que se muestran en la siguiente tabla corresponden a cinco días de puesta en venta para el factor tratamiento.

Tabla 5.- Número de observaciones y resultados del ANOVA del porcentaje de inhibición de la pudrición para el factor tratamiento a los cinco días de simulación de puesta en venta.

TRATAMIENTO	Tamaño de la muestra	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado
Thiabendazol	66	100,00	90,05 ± 4,14a
Metiltiofanato	62	90,60	81,99 ± 4,27a
Imazalil	62	89,58	81,35 ± 4,27a
Propóleo	61	54,91	50,32 ± 4,30b
Extracto de semillas de cítricos	63	48,97	44,40 ± 4,23bc
Aceite esencial de tomillo rojo	67	40,96	37,50 ± 4,11bc
Lejía	66	37,75	34,50 ± 4,14bc
Aceite de canela	63	33,46	30,86 ± 4,11c

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 ($p < 0,05$).

Los tres tratamientos con mayores porcentajes de inhibición de la pudrición transcurridos cinco días de puesta en venta siguieron siendo thiabendazol, metiltiofanato e imazalil con un 100,00%, 90,60% y 89,58% respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre estos tres tratamientos.

El tratamiento con propóleo con un 54,91% se mantiene como el que obtiene el mayor porcentaje de inhibición de los tratamientos restantes, seguido del extracto de semilla de cítricos, aceite esencial de tomillo rojo y lejía, entre estos cuatro tratamientos no existen diferencias significativas. El aceite de canela obtuvo el menor porcentaje de inhibición con un 33,46%.

4.2.2.- Factor variedad.

4.2.2.1.- A los tres días de la simulación de puesta en venta.

Para el factor variedad y a los tres días de puesta en venta se obtuvieron los resultados que se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 6.- Número de observaciones y resultados del ANOVA del porcentaje de inhibición de la pudrición para el factor variedad a los tres días de simulación de puesta en venta.

VARIEDAD	Tamaño de la muestra	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado
<i>Maradol</i>	104	89,93	84,49 ± 3,42a
<i>Red Lady</i>	95	88,25	80,75 ± 3,58a
<i>Siluet</i>	95	63,38	62,62 ± 3,58b
<i>Intenzza</i>	120	45,78	44,08 ± 3,19c
<i>Sensation</i>	96	38,46	37,12 ± 3,56c

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 ($p < 0,05$).

Los mayores porcentajes de inhibición de la pudrición se obtuvieron con las variedades *Maradol* y *Red Lady* con un 89,93% y 88,25% respectivamente y sin diferencias significativas entre ellas. Les siguió la variedad *Siluet* con un 63,38% y con diferencias significativas con respecto a *Maradol* y *Red Lady*. Los menores porcentajes de inhibición fueron mostrados por las variedades *Intenzza* y *Sensation* con un 45,78% y 38,46% respectivamente y sin diferencias significativas entre ambas.

4.2.2.2.- A los cinco días de la simulación de puesta en venta.

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

Tabla 7.- Número de observaciones y resultados del ANOVA del porcentaje de inhibición de la pudrición para el factor variedad a los cinco días de simulación de puesta en venta.

VARIEDAD	Tamaño de la muestra	% DE INHIBICIÓN DE LA PUDRICIÓN	
		Real	Transformado
<i>Maradol</i>	104	88,16	83,11 ± 3,41a
<i>Red Lady</i>	95	84,05	77,18 ± 3,56a
<i>Siluet</i>	95	53,83	55,27 ± 3,56b
<i>Intenza</i>	120	38,58	36,10 ± 3,17c
<i>Sensation</i>	96	31,37	32,43 ± 3,55c

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, como la de mayor porcentaje de inhibición de la pudrición (88,16%) sin diferencias significativas con *Red Lady* (84,05%). *Siluet* obtuvo un 53,83%, mostrando diferencias significativas con respecto a *Maradol* y *Red Lady*. Asimismo *Siluet* obtuvo un porcentaje de inhibición que difirió significativamente con respecto a las dos variedades que mostraron un menor porcentaje, *Intenza* y *Sensation* con un 38,58% y 31,37% respectivamente y sin diferencias significativas entre ellas.

4.3.- Otras consideraciones.

En los frutos de la variedad *Red Lady* y tras la realización de la herida se observó una abundante emisión de látex que podría evitar la adecuada penetración del inóculo en la lesión.

Asimismo se observó que el grado de madurez de los frutos podría influir en el avance de la pudrición ya que se obtuvieron mayores porcentajes de inhibición en frutos en los que en el momento de la recolección se mostraban con nivel 6 (más amarillo que verde) que en los de nivel 5 (igual de verde que de amarillo).



Foto 24.- Emisión de abundante látex tras la realización de la lesión en la variedad *Red Lady*.



Foto 25.- Diferencias en los diámetros de pudrición en fruta en distintos grados de madurez.

En algunos de los frutos se observaron pudriciones acompañadas de micelio fuera del área de inoculación. Se tomaron muestras para su cultivo e identificación, registrando la variedad y tratamiento al que había sido sometido cada fruto muestreado.



Foto 26 y 27.- Crecimiento fúngico sobre distintas heridas fuera del área de inoculación en fruta con distintos tratamientos fungicidas.

Los resultados de las identificaciones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8.- Identificación de las muestras tomadas de frutos con pudriciones fuera del área de inoculación para cada tratamiento.

TRATAMIENTO	GÉNERO DE ESPECIES IDENTIFICADAS
Testigo	<i>Rhizopus, Penicillium, Fusarium, Botrytis.</i>
Thiabendazol	<i>Rhizopus, Cladosporium, Botrytis, Penicillium.</i>
Imazalil	<i>Penicillium, Alternaria, Fusarium, Cladosporim.</i>
Metiltiofanato	<i>Penicillium, Cladosporium, Fusarium, Alternaria, Botrytis, Stemphyllium.</i>
Aceite de canela	<i>Penicillium, Botrytis, Fusarium, Alternaria, Cladosporium.</i>
Propóleo	<i>Alternaria, Penicillium, Rhizopus.</i>
Extracto de semillas de cítricos	<i>Alternaria, Penicillium, Fusarium, Botrytis, Cladosporium.</i>
Aceite esencial de tomillo rojo	<i>Alternaria, Cladosporium, Penicillium, Botrytis.</i>
Lejía	<i>Alternaria.</i>

Todos estos géneros de hongos procedían de campo y superaron el tratamiento con lejía al que fueron sometidos todos los frutos antes de proceder a la inoculación localizada sobre las lesiones realizadas sobre cada fruto.

Estos resultados indican que este trabajo es únicamente válido para el aislamiento de *Fusarium* evaluado y que podrían existir otras especies fúngicas e incluso aislados resistentes sobre los que los resultados obtenidos con cada uno de los tratamientos evaluados podrían variar significativamente.

5.- CONCLUSIONES

1.- Con respecto al índice de podredumbre sobre la lesión inoculada, los tratamientos con thiabendazol, imazalil y metiltiofanato obtuvieron los mayores porcentajes correspondientes al nivel 1, ausencia de micelio, en todos los tiempos de evaluación.

2.- Las variedades *Maradol* y *Red Lady* mostraron los mayores porcentajes correspondientes al nivel 1 del índice de podredumbre sobre la lesión inoculada, seguidas de *Siluet*, correspondiendo a las variedades *Intenza* y *Sensation*, los menores porcentajes de ausencia de micelio.

3.- Tanto a los tres como a los cinco días de simulación de la puesta en venta, los tratamientos con thiabendazol, imazalil y metiltiofanato mostraron los mayores porcentajes de inhibición de pudrición sobre lesión inoculada superando el 89%, no existiendo diferencias significativas entre los tres tratamientos.

4.- Entre los tratamientos naturales, a los tres y cinco días de simulación de puesta en venta, se obtuvo el mayor porcentaje de inhibición con el propóleo, alrededor de un 50%, seguido del extracto de semillas de cítricos y del aceite esencial de tomillo rojo.

Los porcentajes más bajos fueron obtenidos por la lejía y el aceite de canela que no superaron el 45% de inhibición.

5.- Entre las variedades evaluadas, *Maradol* y *Red Lady* fueron las que mostraron mayores porcentajes de inhibición de la pudrición en los dos momentos de evaluación, registrando diferencias significativas con el resto de las variedades evaluadas.

6.- Las variedades con menor porcentaje de inhibición de pudrición fueron *Sensation* e *Intenza*, no obteniéndose diferencias significativas entre estas dos variedades tanto a los tres como a los cinco días de simulación de puesta en venta.

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.

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.

Perera, S., Marrero A., Hernández, J. 2003. Evaluación de la eficacia de seis fungicidas sobre la pudrición de corona *crown rot* del plátano". TFC. 108 p. Sin publicar.









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.

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

ANEJO FOTOGRÁFICO

1.- A LOS TRES DÍAS DE LA SIMULACIÓN DE PUESTA EN VENTA.

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

	METILTIOFANATO	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

INTENZZA



SENSATION



SILUET





MARADOL



RED LADY



	EXTRACTO DE SEMILLA DE CÍTRICOS	PROPOLEO
<i>INTENZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		

LEJÍA

INTENZZA



SENSATION



SILUET













MARADOL























RED LADY



2.- A LOS CINCO DÍAS DE LA SIMULACIÓN DE PUESTA EN VENTA.

	TESTIGO	IMAZALIL
<i>INTENZZA</i>		
<i>SENSATION</i>		
<i>SILUET</i>		
<i>MARADOL</i>		
<i>RED LADY</i>		

	METILTIOFANATO	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>		

EXTRACTO DE SEMILLA DE
CÍTRICOS

PROPOLEO

INTENZA



SENSATION



SILUET



MARADOL



RED LADY



LEJÍA

INTENZA



SENSATION



SILUET



MARADOL



RED LADY

