

(S1-O211)

LA INCORPORACIÓN DE FUNGICIDAS ORGÁNICOS EN EL PROCESO DE EMPAQUE CONVENCIONAL DE PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merr) Y BANANO (*Musa AAA*) CV. “WILLIAMS”, CALIDAD EXPORTACIÓN.

CARLOS DEMERUTIS PEÑA

Universidad EARTH, Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica. C.P. 4442-1000 San José, Costa Rica. cdemerut@earth.ac.cr. (506) 713-0107, fax: (506) 713-0001.

Palabras clave: pudrición – pedúnculo – corona - pérdida fisiológica de peso - postcosecha

RESUMEN

Entre los principales problemas que enfrenta la agroindustria piñera y bananera costarricense se encuentra el manejo de enfermedades postcosecha; siendo los mohos uno de los principales agentes causantes de podredumbres de estas frutas, durante su transportación en cámaras frigoríficas hacia los puntos de destino. El tratamiento postcosecha convencional de mayor uso, para prevenir el daño de hongos y mohos en piña y banano, son las aplicaciones de Bayleton o Thiabendazole durante el proceso de empaque. La creciente demanda mundial por productos frescos, sanos y seguros, ha creado normas internacionales de seguridad alimentaria para las frutas frescas de exportación que permitan obtener una trazabilidad del producto y que promuevan la reducción en el uso de plaguicidas. Los estudios realizados y la propia experiencia comercial de EARTH, dan como posible alternativa orgánica comercial el uso de Biocto y Verdiol para el control de enfermedades postcosecha en piña y banano. El propósito del presente trabajo es dar los criterios necesarios para ajustar las operaciones de empaque convencional, cuando se sustituye el uso de fungicidas químicos por orgánicos. Logrando con ello la vida útil de las piñas y bananos en un proceso de empaque transicional.

“THE INCORPORATION OF ORGANIC FUNGICIDES IN THE CONVENTIONAL PACKING PROCESS OF PINEAPPLE (*ANANAS COMOSUS* (L) MERR) AND BANANA (*MUSA AAA*) CV. “WILLIAMS”, QUALITY EXPORT”.

Key words: rot - fruit-stem – crown - physiological weight loss - post-harvest

ABSTRACT

One of the biggest problems that the pineapple and banana agro-industry face in Costa Rica is the control of postharvest diseases. Being moulds one of the main agents that cause rotten fruits during transportation in refrigerated containers towards the destination. The postharvest conventional treatment of greater use, to prevent fungi and moulds damages in pineapple and banana, are the applications of Bayleton or Thiabendazole during the packing process. The increasing world-wide demand for fresh, healthy and safe products has created international norms of security for the exported fresh fruits that allow the product traceability and the pesticide reduction. The studies and the own commercial experience by EARTH; give

as a possible organic commercial alternative the use of Biocto and Verdiol for the postharvest disease control in pineapple and banana. The purpose of the present work is to give the basic criteria to modify the conventional packing operations, when the use of chemical fungicides is replaced by organic ones. Achieving with this, the storage life expected for a pineapple and a banana in a transitional packing.

INTRODUCCIÓN

Entre los principales problemas que enfrenta la industria piñera y bananera se encuentra el manejo de enfermedades postcosecha. Siendo los mohos uno de los principales agentes causantes de podredumbres en la piña conservada en cámaras frigoríficas (Viñas et al., 2005). Otro agente causante de pudrición en piña es *Thielaviopsis paradoxa* Hoehn (Cockrell y Barrantes, 1991).

El tratamiento postcosecha convencional de mayor uso para prevenir el daño de hongos y mohos en piña es la aplicación de un preservante que consiste en una mezcla de fungicidas y ceras. Los principales fungicidas utilizados para el control de la pudrición en corona y pedúnculo son el benomil y el triadimefon cuya acción es inhibir el crecimiento del patógeno (Montero y Cerdas, 2005). Mientras que la cera mejora la apariencia y fisiológicamente actúa como retardador de los procesos fisiológicos de respiración y oxidación lo que preserva la fruta mas allá del periodo natural (Castañeda, 2003).

La pudrición de la corona en los bananos es causada por un complejo de hongos, siendo el *Colletotrichum musae* (Krauss, 1998), y *Fusarium semitectum* los más importantes (Douglas et al, 1997).

De manera convencional, la pudrición de la corona es controlada mediante la aplicación de una mezcla de Thiabendazole a 200 ppm y 1% de sulfato amónico de aluminio para el mercado de Estados Unidos y 400 ppm de Thiabendazole y 1% de sulfato amónico de aluminio para el mercado Europeo (Soto,1995).

Estos controles fitosanitarios en piña y banano conllevan situaciones específicas para responder ante las restricciones futuras sobre el uso de agroquímicos en postcosecha y la problemática misma del deterioro de la vida útil de los frutos debido a la incidencia de enfermedades.

La creciente demanda en materia de seguridad alimentaria por países desarrollados ha provocado que el exportador demuestre a los compradores que su producto de interés sea fresco, sano y seguro a lo largo de su vida útil. Esto ha creado normas internacionales de seguridad alimentaria para las frutas frescas de exportación que permitan obtener una trazabilidad del producto y que promuevan la reducción de plaguicidas para el control de plagas.

El propósito de la presente investigación fue la evaluación de fungicidas biológicos, determinando la concentración adecuada del producto que mejor control obtuvo y que no presentó efecto sobre la pérdida fisiológica de peso. Mediante tratamientos postcosecha para controlar la pudrición de pedúnculo y corona en piña y en la corona en banano.

Proponiendo finalmente las adecuaciones necesarias a la línea de empaque convencional por una línea de empaque transicional para piña y banano que utilice aplicaciones de productos orgánicos para el control postcosecha de enfermedades.

MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS EN PIÑA

La investigación se desarrollo durante 2006 en la Universidad EARTH, donde se aplicaron los tratamientos postcosecha y se almacenaron en una cámara de refrigeración, ubicada en el laboratorio de procesamiento de alimentos de la Universidad. Todas las frutas

utilizadas en los experimentos 1 y 3 fueron conservadas en esta cámara de frío, durante el periodo simulado de transporte marítimo, distribución y tiempo de vida comercial. Mientras que el experimento 2 se realizó en finca La Cartagena, propiedad de la empresa “Técnicas Agrícolas Sebastopol”, para aplicar *Pythium oligandrum* como tratamiento precosecha de la piña en campo.

Experimento 1

El Experimento 1 se realizó mediante la simulación del transporte marítimo dentro de un contenedor a una temperatura de 8 °C, por un periodo de 13 días.

En la simulación del tiempo de comercialización la piña fue expuesta a temperatura ambiente por dos días (23 °C a 26 °C). La exposición de la fruta a temperatura ambiente fue para acelerar el proceso de crecimiento de los patógenos, ya que a mayor temperatura su reproducción es más rápida (Dickinson y Lucas, 1987., Agrios, 1995). Esto permitió que la fruta presentara daños de pudrición en menor tiempo, para así identificar prontamente que producto obtuvo mayor control de *Thielaviopsis paradoxa* y mohos.

Descripción de tratamientos. La concentración que se utilizaron para los tratamientos entre Tsunami^{MR} 100, Biocto^{MR} 6, Testigo comercial y Testigo absoluto fueron: Cloro, 1 mL/L de agua. Tsunami^{MR} 100, 1 mL/L de agua. Biocto^{MR} 6, 1.5 mL/L de agua. Las ceras STA-FRESH^{MR} 7100, 58 g/L de agua y STA-FRESH^{MR} 7051, 115 mL/L de agua.

Tratamiento comercial; se tomaron las piñas de la línea de empaque de Finca Cartagena estas frutas ya venían preparadas con su tratamiento de acuerdo a la finca. Que consistió en Bayleton^{MR}: 2 g/L de agua con las ceras STA-FRESH^{MR} 7100; 58 g/L de agua y STA-FRESH^{MR} 7051; 115 mL/L de agua.

Testigo Absoluto; para este tratamiento se utilizó agua simple y se pasaron todas las piñas simulando todo el procedimiento de lavado, tratamiento en corona y pedúnculo y el encerado fue con cera sin producto biológico o químico sintético.

Descripción del procedimiento postcosecha. El procedimiento de cómo se realizó el manejo postcosecha en la línea de empaque fue de acuerdo a los pasos que se realizan en la planta empacadora de Finca Cartagena que consistió en lavado de fruta, tratamiento corona, tratamiento pedúnculo, encerado, secado, empaque, pesado de cajas, enfriamiento y almacenamiento.

Medición de variables. Las diferentes variables que se midieron fueron: 1) Pérdida fisiológica de peso (PFP), 2) pudrición de corona y 3) pudrición de pedúnculo.

Pudrición en corona y pedúnculo. Para determinar el grado de pudrición en corona y pedúnculo se usaron las siguientes escalas (elaboradas por el autor) que permitieron determinar la severidad del daño causado por el hongo *Thielaviopsis paradoxa* (*Ceratocystis paradoxa*) y mohos.

Escala para medir grado de pudrición en pedúnculo y corona: Grado 0. Cero presencia de Micelio, Grado 1. Presencia de Micelio hasta un 10 %, Grado 2. Presencia de 20 % a 30 %, Grado 3. Presencia de 40 % a 50 %, Grado 4. Presencia de 60 % a 70 %, Grado 5. Presencia de 80 % a 90 %, Grado 6. Presencia del 100 %.

Evaluación de variables. Para determinar la pérdida fisiológica de peso se realizó la primera medición el día que ingresaron las piñas a la cámara de refrigeración, pesándose por segunda y tercera vez a los días siete y trece del periodo de transporte simulado. La cuarta y quinta medición de peso fue del periodo de distribución simulada.

Para determinar el comportamiento del avance de la pudrición de corona y pedúnculo en piña se realizó una evaluación el día trece del periodo de transporte simulado. La segunda y tercera evaluación fue durante los días del periodo de distribución simulada.

Experimento 2

Consistió en la inoculación de piñas con *Pythium oligandrum* en campo como tratamiento precosecha, para después tratar las frutas con productos postcosecha. El establecimiento del proyecto fue en el sector 4A / 510 / CAM 5 de Finca Cartagena. Donde se seleccionó un par de lotes; a uno se le aplicó *Pythium oligandrum* y al otro, que funcionó como testigo, no llevó tratamiento alguno.

Descripción de tratamientos. La aplicación de *Pythium oligandrum* se realizó en una parcela que tenía 750 plantas y el testigo, en otra parcela con la misma cantidad de plantas. La cantidad de plantas existentes en cada cama otorgaba el número de piñas requeridas para este experimento.

Las aplicaciones de *Pythium oligandrum* se realizaron después de siete semanas que se indujo la piña a floración y siete semanas después que se aplicó el producto Carbaril^{MR} para el control de tecla. Esto para evitar que el Carbaril^{MR} inhibiera la acción de *Pythium oligandrum*. De esta forma, se realizaron tres aplicaciones, con frecuencia de cada dos semanas.

Experimento 3

El experimento 3 consistió en la evaluación de diferentes concentraciones del fungicida Biocto^{MR} 6, producto que obtuvo los mejores resultados en el Experimento 1. El desarrollo de este experimento fue tomar las piñas cosechadas de los tratamientos del experimento 2. A los cuales, se les dio un manejo postcosecha para controlar la pudrición de corona y pedúnculo de piña causada por *Thielaviopsis paradoxa* y mohos.

Descripción de tratamientos. Para este experimento se utilizó un arreglo de tratamiento 2 por 6, donde un bloque fue sin *Pythium oligandrum* (SPO) y el otro bloque tratamiento con *Pythium oligandrum* (PO). Ambos bloques fueron utilizados para los tratamientos de diferentes concentraciones de Biocto^{MR} 6.

El bloque PO y SPO fue sometido a los siguientes seis tratamientos: Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua; Bayleton^{MR} a 2,0 g/L de agua y un testigo de agua con cera.

Descripción del procedimiento postcosecha. Ese proceso consistió en lavado del fruto, desinfección de pedúnculo, desinfección de corona, encerado, secado y empaque; descritos en el protocolo del Experimento 1.

Medición de variables. Las diferentes variables que se midieron para este experimento fueron: PFP, pudrición de corona y pudrición de pedúnculo.

La evaluación para determinar si existió PFP en las frutas tratadas fue mediante la toma de pesos en varios puntos críticos después de la cosecha. La primera lectura de peso fue al momento previo que ingreso la fruta a la cámara de refrigeración. La segunda, tercera y cuarta lecturas se realizaron dentro de la cámara, a los 7 días, 13 días y 14 días después de almacenada la fruta. Esta cámara durante todo ese período mantuvo a una temperatura de 8 °C. A partir del día 15 al día 20, se tomó el peso todos los días, la cámara en este período final, mantuvo una temperatura de 20 °C.

La pudrición de pedúnculo y corona se evaluó siguiendo el criterio de índice de pudrición usado en el Experimento 1.

Para determinar el comportamiento del avance de pudrición en corona y pedúnculo de la piña se realizaron evaluaciones al día siete, 13 y 14 del periodo de transporte simulado. La cuarta y quinta evaluación fue durante los días del periodo de distribución simulada. Las últimas evaluaciones fueron diarias hasta que finalizó el tiempo de vida comercial o cuando las frutas alcanzaron el grado 6 de acuerdo al grado de pudrición de corona y pedúnculo de la piña.

MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS EN BANANO

Experimento 1(año 2003)

Los tratamientos fueron: 1) Biocto 6 a 0.5, 1.0 y 2.0ml/l; 2) Biocto 6 a 0.5, 1.0 o 2.0ml/l mas cera Verdiol a 1.25, 2.5, o 5% (resultando en 9 tratamientos); 3) el control comercial (1.9ml/l Merteck + 8.9g/l ammonium sulfate); y 4) control no tratado (Tabla 1). Biocto 6 esta compuesto de extractos de semillas de cítricos y contiene (propanodiol: [1, 1,3, tetrametil-butyl) fenoxi/etoxi/etil/amonio/metil/fenil/alfa-D-glucopiranosil-B-D-fructofuranosido/repta 5 enitol clorido, monoéter (4 hidroxil)- 2,2] 73% y 27 % de ingredientes inertes. El producto contiene 847 gramos de ingrediente activo por litro. La cera Verdiol contiene cera de abeja (5.35%), Monoestereato de glicerilo (5.35%), acido oleico (0.3%) y agua (89%). El fungicida Merteck contiene thiabendazole: [2-(4-thiazolyl) benzimidazole] 42.3% y 57.7% de ingredientes inertes.

Los Tratamientos fueron totalmente al azar y designados en tres repeticiones.

La unidad experimental consistió de una caja de 14 Kg. conteniendo 17 gajos. En la empacadora, los gajos se seleccionaron al azar, fueron pesados y colocados en almacenamiento refrigerado. Cada gajo fue asperjado completamente. Utilizándose un total de 250 ml de solución en cada tratamiento por caja de fruta. La fruta se dejo secar por 20 minutos antes de proceder a empacarla usando el procedimiento comercial. Cada caja fue colocada bajo refrigeración.

Cada tratamiento (42 cajas en total) fue colocado al azar en dos tarimas dentro de la cámara de refrigeración. Las condiciones de la cámara simularon las condiciones de transportación comercial, distribución y maduración controlada. Para simular el transporte, las cámaras se mantuvieron a 13°C por 15 días, después a 18°C por 6 días para simular la distribución. Finalmente, la maduración controlada fue establecida a 18.3°C por 7 días.

Los gajos fueron evaluados por pérdida de peso, cambio de color durante la maduración, y nivel de severidad de las pudriciones. La pérdida de peso fue determinada por caja. El cambio de color durante la maduración fue determinado usando la tabla de color de "Turbana Corporation". En la medición de la severidad de la pudrición, se utilizo una escala de 1 a 7, donde 1= no pudrición, 2= micelio visible en corona, 3= micelio cubriendo enteramente la corona e iniciando una decoloración, 4= superficie necrotica de un 40% de la corona, 5= superficie necrotica de un 80% de la corona, 6= corona necrotica sin infección de pedicelos, y 7= corona totalmente con pudrición, pedicelos y parte de la cáscara del fruto necrotica.

Las evaluaciones de la pérdida de peso se realizaron por caja individual desde la fecha en que la fruta se empaco, al final del periodo de transporte simulado, al tercer y sexto día del periodo de distribución simulada, y evaluaciones diarias dentro de la cámara de maduración controlada, hasta que la fruta llego a su sobremadurez. El grado de maduración fue evaluado después de 21 días de almacenamiento simulado (15-días del periodo de transporte mas 6 días del periodo de distribución). La severidad de la pudrición de la corona fue evaluada después de 28 días de almacenamiento simulado y al final de la fase de maduración controlada.

Experimento 2 (año 2005)

El experimento fue repetido como se describió previamente, usando los siguientes tratamientos: 1) el tratamiento orgánico (Biocto 6, 1ml / L mas cera Verdiol , 6ml / L) ; 2) el tratamiento comercial (previamente descrito) ; y 3) el control no tratado.

Los datos fueron analizados usando un análisis de varianza y las medias fueron separadas utilizando el método de comparación múltiple de Duncan.

RESULTADOS EN PIÑA

Experimento 1

Pudrición pedúnculo.

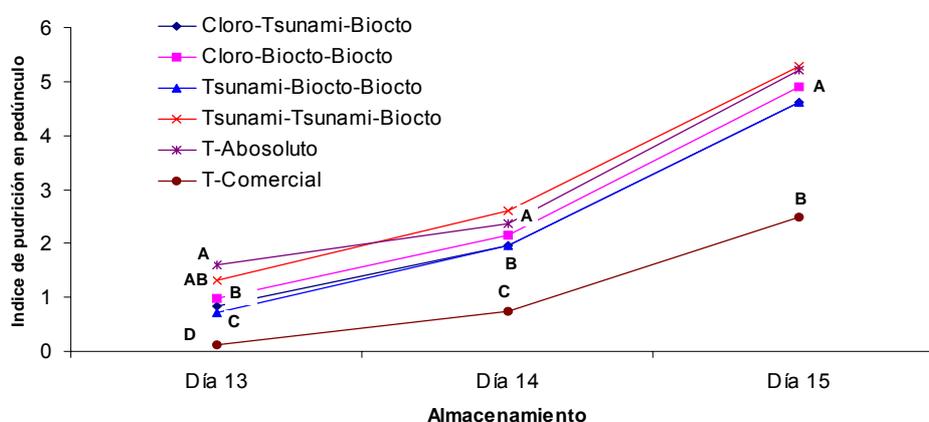


Figura 1. Experimento 1: Evaluación de Biocto^{MR} 6 y Tsunami^{MR} 100 para el control de pudrición en pedúnculo, durante el transporte y distribución en piña. Las curvas seguidas por la misma letra no tienen diferencias significativas ($P < 0,05$; Duncan).

El comportamiento de los productos biológicos sobre el control de la pudrición en pedúnculo durante el periodo de transporte, distribución simulada y tiempo comercial se presentan en la Figura 1. Obteniendo una diferencia significativa para la primera evaluación (día 13) ($P = < 0,0002$). Donde el tratamiento comercial presentó mayor inhibición sobre la infección. Seguido por los tratamientos: Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6- Biocto^{MR} 6 y cloro-Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6 que mostraron menor grado de infección. Mientras los tratamientos cloro-Biocto^{MR} 6-Biocto^{MR} 6; Tsunami^{MR} 100-Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6 y testigo absoluto mostraron menor control sobre la infección, quienes no mostraron diferencias significativas entre ellos ($P > 0,0002$).

Pudrición corona. La primera evaluación del día 13 no hubo presencia de infección, para la segunda evaluación (día 14), ya se presentaron diferencias significativas ($P = < 0,0573$) entre los tratamientos de la Figura 2. Obteniendo el tratamiento comercial el menor índice de infección, seguido del tratamiento Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6-Biocto^{MR} 6. Posteriormente, los tratamientos cloro-Biocto^{MR} 6-Biocto^{MR} 6; cloro-Tsunami^{MR} -Biocto^{MR} y Tsunami^{MR} 100-Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6 mostraron un mayor índice de infección a comparación del testigo absoluto.

En la tercera evaluación (día 15) fue más notable el comportamiento de los tratamientos, obteniendo una diferencia significativa ($P = < 0,0001$) donde volvió a quedar el tratamiento comercial con menor índice de pudrición. Seguido nuevamente por el tratamiento Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6- Biocto^{MR} 6. Los tratamientos Tsunami^{MR} 100-Tsunami^{MR} 100-Biocto^{MR} 6 y cloro-Biocto^{MR} 6-Biocto^{MR} 6 lograron detener el avance de la infección, pues se mantuvieron por debajo de testigo absoluto y cloro-Tsunami^{MR} -Biocto^{MR} 6 que fueron los tratamientos con mayor índice de pudrición en corona.

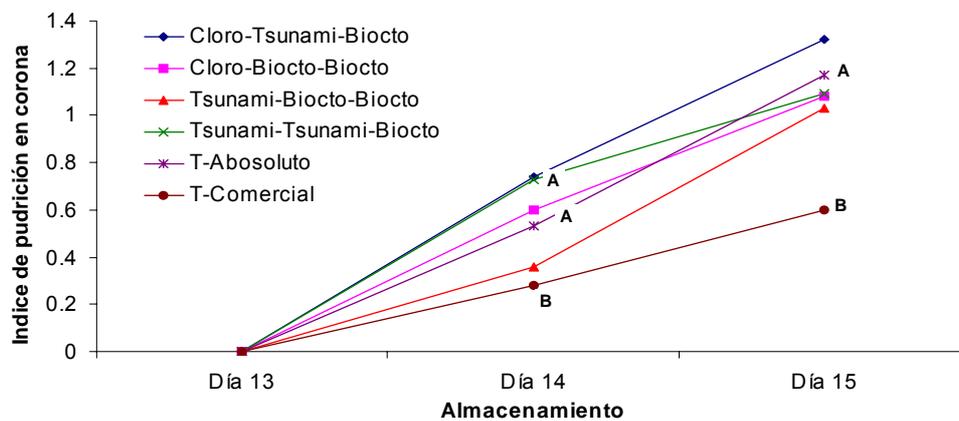


Figura 2. Experimento 1: Evaluación de BioctoTM 6 y TsunamiTM 100 para el control de pudrición en corona, durante el transporte y distribución en piña.

Las curvas seguidas por la misma letra no tienen diferencias significativas ($P < 0,05$; Duncan).

Pérdida Fisiológica de Peso. El comportamiento de PFP para los diferentes tratamientos no fue significativo ($P = < 0,1371$) durante el periodo de 13 días que fue el tiempo simulado de transporte marítimo. Lo cual, fue un resultado esperado, ya que indicó que los tratamientos utilizados no interfirieron en los procesos fisiológicos normales de transpiración de la fruta.

Experimento 2

Pudrición pedúnculo. El comportamiento del producto biológico sobre el efecto precosecha para el control de pudrición en pedúnculo se muestra en la Figura 3. Registrando, una diferencia significativa entre los tratamientos con *Pythium oligandrum* (PO) y sin *Pythium oligandrum* (SPO) ($P = < 0,0135$). Donde se observa que los tratamientos SPO=Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua y SPO=Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua, mostraron menor índice de pudrición en pedúnculo a comparación de los tratamientos PO=Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua y PO=Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua. Mientras que, los demás tratamientos mostraron una similitud en inhibir el crecimiento de *Thelaviopsis paradoxa* y mohos. Tal y como se aprecia en los tratamientos: SPO= Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua y tratamiento comercial que presentan una ligera altitud de barra sobre PO=Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua y tratamiento comercial que mostraron una menor incidencia de pudrición.

El comportamiento de los tratamientos; PO= Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua y tratamiento comercial, fue que obtuvieron mejores resultados, debido a que la aplicación de *Pythium oligandrum* contribuyó en la reducción de la infección. Mientras que los SPO= Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua y tratamiento comercial presentaron un índice mayor de pudrición en ausencia de *Pythium oligandrum*.

Sin embargo los SPO, Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua presentaron mejores resultados a comparación de los PO Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua que fueron inoculados con *Pythium oligandrum*.

Así que, se puede decir que el tratamiento sin *Pythium oligandrum* (SPO) fue el que mostró mayor control sobre la pudrición del pedúnculo a comparación del tratamiento con *Pythium oligandrum* (PO).

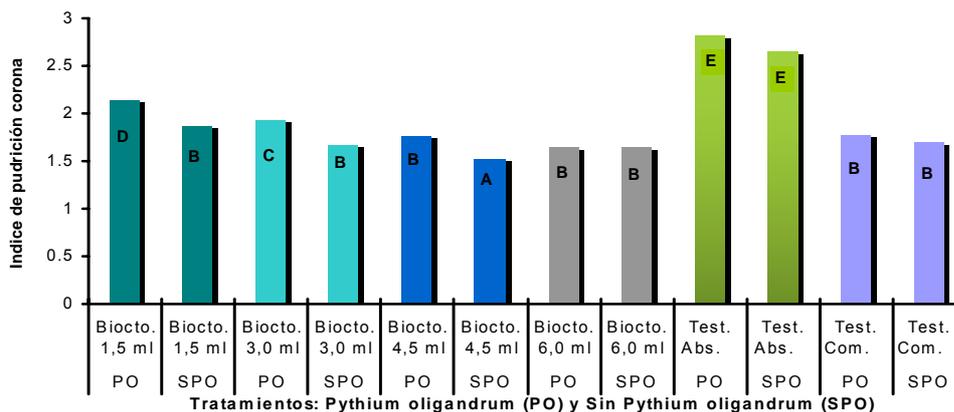


Figura 3. Experimento 2: Efecto del tratamiento precosecha para el control de la pudrición de pedúnculo en piña.

Las barras seguidas por la misma letra no tienen diferencias significativas ($P < 0,05$; Duncan).

Pudrición corona. El comportamiento del producto biológico sobre el efecto precosecha para el control de pudrición en corona obtuvo una diferencia significativa entre los tratamientos con *Pythium oligandrum* (PO) y sin *Pythium oligandrum* (SPO) ($P = < 0,0004$). En el cual, todos los tratamientos SPO: Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua; Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua; testigo comercial y testigo absoluto mostraron menor incidencia de pudrición en corona a comparación de sus homólogos del tratamiento PO, que presentaron una mayor incidencia de pudrición en corona.

Experimento 3

Pudrición pedúnculo. En la Figura 4, se muestra el efecto de las diferentes concentraciones de Biocto^{MR} 6 para el control de pudrición en pedúnculo obteniendo una diferencia significativa ($P = < 0,0001$). Encontrando que los tratamientos Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua y Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua presentaron mayor control sobre la infección, en tercer lugar quedó el tratamiento comercial. Mientras que, Biocto^{MR} 6 a 3,0mL/L de agua y Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua no presentaron una reducción sobre la infección del pedúnculo a comparación de los otros tratamientos.

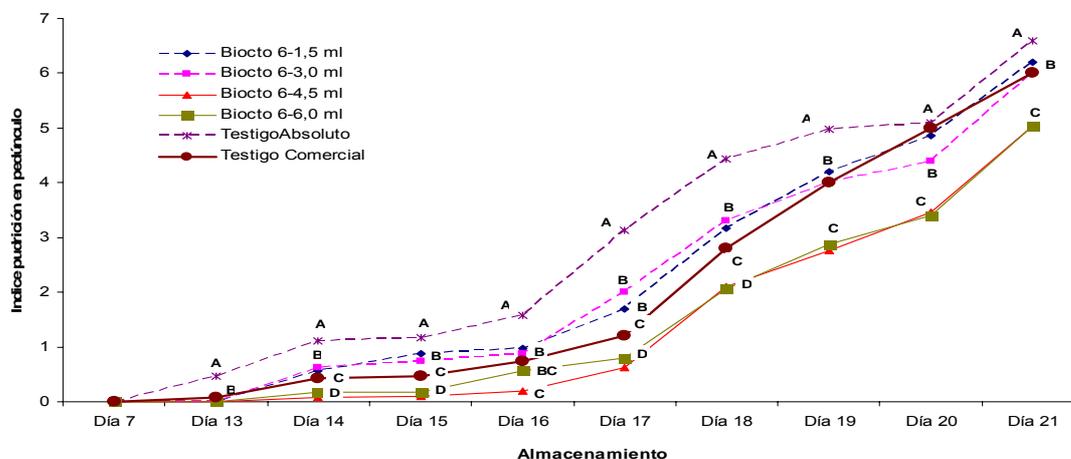


Figura 4. Experimento 3. Diferentes concentraciones de Biocto 6 para el control de pudrición en pedúnculo durante el transporte, distribución y vida comercial en piña.

Las curvas seguidas por la misma letra no tienen diferencias significativas ($P < 0,05$; Duncan).

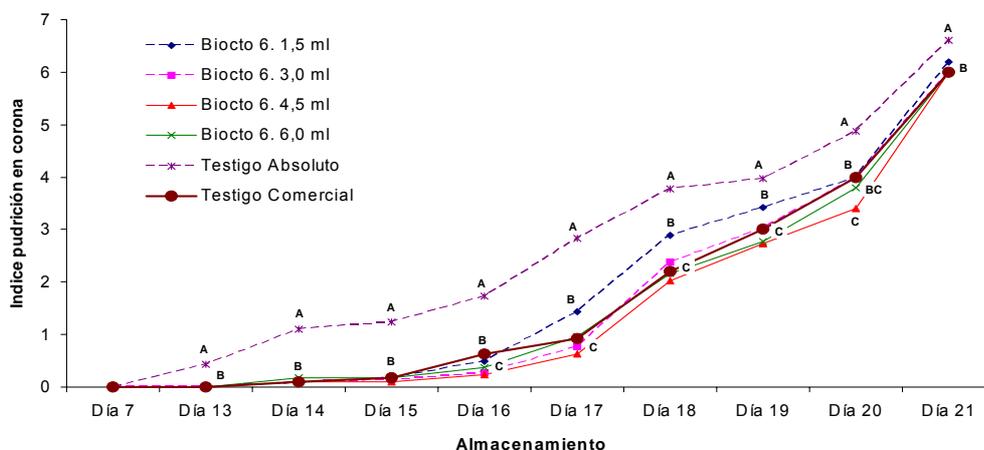


Figura 5. Experimento 3. Diferentes concentraciones de Biocto 6 para el control de pudrición en corona durante el transporte, distribución y vida comercial en piña. Las curvas seguidas por la misma letra no tienen diferencias significativas ($P < 0,05$; Duncan).

Pudrición corona. En la Figura 5, se muestra el efecto de las diferentes concentraciones para el control de pudrición en corona obteniendo una diferencia significativa ($P = < 0,0001$). Encontrando que el tratamiento Biocto^{MR} 6 a 4,5 mL/L de agua, muestra una ligera ventaja de control ante Biocto^{MR} 6 a 6,0 mL/L de agua, testigo comercial y Biocto^{MR} 6 a 3,0 mL/L de agua presentan el mismo efecto de inhibición sobre el crecimiento de la infección. Mientras que, Biocto^{MR} 6 a 1,5 mL/L de agua fue el que mostró mayor crecimiento de pudrición en corona seguido por el testigo absoluto.

RESULTADOS EN BANANO

En el experimento 1 el porcentaje de pérdida de peso se dio entre los 0.83 a 1.92%, sin presentar diferencia significativa entre tratamientos. Los tratamientos con Biocto 6 solo o en combinación con la cera Verdiol resultaron en una pérdida de peso igual a los estándares del tratamiento comercial.

En general, la combinación de Biocto 6 y Verdiol reducen los niveles de maduración, especialmente cuando se comparan al tratamiento comercial. Todos los tratamientos resultaron significativamente con menor pudrición al control no tratado, sin diferencia significativa entre tratamientos.

Los resultados del experimento 2 fueron idénticos a los del experimento 1, sin diferencia significativa en pérdida de peso o niveles de maduración entre tratamientos. No hubo diferencia significativa en la severidad de pudrición de la corona entre el tratamiento orgánico y el comercial después de 28 días de condiciones de almacenamiento. Al final del periodo de maduración (28 días), el porcentaje de gajos que estuvieron por abajo del nivel 2 de pudrición de la corona fue de 81.1 para el tratamiento orgánico, 87.9 para el tratamiento comercial y 49.6 para el control no tratado.

Los resultados indican que Biocto 6 solo y en combinación con cera Verdiol provee un nivel aceptable de control de la pudrición de la corona similar al tratamiento comercial.

Adicionalmente, la aplicación de Biocto 6 mejora la apariencia de la cicatriz peduncular, tornándola en un color café claro “caramelo”, muy atractivo para el consumidor. En comparación con el color negrusco que da cuando se aplica el tratamiento químico.

DISCUSIÓN

Actualmente, Biocto 6 y Verdiol son utilizados comercialmente en el empaque de bananos en Costa Rica. Desde 2002, la empresa agrocomercial de la Universidad EARTH lo utiliza en sus envíos comerciales hacia los Estados Unidos. El tratamiento de este estudio que se utiliza comercialmente es Biocto 1.0 ml/L mas Verdiol 6 ml/L. Desde 2002 hasta 2005, un total de 6767 tons de fruta ha sido tratada con este tratamiento orgánico y exportado a los Estados Unidos. Durante este periodo, el tratamiento orgánico ha dado un excelente resultado en el control de la enfermedad y una reducción de 41 L de Merteck y 11. 2 Kg. de fungicida Imazalil, los que se hubieran requerido para el tratamiento comercial. Los costos del tratamiento orgánico en estos cuatro años fue de \$1413 U.S. comparado a los \$2121 del tratamiento convencional. Esto representa un ahorro de \$708 (33%).

La posibilidad de utilizar el tratamiento de Biocto 6 a 4.5 o 6.0 ml/L. en aplicaciones al pedúnculo y corona en piña, así como Biocto 6 1.0 ml/L mas Verdiol 6 ml/L en la corona del banano, es posible siempre y cuando se tengan algunos cuidados en la línea de empaque. Cuando solo se aplica el producto Biocto 6 a bananos, la presencia de ácidos orgánicos presentes en los extractos provoca un incremento en la actividad del ciclo de Krebs de la cadena respiratoria de las células del fruto, favoreciendo la estimulación del catabolismo de los carbohidratos, en este caso del almidón. Por consiguiente el almidón se metaboliza y se acumula en azúcares simples. Según Kayisu y Hood (1981), Lii et al. (1982) y García y Lajolo (1988) citado por Seymour et al (1993), la alfa amilasa, beta amilasa y glucosilasa incrementan la maduración del banano.

Los niveles adecuados de la cera Verdiol mezclada con Biocto, cumplen eficientemente su papel protector para la salida de agua y un efecto adecuado en el intercambio gaseoso durante la maduración del banano, reduciendo la disponibilidad de oxígeno.

En el caso de la piña no se observó un efecto de Biocto 6 en la reducción de la vida del fruto, quizás por ser un fruto no climatérico y no contar con reservas de almidones que estimulen su maduración.

Tomando en cuenta lo anterior, es importante realizar algunos ajustes a las operaciones de empaque convencional de piñas y bananos, cuando se sustituye el uso de fungicidas químicos por orgánicos.

El proceso de empaque transicional para banano debe tomar en cuenta:

- Ecurrido previo a la aplicación de Biocto mas Verdiol, se puede utilizar un sistema de turbinas de aire para eliminar el exceso de agua externo. Evitando así la dilución de la mezcla al momento de su aplicación.
- Mantener en todo momento la dosis recomendada, el sistema a utilizar debe garantizar que la concentración no varía a lo largo del proceso de empaque, el uso de un sistema de aplicación mediante aspersion no recirculable puede ser la mejor opción.
- Garantizar la aplicación correcta en la corona del banano, la aplicación debe ser dirigida a la corona mediante un sistema automatizado preferentemente.

El proceso de empaque transicional para piña debe tomar en cuenta:

- Ecurrido previo a la aplicación de Biocto en pedúnculo y corona, se puede utilizar un sistema de turbinas de aire para eliminar el exceso de agua externa.
- Mantener en todo momento la dosis recomendada, el sistema a utilizar debe garantizar que la concentración no varía a lo largo del proceso de empaque. El uso de sistemas

automatizados no recirculables de aspersión en el pedúnculo y fumigación en corona son la mejor opción.

- Garantizar la aplicación correcta, la aplicación debe ser dirigida al pedúnculo y a la corona mediante un sistema automatizado e independiente que genere un mínimo de escurrido.
- Encerar adicionando Biocto en la cera, se debe mezclar previamente el Biocto en la cera comercial. Cuidando que las concentraciones de cera y Biocto se mantengan a lo largo del proceso de encerado del día de empaque.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento que presentó una mejor calidad de la fruta de banano fue Biocto 6 1.0 ml/L mas Verdiol 6 ml/L.
2. El uso combinado de Biocto 6 y la cera Verdiol es importante para evitar un disparo de los procesos de maduración del banano.
3. La pudrición en corona y pedúnculo de la piña fueron controladas satisfactoriamente por Biocto 6 a 4.5 y 6.0 ml/L.
4. Es viable establecer un procedimiento de empaque transicional para piña y bananos utilizando Biocto 6 como producto alternativo.
5. El proceso de empaque transicional para banano y piña debe tomar en cuenta: Escurrido previo del agua de lavado, mantener la dosis y aplicación correcta.
6. La operación de empaque transicional puede implementarse sin mayores cambios a los sistemas convencionales en banano y piña.

AGRADECIMIENTOS

En estos trabajos colaboraron: Edgar Alvarado, Alfonso Martínuz, Mateo González y personal de la Finca Cartagena.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios N, G. 1995. Fitopatología. México, Mx. Editorial Limusa. 838 p.
- Castañeda de Pretelt, Panamá. 2003. Seminario sobre producción y manejo postcosecha de la piña para la exportación (en línea). El Salvador, San Salvador, OIRSA, Manual técnico, 63 p. Consultado 02 set. 2006. Disponible en <http://ns1.oirsa.org.sv/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/SeminarioProduccionManejoPina.pdf>
- Cockrell, B. M.; Barrantes, S. E. 1991. Piña y Papaya; Fruticultura Especial. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, CR. 72 p.
- Dickinson C, H.; Lucas J,A. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. México, MX. Editorial Limusa. 312 p.
- Douglas, M; Sutton, T; Blankenship, S; Swallow, W. 1997. Hongos asociados a la pudrición de la corona del banano. En informe anual 1996 CORBANA (Costa Rica) 67-69.
- Krauss, U., Widwell, R., Ince, J. 1998. Isolations and preliminary evaluation of mycoparasites as biocontrol agents of crown rot of banana. *Biological Control*. St. Lucía West Indies. (13) 111-119.
- Montero, M.; Cerdas, M.M. 2005. Guías técnicas del manejo poscosecha de piña para el mercado fresco. San José, CR, MAG. 46 p.
- Seymour, G; Taylor, J; Tucker, G. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London, GB. Chapman & Hall. 464 p.

- Soto, M. 1995. Banano, cultivo y comercialización. LIL, S.A. 2ª Edición, San José, Costa Rica. 649 p.
- Viñas, I.; Teixidó, N.; Abadías, M.; Usall, J. 2005. Situación actual del control biológico en la postcosecha de frutas (en línea). Cádiz, ES, Agroinformación. Consultado 18 oct. 2006. Disponible en <http://www.agroinformacion.com/leer-articulo.aspxnot=415>