

ALTERNATIVAS DE CONTROL DE *Penicillium digitatum* (Pers.:Fr) Sacc. CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HIPOCLORITO DE SODIO Y ACIDO LÁCTICO EN FRUTOS CÍTRICOS COSECHADOS ¹

José Sánchez Alvarenga²
Aida Orrego Fuente³

ABSTRACT

The present work was developed at the Laboratory of the Phytopathology Division of the Departamento de Protección Vegetal at the Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), of the Universidad Nacional de Asunción (UNA), University Campus, San Lorenzo, Paraguay. The objective was to evaluate the efficiency of different concentrations of Sodium Hypochlorite of 2.5%, 5%, 7.5% and 10% and Lactic Acid of 2.5%, 5%, 7.5% and 10% in the control of *Penicillium digitatum* in harvested fruits of citruses such as orange (*Citrus sinensis*), grapefruit (*Citrus paradisi*), tangerine (*Citrus reticulata* citrus) and lemon (*Citrus limonia*), distributed in 10 treatments and 5 repetitions, respectively; totalising 200 experimental units in a design made completely at random. Also witness samples (blanks) without any product but with a treatment with the chemical agent Imazalil. The fruits were submerged in the different treatments during 10 minutes, leaving them 15 minutes for drying, later they were inoculated with the fungus in pure culture and covered with humid cotton. After seven days the results were evaluated; it was observed that none of the treatments could control the growth of *Penicillium digitatum*, except the treatment that included the Imazalil product, which controlled the 100%.

Key words: *Penicillium digitatum*, control, sodium hypochlorite, lactic acid

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de la División de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay. Con el objetivo de evaluar la eficiencia de diferentes concentraciones: de Hipoclorito de Sodio al 2,5%, 5%, 7,5% y 10% y Acido Láctico al 2,5%, 5%, 7,5% y 10%, para el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos cosechados de naranja (*Citrus sinensis*), pomelo (*Citrus paradisi*), mandarina (*Citrus reticulata*) y limón (*Citrus limonia*), distribuidas en 10 tratamientos y 5 repeticiones respectivamente, totalizando 200 unidades experimentales en un diseño completamente al azar. También se contó con un tratamiento testigo sin ningún producto y otro tratamiento con el producto químico Imazalil. Las frutas fueron sumergidas en los diferentes tratamientos durante 10 minutos, dejándolos 15 minutos para su secado, para luego ser inoculadas con el hongo en cultivo puro y cubiertas con algodón húmedo. A los siete días fueron evaluados los resultados discriminando frutos sanos y enfermos. Ninguno de los tratamientos tuvo un control sobre *Penicillium digitatum*, excepto el producto Imazalil que presentó 100% de control.

Palabras clave: *Penicillium digitatum*, control, hipoclorito de sodio, ácido láctico.

1 Tesis Presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica - Departamento de Protección Vegetal.

2 Alumno del décimo Semestre de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Departamento Protección Vegetal.

3 Profesor Ing. Agr. M.Sc.Docente a Tiempo Completo. Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias - UNA. Casilla de Correo 1618. San Lorenzo - Paraguay.

INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre dejó de ser netamente extractivo, en donde el mismo migraba de un lugar a otro, luego de haber consumido todo el alimento que había en su morada temporal, vio la necesidad de producir su propio alimento mediante el trabajo en la agricultura, para así perdurar en el tiempo y poder sobrevivir satisfaciendo sus necesidades alimentarias.

Por eso empezó a producir semillas, verduras y frutas los cuales hasta hoy día son consumidos gracias a las diferentes tecnologías que fueron aplicándose desde su inicio. Así fue que nació la citricultura, desde el descubrimiento de las plantas cítricas, 2000 años antes de Cristo, en el este Asiático, esta práctica ha venido progresando hasta convertirse líder en la producción de frutas en el mundo.

Uno de los mayores problemas de la comercialización de frutas frescas es la pudrición de frutos por causa de microorganismos, principalmente por hongos y bacterias. Entre los hongos encontramos que los del género *Penicillium* sp. son los que mayor daño causan a los frutos cosechados (Manner, 1986).

Según Pratt (1974), las frutas cosechadas son susceptibles al ataque de este patógeno que ingresa por las heridas producidas en la cáscara del fruto, las heridas son producidas por daños de insectos, malos manejos durante la cosecha, el transporte, en las operaciones de limpieza y durante la exposición para su comercialización. Así todo el esfuerzo de productores y comercializadores de frutas frescas que invierten para aumentar el rendimiento y calidad de sus productos, se convierten en pérdidas por la pudrición causada por el patógeno.

Los frutos de cítricos cosechados son sometidos a tratamientos con productos químicos, para poder prevenir o detener el ataque de *Penicillium* sp, pero la aparición de posibles variedades resistentes, así como el peligro de dejar residuos que causarían daño a la salud del consumidor, llevan a buscar otros productos que controlen la pudrición y que no generen los problemas citados (Da Ponte, 1980).

Según lo expuesto por Herrero (1992) y Casp y Abril (2003), la utilización del Hipoclorito de Sodio y Ácido Láctico en el tratamiento de frutas cítricas, podrían ser buenos para el control de *Penicillium digitatum* por las características que presentan, pudiendo convertirse en un tratamiento barato y eficaz que ayuden a los productores a disminuir sus pérdidas y aumentar sus ganancias.

Por lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo, la evaluación de la eficiencia de diferentes concentraciones de Hipoclorito de sodio y Acido láctico para el

control de *Penicillium digitatum* en frutos de cítricos cosechados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se llevó a cabo entre los meses de julio y agosto, en el laboratorio de la División de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay.

Aislamiento y multiplicación del patógeno

El hongo *Penicillium digitatum* se obtuvo de frutas cítricas infectadas, colectados del campo experimental de la FCA, llevados al laboratorio para la obtención del inóculo inicial.

Las frutas infectadas por el hongo fueron raspadas superficialmente para retirara las esporas y posteriormente transferilas al medio nutritivo para su crecimiento y multiplicación.

Como medio nutritivo para el cultivo del hongo se utilizó PDA (Anexo 1), el cual fue cargado en placas de Petri. El preparado de PDA se realizó de acuerdo a lo establecido por French & Hebert (1980).

Se cargaron las placas de Petri con el medio nutritivo PDA, el cual se dejó solidificar y enfriar por 1 hora. Luego de la solidificación del PDA se raspó con el anza la superficie de la fruta infectada para retirar las esporas, las cuales se colocaron en el medio nutritivo en tres puntos equidistantes. Terminado la transferencia de las esporas del hongo al medio nutritivo fueron llevadas a la incubadora durante 7 días, para estimular el crecimiento de las colonias.

Transcurrido el tiempo establecido de incubación, las hifas del hongo fueron repicados a otras placas con el mismo medio, hasta la obtención del *Penicillium digitatum* en cultivo puro. Posteriormente fueron utilizados en la inoculación de los frutos cítricos en estudio.

Tratamientos

Se utilizó frutas cítricas frescas de naranja (*Citrus sinensis*), pomelo (*Citrus paradisi*), mandarina (*Citrus reticulata*) y limón (*Citrus limonia*), los cuales se adquirieron del mercado local.

Tratamiento con Hipoclorito de sodio

Se utilizó Hipoclorito de sodio comercial con una concentración garantizada de 5 %, adquirido del comercio local. A partir de esta concentración inicial fueron preparadas las diferentes concentraciones de: 2,5%, 5%, 7,5% y 10%. Seguidamente, los mismos fueron enrasados en 20 litros de agua, para el efecto se utilizó un recipiente de plástico de 50 litros. A medida que las frutas eran tratadas con las concentraciones establecidas, se reno-

vaba el agua y la concentración de menor a mayor, el líquido era agitado de manera constante a fin de obtener una mezcla homogénea.

Tratamiento con Ácido láctico

Se utilizó Ácido láctico, producto comercial con 90% de pureza de utilización en laboratorios, en diferentes concentraciones: 2,5%, 5%, 7,5% y 10%.

Las diferentes concentraciones fueron diluidas en 20 litros de agua para el tratamiento de las frutas, para el efecto se utilizó un recipiente de plástico de 50 litros. A medida que las frutas eran tratadas con las concentraciones establecidas, se renovaba el agua y la concentración de menor a mayor, el líquido era agitado constantemente para que se obtenga una mezcla homogénea.

Tratamiento con Imazalil

Se utilizó el producto Imazalil como padrón de comparación con los demás tratamientos. Se utilizó 40 ml del producto en 20 litros de agua, agitándose el líquido para obtener una mezcla homogénea.

Testigo

Las frutas utilizadas como testigo fueron sumergidas en agua, sin la utilización de ningún producto, durante 10 minutos.

Inmersión de las frutas en los diferentes tratamientos

Las frutas de naranja, pomelo, mandarina y limón, fueron sumergidas en los diferentes tratamientos durante 10 minutos en grupos de 20, los cuales permanentemente eran agitados y presionados para que la totalidad de la superficie de los frutos entraran en contacto con la solución de los tratamientos. Terminado el tiempo del tratamiento, los mismos fueron puestos sobre papel absorbente para su secado durante 15 minutos, el mismo procedimiento también fue realizado con el tratamiento testigo.

Inoculación del hongo en las frutas y su incubación

Fueron seleccionadas las placas de Petri que contenían el crecimiento de las colonias puras del hongo, las cuales se delimitaron con un sacabocados de 5 mm de diámetro. Las perforaciones se realizaron en las zonas de esporulación del hongo que presentaban una coloración verde olivo característico.

Seguidamente se realizó 2 cortes superficiales en sentidos opuestos en la cáscara de las frutas. Posteriormente los discos del hongo con el medio de cultivo fueron transferidos mediante un asa de platino, de la placa de Petri a las superficies de los cortes del fruto, y cubiertos con algodón húmedo.

Los frutos de todos los tratamientos fueron mantenidos bajo condiciones ambientales de laboratorio para su incubación. Durante los siete días de incubación el al-

godón fue remojado de acuerdo a la necesidad de humedad.

Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con 10 tratamientos (Testigo, producto químico Imazalil, Ácido láctico e Hipoclorito de sodio al 2,5; 5; 7,5 y 10%) y 5 repeticiones para todas las especies de cítricos (naranja, mandarina, limón y pomelo), totalizando 200 unidades experimentales. Donde el factor determinado fue la eficiencia del control del hongo *Penicillium digitatum* con hipoclorito de sodio y ácido láctico en sus diferentes concentraciones, y el producto químico Imazalil.

Evaluación

Al término de la incubación se realizó la observación de los síntomas y su evaluación, donde los resultados de los diferentes tratamientos fueron analizados en forma descriptiva, considerando frutas sanas y enfermas. En la misma se describió los daños producidos por el patógeno en los frutos cítricos.

Fueron consideradas frutas enfermas todas aquellas que presentaban un crecimiento avanzado del hongo, con esporulación, deformación del fruto, pérdida de la rigidez del tejido y pérdida de líquido. Se consideraron frutas sanas todas aquellas en la que no se desarrolló el hongo, presentando un estado normal sin ninguna alteración de la forma, brillo y color, igual al momento de ser inoculado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 1. Porcentaje de eficiencia de Hipoclorito de sodio y Ácido láctico en diferentes concentraciones en el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos cosechados. FCA-UNA. San Lorenzo, 2006

Tratamientos	Pomelo	Naranja	Mandarina	Limón
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00
Imazalil	100.00	100.00	100.00	100.00
Hipoclorito de sodio al 2.5%	0.00	0.00	0.00	0.00
Hipoclorito de sodio al 5%	0.00	0.00	0.00	0.00
Hipoclorito de sodio al 7.5%	0.00	0.00	0.00	0.00
Hipoclorito de sodio al 10%	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido láctico al 2.5%	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido láctico al 5%	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido láctico al 7.5%	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido láctico al 10%	0.00	0.00	0.00	0.00

En la Tabla 1 se presenta los resultados de todos los tratamientos a los cuales fueron sometidos los frutos cítricos. En la misma se puede constatar que solo el producto químico Imazalil tuvo una acción inhibitoria sobre el hongo *Penicillium digitatum*, lo cual concuerda con el trabajo realizado por Arias Ortega (2006) que utilizando este mismo producto consiguió controlar la pudrición de frutos cítricos por *Penicillium digitatum*, obteniendo al final de la evaluación frutas sanas, sin alteraciones de forma, tamaño y color.

En cambio las frutas tratadas con Hipoclorito de sodio y Acido láctico, en las diferentes concentraciones, presentaron severos daños a causa del hongo, todas presentaron pérdida de rigidez de sus tejidos, pérdida de líquido, deformaciones y el crecimiento micelial con la posterior producción de esporas de coloración verde. Según FAO (1989), los desinfectantes clorados al combinarse con material orgánico pierden su eficiencia por perder el elemento activo. Por esta razón las concentraciones de Hipoclorito de sodio utilizados pudieron no tener efecto de control, ya que al entrar en contacto con la superficie del fruto, pudo haberse combinado con materiales orgánicos que hicieron perder su acción desinfectante.

La masiva colonización del hongo *Penicillium digitatum* sobre los frutos cítricos tratados con Acido láctico en las concentraciones estudiadas, podría deberse a que el mismo en vez de inhibir el crecimiento del patógeno, estimuló su crecimiento. Esto concuerda con lo expuesto por Revilla (1985), el cual afirma que la lactosa, del cual deriva el Acido láctico, es utilizado para la nutrición de *Penicillium notatum*, estimulando al hongo para su crecimiento en la producción de penicilina.

CONCLUSIONES

El experimento realizado en las frutas cítricas con los diferentes tratamientos, nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

- El producto químico Imazalil presenta 100% de control sobre el hongo *Penicillium digitatum*, en el tratamiento de frutas cítricas de pomelo, naranja, mandarina y limón.

- El Acido láctico, en las concentraciones de 2,5; 5; 7,5 y 10 %, no es eficiente en el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos de pomelo, naranja, mandarina y limón.

El Hipoclorito de sodio, en las concentraciones de 2,5; 5; 7,5 y 10 %, no es eficiente en el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos de pomelo, naranja, mandarina y limón.

LITERATURA CITADA

- ARIAS ORTEGA, M. 2006. Análisis Comparativo de la eficiencia de tratamientos alternativos para el control de hongo *Penicillium digitatum* en frutos cítricos de post-cosecha. Tesis (Ing. Agr.) San Lorenzo, PY: Carrera Ingeniería Agronómica. FCA. UMA. 60p.
- CASP, A.; ABRIL, J. 2003. Proceso de Conservación de Alimentos. 2ª ed. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 494p.
- DAPONTE, J. 1980 Fitopatología: Principios y aplicaciones. 2ª ed. Sao Pablo: Livraria Nobel S.A. 250p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1989. Manual para el mejoramiento del Manejo Poscosecha de frutas y hortalizas. 83p.
- FRECH, E.; HEBERT, T. 1980. Métodos de investigación fitopatología. Costa Rica: IICA. 289p.
- HERRERO, A. 1992. Conservación de frutas. Madrid: Mundi. Prensa. 409 p.
- MANNER, S. J. 1986. Introducción a la fitopatología. México: Limusa. 295 p.
- PRATT, Q. 1974. Guía de Florida sobre insectos, enfermedades y trastornos de la nutrición de los frutos cítricos. México: Limusa. 200 p.
- REVILLA, A. 1985. Tecnología de la leche. 2ª ed. Costa Rica: IICA. 399 p.