

Control del moho azul en poscosecha de manzana con productos naturales

Control of apple postharvest blue mold by natural products

Maria Eugênia Silva Cruz¹, Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada¹, Maria Isabel Balbi-Peña²,
Adriana Terumi Itako^{3*}, Edmar Clemente¹, José Renato Stangarlin⁴

RESUMEN

El uso de los extractos vegetales con actividad antimicrobiana para controlar enfermedades en pre o poscosecha es una alternativa promisoriosa frente al uso de fungicidas sintéticos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de extractos vegetales y aceites esenciales en manzanas infectadas naturalmente con *Penicillium* spp., agente causal del moho azul. Se sumergieron manzanas en extractos de cítricos y de neem (*Azadirachta indica*) en concentraciones de 0,5 y 1,0% (v/v) y se almacenaron a 25 °C y 90% de humedad relativa. Después de 21 días se midió incidencia y severidad de la enfermedad. También se evaluó el efecto de los aceites esenciales de *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Mentha piperita* y *Melaleuca alternifolia* por fumigación. La fruta se almacenó a 25±2 °C y 90±5% de humedad relativa durante 21 días. Frutos tratados con agua destilada estéril constituyeron el tratamiento control. Los frutos sin tratar presentaron los valores más altos de incidencia (100%) y severidad (99,98%) de moho azul, así como el menor porcentaje de control (4,56%). Todos los tratamientos mostraron efecto antifúngico de *Penicillium* spp, sin embargo, los extractos cítricos y de *A. indica* en la concentración de 1,0% proporcionaron los mayores niveles de control de la enfermedad (99,57% y 98,33%, respectivamente). Los frutos tratados con aceites esenciales mostraron menor incidencia, menor severidad y mayor control de la enfermedad. Se ha demostrado que el extracto y aceites esenciales estudiados tienen actividad antifúngica y potencial para uso en poscosecha como una alternativa al control químico.

Palabras clave: aceites esenciales, control alternativo, extractos de plantas, *Malus domestica*, *Penicillium* spp.

ABSTRACT

*Plant extracts for the control of plant disease are emerging as promising alternatives to the use of synthetic fungicides. The objective of this work was to study the effect of plant extracts and essential oils on naturally infected apple fruits with *Penicillium* spp. causal agent of blue mold. Apple fruits were immersed in citric and *Azadirachta indica* extracts at concentrations of 0.5 and 1.0% (v/v), stored at room temperature (25 °C and 90% RH) and analyzed at 21 days after the application of the treatments. Evaluated also the effect of fumigation of apple fruits with essential oils of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Mentha piperita* and *Melaleuca alternifolia*. Treated fruits were stored at 25±2 °C and 90±5% relative humidity for 20 days. Treated fruit with distilled water constituted the group controls. The higher values of incidence (100%), severity (99.98%) and the lowest percentage of disease control (4.56%) were observed in apple fruits treated with distilled water (group control). All treatments exhibited inhibitory effect on *Penicillium* spp. in apple fruits, however, *A. indica* and citric extracts, at concentrations of 1.0%, had a disease control of 98.33% and 99.57%, respectively. There were no significant differences between the oils applied; except between these and the control. However, the treatments with essential oils were that exhibited the least incidence, severity and control of the disease. The results showed that essential oils showed good results, above 98.1% of control of blue mold disease in postharvest. It was demonstrated that extracts the different concentration and essential oils have antifungal activities and that they have a potential use as an alternative control in relation to chemical methods.*

Key words: alternative control, essential oils, *Malus domestica*, *Penicillium* spp.

¹ Departamento de Agronomía; Universidade Estadual de Maringá (UEM). Av. Colombo, N° 5790, Maringá-PR. Brasil.

² Universidade Estadual de Londrina (UEL) Depto. de Agronomía, Centro de Ciências Agrárias, Rod. Celso Garcia Cid, Km 380, C.P. 10.011, Londrina-PR. Brasil.

³ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Curitibanos-SC, Rodovia Ulysses Gaboardi, km 3, CEP 89520-000, Curitibanos-SC. Brasil.

⁴ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Rua Pernambuco, N° 1777, Marechal Cândido Rondon-PR. Brasil.

* Autor para correspondência: adriana.itako@ufsc.br

Introducción

Las manzanas requieren mucho cuidado en el proceso de cosecha, clasificación y almacenaje. La pudrición causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (podredumbre amarga), *Penicillium expansum* (moho azul), *Botryosphaeria obtusa* y *B. dothidea* (podredumbre blanca y negra) y *Pezizula malicorticis* (ojo de buey), son algunas de las más importantes y causan pérdidas sustanciales en poscosecha de los frutos (Valdebenito-Sanhueza & Betti, 2005; Boneti *et al.*, 1999; Blum *et al.*, 2000).

La obtención de manzanas de calidad comienza en el campo, pues en el caso de enfermedades que presentan fase de infección latente, el control debe ser pre y poscosecha, ya que la fruta está expuesta a fitopatógenos en todos los eslabones productivos (Sanhueza, 2011). Entre ellos destaca el hongo *Penicillium expansum*, responsable de más del 80% de las pérdidas en poscosecha de fruta durante el almacenaje (Blum, 2004; Brackmann *et al.*, 2005, Sanhueza, 2011). Este hongo sobrevive como saprofito y es fácilmente aislado a partir del suelo, de cámaras frigoríficas y de cajas de madera utilizados en la cosecha, transporte y almacenamiento. Además de causar el deterioro de la fruta, también produce patulina, una toxina que tiene efectos carcinógenos y mutagénicos. Esta toxina puede alcanzar niveles inaceptables en fruta destinada al procesamiento y también puede alterar el sabor (Welke *et al.*, 2009). Esto aumenta la importancia que debe tener la selección de la fruta, así como el control de este patógeno. Actualmente, el uso de extractos vegetales y aceites esenciales con actividad antimicrobiana para el control de fitopatógenos de poscosecha, es una alternativa promisoriosa frente al uso de fungicidas sintéticos. Existen varios estudios que utilizaron estos productos tanto en condiciones *in vitro* como *in vivo*. Tequida-Meneses *et al.* (2002) evaluaron la actividad antifúngica *in vitro* de *Karwinskia humboldtiana*, *Ricinus communis*, *Eucalyptus globulus*, *Ambrosia ambrosioides*, *Nicotiana glauca*, *Ambrosia confertiflora*, *Datura discolor*, *Baccharis glutinosa*, *Proboscidea parviflora*, *Solanum rostratum*, *Jatropha cinerea*, *Salpianthus macrodonthus* y *Sarcostemma cynanchoides* frente a los hongos *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Fusarium poae* y *F. moniliforme*. Chun-Lung *et al.* (2001) evaluaron frutos de cerezo (*Prunus avium*), sometido a fumigación con tres concentraciones de timol y

ácido acético para el control de *Monilia fructicola* y *Penicillium*. Sholberg *et al.* (2001) estudiaron el control de *P. expansum* en manzanas usando vapor de ácido acético (AA). Bautista-Baños *et al.* (2003) evaluaron el efecto de quitosano y de extractos de plantas sobre el desarrollo de la antracnosis de la papaya causada por *Colletotrichum gloeosporioides* y sobre la calidad de la fruta. Cruz *et al.* (2010) evaluaron la efectividad de los productos alternativos (bicarbonato de sodio y aceites esenciales de plantas medicinales) para el control de la antracnosis y la conservación de mango (*Mangifera indica*).

Teniendo en cuenta las pérdidas en poscosecha de manzanas debido a pudriciones, las divergencias en las recomendaciones de métodos de control y la necesidad de tecnologías que objetiven la seguridad alimentaria, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de productos naturales en el control de *Penicillium* spp.

Materiales y Métodos

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de Plantas Medicinales del Departamento de Agronomía de la Universidad Estadual de Maringá. Manzanas variedad Fuji, se adquirieron en la Unidad CEASA-Maringá/Paraná/BR, de origen local (Município de São Joaquim, estado de Santa Catarina). La fruta se preseleccionó con el objetivo de tener una mayor uniformidad descartándose frutos arrugados, dañados y con disturbios fisiológicos. La fruta se desinfectó superficialmente por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5% (v/v) durante tres minutos y luego se lavó en agua corriente. Luego se secó al aire libre sobre papel absorbente. Teniendo en cuenta que *Penicillium* spp. es común en manzanas, no fue necesario inocular artificialmente al patógeno. Los aceites esenciales y extractos de plantas evaluadas en los experimentos se adquirieron de las empresas: Aromalandia, Quinabra y Yard Remedies de Neal, en Brasil. Antes de aplicar los tratamientos se evaluó la masa, diámetro transversal y polar de la fruta. Estos parámetros permitieron contrastar valores iniciales y finales de la fruta sometida a cada tratamiento.

Experimento 1: Tratamientos con extractos vegetales. Los frutos, después de las evaluaciones físicas iniciales, se sometieron a los siguientes tratamientos: T1. Inmersión en extracto cítrico (producto comercial Ecolife®) al 0,5% (v/v) por 3 minutos; T2. Inmersión en extracto cítrico (Ecolife®)

al 1,0% (v/v) por 3 minutos; T3. Inmersión en extracto de *Azadirachta indica* A. Juss. (ACT Botánico 0003 SC) al 0,5% (v/v) por 3 minutos; T4. Inmersión en extracto de *Azadirachta indica* A. Juss. (ACT Botánico 0003 SC) al 1,0% (v/v) por 3 minutos; T5. Inmersión en agua destilada por 3 minutos (control).

Las manzanas se colocaron en bandejas plásticas envueltas en polietileno y se mantuvieron a 25 ± 2 °C y $90\pm 5\%$ de humedad relativa. La fruta permaneció durante 21 días bajo condiciones experimentales, momento en que las manzanas del tratamiento control presentaron 100% de incidencia de moho azul. En ese momento se efectuaron las evaluaciones físicas y fitosanitarias finales.

Experimento 2: Consistió en tratamientos con aceites esenciales. Después de la evaluación inicial, la fruta se sometió a los tratamientos: T1. Fumigación con 2 ml de aceite esencial puro de *Thymus vulgaris* por 1 h, T2. Fumigación con 2 ml de aceite esencial de *Origanum vulgare* por 1 h, T3. Fumigación con 2 ml de aceite esencial de *Mentha piperita* por 1 h, T4. La fumigación con 2 ml de aceite esencial de *Melaleuca alternifolia* por 1 h, T5. Fumigación con 2 ml de agua destilada por 1 h (control). La fumigación de las frutas se realizó con un vaporizador UMIDI VAP donde, el aceite esencial, siendo volátil, alcanzó las frutas, cubriéndolas con vapor. Después de la fumigación, las frutas se mantuvieron en bandejas plásticas envueltas en polietileno, a una temperatura de 25 ± 2 °C y una humedad relativa de $90\pm 5\%$ durante 20 días, momento en que la fruta del tratamiento control presentó 100% de incidencia de moho azul. En ese momento se efectuaron las evaluaciones finales, físicas y fitosanitarias. Con los valores de peso de fruta, diámetro transversal y final fueron calculados:

Reducción de peso de fruta: Determinado por diferencia entre el peso de cada fruta individual, al principio y al final de los experimentos. Los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida de peso.

Reducción del diámetro transversal de la fruta: Determinado por la diferencia entre el diámetro en milímetros de la mayor sección mediana de la fruta transversal al eje que se extiende desde el ápice al pedúnculo medido con un calibre digital. Los resultados se expresaron en porcentaje de reducción del diámetro.

Reducción del diámetro longitudinal de la fruta: Con calibre digital se determinó la diferencia,

en mm, entre el diámetro longitudinal de la fruta (del pedúnculo hasta el ápice), al principio y al final de los experimentos. Los resultados se expresaron en porcentaje de reducción del diámetro.

Las evaluaciones fitosanitarias realizadas fueron:

Incidencia de moho azul: El porcentaje de frutos con síntomas de moho azul (Amorim & Bergamin Filho, 1995) se calculó a partir del número de manzanas infectadas por *Penicillium* spp. en cada tratamiento.

Severidad de moho azul: La severidad de la enfermedad, definida como el porcentaje del área del fruto cubierto por síntomas (Amorim & Bergamin Filho, 1995), fue calculada a partir del diámetro medio de las lesiones para cada tratamiento.

Control de la enfermedad: El porcentaje del control de moho azul fue calculado a partir del diámetro medio de las lesiones de cada tratamiento, por la fórmula: % control = $(\text{control} - \text{tratamiento} / \text{control}) \times 100$.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones para los dos experimentos. La unidad experimental fue constituida por seis manzanas. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y las medias fueron comparadas utilizando el test de Duncan al nivel del 5% de probabilidad, utilizando el programa estadístico SAEG.

Resultados y Discusión

Experimento 1

Las variables reducción de peso de frutos y de diámetro longitudinal y transversal se presentan en la Tabla 1. Los tratamientos realizados con extracto cítrico (Ecolife) y *A. indica* en las dos concentraciones testeadas (0,5 y 1%) presentaron menor reducción, tanto de peso como de tamaño de fruta con relación al control no tratado, donde las manzanas mostraron mayor reducción de ambas variables. En el tratamiento control hubo reducción de 11,22%, 13,04% y 7,03% en peso, en el diámetro longitudinal y transversal, respectivamente, lo que indicaría que la actividad del patógeno influyó significativamente en el metabolismo de las frutas. La menor reducción del peso de fruta fue constatada en los tratamientos con extracto cítrico y *A. indica* a la concentración de 1,0% difiriendo estadísticamente de los mismos tratamientos a la concentración de 0,5%. Estos a su vez difirieron uno

del otro, siendo la mayor reducción de peso registrada para el extracto cítrico al 0,5%. En la reducción del diámetro longitudinal (Tabla 1) se observa que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar al del peso, siendo las frutas tratadas con extracto cítrico y extracto de *A.indica* al 1% los que presentaron la menor reducción. La reducción del diámetro transversal de las frutas, durante los 21 días fue menor en las frutas tratadas con extractos vegetales en comparación con el control, pero sin diferencias entre tratamientos.

La reducción de peso y de tamaño son causadas por procesos fisiológicos naturales, como respiración y transpiración, procesos que son intensificados en presencia de *Penicillium* spp. Chitarra y Chitarra (2005) determinaron que la pérdida de peso de manzanas (Golden Delicious) almacenadas a 24 °C y 25% de humedad relativa perdieron 5,7% de su peso en una semana, y 10,7% en tres semanas, lo que resultó en formación severa de arrugas.

La mayor incidencia y severidad y el menor porcentaje de control del moho azul se constataron en la fruta del control (no tratados), difiriendo significativamente de los otros tratamientos (Tabla 2). El tratamiento con extracto cítrico

al 1,0% presentó los mejores resultados para incidencia (25%), severidad (10,52%) y control de la enfermedad (89,5%). El extracto de *A. indica*, en ambas concentraciones no difirió respecto de la incidencia de la enfermedad, pero difirió de los tratamientos con extracto cítrico (al 0,5 y 1,0%). En la concentración de 1,0% presentó menor severidad de la enfermedad (27,87%) y mayor control del moho azul de la manzana (72,1%) que el mismo extracto en la menor concentración (0,5%). Resultados similares se han observado en otros estudios con extractos cítricos (biomasa cítrica - Ecolife®). Este producto contiene en su composición bioflavonoides cítricos, fitoalexina cítrica, ácido ascórbico, ácido cítrico y ácido láctico. El producto Ecolife® presentó resultados similares en el control de la pudrición en poscosecha en maracuyá amarillo (Benato *et al.*, 2002). Estos autores evaluaron los fungicidas imazalil, tiabendazol y procloraz y los productos alternativos Ecolife® (20%), cloruro de benzalconio, sales orgánicas e inorgánicas, *Bacillus subtilis*, dióxido de cloro y ozono, y se encontró que procloraz e imazalil fueron los más efectivos. Los productos alternativos, cloruro de benzalconio, biomasa cítrica (Ecolife®) y sales orgánicas e inorgánicas,

Tabla 1. Reducción de peso, diámetro longitudinal y transversal de frutos de manzana infectados naturalmente con *Penicillium* spp., tratados con extractos vegetales.

Tratamientos	Reducción (%)		
	Peso	Diámetro	
		Longitudinal	Transversal
Control	11,2 a	13,04 a	7,03 a
Extracto cítrico al 0,5%	4,28 b	6,88 b	1,82 b
Extracto <i>Azadirachta indica</i> al 0,5%	3,33 c	5,36 bc	1,08 b
Extracto <i>Azadirachta indica</i> al 1%	2,39 d	3,39 cd	0,95 b
Extracto cítrico al 1%	1,80 d	2,94 d	0,68 b
CV (%)	10,04	23,72	13,60

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Duncan ($P = 0,05$).

Tabla 2. Incidencia, diámetro de lesión, severidad y control del moho azul en manzanas naturalmente infectadas con *Penicillium* spp. y tratadas con extractos de plantas.

Tratamientos	Incidencia (%)	Diámetro de lesión (cm)	Severidad (%)	Control del moho azul (%)
Control	100,00 a	4,56	99,98 a	0,0 e
Extracto cítrico al 0,5%	83,33 b	3,22	70,63 b	29,4 d
Extracto <i>Azadirachta indica</i> al 0,5%	62,50 c	2,14	46,95 c	53,1 c
Extracto <i>Azadirachta indica</i> al 1%	50,00 c	1,27	27,87 d	72,1 b
Extracto cítrico al 1%	25,00 d	0,48	10,52 e	89,5 a
CV (%)	12,97		11,50	12,1

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Duncan ($P = 0,05$).

en algunas dosis difirió significativamente del control cuando la humedad relativa del ambiente de almacenamiento fue de 70-80% para 7 y 10 días. Cabe resaltar que la biomasa cítrica, que actúa como desinfectante o antioxidante, puede reducir la incidencia de antracnosis y otras pudriciones de fruta con la reducción del inóculo superficial y la desinfección de heridas. La eficacia de extractos de *A. indica* en el control de enfermedades de plantas, también se ha constatado por otros autores en diferentes patosistemas. Bhonde y colaboradores (1999), trabajando con diferentes formulaciones derivadas de neem (*A. indica*) (Achook® (12:15% EC - emulsión concentrada), Bioneem® (0,03% EC), Nimbecidine® (0,03% EC) y Neemark® (12,03% EC) demostraron el efecto fungicida frente a un amplio espectro de hongos fitopatógenos (*Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Curvularia lunata*, *Helminthosporium* sp. y *Sclerotium rolfsii*). La formulación Achook® (12 y 15% EC) demostró ser más activa considerando su concentración mínima inhibitoria (CMI), seguida de Bioneem®, Neemark® y Nimbecidine®. Cabe destacar que, a pesar de que todas estas formulaciones están basadas en aceite de neem, este aceite no presentó ninguna actividad fungicida. Cruz y colaboradores (2010) evaluaron la eficacia de productos alternativos en el control de la antracnosis durante el almacenamiento de mango (*Mangifera indica*). Los tratamientos utilizados fueron: bicarbonato de sodio diluido en agua destilada a una concentración de 3% (v/v), por medio de inmersión; aceites esenciales de *Origanum majorana*, *Citrus sinensis*, *Cymbopogon citratus* y *Eucalyptus citriodora*, mediante fumigación a una dosis de 1000 µL y agua destilada también por fumigación, todos durante tres minutos. La incidencia

de la antracnosis fue menor en las frutas sometidas a tratamiento con el aceite esencial de *C. sinensis*. Valenzuela (2003) verificó que aplicaciones *in vitro* de extractos etílicos de neem inhibieron el crecimiento y desarrollo de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de cultivos comerciales de mango.

Experimento 2. Todos los tratamientos con aceites esenciales provocaron disminución de las reducciones de peso y tamaño de los frutos. El tratamiento con aceite esencial de *M. alternifolia* determinó la menor reducción del peso de la fruta, seguido por los tratamientos con aceite esencial de *O. vulgare*, *M. piperita* y *T. vulgaris*. Respecto del tamaño de la fruta, todos los aceites esenciales contribuyeron a una menor reducción, no presentando diferencia estadística entre ellos (Tabla 3). Los criterios de clasificación que permiten obtener productos en óptimas condiciones para la industrialización, o incluso para el consumo *in natura*, se adoptaron basándose en las características físicas más importantes del punto de vista tecnológico como el peso medio, el tamaño de fruta y el color (Brasil, 1993). Sholberg y colaboradores (2001), conscientes de que las manzanas están potencialmente sujetas a la pudrición causada por *P. expansum*, verificó que manzanas contaminadas con los conidios de este patógeno y fumigadas en pequeñas cámaras con vapor de ácido acético fueron esterilizadas y hubo reducción de la enfermedad, sin afectar la calidad del fruto.

La incidencia del moho azul en el tratamiento control (testigo) fue de 100%, siendo la mayor severidad obtenida y el menor control (Tabla 4). El control difirió significativamente de los otros tratamientos al 5% de probabilidad por el test de Duncan, sin diferencia significativa entre los

Tabla 3. Reducción de peso, diámetro longitudinal y transversal de manzanas infectadas naturalmente con *Penicillium* spp., y tratadas con aceites esenciales (AE).

Tratamientos	Reducción (%)		
	Peso	Diámetro	
		Longitudinal	Transversal
Control	10,23 a	11,86 a	7,41 a
AE <i>Thymus vulgaris</i>	5,34 b	3,13 b	2,40 b
AE <i>Mentha piperita</i>	5,30 b	2,97 b	2,32 b
AE <i>Origanum vulgare</i>	3,88 c	2,94 b	1,93 b
AE <i>Melaleuca alternifolia</i>	2,15 d	2,22 b	1,65 b
CV (%)	7,77	19,91	21,78

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Duncan ($P = 0,05$).

Tabla 4. Incidencia, diámetro de lesión, severidad y porcentaje de control del moho azul en manzanas naturalmente infectadas con *Penicillium* spp. y tratadas con aceites esenciales (AE).

Tratamientos	Incidencia (%)	Diámetro de lesión (cm)	Severidad (%)	Control del moho azul (%)
Control	100,00 a	5,16	99,10 a	0,93 b
AE. <i>Thymus vulgaris</i>	54,17 b	1,90	36,44 b	63,63 a
AE. <i>Mentha piperita</i>	50,00 b	1,81	34,76 b	65,30 a
AE. <i>Origanum vulgare</i>	45,83 b	1,51	29,07 b	70,99 a
AE. <i>Melaleuca alternifolia</i>	37,50 b	1,24	23,72 b	76,33 a
CV (%)	23,97		22,88	18,38

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren por la prueba de Duncan (P = 0,05).

tratamientos con aceites esenciales. Todos los tratamientos con aceites esenciales determinaron un nivel de severidad más bajo y un mayor control del moho azul. Skog y colaboradores (2003) evaluaron el efecto de veintinueve compuestos volátiles vegetales sobre la inhibición del crecimiento de *M. fructicola* y ocho compuestos sobre la inhibición de *P. expansum*. Entre los compuestos con efecto antifúngico se incluyeron citral (3,7-dimetil-2,6-octadienal), E-2-hexenal, 2,4-hexadienal, linalool (3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol), heptanal, 4-hexen-3-one, E-2-nonenal, E-3-nonen-2-one y salicilaldeído. Los volátiles que mostraron prometedora utilidad como agentes fungitóxicos o fungistáticos eliminaron

el crecimiento de patógenos a bajas concentraciones y produjeron fitotoxicidad mínima. Los que aparecen más promisorios por ser volátiles son linalol, citral, E-2-hexenal, 2,4-hexadienal y 4-hexen-3-ona. Los resultados fueron variables dependiendo del género y del aislamiento del patógeno testado.

Se puede concluir que todos los tratamientos mostraron efecto antifúngico sobre *Penicillium* spp., sin embargo, los extractos cítricos y de *A. indica* en la concentración de 1,0% proporcionaron mayores niveles de control de la enfermedad. Los frutos tratados con aceites esenciales mostraron menor incidencia, menor severidad y mayor control de la enfermedad.

Literatura Citada

- Amorim, L.; Bergamin Filho, A.
2011. Fenología, patometría e quantificação de danos. In: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A. Manual de Fitopatología: Princípios e Conceitos. Vol. 1. São Paulo: Agronômica Ceres. Cap. 33, pp. 517-542.
- Bautista-Baños, S.; Hernández-López, M.; Bosquez-Molina, E.; Wilson, C.L.
2003. Effects of chitosan and extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop Protection*, 22(9):1087-1092.
- Benato, E.A.; Sigris, J.M.M.; Hanashiro, M.M.; Magalhães, M.J.M.; Binotti, C.S.
2002. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá amarelo. *Summa Phytopathologica*, 28(4): 299-304.
- Bhonde, S.B.; Deshpande, S.G.; Sharma, R.N.
1999. *In vitro* evaluation on inhibitory nature of some Neem formulations against plant pathogenic fungi. *Hindustan Antibiot Bull.*, 41(1-4):22-4.
- Blum, L.E.B., Amarante, C.V.T., Prado, G., Arioli, C.J., Guimarães, L.S. & Dezanet, A.
2000. Cultivar, método de inoculação e concentração de inóculo afetando as podridões da maçã por *Penicillium expansum* e *Pezicula malicorticis*. *Fitopatologia Brasileira*, 25:359-360.
- Boneti, J.I.S., Ribeiro, L.G.; Katsurayama, Y.
1999. Manual de identificação de doenças e pragas da macieira. Florianópolis. EPAGRI. 149 p.
- Blum, L.E.B.; Amarante, C.V.T.; Valdebenito-Sanhueza, R.M.; Guimarães, L.S.; Dezanet, A.; Hack Neto, P.
2004. *Cryptococcus laurentii* aplicado em pós-colheita reduz podridões em maçãs. *Fitopatologia Brasileira*, 29(4): 433-436.
- Brackmann, A.; Mazaro, S.M.; Cecchini, R.
1996. Pré-resfriamento e tratamento químico pós-colheita de maçãs cvs. Golden Delicious e Fuji. *Ciência Rural*, 26(22):185-189.
- Brasil. Ministério da Agricultura.
1993. Secretaria Nacional de Abastecimento. Normas e padrões de identidade, qualidade e embalagem para classificação e comercialização-Maçã. Brasília, 16 p.
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B.
2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 785 p.
- Chun-Lung, C.; Wei-Tang, L.; Zhou, T.
2001. Fumigation of sweet cherries with thymol and acetic acid to reduce postharvest brown rot and blue mold rot. *Fruits*, 56: 123-130.

- Cruz M.J.; Clemente, E.; Silva Cruz, M.E.; Mora, F.; Cossaro, L.; Pelisson, N.
2010. Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira cv. Tommy Atkins. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(2):428-433.
- Sanhueza, R.M.V.
2011. Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã, Vacaria, ed. 200.
- Sholberg, P.L.; Cliff, M.; Moyls, L.
2001. Fumigation with acetic vapor to control decay of stored apples. *Fruits*, 56: 355-366.
- Skog, L.J.; Mcgarvey, B.; Murr, D.; Evans, K.; Warner, T.
1999. Use of natural fruit volatiles for reduction of postharvest rot of stonefruits and pears. Research Centre Southern Crop Protection and Food. Report No.: OREP 1999/15. Disponível em: <http://res2.agr.ca/london/orep/skog_15_rep_e.htm>. Acesso em: 25/Jun/2012.
- Tequida-Meneses, M.; Cortez-Rocha, M.; Rosas-Burgos, E.C.; López-Sandoval, S.; Corrales-Maldonado, C.
2002. Efecto de Extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 19:84-88.
- Valdebenito-Sanhueza, R.M.; Betti, J.A.
2005. Doenças da macieira. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. Volumen 2, pp. 421-433.
- Valenzuela, S.M.
2013. El aceite de neem *Azadirachta indica* A. Juss, y su relación con el control de la roya de la hoja del trigo Var. Baviácora. México. Zoe Tecno - Campo. Trabajos científicos e informes técnicos. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 21. Disponível em: http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/neem_roya.htm . Acesso em: 27/Abr/2013.
- Welke, J.E., Hoeltz, M.; Dottori, H.A.; Noll, I.B.
2009. Ocorrência, aspectos toxicológicos, métodos analíticos e controle da patulina em alimentos. *Ciência Rural*, 39:300-308.

