



Efecto de los extractos hidro-etanólicos de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) sobre la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en fresa
Effect of hydro-ethanolic extracts of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) and common horsetail (*Equisetum arvense* L.) on incidence and severity of *Botrytis cinerea* on strawberry

Pazmiño-Miranda Pilar*, Velástegui-Espín Giovanny Patricio, Curay Segundo, Yáñez-Yáñez Wilfrido, Vásquez Carlos

Datos del Artículo

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador.
Casilla postal: 18-01-334.
Telf: (+593) 032872630 - 0987010062.
*Dirección de contacto:

Pilar Pazmiño-Miranda.
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Universidad Técnica de Ambato.
Tungurahua, Ecuador.
Casilla postal: 18-01-334.
Telf: (+593) 032872630 - 0987010062.
E-mail: nd.pazmino@uta.edu.ec

Palabras clave:

Pudrición gris,
fungicida botánico,
manejo sustentable,
Fragaria ananassa,
Albión.

J Selva Andina Biosph.
2017; 5(1):29-38.

Historial del artículo.

Recibido Julio, 2016.
Devuelto septiembre 2016
Aceptado marzo, 2017.
Disponible en línea, mayo 2017.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Grey mold,
botanical fungicide,
sustainable management,
Fragaria ananassa,
Albión.

Resumen

Se evaluó el efecto de la aplicación de tres dosis (5, 10 y 15 mL/L) y dos frecuencias (cada 6 y 8 días) de extractos etanólicos obtenidos de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) sobre la incidencia y severidad de la pudrición gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa* cv. Albión). El experimento fue conducido en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de $2 \times 3 \times 2 + 1$, con tres repeticiones. Los menores porcentajes de incidencia en flores y frutos (10.24 y 24.43%, respectivamente) fueron observados con la aplicación del extracto de canela con una dosis de 15 mL/L y una frecuencia de aplicación de 6 días. De manera similar, la menor severidad en frutos (11.86%) fue observada con el mismo tratamiento. En general la reducción de la incidencia y severidad de *B. cinerea* con la aplicación de extracto de cola de caballo fue inferior a los observados con el uso del extracto de canela. De acuerdo con los resultados, el uso de extractos hidro-etanólicos de canela podría ser considerada una alternativa sustentable para el manejo de la pudrición gris en cultivos de fresa.

© 2017. Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The effect of application of three dosages (5, 10 and 15 mL/L) and two frequencies (each 6 and 8 days) of ethanoic extracts obtained from cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) and common horsetail (*Equisetum arvense* L.) on incidence and severity of grey mould (*Botrytis cinerea*) on strawberry crop (*Fragaria ananassa* cv. Albion) was evaluated. Experiment was carried out in a randomized block design with factorial arrangement $2 \times 3 \times 2 + 1$, with three replications. Lower incidence and severity percentage in flower and fruit (10.24 and 24.43%, respectively) were observed after application of cinnamon extract at 15 mL/L at 6 days interval. Similarly, lower fruit severity (11.86%) was observed with the same treatment. In general, reduction in *B. cinerea* incidence and severity was lower when common horsetail extract was used, compared to cinnamon extracts. According to our results, using of cinnamon hydro-ethanoic extracts could be considered as sustainable alternative for grey mold management in strawberry crops.

© 2017. Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

En Ecuador se producen alrededor de 30000 t de fresa con cierta tendencia a incrementar su producción en los últimos años por la alta demanda de consumo, tanto en fruta fresca, como para procesamiento industrial (El Agro 2016). Sin embargo, el ataque por *Botrytis cinerea* puede provocar disminución del rendimiento entre 35 a 70%, así como 95% de pérdida de frutos en post-cosecha (MacKenzie *et al.* 2003, Chaves & Wang 2004). El principal método de control de esta enfermedad está en base de fungicidas químicos, que representan un costo anual de 540 millones de Euros (€) (Dean *et al.* 2012). Una amplia variedad de fungicidas han sido utilizados para el control de *B. cinerea* en la etapa de cosecha y pos-cosecha, incluyendo los benzimidazoles, fenilcarbamatos y dicarboxiamidas. Empero *B. cinerea* ha sido reconocido como fitopatógeno con alto riesgo de desarrollo y resistencia debido a varias características tales como: alto tamaño poblacional, facilidad de dispersión de las conidias, variabilidad genética, reproducción asexual, alta capacidad de esporulación, ciclo de la enfermedad policíclico y amplio rango de hospederos (Leroux *et al.* 2002). Vivienne *et al.* (2012) señalaron el desarrollo de resistencia de *B. cinerea* a fungicidas como anilinopirimidinas, dicarboximidias, benzimidazoles, carboxamidias, esto hace que disminuya la eficiencia del control, requiriéndose mayor frecuencia de aplicación (Elad & Stewart 2004, Leroux *et al.* 2002, Nobre *et al.* 2005), es necesario la implementación de estrategias de control con menor impacto ambiental y la salud humana, tal como el uso de fungicidas botánicos. La aplicación de fungicidas botánicos podría contribuir a disminuir efectos negativos de las moléculas sintéticas, incluyendo residualidad en cosechas,

resistencia y contaminación ambiental, dado que estos compuestos naturales pueden ser efectivos, selectivos, biodegradables y menos tóxicos (Yoon *et al.* 2013). Como consecuencia de procesos evolutivos y metabólicos, las plantas son capaces de producir diferentes sustancias, conocidas como metabolitos secundarios, los que pueden contrarrestar agentes antagonistas en las plantas y servir como defensa al ataque de microorganismos, o la herbivoría (San Martín 2012).

Estudios previos han demostrado el efecto de los fungicidas botánicos para el control de *B. cinerea* y otras especies de hongos fitopatógenos (Vitoratos *et al.* 2013, Hammami *et al.* 2011, Tripathi *et al.* 2008). En tal sentido, el extracto etanólico (etanol al 70%) de *Agave scabra* fue más efectivo contra *Botrytis cinerea* al ser comparado con la efectividad sobre *Mucor* sp. y *Penicillium* sp., mostrando una disminución del halo hasta de 3.66 mm con un volumen de inóculo de 10 µL (González-Álvarez *et al.* 2015). Así mismo, el extracto de cola de caballo (*Equisetum* sp.) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*) han sido utilizados para el control de varias especies de hongos fitopatógenos con resultados variables (Cruz *et al.* 2013, Silva-Espinoza *et al.* 2013, Radojevi *et al.* 2012, Rogozhin *et al.* 2011). Investigaciones previas señalan que extractos de cola de caballo contienen una saponina tóxica para los hongos llamada Equisetonina y ácido silícico que favorecen el engrosamiento de las paredes celulares, lo que impide la penetración de los hongos (Velastegui & Niera 2014, Latorre *et al.* 2001). También, el aceite esencial de canela está constituido fundamentalmente por 65-75% de cinemaldehído y de 5-10% de eugenol (Narváez *et al.* 2006). El grupo carbonilo presente en el cinemaldehído se une a las proteínas celulares y evita la acción de las en-

zimas aminoácido-descarboxilasas, mientras que eugenol inhibe la producción de amilasa y proteasas, provocando el deterioro de la pared celular y ruptura celular, en tanto el grupo hidroxilo se une a las proteínas bloqueando la acción enzimática (Gómez-Sánchez & López-Malo 2009).

Debido a la alta incidencia de pudrición gris en frutos de fresa en Ecuador y considerando el efecto de estas especies de plantas como agentes fungicidas, en el presente estudio se evaluó el efecto de los extractos hidro-etanólicos de cola de caballo y canela

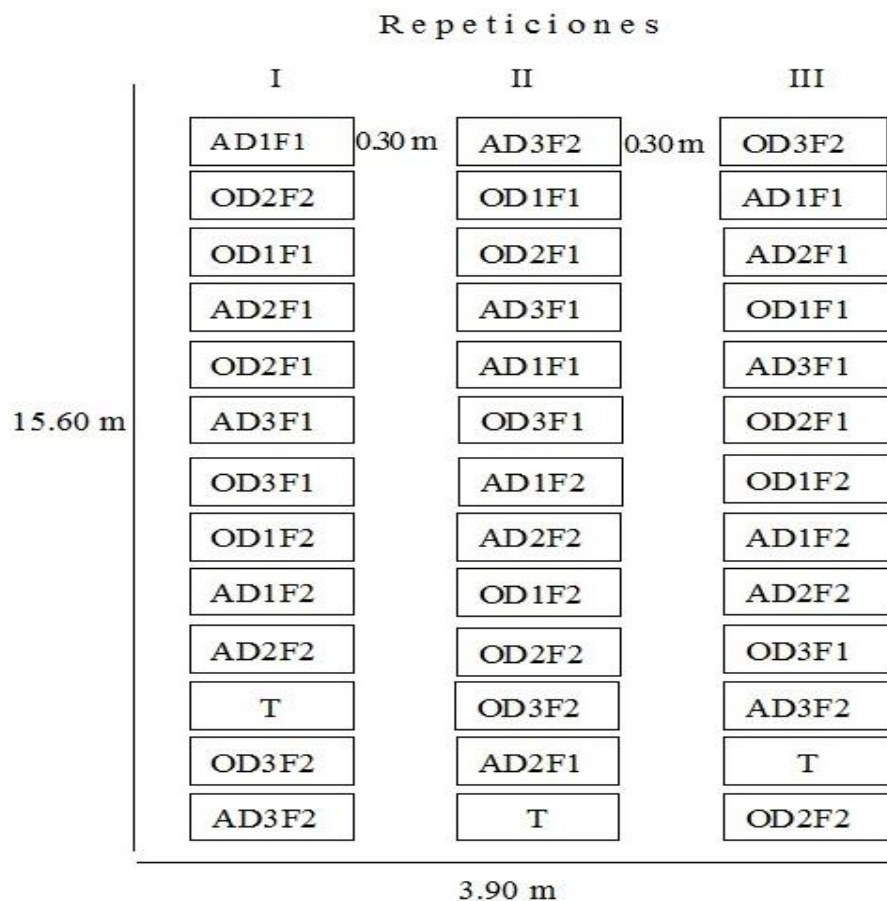
la sobre la severidad e incidencia de *B. cinerea* en plantaciones de fresa bajo condiciones de campo.

Materiales y métodos

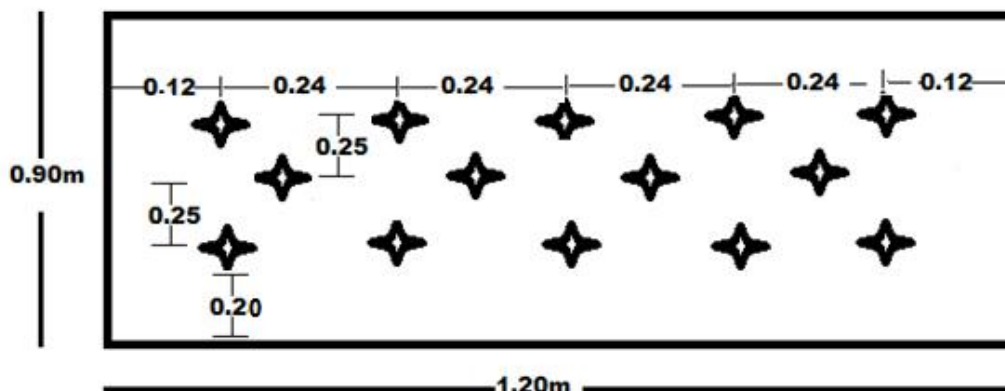
Se evaluó la efectividad de la dosis (5, 10 y 15 mL/L) y tiempo de aplicación (6 y 8 días) del extracto hidro-etanólico de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) sobre la incidencia y severidad de *B. cinerea* en plantas de fresa (*Fragaria annanassa* Duch, cv. Albion).

Figura 1 Esquema de la disposición del ensayo en el campo, a). representa la ubicación de los 13 tratamientos: A corresponde al extracto de canela, O extracto de cola de caballo, D1= 5 mL/L, D2=10 mL/L, D3= 15 mL/L, F1= cada 6 días, F2= cada 8 días, T = testigo. b). Detalle de una area experimental

A).



B).



Fueron usadas plantas de ocho meses de edad, plantadas en el campo con una pendiente del 13%, en un sistema tresbolillo en camas de 40 cm de alto, con distancias de siembra de 0.24 m por 0.25 m. Fueron consideradas 39 unidades experimentales con una densidad de siembra de 14 plantas/m², contando así un total de 546 plantas de acuerdo figura 1. El ensayo fue realizado entre los meses de abril y mayo del 2016 en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato (78°36'21" W, 01°21'02"S, altura 2886 msnm, temperatura media de 12.7 °C y 76,1% H.R. (INAMHI 2016). El cultivo fue regado cada cinco días y fertilizado con fertirriego, dos veces por semana con: nitrato de Amonio 60.8 g, nitrato de potasio 60.8 g, fosfato monopotásico 30.4 g, sulfato de magnesio 6.8 g y nitrato de calcio 60.8 g.

Los extractos vegetales fueron obtenidos siguiendo el método de Obodoni & Ochuko (2001), que consiste en la maceración de 1000 g de materia seca de cada especie en estudio junto con 5000 mL de etanol al 20% durante 72 h. Posteriormente la mezcla fue filtrada y sometida a evaporación a 90 °C mediante cocción para eliminar el alcohol y se evaporó hasta la mitad de su volumen. Las diluciones fueron preparadas a partir de esta solución aforando 5 mL, 10 mL y 15 mL/L de agua respectivamente. El testi-

go consistió en una parcela en la que no se aplicó ningún extracto.

Diez días antes del inicio del ensayo, las plantas de los diferentes tratamientos fueron inoculadas con *B. cinerea* (8 a 12 conidias/mL) proveniente de frutos infectados en el campo, los que fueron examinados bajo aumento de un microscopio óptico para confirmar la presencia de *B. cinerea*.

Aplicación de extractos. Los extractos fueron aplicados usando una bomba de mochila en dosis y frecuencias establecidas para cada tratamiento. La primera aplicación se efectuó el primer día del inicio del ensayo, efectuando siete aplicaciones en los tratamientos de la frecuencia de cada 6 días (0, 6, 12, 18, 24, 30 y 36 días) y seis aplicaciones en los tratamientos de la frecuencia de cada 8 días (0, 8, 16, 24, 32 y 40 días). Para tal efecto se roció la solución de los extractos en un volumen de 25 mL por planta y por aplicación en todo el follaje de las plantas que conformaron la parcela. Los extractos fueron aplicados a partir de las 17 h, para evitar el efecto directo de la radiación solar.

Incidencia y severidad al inicio del ensayo. Para la determinación de la incidencia se seleccionaron 3 plantas en las cuales se evaluó la el porcentaje de incidencia y severidad del hongo en dos inflorescencias por planta.

El porcentaje de la incidencia fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$S = \sum S_i/n$$

Donde S_i = % severidad para la i ésima flor o fruto y n = el número total de flores o frutos evaluados.

Análisis estadístico. Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar con los tratamientos dispuestos en un arreglo factorial de 2 x 3 x 2 + 1 (dos extractos, tres dosis y dos frecuencias más un testigo) con tres repeticiones.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las variables que mostraron diferencias significativas fueron sometidas a prueba de medias según Tukey (p 0.05) usando el paquete estadístico Infostat 2008.

Resultados

No se observó efecto de la interacción entre el tipo de extracto, dosis y frecuencia de aplicación, sin embargo si se detectó efecto individual del tipo de extracto y la dosis sobre la incidencia de pudrición gris en flores de fresa (p<0.05, F= 10.08, gl= 2) (Fig. 2).

Figura 2 Porcentaje de incidencia de *B. cinerea* en flores de fresa a los 20 días después de primera aplicación de extracto de canela o cola de caballo a diferentes dosis y frecuencia

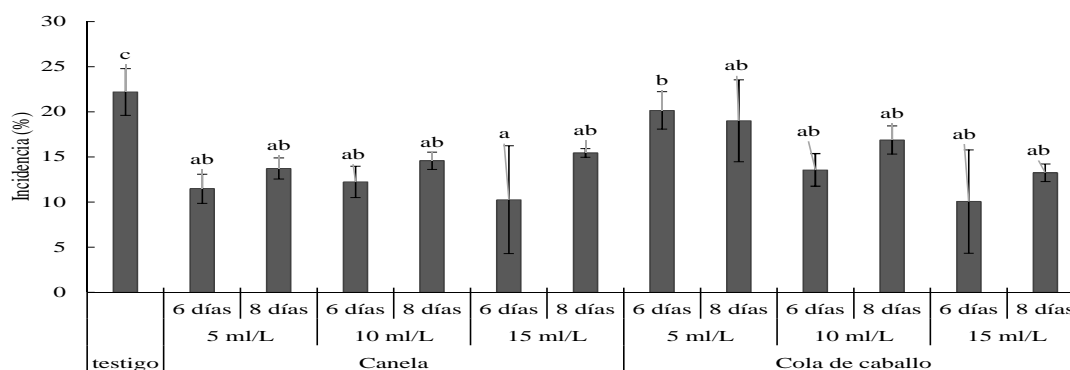


Figura 3 Porcentaje de incidencia de *B. cinerea* en frutos de fresa a los 40 días después de la primera aplicación de extracto de canela o cola de caballo a diferentes dosis y frecuencia

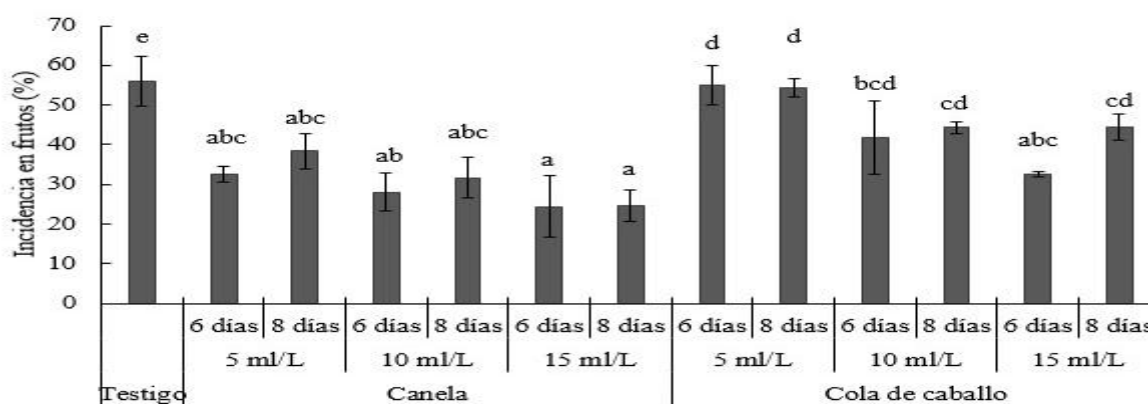
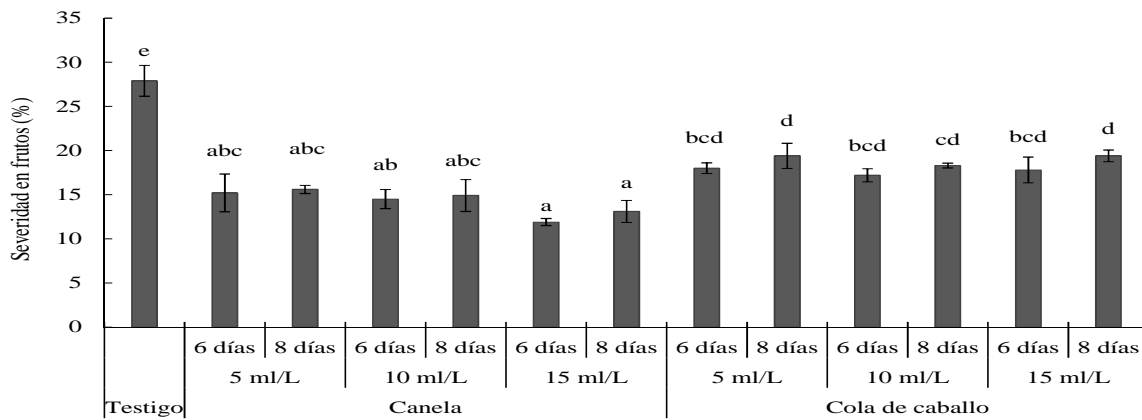


Figura 4 Porcentaje de severidad de *B. cinerea* en frutos de fresa a los 40 días después de la primera aplicación de extracto de canela o cola de caballo a diferentes dosis y frecuencia



La observación a los 20 días después de la primera aplicación mostró que el menor porcentaje de incidencia de *B. cinerea* en flores fue observado cuando se aplicó extracto de canela a 15 mL/L con una frecuencia de cada 6 días, por el contrario la mayor incidencia del hongo fue observada con el extracto de cola de caballo a 5 mL/L aplicado cada seis días. El resto de los tratamientos no presentó diferencias significativas entre ellos.

De manera similar (Fig. 3) el menor porcentaje de incidencia en frutos fue obtenido con la aplicación del extracto de canela a dosis de 15mL/L con una frecuencia de 6 días, reportando una incidencia del 24.43%, mientras que la mayor incidencia se obtuvo al aplicar el extracto de cola de caballo a una dosis de 5 mL/L con frecuencias de 6 y 8 días. Con respecto al testigo, este presentó una mayor incidencia del 55.90%, resultando el mejor extracto de canela para el control de *B. cinerea*.

En cuanto a la severidad en frutos, (Fig. 4) la aplicación del extracto de canela en la dosis de 15 mL/L provocó la reducción de la severidad de frutos de fresa obteniendo un valor de 11.86%, cuarenta días después de la aplicación del extracto con una

frecuencia de 6 días, siendo 57.6% más eficiente en el manejo de la severidad cuando se comparó con el tratamiento control. Similarmente, la aplicación del mismo extracto con frecuencia de 8 días produjo una reducción significativa de la severidad. Contrariamente, la aplicación del extracto de cola de caballo a dosis de 5 mL/L y 15 mL/L a una frecuencia de 8 días provocó severidad de 19.44% en ambos casos.

Discusión

La reducción del porcentaje de incidencia de *B. cinerea* en flores de fresa a los 20 días después de primera aplicación usando el extracto de canela podría ser debida a la acción de los metabolitos secundarios de la canela sobre el hongo. Trabajos previos han demostrado el efecto del extracto de canela en el control de hongos de importancia económica. Así, Silva-Espinoza *et al.* (2013) observaron que el aceite de hoja de canela a dosis de 0.005 g/mL provocó la inhibición de la pudrición gris y adicionalmente provocó el incremento del contenido de fenoles y flavonoides totales, elevando la capaci-

dad antioxidante de los frutos. De manera similar, Lorenzetti *et al.* (2011) observaron que el aceite esencial de citronela (*Cymbopogon citratus*) provocaron la mayor reducción del crecimiento micelial y producción y germinación de las conidias de *Botrytis cinerea*. Por otra parte, Ochoa-Fuentes *et al.* (2012), observaron que los extractos etanólicos de chirimoya (*Annona cherimola*) fueron efectivos para el control de varias especies de *Fusarium*, sin embargo el extracto de canela fue más eficiente en la reducción del crecimiento micelial y la esporulación tanto de *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum* y *F. solani* aplicado a dosis entre 330 y 538 ppm, mientras que la dosis requerida para el control de *F. oxysporum* y *F. solani* fue de 2060 a 2571 ppm.

La mayor eficiencia en la disminución de la incidencia de *B. cinerea* tanto en flores como frutos de fresa, así como la severidad en frutos por acción del extracto de canela podría deberse a que este presenta en su composición eugenol y cinemaldehído, los cuales han demostrado tener actividad fungicida en las plantas (Silva-Espinoza *et al.* 2013) De acuerdo con Borboa-Flores *et al.* 2010, López-Benítez *et al.* (2005), el cinemaldehído extraído de la corteza en plantas de canela es ampliamente utilizado en la agricultura entre otros por sus efectos contra hongos de los géneros *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Venturia* y *Verticillium*, tanto en sustratos como cuando es aplicado en aspersiones foliares. Se ha demostrado que un grupo carbonilo presente en este compuesto se une a las proteínas celulares de los hongos, evitando así la acción de las enzimas aminoácido-descarboxilasas, mientras que el eugenol actúa mediante la inhibición de la producción de amilasas y proteasas, lo que provoca el deterioro de la pared celular y elevada ruptura celular, el grupo hidroxilo del eugenol se enlaza a las proteínas blo-

queando la acción enzimática (Gómez-Sánchez & López-Malo *et al.* 2009).

La mayor reducción de la severidad e incidencia de *B. cinerea* con la aplicación del extracto de canela a la dosis de 15 mL/L podría ser explicada por el hecho de que existía una mayor concentración de metabolitos secundarios que resultan tóxicos sobre esta especie de hongo. Estudios de hoja de canela han señalado que entre 78 y 87% p/p de los volátiles totales en extractos de canela está representado por el eugenol (Ayala-Zavala *et al.* 2008, Singh *et al.* 2007). Tomando esto en consideración, se infiere que este compuesto es el responsable de la mayor actividad antifúngica, el cual ha tenido un efecto inhibitorio sobre *Alternaria alternata* con una dosis de 0.025 mg/mL (Ayala-Zavala *et al.* 2008).

El mayor efecto sobre la reducción de la incidencia y severidad de la pudrición gris alcanzada con la frecuencia de aplicación de 6 días podría ser explicado por la naturaleza química de los compuestos presentes en el extracto, que en su mayoría son volátiles, los cuales se disipan al medio afectando la capacidad de inhibición fúngica (Guynot *et al.* 2003). Esta volatilidad explicaría la necesidad de acortar la frecuencia de aplicación para obtener mejores resultados de inhibición de *B. cinerea*.

Con base a los resultados obtenidos, el extracto de canela redujo la incidencia y severidad de la pudrición gris, por lo que podría ser considerado como una opción promisoriosa para ser incluido como estrategia sustentable para el manejo de esta especie de hongo en cultivos de fresa. Sin embargo, se sugiere realizar nuevas investigaciones en donde se evalúen otras dosis y los tiempos de aplicación para lograr obtener una mayor efectividad en el control de *B. cinerea*.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que la presente investigación no tiene conflictos de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias por su apoyo logístico para la realización de la presente investigación, además se agradece al Ing. Agr. Daniel Valle por su apoyo en la parte técnica.

Literatura citada

- Ayala-Zavala JF, Soto-Valdez H, González-León A, Álvarez-Parrilla E, Martín-Belloso O, González-Aguilar GA. Microencapsulation of cinnamon leaf (*Cinnamomum zeylanicum*) and garlic (*Allium sativum*) oils in α -cyclodextrin. *J Incl Phenom Macrocycl Chem* 2008;60(3-4):359-68.
- Borboa-Flores J, Rueda-Puente EO, Acedo-Félix E, Ponce JF, Cruz-Villegas M, García-Hernández JL, et al. Evaluación de la actividad antibacteriana *in vitro* de aceites esenciales contra *Clavibacter michiganensis* subespecie *michiganensis*. *Trop Subtrop Agroecosyst* 2010; 12(3):539-47.
- Chaves N, Wang A. Combate del moho gris (*Botrytis cinerea*) de la fresa mediante *Gliocladium roseum*. *Agron Costarricense* 2004; 28(2):73-85.
- Cruz MES, Schwan-Estrada KRF, Clemente E, Itako AT, Stangarlin JR, Cruz MJS. Plant extracts for controlling the post-harvest anthracnose of banana fruit. *Rev Bras Plantas Med* 2013;15(4 Suppl):727-33.
- Dean R, Van Kan JA, Pretorius ZA, Hammond-Kosack KE, Di Pietro A, Spanu PD, et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol* 2012;13(4):414-30.
- El Agro. [homepage on the internet]. Ecuador: Agricultores le apuestan al cultivo de fresas. [Actualizada 2016 May 25; citada 2016 noviembre 20]. Disponible en <http://www.revista.elagro.com/agricultores-le-apuestan-al-cultivo-de-fresas/>.
- Elad Y, Stewart A. Microbial control of *Botrytis* spp. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Eds. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen (Kluwer Academic Publishers: Netherlands). 2004. p. 223-41.
- Gómez-Sánchez AI, López-Malo MA. Potencial antimicrobiano de los aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*). *Temas selectos de Ingeniería en Alimentos* 2009; 3(1): 33-45.
- González-Álvarez M, Moreno-Limón S, Salcedo-Martínez SM, Pérez-Rodríguez EC. Evaluación *in vitro* de la actividad antifúngica de extractos de agave (*Agave scabra*, Salm Dyck) sobre hongos postcosecha. *Phyton* 2015;84(2): 427-34.
- Guynot ME, Ramos AJ, Setó L, Purroy P, Sanchis V, Marín S. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *J Appl Microbiol* 2003;94(5): 893-99.
- Hammami I, Kamoun N, Rebai A. Biocontrol of *Botrytis cinerea* with essential oil and methanol extract of *Viola odorata* L. flowers. *Arch Appl Sci Res* 2011;3(5):44-51.
- Hill GN, Beresford RM, Evans KJ. Tools for accurate assessment of botrytis bunch rot (*Botrytis*

- cinerea*) on wine grapes. N.Z. Plant Prot 2010; 63:174-81.
- INAMHI (Instituto de Meteorología e Hidrología, Ecuador) Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Que rochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos. 2016.
- InfoStat. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2008.
- Latorre BA, Lillo C, Rioja ME. Eficacia de los tratamientos fungicidas para el control de *Botrytis cinerea* de la vid en función de la época de aplicación. Cien Inv Agr 2001;28(2):61-6.
- Leroux P, Fritz R, Debieu D, Albertini C, Lanen C, Bach J, et al. Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. Pest Manag Sci 2002;58(9):876-88.
- López-Benítez A, López-Betancourt SR, Vázquez-Badillo ME, Rodríguez-Herrera SA. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb., mediante extractos vegetales acuosos. Rev Mex Fitopatol 2005; 23(2):183-90.
- Lorenzetti ER, Monteiro FP, Souza PE, Souza RJ, Scalice HK, Diogo R, et al. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. Rev Bras Plantas Med 2011;13:619-27.
- MacKenzie SJ, Xiao CL, Mertely JC, Chandler, CK, Martin FG, Legard, DE. Uniformity of strawberry yield and incidence of *Botrytis* fruit rot in an annual production system. Plant Dis 2003;87(8):991-98.
- Narváez SA, Domínguez W, González G, Bueso F, Ayala F. Evaluación del efecto antifúngico *in vitro* del aceite esencial de hoja de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) puro y microencapsulado [Tesis de Licenciatura]. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana; 2006. p. 28.
- Nobre S, Maffia LA, Mizubuti ESG, Cota LV, Dias AP. Selection of *Clonostachys rosea* isolates from Brazilian ecosystems effective in controlling *Botrytis cinerea*. Biol Control 2005;34(2): 132-43.
- Obodoni BO, Ochuko PO. Phytochemical studies and comparative efficacy of the crude extracts of some homostatic plants in Edo and Delta States of Nigeria. Global J Pure Appl Sci 2001; 8(3):203-08.
- Ochoa-Fuentes FY, Cerna-Chávez E, Landeros-Flores J, Hernández-Camacho S, Delgado-Ortiz JC. Evaluación *in vitro* de la actividad antifúngica de cuatro extractos vegetales metanólicos para el control de tres especies de *Fusarium* spp. hyton (B. Aires). 2012;81(1):69-73.
- Radojevic ID, Stankovi MS, Stefanovi OD, Topuzovi MD, Comic LR, Ostoji AM. Great horsetail (*Equisetum telmateia* Ehrh.): active substances content and biological effects. EX-CLI J 2012;11:59-67.
- Rogozhin EA, Tepkeeva II, Zaitsev DV, Demushkin VP, Smirnov AN. Biological activity of peptide extracts of medicinal plants against phytopathogenic fungi and oomycetes. Russ Agric Sci 2011;37(4):314-17.
- San Martín AJ, Villanueva E, Tito CA, Flores D, Gómez R, Almanza G, et al. Estudio fitoquímico y espectroscópico preliminar de cinco plantas medicinales de Carmen Pampa (Coroico) Bolivia. Rev Bol Quím 2012;29(2):121-29.

- Silva-Espinoza BA, Ortega-Ramírez LA, González-Aguilar GA, Olivas I, Ayala-Zavala JF. Protección antifúngica y enriquecimiento antioxidante de fresa con aceite esencial de hoja de canela. *Rev Fitotec Mex* 2013;36(3):217-24.
- Singh G, Maurya S, DeLampasona MP, Catalan CA. A comparison of chemical , antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chem Toxicol* 2007;45(9): 1650-61.
- Tripathi P, Dubey NK, Shukla AK. Use of some essential oils as post-harvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*. *World J Microbiol Biotechnol* 2008;24(1):39-46.
- Velástegui R, Neira M. Uso de extractos vegetales para control de plagas y enfermedades. In: Española A, editor. *Uso de extractos vegetales para control de plagas y enfermedades*. Ecuador; 2014. p. 232.
- Vitoratos A, Bilalis D, Karkanis A, Efthimiadou A. Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Not Bot Horti Agrobo* 2013;4(1):86-92.
- Vivienne G, Silvana V, Cassanell ME, Romero G, Silvera E, González P et al. Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinerea* en el Uruguay Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* in Uruguay. *Agrociencia Uruguay* 2012;16(1):97-107.
- Yoon MB, Cha B, Kim JC. Recent trends in studies on botanical fungicides in agriculture. *Plant Pathol J* 2013;29(1):1-9.
-