

# COMBATE QUÍMICO DE LA ANTRACNOSIS DE *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii* EN UN SISTEMA DE HOJAS SEPARADAS<sup>1</sup>

Gerardo Pérez-León<sup>2</sup>, Rolbin Castillo-Matamoros<sup>3</sup>, Lourdes Chavarría-Pérez<sup>3</sup>, Arturo Brenes-Angulo<sup>3</sup>,  
Luis Gómez-Alpizar<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Combate químico de la antracnosis de *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii* en un sistema de hojas separadas.** El objetivo de este trabajo fue evaluar fungicidas para el combate de antracnosis en *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii*. Se evaluaron doce fungicidas (solos o en mezcla) sobre la infección y severidad de *C. sansevieriae* en un sistema de hojas separadas. Los fungicidas utilizados fueron azoxistrobina, boscalid + piraclostrobina, carbendazina + mancozeb, difenoconazol, epoxiconazol + carbendazina, folpet, imazalil, metil tiofanato + mancozeb, miclobutanil y prochloraz. El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología de Plantas del Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, durante el primer semestre del año 2012. La aplicación de los tratamientos se realizó por aspersión el día de la inoculación o tres días después de esta (0 y 3 ddi). A los siete, once y quince días después de la inoculación se evaluó el número y diámetro de las lesiones. El fungicida, el momento de aplicación, la interacción fungicida x momento de aplicación y la interacción fungicida x día de evaluación afectaron significativamente ( $p < 0,0001$ ) las variables evaluadas. Azoxistrobina, boscalid + piraclostrobina, carbendazina + mancozeb, epoxiconazol + carbendazina y metil tiofanato + mancozeb proveyeron un 100% de protección de las hojas de *Sansevieria* durante todo el período de evaluación (quince días), cuando se aplicaron el mismo día de la inoculación (0 ddi). A los 3 ddi, solo epoxiconazol + carbendazina inhibió en un 100% el establecimiento del patógeno (incidencia cero), en las tres evaluaciones. Con los tratamientos azoxistrobina y carbendazina + mancozeb también se obtuvo un 0% de incidencia a los siete y once días de evaluación para el primero y a los siete días para el segundo.

**Palabras clave:** Lengua de suegra, *Colletotrichum sansevieriae*, fungicidas para *C. sansevieriae*.

## ABSTRACT

**Chemical control of anthracnose of *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii* on a detached-leaf system.** The objective of this work was to assess fungicides to combat *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii* anthracnose. Twelve fungicides (alone or in mixture) were evaluated on the infection and severity of *C. sansevieriae* on a detached- leaf system. Fungicides used were azoxystrobin, boscalid + pyraclostrobin, carbendazim + mancozeb, difenoconazole, epoxiconazole + carbendazim, folpet, imazalil, thiophanate-methyl + mancozeb, myclobutanil, and prochloraz. The study was carried out at the Plant Biotechnology Laboratory of the Agricultural Research Center of the University of Costa Rica, during the first semester of 2012. Each chemical treatment was applied by aspersión on the day of inoculation (0 dai) or three days after it (3 dai). The number and diameter of the lesions were evaluated after seven, eleven and fifteen dai. Fungicide, application moment, fungicide x application moment interaction and fungicide x evaluation moment interaction significantly affected ( $p < 0,0001$ ) both evaluated variables. Azoxystrobin, boscalid + pyraclostrobin, carbendazim + mancozeb, epoxiconazole + carbendazim and thiophanate-methyl + mancozeb provided 100% protection to *Sansevieria* leaves throughout the evaluation period (15 days) when applied the same day of inoculation (0 dai). After three days of inoculation (3 dai) only epoxiconazole + carbendazim completely inhibited the pathogen establishment (zero incidence) in the three evaluations when applied azoxystrobin and carbendazim + mancozeb, the incidence was 0% after seven and eleven days for the first treatment and after seven days for the second one.

**Keywords:** Mother-in-law's tongue, *Colletotrichum sansevieriae*, fungicides for *C. sansevieriae*.

<sup>1</sup> Recibido: 20 de agosto, 2014. Aceptado: 26 de noviembre, 2014. Parte del proyecto "Biotecnología de plantas y la venta de servicios" del Laboratorio de Biotecnología de Plantas del Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Laboratorio de Fitopatología. Apdo. 119-7150, Turrialba, Costa Rica. gerardoperezl@gmail.com

<sup>3</sup> Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, Laboratorio de Biotecnología de Plantas. Apdo. 2060, San José, Costa Rica. rolbin.castillomatamoros@ucr.ac.cr, lourdes\_ucr@yahoo.com, arturo.brenes@ucr.ac.cr, luis.gomezalpizar@ucr.ac.cr (Autor para correspondencia).



## INTRODUCCIÓN

*Sansevieria* spp. (Agavaceae) es una planta ornamental de follaje, apreciada por la variegación, moteado y amplia variación en la forma de sus hojas. Se conoce popularmente como Lengua de Suegra, Espada de San Jorge o Sansevieria. El género comprende entre 50 y 75 especies nativas del sur y este de África, Madagascar, Arabia, India y este de Asia (Takawira y Nordal, 2001; Khalumba et al., 2005; Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2006).

*Sansevieria trifasciata* es la especie más utilizada como ornamental y con mayor número de variedades o cultivares en el mercado. Las más importantes son: Laurentii, Zeylanica, Black Coral y las compactas. En Costa Rica, *Sansevieria* se produce para ser exportada hacia Estados Unidos de América (EE.UU) y Holanda, principalmente (MAG, 2007; Mora-Rodríguez, 2008; PROCOMER, 2010).

La antracnosis de la *Sansevieria*, fue descubierta en el año 2006 (Nakamura et al., 2006) y es causada por una nueva especie del género *Colletotrichum* (*C. sansevieriae* sp. nov.). Los síntomas de la enfermedad incluyen lesiones iniciales redondas y acuosas, las cuales, posteriormente coalescen provocando la necrosis “quema” de las hojas. Cuando la infección es avanzada se observan chancros negros típicos de la antracnosis. Las lesiones se observan tanto en hojas jóvenes como en maduras, lo que causa que las plantas afectadas pierdan su valor comercial.

El patógeno se ha detectado en Australia (Aldaoud et al., 2011), EE.UU (Palmateer et al., 2012; Campoverde y Palmateer, 2013), India (Gautam et al., 2012), Costa Rica (Pérez et al., 2013), y Corea del Sur (Park et al., 2013). En el sur de la Florida, EE.UU, algunos viveros han dejado de importar la planta debido a la enfermedad, a pesar de que la producción de sansevierias ha sido rentable durante muchos años (Campoverde y Palmateer, 2013).

*C. sansevieriae* se considera un patógeno restringido a sansevierias, es decir, con un alto grado de especificidad por el hospedante (Nakamura et al., 2006; Aldaoud et al., 2011; Palmateer et al., 2012; Pérez-León et al., 2013). Algunas especies de *Sansevieria* han mostrado tolerancia al patógeno, incluidas algunas variedades de la especie *S. trifasciata* (Pérez-León et al., 2013). Sin embargo, las variedades con mayor demanda en el mercado son susceptibles

(Nakamura et al., 2006; Aldaoud et al., 2011; Pérez et al., 2013), por lo que el control químico de la enfermedad es por el momento la opción más viable para su manejo.

Una evaluación reciente de fungicidas para el combate de la antracnosis de *Sansevieria* en Florida, Estados Unidos, mostró que aplicaciones preventivas de fungicidas reducen el impacto de la enfermedad. Piraclostrobina + boscalid (Pageant), cada catorce días, redujo significativamente la incidencia y severidad de la enfermedad y permitió obtener un 100% de plantas comercializables. Otros fungicidas con resultados superiores al 80% de plantas mercadeables fueron azoxistrobina (Heritage), propiconazol + clorotalonil (Concert) y tebuconazol (Torque) (Campoverde y Palmateer, 2013).

La presencia de la antracnosis en *Sansevieria* en Costa Rica fue detectada recientemente (Pérez-León et al., 2013), por lo que no se cuenta con registros acerca del uso y efectividad de productos químicos contra el agente causal. El objetivo de este estudio fue evaluar fungicidas para el combate de antracnosis en *Sansevieria trifasciata* var. Hahnii.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La selección de los doce fungicidas se realizó con base en los siguientes criterios: disponibilidad de formulaciones comerciales en el mercado nacional, y recomendación técnica del producto para el combate de especies del género *Colletotrichum*, pertenecientes a diferentes grupos químicos o familias, con diferente mecanismo de acción y movilidad en la planta (Cuadro 1). Los fungicidas se prepararon en agua desionizada estéril. Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Biotecnología de Plantas del Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, durante el primer semestre del año 2012.

La evaluación de fungicidas sobre el crecimiento de los patógenos se realiza comúnmente *in vitro*, en medio de cultivo al que se incorpora el agroquímico. Sin embargo, en algunas situaciones, como la selección de fungicidas para su posterior evaluación en campo, se prefiere un método que incluya la inoculación del tejido del hospedante (*in vivo*), ya que se asemeja más a la situación real (Kenny et al., 2012). Por ello, en este estudio se utilizó el sistema de inoculación

**Cuadro 1.** Formulación, ingrediente activo, grupo químico, mecanismo de acción, movilidad en la planta y dosis de los fungicidas evaluados para el combate de la antracnosis de *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii*. Costa Rica. 2012.

**Table 1.** Formulation, active ingredient, chemical group, mechanism of action, plant mobility and dose of fungicides used to control *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii* anthracnose. Costa Rica. 2012.

Formulación	Ingrediente activo	Fungicida			
		Grupo químico	Mecanismo de acción	Movilidad	Dosis
Amistar 50 WG	azoxistrobina	Estrobilurina	Inhibición de la respiración	Sistémico (S)	1 g/l
Bellis 38 WG	boscalid + piraclostrobina	Anilida + Estrobilurina*	Inhibición de la respiración	Sistémico	1 g/l
Folpan 50 WP	folpet	Ftalimidas	Múltiples sitios de acción	Contacto (C)	15 ml/l
Magnate 75 SG	imazalil	Imidazol	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol (IBE)	Sistémico	5 g/l
Mirage 45 EC	prochloraz	Imidazol	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol	Sistémico	1 ml/l
Rally 40 WP	miclobutanil	Triazol	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol	Sistémico	1 g/l
Score 25 EC	difenoconazol	Triazol	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol	Sistémico	2 ml/l
Soprano C 25 SC	epoxiconazol + carbendazina	Triazol + Benzimidazol	IBE + Inhibición de la formación de la tubulina (IFT)	Sistémico	2 ml/l
Tiofalaq 56,7 SC	metil tiofanato + mancozeb	Benzimidazol + Ditiocarbamato	IFT + inactivación grupos sulfidrilos (-SH) de las proteínas	S/C	20 ml/l
Vondorcab 52,5 SC	mancozeb + carbendazina	Ditiocarbamato + Benzimidazol	IFT + inactivación grupos sulfidrilos (-SH) de las proteínas	S/C	5 ml/l

WG: Gránulos dispersables en agua / water dispersable granules.

WP: Polvo mojable / wettable powder.

SG: Gránulos solubles en agua / water-soluble granules.

EC: Concentrado emulsionable / emulsifiable concentrate.

SC: Suspensión concentrada / concentrate suspension.

\*Anilida (carboxamidas) inhiben la enzima succinato dehidrogenasa en el proceso de respiración celular / Aniline (carboxamides) inhibiting succinate dehydrogenase in the process of cellular respiration.

Estrobilurinas (inhibidores Qo, QoI) actúan sobre el sitio de unión quinónico en el complejo del citocromo bc1 en la membrana mitocondrial / Strobilurins (Qo inhibitors, QoIs) inhibit mitochondrial respiration by binding to the Qo site of cytochrome bc1 complex.

en hojas separadas, colocadas en cajas plásticas y en condiciones de laboratorio (Pérez-León et al., 2013).

Hojas de *S. trifasciata* var. *Hahnii* completamente desarrolladas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1,5% por 2 min, se lavaron con agua destilada estéril, se secaron y se colocaron sobre una rejilla metálica cubierta con papel toalla dentro de una caja de plástico transparente con tapa (40 cm de largo por

28 cm de ancho y 15 cm de alto). La rejilla metálica permitió dejar espacio en el fondo del recipiente con el fin de aplicar una lámina de agua para mantener la humedad relativa alta. Se utilizaron tres hojas por caja. La unidad experimental consistió de una caja por tratamiento (fungicida).

El inóculo se preparó a partir de un cultivo monohifal de quince días de edad (Pérez-León et al.,

2013). Se agregaron 2 ml de agua destilada estéril a la caja Petri con la colonia del hongo y se realizaron raspados con una asa micológica, a fin de obtener una suspensión de estructuras (micelio y conidios) del patógeno. Se recuperó la suspensión y se colocó en un tubo Eppendorf de 1,5 ml y se homogenizó mediante agitación. La inoculación se realizó en tres lugares diferentes, separados 2 cm en diagonal a lo largo de la superficie adaxial de la hoja, que previamente se pincharon cinco veces con una aguja hipodérmica estéril a fin de ocasionar heridas. Se depositó una gota de 20 µl del inóculo en cada punto. Como control o testigo se realizó el mismo procedimiento; pero se utilizó una gota de 20 µl de agua destilada estéril. Se emplearon tres hojas por fungicida.

Los fungicidas se aplicaron por aspersión mediante un aerógrafo (Badget modelo 150-11M) al momento (cero días, 0 ddi) y después de la inoculación (tres días, 3 ddi), de forma que la aplicación cubriera toda el área foliar expuesta (superficie adaxial). La aplicación de los químicos antes de la inoculación (0 ddi) se realizó luego de colocar el inóculo y esperar que se absorbiera, es decir, que el tejido foliar se secase.

Las cajas se cubrieron con su respectiva tapa, y se mantuvieron bajo luz natural con un fotoperíodo de doce horas y una temperatura de 25 °C. La evaluación de los síntomas se realizó a los 7, 11 y 15 ddi, se determinó el número de lesiones y se expresó en porcentaje (puntos de inoculación que presentaron síntomas/puntos totales inoculados), y el diámetro de la lesión, en centímetros, correspondiente a la incidencia y a la severidad de la enfermedad, respectivamente. El experimento se repitió dos veces con resultados similares. Los datos analizados y que se presentan en este trabajo corresponden a la segunda prueba.

Los datos fueron procesados y analizados con el programa estadístico InfoStat versión 2011e, se realizó un análisis de varianza para cada variable, así como una prueba Tukey de comparación de medias, con un nivel de significancia del 5%. El análisis incluyó la interacción de fungicida por días a evaluación y de fungicida por momento de aplicación. El diseño experimental fue un irrestricto al azar con tres repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de la enfermedad en el tratamiento testigo (sin fungicida) fue de 72 a 89% y el diámetro de la lesión alcanzó 1,18 cm a los 15 ddi, esto indica que el sistema de inoculación fue efectivo y coincide con lo observado por Pérez-León et al. (2013). Los síntomas observados coincidieron con los descritos por Pérez-León et al. (2013) para la antracnosis de *Sansevieria* causada por *C. sansevieriae* y confirman a este como el agente causal de la enfermedad.

El patógeno sobrevivió a las aplicaciones pre y post infección de fungicidas pertenecientes a ocho grupos químicos, formulados solos o en mezcla, realizadas al momento y después de la inoculación. El sistema fue apropiado para evaluar la eficacia de estos compuestos contra *C. sansevieriae* y provee una forma rápida y en condiciones controladas para comparar ingredientes activos, dosis y momentos de aplicación.

El número de lesiones (incidencia) y el tamaño de la lesión (severidad), causadas por *C. sansevieria* en hojas separadas de *S. trifasciata* var *Hanii*, variaron significativamente según el fungicida ( $p < 0,0001$ ), el momento (pre o post- infección, 0 y 3 ddi) de la aplicación ( $p < 0,0001$ ), la interacción fungicida por día de evaluación ( $p < 0,0001$ ) y la interacción fungicida x momento de aplicación ( $p < 0,0001$ ) (Cuadros 2-4). No se presentaron diferencias significativas para las interacciones fungicida x evaluación ( $p = 0,8873$ ) y evaluación x momento de la aplicación ( $p = 0,9853$ ) para el número y porcentaje de lesiones (Cuadro 2).

Los fungicidas azoxistrobina, boscalid + piraclostrobina, epoxiconazol + carbendazina, mancozeb + carbendazina y metil tiofanato + mancozeb proveyeron un 100% de protección de las hojas de *S. trifasciata* var *Hanii*, cuando se aplicaron inmediatamente después de la inoculación (0 ddi). Folpet también inhibió la aparición de lesiones de antracnosis, pero únicamente durante siete días; a los once y quince días se obtuvo un 11 y un 22% de incidencia, respectivamente, aunque no fue estadísticamente diferente a los fungicidas antes mencionados (Cuadro 2). Difenconazol, imazalil, prochloraz y miclobutanil no difirieron del testigo.

Para la aplicación a los tres días después de la inoculación, solo el fungicida epoxiconazol +

**Cuadro 2.** Número de lesiones promedio y porcentaje de infección en hojas separadas de *S. trifasciata* var. Hanii inoculadas con *C. sansevieriae* y tratadas con fungicidas antes (0 ddi) y después de la inoculación (3ddi) y evaluadas en diferentes fechas después de la inoculación. Costa Rica. 2012.

**Table 2.** Mean number of lesions and percentage of infection on *Sansevieria trifasciata* var. Hanii detached leaves inoculated with *C. sansevieriae* and treated with different fungicides before (0 dai) and after (3 dai) inoculation. Costa Rica. 2012.

Tratamiento	Evaluación (días)					
	7		11		15	
	0ddi	3ddi	0ddi	3ddi	0ddi	3ddi
Azoxistrobina	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	1,33 (44,44) abcde
Boscalid + piraclostrobina	0,00 (0,00) a	2,00 (66,67) bcde	0,00 (0,00) a	2,33 (77,78) cde	0,00 (0,00) a	2,67 (88,89) de
Difenoconazol	0,67 (22,22) abc	2,33 (77,78) cde	0,67 (22,22) abc	2,67 (88,89) de	1,33 (44,44) abcde	3,00 (100,00) e
Epoconazol + carbendazina	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a
Folpet	0,00 (0,00) a	2,33 (77,78) cde	0,33 (11,11) ab	2,67 (88,89) de	0,67 (22,22) abc	2,67 (88,89) de
Imazalil	2,33 (77,78) cde	3,00 (100,00) e	3,00 (100,00) e	3,00 (100,00) e	3,00 (100,00) e	3,00 (100,00) e
Mancozeb + carbendazina	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,00 (0,00) a	0,67 (22,22) abc	0,00 (0,00) a	0,67 (22,22) abc
Metil tiofanato + mancozeb	0,00 (0,00) a	1,33 (44,44) abcde	0,00 (0,00) a	1,33 (44,44) abcde	0,00 (0,00) a	1,33 (44,44) abcde
Miclobutanil	1,67 (55,56) abcde	2,33 (77,78) cde	1,67 (55,56) abcde	2,67 (88,89) de	2,00 (66,67) bcde	3,00 (100,00) e
Prochloraz	1,00 (33,33) abcd	2,00 (66,67) bcde	2,00 (66,67) bcde	2,33 (77,78) cde	3,00 (100,00) e	2,33 (77,78) cde
Testigo	2,17 (72,22) bcde	2,17 (72,22) bcde	2,67 (88,89) de	2,67 (88,89) de	2,67 (88,89) de	2,67 (88,89) de

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ), según la prueba de Tukey / Means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ( $p < 0,05$ ).

Valores en paréntesis, corresponde al valor porcentual (%= puntos de inoculación que presentaron síntomas/puntos totales inoculados) / Values in parentheses correspond to percentage (%= inoculation points that experienced/total points inoculated).

Análisis de varianza (F.V.)	CM	F	p-valor
Fungicida	20,19	56,44	<0,0001
Evaluación (días)	3,58	10	0,0001
Fungicida*evaluación	0,22	0,63	0,8873
Momento de aplicación (ddi)	41,91	117,14	<0,0001
Fungicida*momento de aplicación	3,81	10,64	<0,0001
Evaluación*momento de aplicación	0,01	0,01	0,9853
Fungicida*evaluación*momento de aplicación	0,27	0,76	0,7577

carbendazina inhibió en un 100% el establecimiento del patógeno (0% de incidencia), durante todo el período de evaluación. Azoxistrobina y mancozeb + carbendazina también presentaron un 0% de incidencia, el primero a los siete y once días de evaluación, mientras el segundo fue durante siete días. En las evaluaciones posteriores, la incidencia fue de 44% para azoxistrobina a los quince días, estadísticamente similar al testigo y de un 22% a los once y quince días para mancozeb + carbendazina, significativamente diferente del testigo (Cuadro 2). Los otros fungicidas fueron menos eficaces y no difirieron del testigo (Cuadro 2).

En general, los fungicidas mostraron mayor eficacia cuando se aplicaron al momento de la inoculación (0 ddi), en comparación a su uso a los 3 ddi. Esto coincide con los resultados de Campoverde y Palmateer (2013), quienes concluyeron que *C. sansevieriae* puede ser controlada de forma efectiva; pero sólo con aplicaciones preventivas de los fungicidas piraclostrobina + boscalid; azoxystrobina, propiconazol + chlorotalonil o tebuconazol. Con piraclostrobina + boscalid se obtuvo un 100% de plantas comercializables mientras que con los otros tres fungicidas un 83%. En el presente trabajo, boscalid + piraclostrobina y azoxystrobina también previnieron el establecimiento y desarrollo del patógeno, cuando se aplicaron a los 0 ddi. Epoxiconazol + carbendazina y mancozeb + carbendazina inhibieron completamente el patógeno cuando se aplicaron tanto a los 0 ddi como a los 3 ddi, y folpet cuando se aplicó a los 0 ddi. Estos ingredientes activos no fueron evaluados por Campoverde y Palmateer (2013) y permiten ampliar el grupo de fungicidas para el combate del patógeno.

El tamaño de la lesión varió de 0,62 cm (siete días de evaluación) a 1,18 cm (quince días) en ausencia de fungicida (testigo). Cuando se aplicó epoxiconazol + carbendazina, a los siete y once días con azoxistrobina y a los siete días con mancozeb + carbendazina, no se observaron síntomas de antracnosis durante el período de evaluación. Los tratamientos con difenoconazol, folpet, imazalil, miclobutanil y prochloraz no difirieron del testigo en cuanto al tamaño de la lesión en las tres evaluaciones, mientras que azoxistrobina (quince días), boscalid + piraclostrobina (once y quince días), folpet (quince días), metil tiofanato + mancozeb (once y quince días) y mancozeb + carbendazina (once y quince días), redujeron significativamente el tamaño

(Cuadro 3). Boscalid + piraclostrobina y mancozeb + carbendazina redujeron el tamaño de la lesión en un 95% y 98%, respectivamente. Para los otros fungicidas la reducción varió entre 60 y 70%.

El efecto del fungicida sobre el tamaño de la lesión dependió del momento de aplicación (Cuadro 4). A los 0 ddi (pre-infección) no hubo diferencias con el testigo para imazalil, miclobutanil y prochloraz. En la aplicación a los 3 ddi (post-infección), en adición a estos fungicidas, tampoco difirieron del testigo: boscalid + piraclostrobina, folpet y difenoconazol (Cuadro 4). En términos generales, la aplicación a los 0 ddi fue más eficaz. Otros autores (Serey et al., 2007; Della-Rocca et al., 2011; Días y Latorre, 2013) también han observado, para otros patosistemas, incluidas otras especies de *Colletotrichum* (MacKenzie et al., 2009; Ingram et al., 2011), una mayor eficacia de fungicidas de los grupos aquí evaluados cuando se aplicaron en pre-inoculación. Sin embargo, el combate de la enfermedad se reduce conforme aumenta el tiempo que transcurre entre la aplicación del fungicida y la inoculación (Poblete y Latorre, 2001; Mondal et al., 2007). Aplicaciones preventivas (pre-infección) de fungicidas inhibidores de la biosíntesis de esteroides (triazoles e imidazoles) han sido eficaces en el combate de la sarna (*Venturia inaequalis*) en manzano solo cuando se han realizado un día antes de la infección o en los primeros estadios de la misma (Poblete y Latorre, 2001). Aplicaciones tres a cinco días antes de la infección no combaten el patógeno. Por tanto, aplicaciones preventivas (protectantes) de los fungicidas evaluados con mejor desempeño, inhibirían la infección por *C. sansevieriae* y podrían ser utilizados en programas de protección anticipada en campo, sobre todo si la enfermedad ya se ha presentado o se han identificado fuentes de inóculo cercanas a los sistemas de producción.

Los fungicidas que mostraron eficacia contra *C. sansevieriae* fueron formulados en mezcla de dos ingredientes activos con diferente modo de acción, lo que puede prevenir la selección de cepas resistentes a estas moléculas. Aislamientos de diferentes especies de *Colletotrichum* resistentes o con reducida sensibilidad a fungicidas de los grupos benzimidazoles, estrobirulinas y triazoles han sido previamente identificados (Wong y Midland, 2004; Ishii, 2006; Wong y Midland, 2007). Un programa de combate químico de *C. sansevieriae* debe considerar

**Cuadro 3.** Fungicida, días a evaluación e interacción fungicida x día de evaluación, sobre la longitud (cm) de las lesiones en hojas separadas de *S. trifasciata* var. *Hahnii* inoculadas con *C. sansevieriae*. Costa Rica. 2012.

**Table 3.** Fungicide, days of evaluation and interaction fungicide x days of evaluation, on the length of lesion (cm) of *S. trifasciata* var. *Hanii* detached leaves inoculated with *C. sansevieriae*. Costa Rica 2012.

Fungicida	Evaluación (días)		
	7	11	15
Azoxistrobina	0,00 a	0,00 a	0,07 ab
Boscalid + piraclostrobina	0,13 abc	0,30 abcd	0,35 abcd
Difenoconazol	0,33 abcd	0,60 abcdefgh	0,97 efghi
Epoxiconazol + carbendazina	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Folpet	0,25 abc	0,45 abcdef	0,50 abcdef
Imazalil	0,90 defghij	1,25 ij	1,77 j
Mancozeb + carbendazina	0,00 a	0,02 ab	0,02 ab
Metil tiofanato + mancozeb	0,15 abc	0,17 abc	0,20 abc
Miclobutanil	0,50 abcdef	0,73 cdefghi	1,12 ghi
Prochloraz	0,38 abcde	0,57 abcdefg	0,97 efghi
Testigo	0,62 bcdefgh	1,02 fghi	1,18 hij

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ), según prueba Tukey / Means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ( $p < 0,05$ ).

Análisis de varianza (F.V.)	CM	F	p-valor
Fungicida	3,68	45,92	<0,0001
Evaluación (días)	2,14	26,7	<0,0001
Fungicida*evaluación (días)	0,16	2,02	0,0091

alternar fungicidas de modo de acción de sitio simple (sistémicos-curativos) con fungicidas de sitio múltiple (contacto-protectantes), por ejemplo epoxiconazol + carbendazina y folpet, o bien fungicidas con mezclas de diferentes ingredientes activos, o ambos.

El epoxiconazol fue un componente de la mezcla epoxiconazol + carbendazina que inhibió completamente al patógeno *C. sansevieriae*; sin embargo, se ha considerado parcialmente fitotóxico (Poblete y Latorre, 2001), por lo que no se recomienda su uso en ciertos cultivos como manzanos. A pesar de que en este estudio no se evaluó la fitotoxicidad de los fungicidas utilizados, no se observó daño (clorosis, necrosis u otro) en las hojas para ninguno de ellos.

Los resultados, tanto a los 0 ddi como a los 3 ddi, sugieren que algunos de los ingredientes activos evaluados tienen el potencial de combatir la antracnosis de *S. trifasciata* var *Hanii* en el campo. Sin embargo, pruebas en dichas condiciones son necesarias para confirmar lo observado en el laboratorio, ya que, para otras especies del género *Colletotrichum*, los resultados de laboratorio no siempre corresponden con los de campo. Además, es necesario tomar en cuenta que la eficacia de los fungicidas en el campo es influenciada por factores externos, entre ellos la precipitación, el método de aplicación, la cobertura del follaje y la redistribución del fungicida (Wong y Midland, 2007; Kenny et al., 2012).

**Cuadro 4.** Fungicida, momento de aplicación (0 y 3 ddi) y la interacción fungicida x momento de aplicación, sobre la longitud (cm) de las lesiones en hojas separadas de *S. trifasciata* var. *Hahnii* inoculadas con *C. sansevieriae*. Costa Rica. 2012.

**Table 4.** Fungicide, application time (0 and 3 dai) and interaction fungicide x application time, on the length of lesions (cm) on *Sansevieria trifasciata* var. *Hahnii* detached leaves inoculated with *C. sansevieriae*. Costa Rica. 2012.

Fungicida	Momento de aplicación	
	0ddi	3ddi
Azoxistrobina	0,00 a	0,04 ab
Boscalid + piraclostrobina	0,00 a	0,52 cde
Difenoconazol	0,22 abc	1,04 f
Epoconazol + carbendazina	0,00 a	0,00 a
Folpet	0,03 a	0,77 def
Imazalil	1,02 f	1,59 g
Mancozeb + carbendazina	0,00 a	0,02 a
Metil tiofanato + mancozeb	0,00 a	0,34 abcd
Miclobutanil	0,66 cdef	0,91 ef
Prochloraz	0,50 bcde	0,78 def
Testigo	0,94 ef	0,94 ef

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ), según prueba Tukey / Means followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ( $P < 0.05$ ).

Análisis de varianza (F.V)	CM	F	p-valor
Fungicida	3,68	45,92	<0,0001
Momento de aplicación	5,52	68,94	<0,0001
Fungicida*momento de aplicación	0,45	5,61	<0,0001

## LITERATURA CITADA

- Aldaoud, R., S. Dealwis, S. Salib, J.H. Cunningham, and S. Doughty. 2011. First record of *Colletotrichum sansevieriae* on *Sansevieria* sp. (mother-in-law's tongue) in Australia. *Aust. Plant Dis. Notes* 6:60-61.
- Campoverde, E.V., and A.J. Palmateer. 2013. *Colletotrichum sansevieriae* causing anthracnose of *Sansevieria trifasciata* 'Laurentii' and 'Moonshine' in South Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 125:359-360.
- Della-Rocca, G., V. Di Lonardo, and R. Danti. 2011. Newly-assessed fungicides for the control of cypress canker caused by *Seiridium cardinale*. *Phytopathol. Mediterr.* 50:66-74.
- Diaz, G.A., and B.A. Latorre. 2013. Efficacy of paste and liquid fungicide formulations to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile. *Crop Prot.* 46:106-112.
- Gautam, A.K., S. Avasthi, and R. Bhadauria. 2012. *Colletotrichum sansevieriae* on *Sansevieria trifasciata* – a report from Madhya Pradesh, India. *Plant Pathol. Quar.* 2:190-192. Doi 10.5943/ppq/2/2/12.
- Ingram J., T.F. Cummings, and D.A. Johnson. 2011. Response of *Colletotrichum coccodes* to selected fungicides using a plant inoculation assay and efficacy of azoxystrobin applied by chemigation. *Am. J. Pot Res.* 88:309-317.
- Ishii, H. 2006. Impact of fungicide resistance in plant pathogens on crop disease control and agricultural environment. *JARQ* 40:205-211.
- Kenny, M.K., V.J. Galea, and T.V. Price. 2012. Effect of fungicides *in vitro* and on detached berries on control



- of coffee berry anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. Plant Prot. Q. 27:59-63.
- Khalumba, M.L., P.K. Mbugua, and J.B. Kung'u. 2005. Uses and conservation of some highland species of the genus *Sansevieria*. Afr. Crop Sci. Conference Proc. 7:527-532.
- MacKenzie, S.J., J.C. Mertely, and N.A. Peres. 2009. Curative and protectant activity of fungicides for control of crown rot of strawberry caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Plant Dis. 93:815-820.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2007. Agencia de servicios agropecuarios La Tigra. Informe Censo de Plantas Ornamentales, Región Huetar Norte. Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00004.pdf> (consultado 13 mar. 2011).
- Mondal, S.N., A. Vicent, R.F. Reis, and L.W. Timmer. 2007. Efficacy of pre- and postinoculation application of fungicides to expanding young citrus leaves for control of melanose, scab, and *Alternaria* brown spot. Plant Dis. 91:1600-1606.
- Mora-Rodríguez, F. 2008. Plan de gestión para la caracterización de la producción primaria del principal ornamental en la región Huetar Norte de Costa Rica. Proyecto final de graduación presentado para optar por el Título de Máster en Administración de Proyectos, Universidad para la Cooperación Internacional, San José, CRC.
- Nakamura, M., M. Ohzono, H. Iwai, and K. Arai. 2006. Anthracnose of *Sansevieria trifasciata* caused by *Colletotrichum sansevieriae* sp. nov. J. Gen. Plant Pathol. 72:253-256.
- Palmateer, A.J., T.L.B. Tarnowski, and P. López. 2012. First report of *Colletotrichum sansevieriae* causing anthracnose of *Sansevieria trifasciata* in Florida. Plant Dis. 96:293.
- Park, J.H., J.Y. Kim, and H.D. Shin. 2013. First report of anthracnose caused by *Colletotrichum sansevieriae* on *Sansevieria* in Korea. Plant Dis. 97:1510.
- Pérez-León, G., L. Chavarría-Pérez, J. Araya-Quesada, y L. Gómez-Alpizar. 2013. Identificación del agente causal de la antracnosis de *Sansevieria* spp. en Costa Rica. Agron. Costarricense 37(1):39-50.
- Poblete, J.A., y B.A. Latorre. 2001. Efecto preventivo y curativo de los fungicidas inhibidores de esteroides en el control de *Venturia inaequalis* del manzano. Cien. Inv. Agr. 28(3):145-150.
- PROCOMER (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica). 2010. Estadísticas de Comercio Exterior Costa Rica, 2000. Grupo Nación. San José, CRC.
- Sánchez de Lorenzo-Cáceres, J.M. 2006. Las especies del género *Sansevieria* cultivadas en España. <http://www.arbolesornamentales.es/Sansevieria.htm> (consultado 9 marzo 2012).
- Serey, R.A., R. Torres, and B.A. Latorre. 2007. Pre- and post-infection activity of new fungicides against *Botrytis cinerea* and other fungi causing decay of table grapes. Cien. Inv. Agr. 34:215-224.
- Takawira, R., and I. Nordal. 2001. The genus *Sansevieria* (family Dracaenaceae) in Zimbabwe. Acta Hort. 552: 189-198.
- Wong, F.P., and S. Midland. 2004. Fungicide resistant anthracnose: bad news for greens management. GCM 72(6):75-80.
- Wong, F.P., and S. Midland. 2007. Sensitivity distributions of California populations of *Colletotrichum cereale* to four sterol demethylation inhibitor fungicides: propiconazole, myclobutanil, tebuconazole and triadimefon. Plant Dis. 91:1547-1555.

