

NOTA TÉCNICA

Eficacia de fungicidas sistémicos en el control de manchas foliares provocadas por *Alternaria* sp. y *Phoma* sp. en plantines de algarrobo blanco

Effectiveness of systemic fungicides for controlling leaf spots caused by Alternaria sp. and Phoma sp. in Prosopis alba seedlings

Parra, M.¹; D. V. Ledesma²; M. J. Ewens³; M. M. Acosta² y C. A. Zurita²

Recibido en abril de 2017; aceptado en octubre de 2019

RESUMEN

Las manchas foliares causadas por *Phoma* y *Alternaria*, son síntomas comunes en cultivos de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) en vivero, cuando las condiciones meteorológicas (días frescos, nublados y con lloviznas) son propicias para la aparición de estos hongos. En vista de este problema, se dispuso investigar la eficacia de dos fungicidas para controlar dicha enfermedad. Para ello se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 3 tratamientos y 5 repeticiones. Uno de los tratamientos fue el control; otro, la aplicación de Azoxistrobina + Difenconazole, y el tercero, la aplicación de Carbendazim. Efectuadas las aplicaciones de los fungicidas, se determinó la incidencia de la enfermedad en cada plantín y la eficacia de los fungicidas. Los resultados de la variable "incidencia" se analizaron estadísticamente a través de un modelo lineal generalizado mixto. Del análisis estadístico se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, y se concluyó que la aplicación de los fungicidas provocó una disminución notable de la incidencia de la enfermedad, y que Azoxistrobina + Difenconazole fue el fungicida más efectivo. A partir del análisis de eficacia, se determinó que Azoxistrobina + Difenconazole muestra un valor mayor, superando a Carbendazim en un 13 % aproximadamente, lo que demuestra que es más efectivo para controlar la enfermedad.

Palabras clave: fungicidas, viveros forestales, *Prosopis alba*, manchas foliares.

ABSTRACT

Leaf spots caused by *Phoma* and *Alternaria* are common symptoms in algarrobo blanco [whitemezquite] (*Prosopis alba* Griseb.) seedlings in nurseries, when weather conditions (cool, cloudy and drizzling days) are favorable for the emergence of these fungi. In view of this problem, it was hypothesized whether or not two selected fungicides were effective in controlling said disease. With this purpose in mind, a completely randomized experimental design consisting of three treatments and five repetitions was carried out. One of the treatments was the control, another one was the application of Azoxistrobina + Difenconazole, and the third one involved the application of Carbendazim. Upon applying the fungicides, the incidence of the disease on each seedling as well as the effectiveness of the fungicides was determined. The results of the variable "incidence" were subjected to analysis of a mixed generalized linear model. Of statistical analysis showed significant differences among treatments, thus leading to the conclusion that the application of fungicides caused a reduction in the disease while Azoxistrobina + Difenconazole exhibited the greatest effect. It was further determined that Azoxistrobina + Difenconazole is about 13% more effective in controlling the disease.

Keywords: fungicides, forest nurseries, *Prosopis alba*, leaf spots.

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, (4200) Santiago del Estero. Argentina. E-mail: mariveparra@gmail.com.

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, (4200) Santiago del Estero. Argentina.

³ Estación Experimental Fernández, Convenio Provincia Santiago del Estero - Universidad Católica Santiago del Estero. Ruta Nac. 34 Km. 683, Fernandez, Santiago del Estero, Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

El género *Prosopis* (Fam. Fabaceae, subf. Mimosoideae) se encuentra ampliamente distribuido en América, África y Asia. Actualmente posee una importancia fundamental en planes de reforestación de zonas áridas y semiáridas del mundo gracias a los múltiples usos que reciben sus diversos productos (alimento, combustible, carbón, madera, etc.), a los servicios ecosistémicos que presta y a su capacidad de adaptación a condiciones extremas de sequía, salinidad y altas temperaturas.

Según Acosta (2015), los agentes perjudiciales de origen biótico que afectan a los algarrobales nativos y cultivados presentes en el Chaco Argentino descriptos hasta el momento son 194, de los cuales 20 son de origen fúngico. En el año 2014, Giachino *et al.* reportaron por primera vez a *Phoma* sp. y *Alternaria* sp. como agentes causales de manchas foliares en algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.), en el vivero de la Estación Experimental de Fernández, Santiago del Estero. El ataque de estos hongos provoca manchas de tipo necróticas que ocupan entre 50 % y 100 % de la superficie del foliólulo, ocasionando una fuerte defoliación que, en casos extremos, llega a ser total. Estos síntomas comienzan a observarse principalmente en otoño, aunque bajo condiciones predisponentes (días frescos, nublados y con lloviznas) aparecen en primavera.

Novo *et al.*, (1989), citados por Galera (2000), encontraron en semillas de *Prosopis chilensis* a *Alternaria tenuis* y *Phoma* sp, entre otros. Ensayos realizados por Camafoglia *et al.* (2007) determinaron la presencia de *Aternaria alternata* y en menor proporción de *Phoma* sp. en frutos de *Prosopis flexuosa* D.C. var. *Depressa* Roig. También Spoljaric y Ojeda (2009) reportaron, entre varios hongos, la presencia de *Alternaria alternata* en semillas de *Prosopis alba* con una incidencia que fluctuó entre el 3,3 % y el 1,2 %. Entre las enfermedades que se mencionan para el algarrobo blanco, Córdoba *et al.* (2008) destacan el oidio causado por *Uncinula* sp., el marchitamiento por *Fusarium* sp. y los canchros por *Gloeoporium* sp., las que, según los autores se pueden tratar con Carbendazim, además de otro benzimidazol como el Benomil y un triazol como el Tebuconazole. Por otro lado, Conles *et al.* (1998) mencionan el uso de Diniconazole (triazol) y Carboxin (carboxamida) para el control de hongos que afectan la calidad de la semilla de *Prosopis chilensis* Thüm, incluyendo, entre otros, a *Phoma* y *Alternaria*.

Dentro de los fungicidas usados en especies de la familia Fabaceas para el control de *Alternaria* sp. y *Phoma* sp., se encuentran el Carbendazim, benzimidazol de amplio espectro de acción preventiva y curativa, y Azoxistrobina + Difenconazole (Amistar Top), constituido por una mezcla de un metoxicilato y un triazol con actividad preventiva, curativa y antiesporulante.

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia del Carbendazim y la Azoxistrobina + Difenconazole en el control de las manchas foliares causadas por *Phoma* y *Alternaria* en *Prosopis alba*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en marzo y abril del 2016 en el Vivero de la Estación Experimental Fernández, provincia de Santiago del Estero, Argentina. Se aplicaron tres tratamientos a plantines de *Prosopis alba* de 4 meses de edad: Control (T1) (Figura 1), Azoxistrobina (20 g) + Difenconazole (12,5 g) al 0,075 % (T2) (Figura 2), y Carbendazim (50 g) al 0,1 % (T3) (Figura 3). Los fungicidas fueron seleccionados de la Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina (CASAFE, 2011). Las aplicaciones se iniciaron en el momento de la aparición de los primeros síntomas. Los ensayos se realizaron con temperaturas medias de 18,8 °C, humedad relativa media de 85,2 % y precipitación media mensual de 63,8 mm. Se efectuaron tres aplicaciones cada 15 días ejecutándose la primera el 22 de marzo.

La experiencia se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado, los tres tratamientos tuvieron 5 parcelas (repeticiones) con 6 plantas. La evaluación sanitaria se realizó en las hojas superiores (9 hojas enumeradas desde el ápice a la base del plantín), y consistió en registrar el número de hojas con manchas foliares.



Figura 1. Testigo



Figura 2. Tratamiento con Azoxistrobina + Difenconazole



Figura 3. Tratamiento con Carbendazim



Figura 4. Manchas foliares

A partir de las hojas con síntomas, se realizó la siembra y el aislamiento de *Phoma sp.* y *Alternaria sp.* La identificación se efectuó mediante la observación microscópica de preparados provenientes de los hongos aislados, en función de sus estructuras vegetativas y reproductivas.

Para el análisis estadístico se trabajó con la proporción de hojas con manchas (de un total de 9 hojas por plantín)

$$P = NHMF / NHT$$

Donde:

P = Proporción

NHMF = Número de hojas con manchas foliares

NHT = Número total de hojas evaluadas

Por otro lado, con el objeto de comparar la eficacia de cada fungicida respecto del control, se determinó también esta variable usando la fórmula de Abbott, citada por Duicela Guambi y Ponce Vaca (2015), adaptada al estudio de fungicidas:

$$\text{Eficacia [\%]} = (HESF - HECF) / HESF * 100$$

Donde:

HESF = Hojas Enfermas (%) en el lote Sin Aplicación de Fungicida (Control)

HECF = Hojas Enfermas (%) en el lote Con Aplicación de Fungicida (Tratada).

Para el análisis de datos se usó el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2015), calculándose las medidas de resumen y modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) con ajuste a la distribución binomial. Los tratamientos y el control fueron considerados efectos fijos y las parcelas fueron consideradas como aleatorias. La significancia del análisis fue determinada a través de pruebas secuenciales y marginales (Wald), y los contrastes de los promedios fueron analizados con el test de DGC al 5 %. Por último, se realizó una estimación de la diferencia entre el testigo y la aplicación de fungicidas mediante una Prueba de Hipótesis para Contraste, a partir de la cual se obtuvo una razón de chance.

4. RESULTADOS

Las medidas de resumen en relación a la proporción se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos calculados para cada uno de los tratamientos.

Estadísticos	T1 (Control)	T2 (Azoxistrobina + Difenconazole)	T3 (Carbendazim)
N	25	30	30
Media	0,88(A)	0,36 (B)	0,49(C)
D.E.	0,16	0,24	0,26
C.V.	17,99	66,81	51,95
Mín	0,56	0,00	0,00
Máx	1,00	1,00	1,00

Los resultados dan cuenta de que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las proporciones de hojas enfermas, siendo mayor en el Control (0,88) y seguido en orden descendente por Carbendazim (0,49) y luego por Azoxistrobina + Difenconazole (0,36). Según la prueba secuencial y marginal (Wald), existen diferencias entre los tratamientos con un valor $p < 0,0001$ y con un nivel de significancia de la prueba de 5 %. Esto significa que la aplicación de fungicidas disminuyó notablemente la incidencia de la enfermedad, tal como se aprecia en la Figura 1. La prueba de hipótesis de contraste mostró que la chance de tener hojas con la presencia del patógeno va de 6,75 a 16,67 veces más en plantines sin la aplicación de los productos fitosanitarios, con una confianza del 95 %. Con respecto al análisis de eficacia, T2 presentó un valor de 38,58 % y T3, de un 25,54 % en comparación con T1.

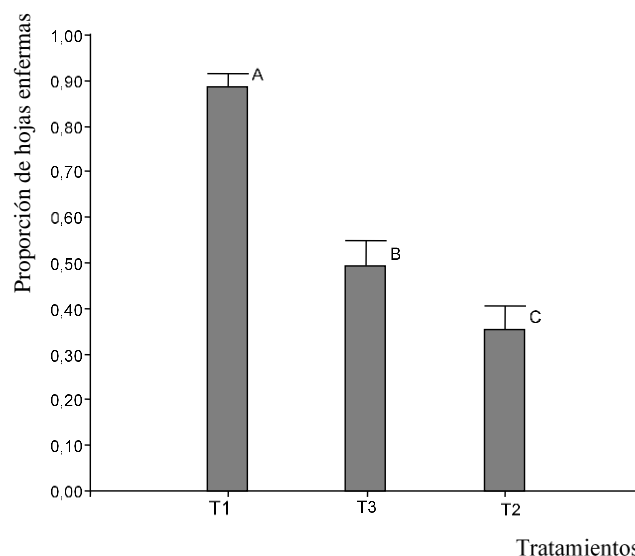


Figura 1. Efecto de los tratamientos. Comparación de medias.

5. DISCUSIÓN

Según Córdoba *et al.*, 2008 el Carbendazim como fungicida para el cultivo de plantines de algarrobo blanco, además de ser efectivo para el control de enfermedades causadas por *Phoma* y *Alternaria* es efectivo para las causadas por *Uncinula*, *Fusarium* y *Gloeosporium*. Datos reportados por Ploper *et al.*, (2015), indican que durante la campaña de soja 2010/2011 el Carbendazim mezclado con un triazol (Tebuconazole) en una concentración de los ingredientes activos de 20 % y 8 % respectivamente presenta una eficacia de 60 % en el control del tizón de la hoja por *Cercospora* y de un 48,6 % a un 66 % en el control de la mancha marrón, estos valores son muy superiores a los obtenidos para el control de las manchas foliares aplicando solo Carbendazim en una concentración de principio activo del 50 %. Los resultados de eficiencia obtenidos con la aplicación de Azoxistrobina + Difenconazole, coinciden con los obtenidos por Carmona *et al.*, (2011) durante las campañas de soja en aplicaciones de mezclas de Azoxistrobina + Difenconazole 300 cc/ha + aceite mineral 500 cc/ha, (34 % al 59 %) y con la eficiencia obtenida con aplicaciones de Azoxistrobina + Cyproconazole 300 cc/ha + aceite mineral 500 cc/ha, (38 % a 63 %) para el control de las enfermedades de fin de ciclo producidas por *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, *Septoria glycines*, *Glomerella glycines* y *Phomopsis sojiae*; estos resultados también coinciden con los reportados por Ploper *et al.* (2015) quienes obtuvieron una eficiencia entre 39,3 % y 40,8 % en el control de enfermedades de fin de ciclo durante la campaña de soja 2009/2010.

Respecto de la dosis empleada en este trabajo, logra probarse la fungitoxicidad con una dosis más baja de aplicación, tanto en la mezcla de estrobirulina y triazol (Azoxistrobina + Difenconazole) como en Carbendazim, efectos que, en trabajos de Formento (2007), Sardo (2015) y Carmona (2011) logran probarse con dosis que se encuentran entre 250 cc/ha y 500 cc/ha para la mezcla y entre 400 cc/ha y 500 cc/ha para Carbendazim. Cabe destacar también, que si bien los trabajos mencionados (Formento, 2007; Sardo, 2015) prueban diferencias significativas entre ambos fungicidas a partir del análisis de los rendimientos del cultivo de soja, coinciden en que la mezcla estrobirulina + triazol (Azoxistrobina + Cyproconazole) es más eficiente que Carbendazim en el control de enfermedades foliares de este cultivo, entre las que se menciona tizón foliar (*Cercospora kikuchii*), manchas foliares causadas por *Colletotrichum* y *Alternaria*; y mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*).

6. CONCLUSIONES

En virtud de los resultados obtenidos, se arribaron a las siguientes conclusiones:

1. *Phoma* y *Alternaria* en plantines de *Prosopis alba* pueden ser controlados con fungicidas cuyos grupos químicos pertenezcan a los benzimidazoles y a los metoxicrilatos + triazoles, con Carbendazim y Azoxistrobina + Difenconazole respectivamente como ingredientes activos de referencia.
2. La aplicación de los fungicidas Azoxistrobina + Difenconazole y Carbendazim para el control de manchas foliares causadas por *Phoma* y *Alternaria* en algarrobo blanco disminuye la incidencia de la enfermedad en los plantines.
3. Los valores de eficacia obtenidos sugieren que Azoxistrobina + Difenconazole controlan mejor la enfermedad que Carbendazim.

7. RECOMENDACIONES

En Santiago del Estero, las manchas foliares provocadas por *Phoma sp.* y *Alternaria sp.* han sido observadas en algarrobos de distintas edades, siendo los plantines los más afectados debido a la intensa defoliación que sufren. Por tal motivo es importante definir una estrategia de manejo para minimizar los efectos de esta enfermedad. La aplicación de fungicidas es solo una parte de este manejo. Es recomendable que el viverista realice tareas preventivas que tiendan a disminuir la fuente de inóculo, tales como la eliminación de restos de foliólulos enfermos, la desinfección de semillas y del sustrato, sobre todo si el sustrato se prepara con mantillo proveniente de algarrobo. Estas acciones deben acompañarse con un monitoreo periódico para la detección temprana de la enfermedad, teniendo en cuenta las condiciones ambientales que favorecen a la aparición de la misma. Al respecto, también se recomienda aumentar el distanciamiento entre plantines y favorecer la ventilación para atenuar las condiciones predisponentes. En estos ensayos los dos fungicidas resultaron ser efectivos para disminuir la incidencia de la enfermedad; a pesar de ello, la eficiencia del control podría mejorar. Siendo estos los primeros ensayos para el control químico de *Phoma sp.* y *Alternaria sp.* en algarrobo blanco sería adecuado ampliar este estudio con diversas dosis, frecuencias de aplicación, así como también ensayar con otros fungicidas.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen al Dr Carlos Turc, de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE, por sus aportes recibidos en la traducción del resumen al inglés y en la revisión del artículo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, N. 2015. *Estado del conocimiento de los agentes perjudiciales de origen biótico que afectan al género Prosopis: una recopilación bibliográfica*. Trabajo presentado en V Jornadas Forestales de Santiago del Estero. [en línea]. [fecha de consulta: Noviembre 2016]. Disponible en <https://jornadasforestales.files.wordpress.com/2015/08/sm07-estado-del-conocimiento.pdf>.
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE). 2011. *Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina*. Decimoquinta edición. Tomo I. p 1-996. Argentina.

- Canafoglia M.; R. Comerio; V. F. Pinto; G. Vaamonde. 2007. Putative mycotoxin-producing fungi isolated from "al-pataco" (*Prosopis flexuosa*) fruits. *Revista Iberoamericana de Micología* v. 24, pp. 56-58.
- Carmona M.; M. Gally; F. Sautua; A. Abello y P. López. 2011. Uso de mezclas de azoxistrobina y triazoles para controlar enfermedades de fin de ciclo de la soja. *Summa Phytopathol., Botucatu* 37(2): 134-139
- Conles, M. Y.; J. Joseau; A. Cavallo; R. J. Novo y M. Díaz. 1998. *Efecto de fungicidas probados en laboratorio y de un tratamiento biológico sobre la calidad de la semilla de Prosopis chilensis Thüim en condiciones de vivero*. Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia, Chile.
- Córdoba, A.; C. Carranza; J. Joseau; M. Ledesma y A. Verga. 2008. *El Cultivo del Algarrobo*. Ediciones INTA. [en línea], [Fecha de consulta: Noviembre de 2016]. Disponible en: <http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/El-Cultivo-del-Algarrobo.pdf>
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada y C. W. Robledo. 2015. *InfoStat*, versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Duicela Guambi, L. A. y L. Ponce Vaca. 2015. Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Manabí. *La técnica*. N° 15.
- Formento, A. 2007. Enfermedades foliares de la soja: momento de aplicación de fungicidas y rendimiento. INTA – EEA Paraná. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica Cultivos de Verano. Campaña 2007. *Publicación Miscelánea* N° 108
- Galera, F. M. 2000. *Los algarrobos. Las especies del género Prosopis (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico*. FAO-UNC. [En línea] [Fecha de consulta: julio de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AD314S/AD314S00.htm#TOC>,
- Giachino, V.; R. Rojo; M. Ewens; T. Gally; E. Craig y V. Barrera. 2014a. *Etiología de manchas foliares en Prosopis alba Grisebach, en Santiago del Estero, Argentina*. Poster en 3^{er} Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán.
- Giachino, V.; R. Rojo; M. Ewens; T. Gally; E. Craig y V. Barrera. 2014b. *Prosopis alba Expresión de manchas foliares debido a Phoma sp. y Alternaria sp. en plantines bajo distintas condiciones de riego*. Poster en 3^{er} Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán.
- Novo, R. J.; Cavallo, A. y C. Cragnolini. 1989. *Determinación de los hongos patógenos Transportados por semillas de Prosopischilensis*. VII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Salta. Argentina.
- Ploper L. D.; V. González; S. Reznikov; L. Hecker; V. De Lisi; D. Henríquez; C. A. Stegmayer y M. R. Devani. 2015. Evaluación de la eficiencia de fungicidas para el control de las enfermedades foliares de la soja en Tucumán, R. Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* Tomo 92 (1): 01-15.
- Sardo, M. F. 2015. *Estrategias de manejo de mancha ojo de rana (Cercospora sojina Hara) en el cultivo de soja en la República Argentina* (Trabajo fin de grado). Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba, República Argentina.
- Spoljaric, M. V. y A. D. Ojeda 2009. *Evaluación de parámetros de calidad en semillas de Prosopis alba Griseb leguminosa almacenadas en cámara de frío del banco de germoplasma del INTA Sáenz Peña*. INTA Centro Regional Chaco Formosa - Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña. 14p. [En línea] [Fecha de consulta: julio de 2019] Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-calidadgermoplasma.pdf>.

