

Eficiência de Fungicidas no Controle Químico de Doenças em Sorgo Sacarino



ISSN 1679-0154
Dezembro, 2014

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 103

Eficiência de Fungicidas no Controle Químico de Doenças em Sorgo Sacarino

Dagma Dionísia da Silva
Luciano Cota Viana
André May
Rodrigo Vêras da Costa
Douglas Ferreira Parreira
Fabrício Eustáquio Lanza

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: www.cnpms.embrapa.br

E-mail: cnpms.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Dagma Dionísia da

Silva, Maria Marta Pastina, Monica Matoso Campanha, Paulo

Eduardo de Aquino Ribeiro e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: Dagma Dionísia da Silva

1ª edição

1ª impressão (2014): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Eficiência de fungicidas no controle químico de doenças em sorgo sacarino / Dagma Dionísia da Silva ... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2014.

27 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 103).

1. Fungicida. 2. Doença de planta. 3. *Sorghum bicolor*. 4. Helminthosporiose. 5. Antracnose. I. Silva, Dagma Dionísia da. II. Série.

CDD 632.952 (21. ed.)

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões	24
Agradecimentos	25
Referências	25

Eficiência de Fungicidas no Controle Químico de Doenças em Sorgo Sacarino

Dagma Dionísia da Silva¹

Luciano Cota Viana²

André May³

Rodrigo Véras da Costa⁴

Douglas Ferreira Parreira⁵

Fabício Eustáquio Lanza⁶

Resumo

A antracnose e a helmintosporiose são doenças importantes em sorgo e podem afetar a produção de etanol pelo sorgo sacarino por causa da redução na massa verde, na qualidade e quantidade do caldo e teor de açúcares totais, °Brix. A busca por alternativas para seu controle é essencial para garantir o rendimento do etanol produzido. O controle químico está entre as estratégias mais eficientes para o controle de doenças e pode ser utilizado no manejo integrado, no entanto, pouco se sabe sobre seu uso para o sorgo sacarino. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas para controle da helmintosporiose e da antracnose e seu efeito na qualidade e quantidade do caldo produzido. Para tanto, a cultivar CMSXS 633 foi plantada em dois experimentos no ano

¹Eng. Agr., Fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, Cx.P.151. 35701-970, Sete Lagoas, MG, dagma.silva@embrapa.br

²Eng. Agr., Fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, Luciano.cota@embrapa.br

³Eng. Agr., Fitotecnia, Embrapa Milho e Sorgo, andre.may@embrapa.br

⁴Eng. Agr., Fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, rodrigo.veras@embrapa.br

⁵Eng. Agr., Fitopatologia, Pos-doutorando UFV/Embrapa Milho e Sorgo

⁶Eng. Agr., Fitopatologia, Pos-doutorando Embrapa Milho e Sorgo

de 2013 e pulverizada com dez fungicidas, com nove princípios ativos, puros ou em mistura. No primeiro experimento foram realizadas uma ou duas aplicações aos 40 e/ou 55 dias após o plantio (DAP) e no segundo, as aplicações foram realizadas aos 70 e/ou 90 DAP. Aos 56 DAP, a severidade foi avaliada e aos 120 DAP as plantas foram colhidas e o °Brix, o volume de caldo no colmo, VCC (L/ha) e o peso de massa verde total PMV (t/ha) foram analisados. Os dados de severidade, °Brix, VCC e PMV foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas e obtida a correlação entre os caracteres doenças e °Brix. Fungicidas dos grupos triazóis e estrobilurinas aplicados aos 40 DAP foram os mais eficientes na redução da helmintosporiose. Os fungicidas mais eficientes para controle da antracnose foram o Tebuconazol, Epoxiconazol + Piraclostobin, Piraclostrobin, Azoxistrobin, Trifloxistrobin + ciproconazol e Carbendazin aplicados em duas vezes, a primeira aos 70 e a segunda aos 90 DAP. No caso do °Brix, os fungicidas que apresentaram melhor eficiência no controle das duas doenças também favoreceram a produção de açúcares, com exceção do Carbendazin. Em relação a época, o maior teor de Brix° foi observado nas aplicações aos 55 e 70 DAP no primeiro e segundo experimento, respectivamente. Houve correlação entre a incidência da helmintosporiose e da antracnose com a redução do °Brix. Para as variáveis PMV e VCC não houve efeito dos fungicidas nem de suas interações.

Termos de indexação: sorgo, fungicidas, etanol, manejo de doenças.

Efficiency of Fungicides to Control of Diseases in Sweet Sorghum

Dagma Dionísia da Silva¹

Luciano Cota Viana²

André May³

Rodrigo Véras da Costa⁴

Douglas Ferreira Parreira⁵

Fabício Eustáquio Lanza⁶

Abstract

Anthracnose and helminthosporium leaf blight are important diseases in sorghum and can affect the production of saccharine sorghum for ethanol because of the reduction in green mass, the quality and quantity of the juice and total sugar content, ° Brix. The search for alternatives to their control is essential to guarantee the yield of ethanol produced. Chemical control is among the most efficient for the control of diseases and can be used in integrated pest management strategies, however, little is known about its use for saccharine sorghum. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the efficacy of fungicides for control of helminthosporium leaf blight and anthracnose and its effect on the quality and quantity of juice produced. The cultivate CMSXS 633 was planted in two experiments in 2013 and sprayed with ten fungicides, with nine active principles, pure or blended. In the first experiment one or two applications at 40 or 55 days after planting (DAP) and the second, the applications were made at 70 or 90 DAP. At 56 DAP, the severity was assessed and 120 DAP plants were harvested. After the

harvest the ° Brix, volume of juice in the stem, VCC (L / ha) and the weight of the total green mass PMV (t / ha) were analyzed. Data severity, ° Brix, VCC and PMV were subjected to analysis of variance and means compared obtained the correlation between disease characteristics and ° Brix. Triazoles and strobilurins fungicides applied 40 DAP were the most effective in reducing helminthosporium blight. The most effective fungicides for control of anthracnose were tebuconazole, Epoxiconazole + Pyraclostobin, pyraclostrobin, Azoxystrobin, Trifloxistrobin + cyproconazol and Carbendazin applied twice, the first at 70 and second at 90 DAP In the case of ° Brix, fungicides showed better efficiency in controlling both diseases also favored the production of sugars, except Carbendazin. Regarding the time, the highest level of Brix ° was observed in applications to 55 and 70 DAP in the first and second experiment, respectively. There was a correlation between the incidence of helminthosporium leaf blight and anthracnose with reduced ° Brix. For PMV and VCC variables there was no effect of fungicides or their interactions.

Key words: sorghum, fungicides, ethanol, diseases management.

Introdução

O sorgo é afetado por vários patógenos, que em geral estão adaptados às regiões onde a cultura é plantada tradicionalmente no Brasil, porém, a severidade das doenças pode variar em função da resistência da cultivar, da época de plantio, da fase de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas da região.

Entre os principais patógenos que atacam o sorgo sacarino estão os fungos *Colletotrichum sublineolum* Henn. e *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs, que causam a antracnose e a helmintosporiose, respectivamente. Estes patógenos estão disseminados nas áreas de plantio com sorgo e onde prevalece alta umidade. A antracnose pode ocasionar reduções na produção de grãos e de forragem (PERUMAL et al., 2009; WANG et al., 2006; CASELA et al., 2000) e a helmintosporiose é uma doença altamente destrutiva em cultivares suscetíveis podendo reduzir a produção de grãos em mais de 50% e predispor as plantas à podridão de colmo causada por outros patógenos (CASELA; FERREIRA, 2004). No caso do sorgo sacarino, os danos causados por doenças podem interferir também em outras características importantes para a produção de etanol, como o peso de massa verde, o volume de caldo e a produção de açúcares totais, o °Brix.

O manejo de doenças em sorgo é realizado principalmente pelo uso de resistência genética, porém, seu uso isolado tem sido dificultado por causa da superação da resistência que tem ocorrido de forma relativamente rápida. Assim, a busca por alternativas de manejo que garantam a produtividade e permitam uma maior durabilidade da resistência genética tem se tornado importante para a cultura. Entre as alternativas de manejo de doenças que podem reduzir a severidade e as perdas causadas por doenças está o controle químico, que pode ser realizado antes mesmo do plantio, por meio de tratamento de sementes, e ser introduzido como parte do manejo integrado de doenças do sorgo. Porém, no caso das doenças de parte aérea somente para o ergot, doença que ocorre nas panículas, há registro de fungicidas no Mapa atualmente (AGROFIT, c2003). Até o momento, o conhecimento sobre a eficiência

de fungicidas no controle de doenças foliares é baseado em dados experimentais e não pode ser aplicado na propriedade em razão da falta de registro de fungicidas no Mapa. Estas informações são importantes para produtores, pesquisadores e órgãos do governo que tendo conhecimento sobre a eficiência de fungicidas, a época correta de aplicação e o efeito em outras características de interesse em sorgo sacarino, como a produção de sólidos solúveis totais, °Brix, podem analisar a viabilidade de seu uso.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência e época de aplicação de fungicidas para controle da helmintosporiose e antracnose e seu efeito na qualidade e quantidade de caldo produzido pelo sorgo sacarino.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. A cultivar de sorgo sacarino CMSXS 633 foi semeada em 10/01/2013 e 10/10/2013 no sistema de plantio direto. No primeiro plantio, foram aplicados 300 kg de 08-28-16 + Zn e em cobertura foram aplicados 300 kg/ha de ureia em duas vezes. No segundo plantio, foram aplicados 400 kg/ha de 08-28-16+Zn.

Foram avaliados dez produtos comerciais, com nove princípios ativos puros ou em misturas. A quantidade de produto utilizada foi a dose cheia recomendada pelos fabricantes. Na Tabela 1, estão descritos os tratamentos com os respectivos princípios ativos, doses, época e número de aplicações utilizadas nos dois plantios. Para as aplicações, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO₂ e vazão de 300 L/ha.

As parcelas constituíram-se de quatro linhas de cinco metros, espaçadas 0,7 m entre linhas e a densidade de plantas foi de 120.000 plantas/ha. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e em fatorial (10 fungicidas x 2 épocas de aplicação), com três repetições. Como testemunha, uma parcela sem aplicação foi mantida para cada fungicida.

No primeiro plantio, apenas a severidade da helmintosporiose foi avaliada, aos 56 DAP. No segundo plantio, foi avaliada a severidade da helmintosporiose da antracnose. Para avaliar a severidade da helmintosporiose, utilizou-se a escala de notas de Pinto e Fernandes (1995), variando entre 0 a 5, onde: 0 = ausência de lesões; 1 = lesões esparsas; 2 = lesões em 50% das folhas e com 25% de severidade; 3 = lesões em 75% das folhas e com 50% de severidade; 4 = lesões em 100% das folhas e com 75% de severidade; e 5 = lesões em 100% das folhas e com seca total das plantas. No segundo plantio, a severidade da antracnose e da helmintosporiose foi realizada aos 111 DAP. As avaliações de antracnose foram realizadas utilizando-se uma escala modificada de Sharma (1983), onde: 1 = 0% de doença, 1,5 = 1,25%, 2 = 2,5%, 2,5 = 3,75%, 3 = 5%, 3,5 = 7,5%, 4 = 10%, 4,5 = 15%, 5 = 20%, 5,5 = 27,5%, 6 = 35%, 6,5 = 42,5%, 7 = 50%, 7,5 = 62,5%, 8 = 75% , 8,5 = 87,5% e 9 = 100%.

Cento e vinte dias após o plantio, dez plantas das duas linhas centrais foram colhidas para avaliação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), do volume de caldo no colmo, VCC (L/ha) e do peso de massa verde total, PMV (t/ha). Antes da colheita, o estande de plantas foi contabilizado em campo. A massa verde total foi pesada e em seguida os colmos foram esmagados em prensa hidráulica para medição do volume de caldo. O °Brix foi medido em refratômetro digital de leitura automática

fazendo-se três repetições por parcela. Os valores de PMV e VCC foram ajustados para t/ha e L/ha, respectivamente. Os dados de severidade de doença, °Brix, VCC e PMV, foram submetidos a análise de variância e as médias, quando pertinente, comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott ($P = 0,05$).

Tabela 1. Descrição de genótipos, ingredientes ativos, doses e épocas de aplicação de fungicidas avaliados quanto à eficiência de controle de doenças em sorgo sacarino.

Tratamento	Genótipo	Ingrediente ativo	Dose (L/ha)	Épocas de aplicação (DAP)	
				1 ¹	2
1	CMSXS633	Sem aplicação	-		
2	CMSXS633	Epoxiconazol + piraclostrobin	0,75	x	
3	CMSXS633	Epoxiconazol + piraclostrobin	0,75		x
4	CMSXS633	Epoxiconazol + piraclostrobin	0,75	x	x
5	CMSXS633	Sem aplicação	-		
6	CMSXS633	Epoxiconazol	0,75	x	
7	CMSXS633	Epoxiconazol	0,75		x
8	CMSXS633	Epoxiconazol	0,75	x	x
9	CMSXS633	Sem aplicação	-		
10	CMSXS633	Carbendazim	0,6	x	
11	CMSXS633	Carbendazim	0,6		x
12	CMSXS633	Carbendazim	0,6	x	x
13	CMSXS633	Sem aplicação	-		
14	CMSXS633	Tiofanato metílico	1	x	
15	CMSXS633	Tiofanato metílico	1		x
16	CMSXS633	Tiofanato metílico	1	x	x
17	CMSXS633	Sem aplicação	-		
18	CMSXS633	Epoxiconazol + piraclostrobin	1	x	
19	CMSXS633	Epoxiconazol + piraclostrobin	1		x
20	CMSXS633	Epoxiconazol + piraclostrobin	1	x	x
21	CMSXS633	Sem aplicação	-		
22	CMSXS633	Trifloxistrobin + ciproconazol	0,75	x	
23	CMSXS633	Trifloxistrobin + ciproconazol	0,75		x
24	CMSXS633	Trifloxistrobin + ciproconazol	0,75	x	x
25	CMSXS633	Sem aplicação	-		
26	CMSXS633	Azoxistrobin + ciproconazol	0,3	x	
27	CMSXS633	Azoxistrobin + ciproconazol	0,3		x
28	CMSXS633	Azoxistrobin + ciproconazol	0,3	x	x
29	CMSXS633	Sem aplicação	-		
30	CMSXS633	Azoxistrobin	0,4	x	
31	CMSXS633	Azoxistrobin	0,4		x
32	CMSXS633	Azoxistrobin	0,4	x	x
33	CMSXS633	Sem aplicação	-		
34	CMSXS633	Piraclostrobin	0,6	x	
35	CMSXS633	Piraclostrobin	0,6		x
36	CMSXS633	Piraclostrobin	0,6	x	x
37	CMSXS633	Sem aplicação	-		
38	CMSXS633	Tebuconazol	1	x	
39	CMSXS633	Tebuconazol	1		x
40	CMSXS633	Tebuconazol	1	x	x

¹ As épocas de aplicação no primeiro plantio foram aos 40 e 55 e no segundo aos 70 e 90 DAP.

A eficiência dos fungicidas foi considerada comparando-se as notas de helmintosporiose e os valores de °Brix, VCC e PMV. Foi obtida a correlação de Pearson entre os caracteres doença e °Brix.

Resultados e Discussão

Primeiro Experimento - Safrinha 2013

Observou-se efeito significativo na eficiência dos fungicidas e épocas de aplicação na severidade da helmintosporiose e no °Brix. Para estes fatores, houve interação entre os fungicidas e a época de aplicação. Nas condições do experimento, não foi observado efeito da aplicação de fungicidas, épocas de aplicação ou de sua interação nos valores de PMV e VCC.

Os fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas, puros ou em mistura, foram os mais eficientes na redução da helmintosporiose, com destaque para o Tebuconazol, Trifloxistrobin + ciproconazol, Epoxiconazol + piraclostrobin e Piraclostrobin. Os princípios ativos Tiofanato metílico e Carbendazin foram os menos eficientes (Figura 1, superior).

A melhor época de aplicação foi aos 40 DAP ou aos 40 e 55 DAP. Uma aplicação aos 55 DAP não foi eficiente na redução da helmintosporiose, apresentando severidade acima dos tratamentos sem aplicação. Este resultado é função da fase da cultura em que a helmintosporiose ocorre com mais severidade, que é a vegetativa. Sendo assim, aplicações entre 40-45 DAP serão mais eficientes no controle que as aplicações mais tardias, quando a doença já atingiu seu potencial. Este resultado está de acordo com o observado por Cota et al. (2010)

para sorgo granífero. Assim como neste trabalho, em que uma aplicação aos 40 DAP foi eficiente na redução da doença, os referidos autores mostraram que uma aplicação aos 45 DAP teve mais eficiência que aplicações aos 60 ou 75 DAP. Em ambos os casos, o número de aplicações, não foi determinante na redução da doença, uma vez que duas aplicações não resultaram em incremento na redução da helmintosporiose quando comparadas com uma única aplicação em torno dos 40-45 DAP (Figura 1, inferior).

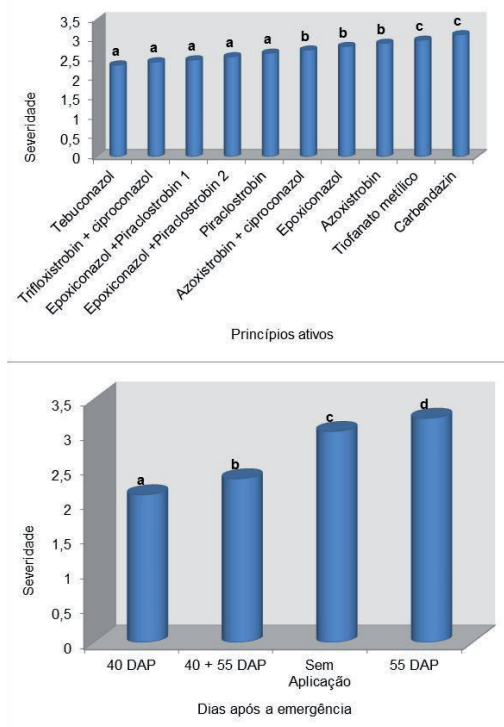


Figura 1. Eficiência de fungicidas aplicados em diferentes épocas na redução da helmintosporiose em sorgo sacarino. Coeficiente de variação = 10,71. Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott.

Os primeiros sintomas de helmintosporiose surgiram em torno dos 35 DAP e a primeira aplicação, que havia sido programada para os 45 DAP, teve de ser antecipada em cinco dias. Isto mostra a importância do monitoramento da cultura na tomada de decisão de quando aplicar, já que, em condições favoráveis, a doença pode iniciar já no início do desenvolvimento da cultura. Os fungicidas com os princípios ativos Tiofanato metílico e Carbendazim foram os menos eficientes na redução da helmintosporiose, diferindo dos demais fungicidas nas aplicações aos 40 ou aos 40 e 55 DAP, mas não diferindo dos tratamentos sem aplicação, independentemente da época. Os demais fungicidas foram mais eficientes nas aplicações realizadas aos 40 DAP ou aos 40 e 55 DAP, diferindo dos tratamentos sem aplicação. Os fungicidas não apresentaram eficiência nas aplicações realizadas aos 55 DAP, e não diferiram das testemunhas, com exceção da mistura Epoxiconazol + piraclostrobin¹, cuja severidade foi superior à de sua testemunha (Tabela 2). Vale ressaltar que a eficiência, quando foram realizadas duas aplicações, ocorreu por causa da primeira aplicação aos 40 DAP, o que pode ser comprovado pela baixa eficiência de todos os fungicidas nas aplicações aos 55 DAP. Esta situação serve para a helmintosporiose; no caso de a antracnose ocorrer poderá ser necessário um maior número de aplicações, já que ela é mais severa a partir da fase reprodutiva do sorgo (COSTA et al., 2009). Além disso, o período residual dos fungicidas dos grupos triazóis e estrobilurinas está em torno de 20 dias, de modo que aplicações aos 40 DAP podem diminuir o inóculo inicial de *C. sublineolum*, porém a cultura ficaria desprotegida na fase de florescimento.

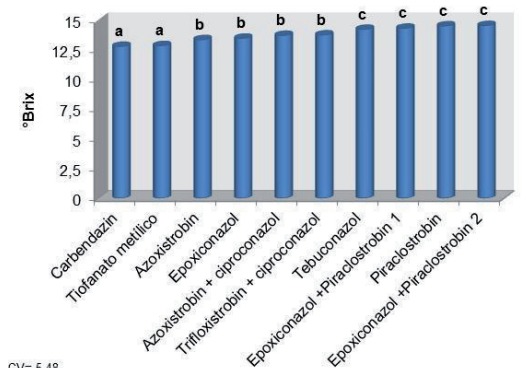
Tabela 2. Efeito de fungicidas aplicados em diferentes números e épocas em sorgo sacarino na severidade da helmintosporiose.

Fungicidas	Épocas de aplicação			
	Sem aplicação	40 DAP	55 DAP	40 e 55 DAP
Tebuconazol	3,0 a*C	1,5 aA	2,8 a*C	2,0 aB
Epoxiconazol + piraclostrobin ¹	2,8 aB	1,7 aA	3,3 aC	2,0 aA
Trifloxistrobin + ciproconazol	3,0 aB	1,7 aA	3,2 aB	1,8 aA
Piraclostrobin	3,2 aC	1,7 aA	3,5 aC	2,2 aB
Epoxiconazol + piraclostrobin ²	3,2 aB	1,8 bA	3,2 aB	2,0 aA
Epoxiconazol	3,0 aC	2,2 bA	3,3 aC	2,7 bB
Azoxistrobin + ciproconazol	3,0 aB	2,3 bA	3,5 aB	2,0 aA
Azoxistrobin	3,3 aB	2,5 bA	3,2 aB	2,5 bA
Tiofanato metílico	2,8 aA*	2,8 cA	3,0 aA	3,2 cA
Carbendazim	3,0 aA*	3,0 cA	3,2 aA	3,2 cA

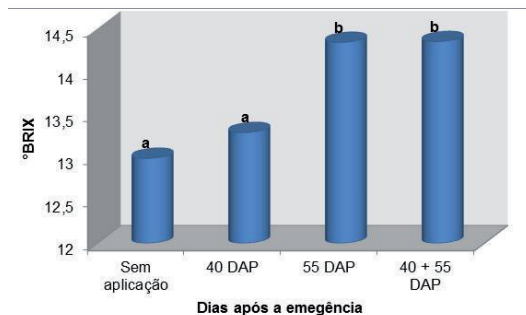
Valores seguidos por letras iguais, minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de variação = 10,71.^{1,2} se referem a dois fungicidas diferentes com a mistura Epoxiconazol + piraclostrobin. a* = diferença entre os fungicidas não significativa para o tratamento sem aplicação. A* = diferença entre épocas não significativa para o fungicida assinalado.

Quando o °Brix foi o parâmetro usado para avaliar a eficiência dos fungicidas, observou-se que os tratamentos que receberam aplicações com o Tiofanato metílico e Carbendazim tiveram os menores valores de °Brix. Estes foram os produtos menos eficientes na redução da helmintosporiose. De forma inversa, os valores mais altos de °Brix foram observados nas parcelas aplicadas com os fungicidas Tebuconazol, Epoxiconazol + piraclostrobin e Piraclostrobin, eficientes na redução da helmintosporiose (Figura 3, superior).

Quanto à época de aplicação, os maiores valores de °Brix ocorreram quando as aplicações foram realizadas aos 55 ou aos 40 e 55 DAP. Embora a aplicação aos 40 DAP tenha sido mais eficiente na redução da helmintosporiose, para o °Brix ela não diferiu do tratamento sem aplicação. Os maiores valores de °Brix ocorreram nas aplicações aos 55 e aos 40 e 55 DAP (Figura 3, inferior). Este resultado de aumento no °Brix nas aplicações tardias pode ter sido favorecido pela proteção conferida pelos fungicidas na época de início de acúmulo de sólidos solúveis no colmo, em torno de 50 dias.



CV = 5,48



CV = 10,71

Figura 3. Eficiência de dez fungicidas aplicados em diferentes épocas no °Brix de sorgo sacarino. Coeficiente de variação = 5,48. Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott.

Na interação entre os fungicidas e as épocas de aplicação, observa-se a diferença entre os fungicidas no aumento de °Brix quando aplicados aos 40 DAP, aos 55 e aos 40 e 55 DAP. Aos 40 DAP, os fungicidas que favoreceram o aumento do °Brix foram o Piraclostrobin e a mistura Epoxiconazol + piraclostrobin, aos 55 DAP. Além dos dois anteriores, Trifloxistrobin + ciproconazol, Azoxistrobin e Tebuconazol aos 40 e 55 DAP, Azoxistrobin + ciproconazol, Tebuconazol, Piraclostrobin e Epoxiconazol + piraclostrobin (Tabela 3).

Aos 40 DAP, apenas os tratamentos pulverizados com fungicidas à base de Epoxiconazol + piraclostrobin diferiram dos tratamentos sem aplicação. Aos 55 DAP, o °Brix aumentou também com a aplicação dos fungicidas Trifloxistrobin + ciproconazol, Azoxistrobin, Tebuconazol e Piraclostrobin. Aos 40 e 55 DAP, o °Brix para o mesmo grupo de fungicidas citado acima não diferiu do °Brix alcançado nas aplicações aos 55 DAP, exceto para o Azoxistrobin, que não diferiu da testemunha.

Os fungicidas, Tiofanato metílico, Carbendazin, Epoxiconazol e Azoxistrobin + ciproconazol não tiveram efeito no aumento do °Brix nas diferentes épocas de aplicação, quando comparados a seus tratamentos não pulverizados (Tabela 3). O princípio ativo Piraclostrobin, puro ou nas misturas com o Epoxiconazol, chama a atenção quanto à eficiência, já que o Epoxiconazol puro não teve a mesma eficiência que suas misturas.

Correlação negativa e baixa, $r = -0,15$ foi observada entre a helmintosporiose e o °Brix. Esta baixa relação entre a severidade da helmintosporiose e o acúmulo de açúcares no colmo pode ser em razão da diferença na época de início da doença e o início de acúmulo de açúcares no colmo, já que a

doença se inicia normalmente na fase vegetativa e os açúcares se acumulam mais próximo ao florescimento. Provavelmente, nos casos em que a doença ocorrer com severidade extremamente alta esta correlação poderá ser maior já que a helmintosporiose é uma doença que pode causar grande perda de área foliar disponível.

Tabela 3. Eficiência de fungicidas aplicados em diferentes números e épocas no °Brix de sorgo sacarino.

Fungicidas	Épocas de aplicação			
	Sem aplicação	40 DAP	55 DAP	40+55 DAP
Tiofanato metílico	13,4 a*A*	12,2 aA	12,5 aA	13,3 aA
Carbendazin	12,7 aA*	12,7 aA	12,9 aA	12,9 aA
Trifloxistrobin + ciproconazol	13,3 aA*	12,8 aA	14,3 cB	14,6 bB
Azoxistrobin	12,4 aA	12,9 aA	14,8 cB	13,3 aA
Epoxiconazol	13,0 aA*	13,2 aA	13,8 bA	13,9 aA
Azoxistrobin + ciproconazol	13,2 aA	13,3 aA	14,0 bA	14,4 bA
Tebuconazol	13,6 aA	13,3 aA	15,6 cB	14,8 bB
Piraclostrobin	13,2 aA	14,0 bA	15,7 cB	15,1 bB
Epoxiconazol +piraclostrobin ²	12,3 aA	14,1 bB	15,6 cC	16,1 bC
Epoxiconazol +piraclostrobin ¹	12,9 aA	14,5 bB	14,7 cB	15,2 bB

Valores seguidos por letras iguais, minúsculas na coluna ou maiúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de variação = 5,48. a* = diferença entre os fungicidas não significativa para o tratamento sem aplicação. A* = diferença entre épocas não significativa para o fungicida assinalado.

Não houve efeito dos fungicidas e da época de aplicação no PMV e VCC. A média de VCC variou de 1.911 a 2.173 L/ha e o PMV de 19 a 25,85 t/ha. Assim, pode-se deduzir que, nas condições deste experimento, o uso de fungicidas não afetou a quantidade de caldo e o peso de massa verde, mas melhorou a qualidade do caldo, favorecendo o aumento do °Brix.

Segundo Experimento – Safra 2013/2014

No início do segundo plantio não houve efeito da aplicação de fungicidas na redução da severidade da helmintosporiose (nota 2,5, Pr > Fc: 0,17 para fungicidas; 0,05 para época de aplicação e 0,66 para interação fungicidas x épocas), o que pode ser explicado pelo fato de a aplicação ter sido realizada aos 70 DAP. Nesta fase, a doença já atingiu seu potencial de dano como já comentado nos resultados do primeiro ensaio. As aplicações neste experimento se iniciaram mais tardiamente por causa de um período de ocorrência intermitente de chuvas.

Para a antracnose, observou-se efeito dos fungicidas e sua interação na severidade da doença. Os fungicidas com princípios ativos, Tebuconazol, Epoxiconazol + piraclostobin, Piraclostrobin, Azoxistrobin, Trifloxistrobin + ciproconazol e Carbendazin foram os mais eficientes no controle da antracnose e o Epoxiconazol puro o menos eficiente (Figura 4, superior). Costa et al. (2009) encontraram resultados semelhantes quanto à eficiência de fungicidas para controle da antracnose, com destaque para a mistura Epoxiconazol + piraclostobin.

Quanto à época de aplicação, uma aplicação aos 70 ou aos 90 DAP reduziu a severidade da antracnose em relação à testemunha, porém a maior eficiência foi observada com duas aplicações, 70 e 90 DAP (Figura 4, inferior). Esta reação é esperada uma vez que a severidade da doença aumenta a partir do florescimento até o final do ciclo da cultura.

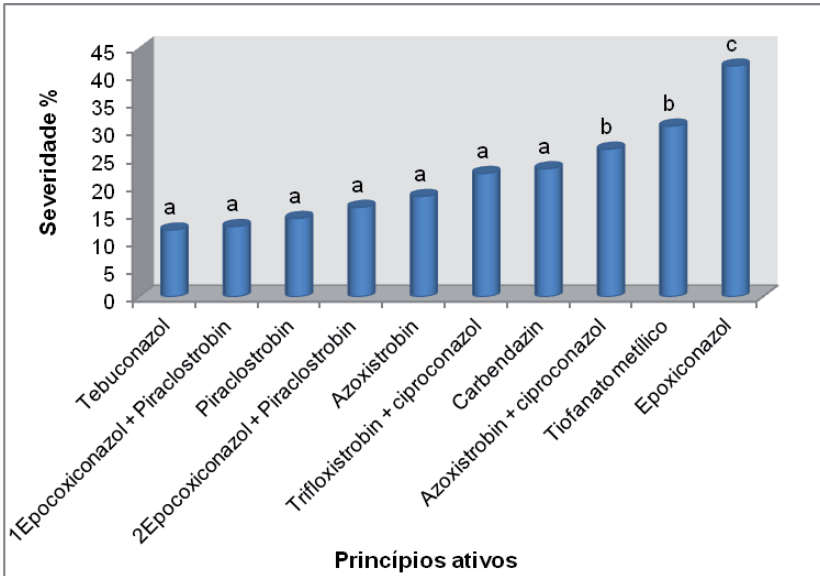


Figura 4. Eficiência de dez princípios ativos aplicados em diferentes épocas na severidade da antracnose em sorgo sacarino. Coeficiente de variação = 48,93. Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott.

Os fungicidas Epoxiconazol + piraclostrobin, Trifloxistrobin + ciproconazol e Piraclostrobin reduziram a severidade da antracnose tanto com uma aplicação aos 70, aos 90 ou com duas aplicações (70 e 90 DAP), em relação ao tratamento não aplicado. Aplicações com o Epoxiconazol puro reduziram a doença em relação ao tratamento sem aplicação, porém, não houve diferença entre uma aplicação aos 70 ou aos 90 DAP, sendo sua maior eficiência com duas aplicações. O Epoxiconazol puro não apresentou a mesma eficiência dos fungicidas os quais são usados em mistura com o Piraclostrobin quando aplicado uma vez, aos 70 ou aos 90 DAP (Tabela 4). O

fungicida Azoxistrobin + ciproconazol foi mais eficiente quando foi realizada uma aplicação aos 90 ou com duas aplicações. Os fungicidas Tebuconazol e Azoxistrobin não diferiram do tratamento sem aplicação em nenhuma época de aplicação.

Tabela 4. Efeito de fungicidas aplicados em diferentes números e épocas na severidade da antracnose em sorgo sacarino.

Fungicidas	Épocas de aplicação			
	Sem aplicação	70 DAP	90 DAP	70 e 90 DAP
Tebuconazol	10,0 aA*	11,7 aA	18,3 aA	8,3 a*A
Epoxiconazol + piraclostrobin ¹	35,0 bB	2,5 aA	7,5 aA	5,8 aA
Trifloxistrobin + ciproconazol	45,0 bB	21,7 aA	11,7 aA	10,8 aA
Piraclostrobin	35,0 bB	3,3 aA	15,0 aA	3,3 aA
Epoxiconazol + piraclostrobin ²	40,0 bC	4,2 aA	20,0 aA	2,5 aA
Epoxiconazol	66,7 cC	45,0 bB	45,0 bB	10,0 aA
Azoxistrobin + ciproconazol	40,0 bB	38,3 bB	21,7 aA	6,7 aA
Azoxistrobin	30,0 aB*	16,7 aA	15,8 aA	10,0 aA
Tiofanato metílico	25,0 aA	53,3 bB	25,0 aA	20,0 aA
Carbendazim	32,5 bB	35,0 bB	16,7 aA	8,3 aA

Valores seguidos por letras iguais, minúsculas na linha ou maiúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de variação = 48,93, a* = diferença não significativa entre fungicidas para a época assinalada e A* = diferença entre épocas não significativa para o fungicida assinalado.

Para a variável °Brix, também houve efeito dos fungicidas e interação com as épocas de aplicação. Os maiores valores de °Brix foram alcançados com os fungicidas mais eficientes no controle da antracnose, com destaque para o Epoxiconazol + piraclostrobin e o Piraclostrobin puro, ambos com valores do °Brix acima de 16 (Figura 5, superior).

Quanto à época de aplicação, todas diferiram do tratamento não aplicado, porém, uma aplicação feita aos 70 DAP não diferiu de duas aplicações (70 e 90 DAP). Isto mostra que as aplicações próximas ao florescimento favoreceram a concentração dos açúcares (Figura 5, inferior).

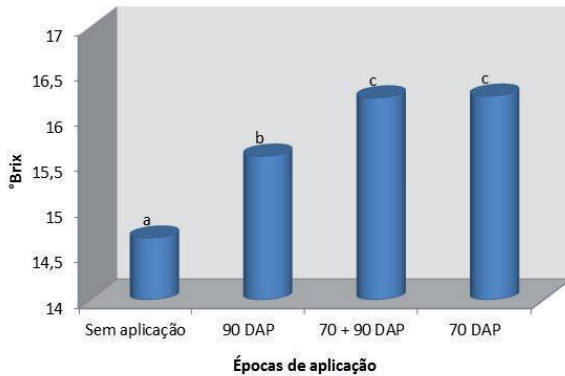
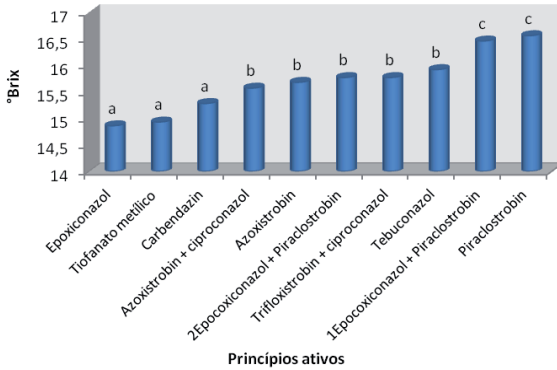


Figura 5. Eficiência de dez fungicidas com diferentes princípios ativos aplicados em diferentes épocas no teor de açúcares totais, °Brix, em sorgo sacarino. Coeficiente de variação = 5,95.

Os fungicidas Epoxiconazol + piraclostrobin¹, Piraclostrobin e Azoxistrobin favoreceram o aumento do °Brix em todas as

épocas de aplicação quando comparados com o tratamento não aplicado. O Epoxiconazol + piraclostrobin² e o Trifloxistrobin + ciproconazol favoreceram o aumento de Brix com uma aplicação aos 70 DAP ou duas, 70 e 90 DAP e o Azoxistrobin + ciproconazol favoreceu o °Brix somente quando aplicado duas vezes. Os demais fungicidas não tiveram efeito no aumento do °Brix (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de fungicidas aplicados em diferentes números e épocas no °Brix em sorgo sacarino.

Fungicidas	Épocas de aplicação			
	Sem aplicação	70 DAP	90 DAP	70 e 90 DAP
Tebuconazol	15,7 a*A*	16,8 aA	15,6 aA	15,5 aA
Epoxiconazol + piraclostrobin ¹	14,5 aA	17,7 bB	16,8 bB	16,8 bB
Trifloxistrobin + ciproconazol	15,0 aA	16,4 bB	14,8 aA	16,8 bB
Piraclostrobin	14,5 aA	17,5 bB	16,8 bB	17,4 bB
Epoxiconazol + piraclostrobin ²	14,6 aA	17,1 bB	15,5 aA	15,9 aA
Epoxiconazol	14,7 aA*	14,4 aA	14,8 aA	15,5 aA
Azoxistrobin + ciproconazol	14,6 aA	15,0 aA	15,0 aA	17,6 bB
Azoxistrobin	14,5 aA	16,3 bB	15,8 bB	16,1 bB
Tiofanato metílico	14,6 aA*	15,6 aA	14,6 aA	14,9 aA
Carbendazin	14,1 aA*	15,4 aA	15,9 aA	15,7 aA

Valores seguidos por letras iguais, minúsculas na linha ou maiúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de variação = 5,95. a* = diferença não significativa entre fungicidas para a época assinalada e A* = diferença entre épocas não significativa para o fungicida assinalado.

A correlação entre a antracnose e o °Brix foi de $r = -0,57$. Isto significa que com o aumento da severidade da antracnose houve redução no teor de açúcares no colmo. Este efeito maior da antracnose no teor de açúcares no colmo, além da perda de área foliar disponível para a planta utilizar em seu metabolismo, pode ser influenciado também pela coincidência na época

de ocorrência da doença e acúmulo de açúcares pela planta, ambos próximos do florescimento.

Para a antracnose, o resultado foi semelhante ao da helmintosporiose quanto aos fungicidas que apresentaram maior eficiência no controle da helmintosporiose terem favorecido o maior °Brix. De modo geral, quando se avaliam os resultados do primeiro e segundo experimento é possível observar que as aplicações mais próximas do florescimento favoreceram o acúmulo de açúcares no colmo; isto pode ocorrer porque, estando as doenças controladas no período de início de acúmulo de açúcares, a planta terá mais recursos de seu metabolismo disponíveis para produzir os açúcares. No caso do sorgo sacarino, garantir a produção de açúcares está relacionado ao maior rendimento de etanol e, como foi observado, a incidência de doenças tem efeito significativo na redução do °Brix, de forma que seu controle deve ser realizado adequadamente. Para que isso ocorra, é importante observar o início dos primeiros sintomas de doença e aplicar de forma integrada os produtos, considerando a prevalência das doenças, a época de início de sintomas e os princípios ativos mais eficientes no controle.

Conclusões

O controle químico em sorgo sacarino é uma estratégia viável de manejo das doenças e apresentou efeito em características de interesse agrônômico como o teor de açúcares solúveis, °Brix.

A época correta de aplicação deve ser seguida para as principais doenças da cultura, helmintosporiose e antracnose,

sendo diretamente relacionada com a eficiência no controle. Para tanto, é necessário acompanhar o surgimento dos primeiros sintomas de doenças para a correta tomada de decisão sobre as aplicações.

Com os resultados dos dois experimentos, observou-se que o Piraclostrobin apresenta ser o princípio ativo mais efetivo na redução da antracnose e da helmintosporiose, e conseqüentemente no aumento do °Brix, uma vez que os melhores resultados foram obtidos nas aplicações dos fungicidas que possuem o Piraclostrobin puro ou em mistura.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras e à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP pelo apoio financeiro no desenvolvimento do presente trabalho e à Fapemig pelo apoio para participação em eventos e divulgação dos resultados.

Referências

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 03 jun. 2014.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. **A helmintosporiose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 43).

CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Associação de patogenicidade e diversidade fenotípica de *Colletotrichum graminicola*, agente causal da antracnose em sorgo.

Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 25, p. 517-521, 2000.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; LANZA, F. E. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 117).

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Recomendação para o controle químico da helmintosporiose do sorgo (*Exserohilum turcicum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 149).

PERUMAL, R.; MENZ, M. A.; MEHTA, P. J.; KATILÉ, S.; GUTIERREZ-ROJAS, L. A.; KLEIN, R. R.; KLEIN, P. E.; PROM, L. K.; SCHLUETER, J. A.; ROONEY, W. L.; MAGILL, C. W. Molecular mapping of Cg1, a gene for resistance to anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) in sorghum. **Euphytica**, Wageningen, v. 165, p. 597-606, 2009.

PINTO, N. F.; FERNANDES, F.T. Avaliação de fungicidas no controle da mancha foliar do milho causada por *Phyllosticta* sp. (*Phaeosphaeria maydis*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 333, 1995. Suplemento.

SHARMA, H. L. A technique for identifying and rating resistance to foliar diseases of sorghum under field conditions. **Proceeding Indian Academy Science**, New Delhi, v. 42, p. 278-283, 1983.

WANG, M. L.; DEAN, R.; ERPELDING, J.; PEDERSON, G.
Molecular genetic evaluation of sorghum germplasm differing
in response to fungal diseases: rust (*Puccinia purpurea*)
and anthracnose (*Collectotrichum graminicola*). **Euphytica**,
Wageningen, v. 148, p. 319-330, 2006.

