

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**DOENÇAS FOLIARES NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E
SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EM SORGO SACARINO**
(Sorghum bicolor (L.) Moench)

CÁSSIO LUIZ CAETANO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016**

**DOENÇAS FOLIARES NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E
SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EM SORGO SACARINO**
(Sorghum bicolor (L.) Moench)

CÁSSIO LUIZ CAETANO
Engenheiro Agrônomo

Orientador(a): PROF^a. DR. LILIAN MARIA ARRUDA BACCHI

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C127d Caetano, Cássio Luiz.
Doenças foliares na produção de biomassa e sólidos solúveis totais em sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). / Cássio Luiz Caetano. – Dourados, MS: UFGD, 2016.
43f.

Orientadora: Prof. Dra. Lilian Maria Arruda Bacchi.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. *Colletotrichum sublineolum*. 2. *Exserohilum turcicum*. 3. *Bipolaris sorghicola*. 4. Etanol. 5. Bioenergia. 6. Fungicida. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**DOENÇAS FOLIARES NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E SÓLIDOS SOLÚVEIS
TOTAIS EM SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH)**

por

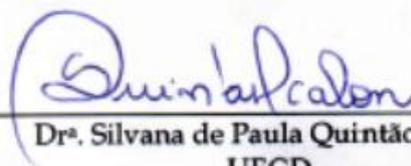
Cássio Luiz Caetano

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

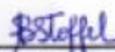
Aprovada em: 06/09/2016



Dr^a. Lilian Maria Arruda Bacchi
Orientadora - UFGD



Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon
UFGD



Dr^a. Adriana Viana Schwan-Stoffel
UNIGRAN

A Deus, pela vida e toda criação a nós confiada.

Aos meus amados pais,

Antônio Sergio Caetano e Irene Melo Caetano

À minha amada e preciosa esposa,

Michele Aparecida Pereira Giomo,

Aos meus amados professores,

Em especial Prof.^o Dr.^o Lillian Maria Arruda Bacchi

Dedico e Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós Graduação em Agronomia, pela experiência de vida, crescimento profissional e pessoal, e por ter confiado na conclusão deste trabalho.

À professora Lilian Maria Arruda Bacchi, pela orientação e paciência, mas principalmente por ter contribuído para minha formação intelectual e pela superação de meus próprios limites.

Agradeço aos meus familiares que me deram apoio em todos os momentos para que fosse possível a conclusão deste trabalho.

Aos amigos e irmãos da XXXIII turma de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal da Grande Dourados que nunca mediram esforços para o desenvolvimento deste trabalho em especial Eduardo Pimenta dos Reis, Renato Albuquerque da Luz e Rodrigo Keiti Arakawa.

Aos CNPq pelo auxílio financeiro e pela bolsa durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 O Sorgo Sacarino	03
2.2 Cultivares de Sorgo Sacarino BRS 506 e BRS 511	03
2.3 Doenças do Sorgo Sacarino	05
2.3.1 A Antracnose do Sorgo	06
2.3.2 Helmintosporiose	08
2.3.3 Ferrugem	09
2.3.4 Cercosporiose	10
2.3.5 Mancha alvo	10
2.4 Controle Químico de Doenças foliares do Sorgo	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Diferentes Número de Aplicações de fungicida	13
3.2 Com e Sem Aplicação de Fungicida	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Diferentes Número de aplicações de Fungicida	19
4.1.1 Ensaio Safra	19
4.1.2 Ensaio Safrinha	26
4.2 Com e Sem Aplicação de Fungicida	34
5. CONCLUSÃO	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
Quadro 1. Resumo da análise de variância dos dados de severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER) e mancha alvo (MAA), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, sob três intensidades de tratamentos fungicida e uma testemunha sem aplicação, UFGD-Dourados, MS, 2016	20
Quadro 2. Severidade da helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT) e cercosporiose (CER) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 em três diferentes datas de avaliação, UFGD-Dourados, MS, 2016	22
Quadro 3. Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	23
Quadro 4. Severidade da mancha alvo (MAA) aos 110 DAE em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	23
Quadro 5. Resumo da Análise de Variância para diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha ⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha ⁻¹); sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	24
Quadro 6. Diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha ⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha ⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016	24
Quadro 7. Análise de correlação da severidade das doenças ocorrentes ente diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha ⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha ⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) de duas cultivares BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016	25
Quadro 8. Resumo da análise de variância dos dados de severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, sob três intensidades de tratamentos fungicida e uma testemunha sem aplicação, UFGD-Dourados, MS, 2016	27
Quadro 9. Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT), cercosporiose (CER), mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	29

Quadro 10.	Severidade da helmintosporiose (HEL) aos 122 DAE em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	29
Quadro 11.	Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 em duas avaliações, UFGD-Dourados, MS, 2016.....	31
Quadro 12.	Severidade da ferrugem (FER) aos 122 DAE em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	31
Quadro 13.	Resumo da Análise de Variância para diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$); volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$); sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	32
Quadro 14.	Diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$); volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$) e sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016	32
Quadro 15.	Diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$); volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$) e sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	33
Quadro 16.	Análise de correlação da severidade das doenças ocorrentes entre diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$); volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$) e sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$) de duas cultivares BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016	33
Quadro 17.	Resumo da análise de variância dos dados de intensidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com e sem aplicação de fungicida, UFGD-Dourados, MS, 2016.	35
Quadro 18.	Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e 5011 em duas avaliações, UFGD-Dourados, MS, 2016	35

Quadro 19.	Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT), cercosporiose (CER), mancha alva (MAA) e ferrugem (FER) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com ou sem tratamento dos fungicidas protioconazol + trifloxistrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	36
Quadro 20.	Severidade da cercosporiose (CER) aos 122 DAE, em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com e sem aplicação do fungicida protioconazol + trifloxistrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016	36
Quadro 21.	Resumo da análise de variância para: diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$); volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$) e sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com ou sem tratamento do fungicida protioconazol + trifloxistrobina, UFGD – Dourados, MS, 2016.....	37
Quadro 22.	Análise de correlação da severidade das doenças ocorrentes entre diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$); volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$) e sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$) de duas cultivares BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016	38

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal durante a condução do ensaio de safra e safrinha, anos de 2014/2015	13
Figura 2. (A) parcela que recebeu o tratamento fungicida, imagem fotografada aos 122 DAE; (B) parcela sem tratamento fungicida, imagem fotografada aos 122 DAE	28

RESUMO

CAETANO, C. L. **Doenças foliares na produção de biomassa e sólidos solúveis totais em sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 2016. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

Cultivares de sorgo são estudadas como potenciais fontes de biocombustíveis, devido à sua alta produção de biomassa e de açúcar. Contudo, alguns fatores podem interferir na produtividade de biomassa e açúcares do sorgo, podendo citar as doenças. Assim, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação de doenças foliares em duas cultivares de sorgo sacarino tratadas ou não com fungicida e sua correlação com a produção de biomassa e sólidos solúveis totais. O experimento foi conduzido a campo, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Foram avaliadas duas cultivares de sorgo sacarino (BRS 506 e BRS 511), em duas épocas de semeadura: 25 de novembro de 2014, para o ensaio de safra, e 02 de março 2015, para ensaio de safrinha. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x4 (cultivares x tratamentos). Os tratamentos constituíram da aplicação de epoxiconazol + piraclostrobina nos seguintes esquemas: 0 - sem tratamento; 1 - uma aplicação (45 dias após a emergência - DAE); 2 - duas aplicações (45 e 66 DAE) e 3 - três aplicações (45, 66 e 87 DAE). Um segundo ensaio de safrinha foi montado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema fatorial 2x2 (cultivar x tratamento) onde os tratamentos constituíram da aplicação de protioconazol + trifloxistrobina nos seguintes esquemas: a primeira aplicação aos 45 DAE seguidas de mais 4 aplicações a cada 14 dias; e sem aplicação do fungicida. Foram avaliadas a severidade das doenças foliares ocorrentes, diâmetro do colmo, altura de planta, volume de caldo, biomassa verde e teor de sólidos solúveis totais. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram realizados os testes de médias. Foi realizada análise de correlação entre os dados de severidade de doença e as características agrônômicas estudadas. Existem diferenças entre as cultivares quanto à suscetibilidade a mancha alvo. A aplicação de epoxiconazol + piraclostrobina tem efeito positivo no controle de doenças foliares, acúmulo de biomassa e diminui a perda de sólidos solúveis totais. O fungicida protioconazol + trifloxistrobina diminuiu a severidade da antracnose, cercosporiose e ferrugem, não apresentou resultados no controle da helmintosporiose e mancha alvo e não resultou em incremento de biomassa e açúcares. Doenças foliares se correlacionam de forma negativa com a produção de biomassa e sólidos solúveis totais, em sorgo sacarino.

Palavras-chave: 1) *Colletotrichum sublineolum*; 2) *Exserohilum turcicum*; 3) *Bipolaris sorghicola*; 4) etanol; 5) bioenergia 6) fungicida.

ABSTRACT

CAETANO, C. L. **Effects of the foliar diseases on the biomass and sugar production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 2016. 58f. Dissertation (Master in Agronomy) – Federal University of Grande Dourados, Dourados – MS.

Sorghum cultivars have been studied as potential biofuels sources due to their large potential to produce sugar and biomass. However, some features may influence the viability of biomass or sugar production from sorghum, for example plant diseases. The aim of this study was evaluate leaf diseases of two different sweet sorghum cultivars treated or not with fungicides, and the correlation between the fungicides applications and the sorghum biomass and the total soluble solids. The trial was conducted under field conditions at the Agriculture Science Experimental Farm (FAECA) at the Federal University of Grande Dourados (UFGD). Two sorghum cultivars (BRS 506 and BRS 511) were evaluated in two sowing seasons: November 25, 2014, and March 2, 2015. The experimental design was completely randomized, with four replications, in a 2x4 factorial design (cultivars x treatments). The treatments consisted in applications of Epoxiconazole + Pyraclostrobin with theses days: 0 – control (nor application), 1- one fungicide application at 45 days after the sorghum emergence, 2 – two fungicide applications at 45 and 66 days after the sorghum emergence, 3- three fungicide applications at 45, 66 and 87 days after the sorghum emergence. A second field trial was set up in March using a completely randomized design, in a factorial design (2x2) with four replications. The treatments consisted of Prothioconazole + Trifloxystrobin applications at the following application arrangement: first application at 45 days after sorghum emergence followed by four applications applied every 14 days, and another treatment with no fungicide application. The parameters evaluated were disease severity, stem diameter, plant height, broth volume, green biomass content and total soluble solids content were evaluated in the experiment. The data were submitted to analysis of the variance, and once significant were performed in the means tests. The correlation analysis between disease severity data and agronomic characteristics was performed. There are differences among cultivars regarding susceptibility to the target spot. The application of epoxiconazole + pyraclostrobin has a positive effect on the foliar diseases control, biomass accumulation and decrease the loss of total soluble solids. The fungicide prothioconazole + trifloxystrobin decreased the severity of anthracnose, cercosporiosis and rust; however, did not showed results in the control of helminthosporiosis and target spot and did not resulted in an increase of the biomass and sugars. Foliar diseases are negatively correlated with the production of biomass and total soluble solids in sweet sorghum.

Keywords: 1) *Colletotrichum sublineolum*; 2) *Exserohilum turcicum*; 3) *Bipolaris sorghicola*; 4) ethanol; 5) bioenergy; 6) fungicide.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench apresenta diversos tipos de variações morfológicas e genótípicas que são exploradas economicamente. Existem genótipos de sorgo sacarino mais eficientes em acumular biomassa e açúcares fermentáveis e que têm potencial na produção de biocombustíveis (PATERSON et al., 2009), gerando interesse como uma matéria-prima alternativa para produção de bioenergia desde os anos 1970 (SHOEMAKER e BRANSBY, 2010), devido a busca por outras fontes energéticas que poderão ser solução para uma futura falta de petróleo no globo terrestre. Sua importância deve-se não somente devido à possibilidade da falta de combustíveis fósseis, mas também, devido à preocupação com questões ambientais e socioeconômicas (MOURÃO et al., 2012).

Os açúcares do sorgo podem ser uma vantagem econômica sobre culturas à base de amido na produção de biocombustíveis, pois cultivares de sorgo possuem prontamente disponíveis açúcares fermentáveis dentro do colmo, por conseguinte, a conversão enzimática do amido em açúcar não é necessária. O bagaço pode ser utilizado para gerar eletricidade ou vapor de água, como parte de um esquema de cogeração, ou como uma matéria-prima para a produção de biocombustíveis de celulose através da biomassa (SHOEMAKER e BRANSBY, 2010).

Outras características desejáveis do sorgo, que o tornam um atrativo para o cultivo destinado a produção de biocombustíveis, incluem sua ampla faixa de adaptação, resistência à seca e tolerância à salinidade (SHOEMAKER e BRANSBY, 2010), importante em regiões secas, como a nordeste da África (o seu centro de diversidade) e as planícies do sul dos Estados Unidos (PATERSON et al., 2009).

O sorgo sacarino pode ser cultivado em todas as áreas hoje recomendadas para o cultivo da cana de açúcar, podendo ser recomendado para áreas de reforma de canaviais. O processamento dos colmos produzidos é o mesmo utilizado para a cana de açúcar não sendo necessárias alterações dentro do parque industrial. Com tudo isso, o cultivo do sorgo sacarino pode ser considerado a “safrinha” da cana-de-açúcar no Brasil (EMBRAPA, 2011).

Entretanto, alguns fatores podem interferir na produtividade de biomassa e açúcares do sorgo, podendo citar as doenças, que podem atacar folhas e colmo das plantas, reduzindo a quantidade e a qualidade de açúcares e, até mesmo, inviabilizando o plantio dessa cultura (MOURÃO et al., 2012). As principais doenças que incidem sobre a cultura do sorgo no Brasil como a antracnose (*Colletotrichum sublineolum* P. Henn), o míldio (*Peronosclerospora sorghi* (W. Weston & Uppal) C.G. Shaw), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs, Sin. *Helminthosporium turcicum* Pass.), a ferrugem (*Puccinia purpurea* Cooke), o ergot, ou doença açúcarada (*Claviceps africana* Frederickson, Mantle & de Milliano), e a podridão seca (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) C. Goid.). (COTA et al., 2009)

Enfermidades como a antracnose, helmintosporiose, ferrugem, míldio e a doença açúcarada (ergot) estão presentes em praticamente todas as áreas de plantio do sorgo no Brasil, podendo ocorrer, em condições severas, perdas superiores a 70% e 50% nos casos de antracnose e helmintosporiose, respectivamente (SILVA et al., 2012a).

Mourão et al. (2012), avaliando o efeito da severidade de doenças foliares no desenvolvimento de 25 cultivares de sorgo sacarino, relataram que existe variação na resistência dos genótipos de sorgo sacarino para a antracnose, ferrugem e helmintosporiose e que há correlação negativa entre a severidade da antracnose e teor de açúcares em sorgo sacarino. Silva et al. (2014) demonstraram que aplicação de fungicida na cultura do sorgo sacarino pode reduzir a quantidade de doenças nas plantas e aumentar o teor de açúcares armazenados no colmo.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação de doenças foliares em duas cultivares de sorgo sacarino tratadas ou não com fungicida e sua correlação com a produção de biomassa e sólidos solúveis totais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O sorgo sacarino

O sorgo é uma planta de origem africana, pertencente ao reino Plantae; divisão Magnoliophyta; classe Liliopsida; ordem Poales; família Poaceae; gênero *Sorghum*; espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench (OYOLA, 2010).

A espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench é caracterizada por um germoplasma muito diversificado em termos de características fenotípicas e morfológicas. Essa espécie pode ser classificada em quatro grupos principais dependendo de suas características de produção como sorgo granífero, sorgo forrageiro, sorgo vassoura e sorgo sacarino (SHOEMAKER e BRANSBY, 2010).

O sorgo sacarino corresponde a um tipo de planta alta, fraca em produção de semente e com colmo suculento rico em açúcar, servindo para extração de açúcar, melaços e podendo ser uma matéria-prima alternativa eficaz para a produção de etanol (CIDRAES, 1966; RATNAVATHI et al., 2010).

A sua colheita deve ser realizada quando os colmos contiverem a percentagem máxima de açúcar o que parece coincidir com a fase de início do endurecimento de grão (CIDRAES, 1966). De acordo com Teixeira et al. (1999), o rendimento em massa verde e o teor de açúcares nos colmos são mais elevados quando as plantas atingem a maturidade fisiológica, que ocorre cerca de 121 dias após a semeadura na cultivar BR 505.

2.2 Cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511

A cultivar de sorgo sacarino BRS 506 floresce em média entre 70 a 75 dias após a emergência (DAE), apresentando panícula aberta com grão cinza e endosperma branco semiduro, altura média da planta de 2,80m, com colmo suculento e doce, com rendimento de colmos variando de 40 a 60 t ha⁻¹, e matéria seca variando de 15 a 20 t ha⁻¹, com período de utilização industrial maior que 30 dias. A composição dos açúcares no colmo, esta em torno de 108,60 g L⁻¹ de sacarose, 44,5 g L⁻¹ de glicose, 19,5 g L⁻¹ frutose e 20,9 °BRIX (EMBRAPA, 2012a).

A cultivar de sorgo sacarino BRS 511 floresce em média entre 61 a 74 DAE, apresentando panícula semiaberta com grão marrom e endosperma branco semiduro, com altura média da planta de 3,00 m, de colmo suculento e doce, com rendimento de colmos variando de 60 a 80 t ha⁻¹, e matéria seca variando de 15 a 20 t ha⁻¹, com período de utilização industrial maior que 30 dias. A composição dos açúcares no colmo, esta em torno de 154,8 g L⁻¹ de sacarose, 33,3 g L⁻¹ de glicose, 5,9 g L⁻¹ frutose e 21,9 °BRIX (EMBRAPA, 2012b).

Uma cultivar de sorgo sacarino no Brasil deve no mínimo produzir 50 t ha⁻¹ de colmos (biomassa sem panículas), 12,5% de açúcares redutores totais (ART), 60 L t⁻¹ de colmo de etanol, 3000 L ha⁻¹ e um período de utilização industrial (PUI) de 30 dias (SCHAFFERT 2012).

As cultivares BRS 506 e BRS 511 em ecossistema de cerrado no estado de Roraima, relataram diferenças estatisticamente significativas na altura das plantas (1,54 m e 1,70 m respectivamente), não relatando diferenças entre dias até o florescimento (66,3 e 67,3), peso da massa verde (23,2 e 32,5 t ha⁻¹) e quantidade de doenças (SOUZA et al., 2012). Emygdio et al. (2012), avaliando o desempenho de 22 cultivares de sorgo sacarino no município de Pelotas, região sudeste do Rio Grande do Sul, relataram diferenças significativas entre as cultivares BRS 506 e 511 na altura de planta (3,1 m e 2,6 m respectivamente), peso da massa verde (43 e 26 t ha⁻¹), não relatando diferenças em dias até o florescimento, diâmetro do colmo e sólidos solúveis totais, sendo que a cultivar BRS 506 destacou-se entre as melhores.

Pareira Filho et al. (2012), avaliando quatro cultivares de sorgo sacarino em diferentes densidades de semeadura visando a obtenção de etanol, concluíram que a massa verde cresceu linearmente em relação à elevação do número de plantas por área, e a cultivar BRS 506 foi a que maior apresentou ganhos no rendimento, assim, também aconteceu com o volume de caldo, porém sem diferenças significativas no teor de sólidos solúveis totais.

As cultivares BRS 511, 508 e 509 apresentaram os mesmos percentuais; já em relação ao açúcar redutor a BRS 506 apresentou o maior valor, o que a diferenciou estatisticamente das demais. No teor de fibra, as cultivares BRS 508 e 509 apresentaram maiores percentagens. No que se refere aos teores de açúcares totais recuperáveis, a BRS 506 teve valores inferiores ao das cultivares BRS 511, 508 e 509. Em relação aos açúcares redutores totais no caldo, as cultivares BRS 511 e 508 diferenciaram-se da BRS 506, que apresentou o menor índice percentual. Referindo-se aos valores de

produtividade de etanol em $L t^{-1}$ de biomassa e de produtividade de etanol em $L ha^{-1}$, as cultivares BRS 511 e BRS 508 apresentaram as maiores. Além disso, foi possível constatar a superioridades das novas cultivares de sorgo sacarino (BRS 511, BRS 509 e BRS 508) em relação a cultivar BRS 506, lançada no fim da década de 90 para produção de etanol, bem como aos híbridos disponíveis no mercado atualmente (Parrella e Schaffert 2012).

2.3 Doenças do sorgo sacarino

As doenças que atacam a cultura do sorgo sacarino são praticamente as mesmas que infectam os outros tipos de sorgo (granífero, forrageiro e vassoura) as quais podem ser limitantes da produção, dependendo das condições ambientais e da suscetibilidade de cada cultivar (SILVA et al., 2012b). Pela ampla faixa de condições ambientais em que é cultivado, o sorgo apresenta-se particularmente suscetível a um grande número de doenças, cuja extensão e severidade variam de ano para ano e de uma localidade para outra em função do grau de compatibilidade entre o hospedeiro e o patógeno e da ação do ambiente sobre esta associação (FERREIRA et al., 1986).

De acordo com Silva et al. (2012a), pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares e da panícula, de agentes causais de doenças sistêmicas e de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses. Dentre as doenças que afetam a cultura do sorgo sacarino no Brasil, destacam-se como importantes a antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), o míldio (*Peronosclerospora sorghi*), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), a ferrugem (*Puccinia purpurea*), o ergot ou doença açucarada (*Claviceps africana*) e a podridão-seca (*Macrophomina phaseolina*) (COTA et al., 2009; SILVA et al., 2012a).

Outras doenças, embora ocorram atualmente com baixa frequência, apresentam potencial para causar danos à cultura do sorgo sacarino, são elas, o mosaico-da-cana-de-açúcar (SCMV); a mancha-de-ramulispóra (*Ramulispóra sorghi* (Ellis & Everh.) L.S. Olive & Lefebvre), ainda esporádica no país, mas com aumento de frequência, atacando várias cultivares de sorgo sacarino; nematoides (*Pratylenchus* spp. e *Meloidogyne* spp.); mancha-alvo (*Bipolaris sorghicola* (Lefebvre & Sherwin) Alcorn) e a cercosporiose (*Cercospora fusimaculans* G.F. Atk). Entre estas doenças, o SCMV e os nematoides são comuns à cana-de-açúcar e ao sorgo, necessitando de avaliações em áreas de sucessão entre estas culturas (SILVA et al., 2012b).

A antracnose (*C. sublineolum*) e a ferrugem (*P. purpurea*) são importantes pela severidade e por sua ocorrência generalizada, podendo a primeira se constituir, às vezes, em fator limitante para a cultura do sorgo. Doenças como helmintosporiose (*E. turcicum*); cercosporiose (*C. fusimaculans*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edg.) e a podridão do colmo seca causada por *M. phaseolina* têm a sua importância e ocorrência variável com os anos e localidade (FERREIRA et al., 1986).

Patógenos como *C. sublineolum* (antracnose) e *E. turcicum* (helmintosporiose), são necrotróficos, ou seja, sobrevivem como saprófitos em restos culturais (palhada) de sorgo após a colheita. Para essa categoria de patógenos, a sobrevivência e a multiplicação do inóculo na palhada do sorgo, no campo, são fundamentais para o desenvolvimento de severas epidemias na lavoura. Para outros patógenos que não se enquadram na categoria de necrotróficos, embora sejam considerados secundários para a cultura do sorgo, deve ser dada atenção especial para evitar a ocorrência de severas epidemias. Esse é o caso da ferrugem, causada pelo fungo *P. purpurea*, parasita obrigatório, cuja disseminação ocorre pelo vento e não sobrevive em restos culturais de sorgo. Nesse caso, o inóculo inicial para o desenvolvimento da doença no campo é trazido a partir de outras lavouras através das correntes de ar (SILVA et al., 2012b).

2.3.1 A Antracnose do sorgo

A antracnose do sorgo foi descrita pela primeira vez em Togo, oeste da África, em 1902 (PANDE et al., 1991). O agente causal da antracnose conhecido como *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson, (sin. *Colletotrichum sublineolum* P. Henn., Kabat & Bulbak) foi descrito pela primeira vez em plantas de milho (*Zea mays* L.), na Itália, por Cesati em 1852 apud Costa et al. (2003), com o nome de *Dicladium graminicolum* Ces. Posteriormente, o fungo foi constatado nos Estados Unidos no ano de 1855, e descrito sob o nome de *Psilonia apalospora* Berk & Curt (SUTTON, 1980). Wilson em 1914, apud Costa et al. (2003), incluiu 11 espécies que apresentavam conídios falciformes à sinonímia *C. graminicola*. Desde o trabalho de Wilson (1914) apud Sutton (1980), com comprovação de Arx (1957) apud Sutton (1980), praticamente todas as espécies de *Colletotrichum* sobre Gramineae foram atribuídas a *C. graminicola*. Messaien et al. (1959) apud Sutton (1980), no entanto, sugeriram *formae speciales* em diferentes culturas, tais como milho, sorgo, cana-de-açúcar e centeio, mas este

tratamento implicava na ausência de diferenças morfológicas entre os níveis taxonômicos. Sutton (1966) apud Sutton (1980) mostrou claramente as diferenças da área adesiva entre apressórios de isolados derivados de milho, sorgo e cana-de-açúcar, conseqüentemente a separação taxonômica neste complexo deveria estar no nível mais elevado do que o posto de *forma specialis*. O mesmo autor relata que *C. falcatum* é bem estabelecido como causador de doença em cana-de-açúcar, os isolados de milho como pertencentes à espécie *C. graminicola* e tendo sido proposta a denominação *C. sublineolum* para os isolados oriundos de sorgo.

Mais recentemente, Sherriff et al. (1995) apud Costa et al. (2003), compararam as seqüências de nucleotídeos de rDNA da região ITS-2 de *C. graminicola* proveniente de milho e sorgo. Segundo os autores, dentro dos isolados de milho e sorgo as seqüências foram altamente homólogas (98 - 100%), enquanto que entre esses grupos de isolados a homologia de seqüência foi de 92%. Esses resultados indicaram que os isolados de milho representam uma espécie distinta daquela dos isolados de sorgo, confirmando estudos morfológicos e genéticos anteriores.

Apesar dos vários estudos citados confirmarem a distinção entre as duas espécies, a denominação *C. sublineolum* não foi amplamente aceita, e raramente tem sido utilizada para designar isolados de *Colletotrichum* oriundos de sorgo. É importante, entretanto, que se reconheça a existência das duas espécies de *Colletotrichum*, e que apesar da semelhança morfológica entre elas, diferenças fisiológicas quanto ao modo de infecção, esporulação, gama de hospedeiros, compatibilidade genética, epidemiologia e sensibilidade a fungicidas podem existir, requerendo, em certos casos, estratégias e práticas de manejo diferenciadas (COSTA et al., 2003).

As colônias de *C. sublineolum* são normalmente delimitadas por uma borda de cor cinza por onde avançam ao limbo foliar, ocasionalmente com micélio aéreo e pulverulento de cor cinza esverdeado, escleródios geralmente ausentes, e quando presentes imersos a uma superfície lenticular e de cor preta e denso, cetas abundantes, conídios fusiforme com ápices agudo 18,5 - 27,5 x 3 - 4,5 µm, apressórios abundante de cor castanho médio com borda moderadamente irregular (mas não tanto como em *C. graminicola*), 11,5 - 15 x 8,5 - 9 µm (6 - 25 x 4 - 16 µm) (SUTTON, 1980).

Os conídios, produzidos em acérvulos, aglutinam-se em uma massa gelatinosa de cor rosa que se dissolve na presença de umidade. A sobrevivência do fungo, de um ano para outro, se dá nos restos de cultura, espécies de sorgo selvagens e sementes. No solo, a sobrevivência é drasticamente reduzida na superfície. A

disseminação dos conídios produzidos nas espécies selvagens ou em plantas remanescentes se dá através da água de chuva e dos ventos e se constitui na fonte primária de inóculo. As condições favoráveis para o aparecimento da doença são de alta umidade e temperatura em torno de 25 a 30°C. Nestas condições a produção de esporos é elevada (FERREIRA et al., 1986).

A partir do florescimento, a antracnose passa a ser a doença mais severa em cultivares suscetíveis. Plantas expostas a períodos prolongados de temperatura e umidade elevadas, e principalmente coincidindo com a fase de formação dos grãos, poderão apresentar severidade alta e perdas na produção superiores a 70% (FERREIRA et al., 1986; SILVA et al., 2012b).

2.3.2 Helmintosporiose

O patógeno foi descrito pela primeira vez como *Helminthosporium turcicum*, em 1876. A helmintosporiose em sorgo é causada pelo fungo *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs (sinônimos *Helminthosporium turcicum* Pass.; *Bipolaris turcica* (Pass.) Shoemaker; *Drechslera turcica* (Pass.) Subramanian & P. C. Jain) (WHITE, 2000). O fungo agente causal da helmintosporiose pertence à Classe dos Deuteromicetos, ordem Moniliales, família Dematiaceae, tendo como forma sexuada *Setosphaeria turcica* (REIS et al., 2004).

O gênero *Helminthosporium* foi estabelecido em 1809, tendo como espécie o fungo *H. velutinum*. Alguns fitopatógenos de gramíneas pertencentes ao gênero *Helminthosporium* diferiam fundamentalmente de *H. velutinum*. Por existirem tais diferenças, houve a segregação do gênero *Helminthosporium* em dois subgêneros: *Cylindro-Helminthosporium* e *Eu-Helminthosporium* com diferenças baseadas na forma e na germinação dos conídios. Mais tarde, foi estabelecido o gênero *Drechslera*, substituindo o subgênero *Cylindro-Helminthosporium*, caracterizando o gênero com conídios cilíndricos, germinando de todas as células e associado ao gênero *Pyrenophora*. Também o gênero *Bipolaris* tomou o lugar do subgênero *Eu-Helminthosporium*, o qual foi descrito com conídios fusóides, retos e curvados, e com tubo germinativo em cada extremidade do conídio. Em 1974, criou-se o gênero *Exserohilum* para as espécies que apresentavam o hilo conidial protuberante, criando assim mais uma segregação dentro dos fungos helmintospóricos de gramíneas (ALCORN, 1988).

E. turcicum produz conídios de coloração verde-oliva ou marrom-escura, fusiformes, ligeiramente curvos contendo 3 a 8 septos, medindo de 20 x 105 µm, com hilo basal saliente e germinação através de tubo germinativo polar. Os conidióforos são oliváceos, com 2 a 4 septos, medindo de 7-9 x 150-250 µm. A ocorrência da fase sexual na natureza é rara, podendo ser induzida em condições controladas, com a produção de peritécios globosos e escuros. As ascas são cilíndricas, contendo de 1 a 8 ascósporos. Os ascósporos são hialinos, triseptados, retos ou ligeiramente curvos de dimensões de 13-17 x 42-78 µm (WHITE, 2000).

O fungo sobrevive de um ano para outro nos restos de cultura e sementes na forma de micélio. A principal via de disseminação dos conídios é pelo vento. A helmintosporiose ocorre com maior frequência antes da emergência da panícula. A sua incidência tem sido maior em áreas de plantios de safrinha no centro-oeste e sudeste do Brasil, favorecida por temperaturas moderadas (18 a 27°C) e alta umidade, principalmente na forma de orvalho. O patógeno apresenta especificidade para hospedeiro podendo ocorrer em sorgo, milho e outras gramíneas. Dois tipos de resistência a esta doença são conhecidos, a poligênica (lesões pequenas e pouco numerosas) e a monogênica (reações de hipersensibilidade ou ausência de lesões) (FERREIRA et al., 1986; SILVA et al., 2012b).

Em alta severidade, a doença reduz significativamente a área fotossintética do sorgo e, em consequência, a quantidade e a qualidade dos grãos e da forragem. A ocorrência da doença tem aumentado em anos recentes. Os sintomas são lesões necróticas elípticas que coalescem necrosando grandes áreas nas folhas. A cor da borda dessas lesões varia de amarelada a avermelhada, dependendo da cultivar de sorgo (OLIVEIRA et al., 2011)

2.3.3 Ferrugem

A ferrugem é causada por *P. purpurea*, que por ser um parasita obrigatório, tem sua sobrevivência de uma estação para outra ocorrendo em hospedeiros vivos como *Sorghum verticilliflorum*, *Sorghum halepense*, entre outros, e plantas remanescentes da cultura anterior. Tem como condições favoráveis temperaturas mais amenas e alta umidade. Essa doença pode reduzir o valor da forragem, predispõe as plantas ao ataque de *Fusarium* sp. e *M. phaseolina* e reduz o conteúdo de açúcares no colmo (FERREIRA et al., 1986; SILVA et al., 2012b).

O inóculo é constituído pelos uredosporos que são transportados, a longas distâncias, pelos ventos. Em contato com o hospedeiro e em condições ambientais favoráveis, estes germinam em uma a duas horas e penetram no hospedeiro através dos estômatos (FERREIRA et al., 1986).

O sintoma típico é a presença de pústulas de coloração purpura, vermelha ou palha, dependendo da cultivar de sorgo, presente em ambas as faces das folhas (OLIVEIRA et al., 2011).

2.3.4 Cercosporiose

O patógeno desta doença é o fungo *C. fusimaculans*. Sua sobrevivência no solo se dá em restos de cultura infectados, plantas remanescentes da cultura anterior, espécies de sorgo selvagem e sementes. Condições quentes e úmidas favorecem o desenvolvimento e disseminação do fungo. Os conídios constituem o inóculo inicial e secundário e são disseminados pelos ventos e chuva. Os conídios germinam e penetram nas folhas no espaço de 12 horas. Existem relatos da ocorrência de *C. fusimaculans* em milho, mas observações de campo e experimentos com inoculações artificiais indicam a ocorrência de especialização fisiológica (FERREIRA et al., 1986).

Os sintomas aparecem, principalmente, após o florescimento. As lesões nas folhas são limitadas pelas nervuras cuja cor varia de vermelho-escuro a amarelado, dependendo da cultivar atacada. O sintoma típico consiste no aparecimento, no interior das lesões, de pequenas áreas necrosadas circulares, dando-lhes a aparência de um rosário (FERREIRA et al., 1986).

2.3.5 Mancha alvo

De acordo com Silva et al. (2006), *Bipolaris sorghicola* (Lefebvre & Sherwin) Alcorn, foi identificado como o agente etiológico da doença e sugere-se que a doença seja chamada “mancha alvo”.

Em 1999, a ocorrência de *B. sorghicola* foi relatada afetando *Sorghum halepense*, na região de La Plata, na Argentina. Peng et al. (2016) relataram a infecção de *B. sorghicola* em folhas e raízes de sorgo, em plantas de *Arabidopsis* sp., e cevada (*Hordeum vulgare*), podendo até ser agente causal de doenças em cebolas (*Allium cepa*), visto que foi relatado o crescimento micelial do fungo sobre e entre as células

dessa planta. Este fato mostra o potencial do patógeno em causar perdas severas para a cultura do sorgo no Brasil, que tem, na maior parte das regiões produtoras, condições de umidade alta e temperaturas que favorecem a ocorrência e disseminação da doença. E além de ter outras hospedeiras, o patógeno pode sobreviver em restos culturais, o que torna possível o aumento do inóculo entre plantios (SILVA et al. 2006).

Os sintomas característicos são manchas de forma elíptica, ovais, de cor roxa escura a vermelho, medindo 0,5 a 1,5 cm de comprimento em média, e dispostas na direção das nervuras, podendo causar a morte de todo limbo foliar. As colônias de *B. sorghicola* em meio de cultura BDA, a pH 6, incubadas a 25°C por 12 dias são caracterizadas por cor cinza escuro, com micélio aéreo e bordas irregulares. Conídios são fusiformes, retos ou ligeiramente curvados, 30-80 x 10-15 µm, 4-8 distoseptos, hilo não pronunciada; germinação bipolar. O período de incubação da doença é curto, resultando em uma doença aguda, potencialmente grave e pode atingir níveis epidêmicos (CÚNDOM et al., 2013).

2.4 Controle químico de doenças foliares do sorgo

O uso de fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura ainda é muito restrito, devido à falta de produtos registrados para essa cultura. Atualmente, somente dez produtos comerciais de fungicidas estão registrados para o controle de doenças, sendo quatro para o tratamento de sementes e seis para pulverizações aéreas. Seis desses produtos são formulados isolados e quatro em misturas. Constam, atualmente, quatro produtos comerciais a base de tebuconazol (triazol), dois com captana (dicarboxamida), três com mistura dupla fludioxonil + metalaxil-M (fenilpirrol + acilalaninato) onde recentemente registrou-se as misturas epoxiconazol + piraclostrobina (triazol + estrobilurina), e fluxapiroxade + piraclostrobina (carboxamida + estrobilurina), e um em mistura tripla de fludioxonil + metalaxyl-M + tiabendazol (fenilpirrol + acilalaninato + benzimidazol) (AGROFIT, 2016).

Silva et al. (2014) avaliaram a eficiência fungicida de dez produtos comerciais, com nove princípios ativos puros ou em misturas, fazendo uma aplicação aos 40 DAE ou aos 55 DAE ou em ambos os dias, para o controle da helmintosporiose e seu efeito na qualidade e quantidade de caldo produzido pelo sorgo sacarino, onde concluíram que fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas foram eficientes na redução da helmintosporiose em sorgo sacarino, relatando que uma aplicação, aos 40

DAE foi suficiente para reduzir a helmintosporiose. Ainda comentam que fungicidas eficientes na redução da helmintosporiose aplicados aos 55 e aos 40 e 55 DAE favoreceram o aumento de sólidos solúveis totais, e que a mistura epoxiconazol + piraclostrobina favoreceu o aumento do sólidos solúveis totais em todas as épocas de aplicação, quando comparado aos tratamentos sem aplicação.

Costa et al. (2009) avaliaram a eficiência das formulações comerciais de fungicidas registrados para o controle de doenças foliares na cultura do milho tebuconazol + trifloxistrobina, epoxiconazol + piraclostrobina, azoxistrobina + ciproconazol e propiconazol + triflostrobina, em duas doses para cada mistura comercial, com uma, duas ou três aplicações, como um componente de manejo da antracnose do sorgo, onde concluíram que todos os produtos avaliados apresentaram eficiência em reduzir a severidade da antracnose foliar do sorgo, quando comparados à testemunha sem tratamento, e que a maior eficiência de controle da doença e os maiores incrementos de produtividade foram observados para a mistura de epoxiconazol + piraclostrobina, seguidos de azoxistrobina + ciproconazol. Os autores ainda relatam que duas ou três aplicações resultaram em melhores níveis de controle da antracnose, independente da dose utilizada, e que os resultados obtidos evidenciam o potencial de perda e a importância do manejo da antracnose em genótipos suscetíveis.

Considerando que a helmintosporiose e a ferrugem serão mais severas na fase vegetativa, e que a antracnose é mais severa a partir do florescimento, deve-se atentar para sua ocorrência e severidade nestas fases da cultura, o que permite definir sobre a necessidade de controle. Para o controle da helmintosporiose, uma maior eficiência tem sido verificada quando a aplicação é realizada entre 40-45 dias após a emergência (DAE). No caso da antracnose, a maior eficiência da aplicação de fungicida ocorre entre 60-65 DAE. Vale ressaltar que aplicações realizadas entre 45- 50 dias, dependendo do produto, terão efeito preventivo para a antracnose (SILVA et al., 2012b).

Pinto (1999) verificou a eficiência dos fungicidas propiconazol em duas doses, propiconazol + difenoconazol em duas doses e tebuconazol em dose única, no controle de ferrugem, antracnose, helmintosporiose e cercosporiose, onde relatou diminuição das doenças em plantas tratadas com fungicidas comparadas a testemunha sem aplicação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Diferentes números de aplicação de fungicida

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa, situada sob a latitude 22° 14' 02"S, longitude 54° 59' 14"O, e altitude de 406 m. Os dados climáticos mensais durante a condução dos ensaios podem ser consultados na Figura 01.

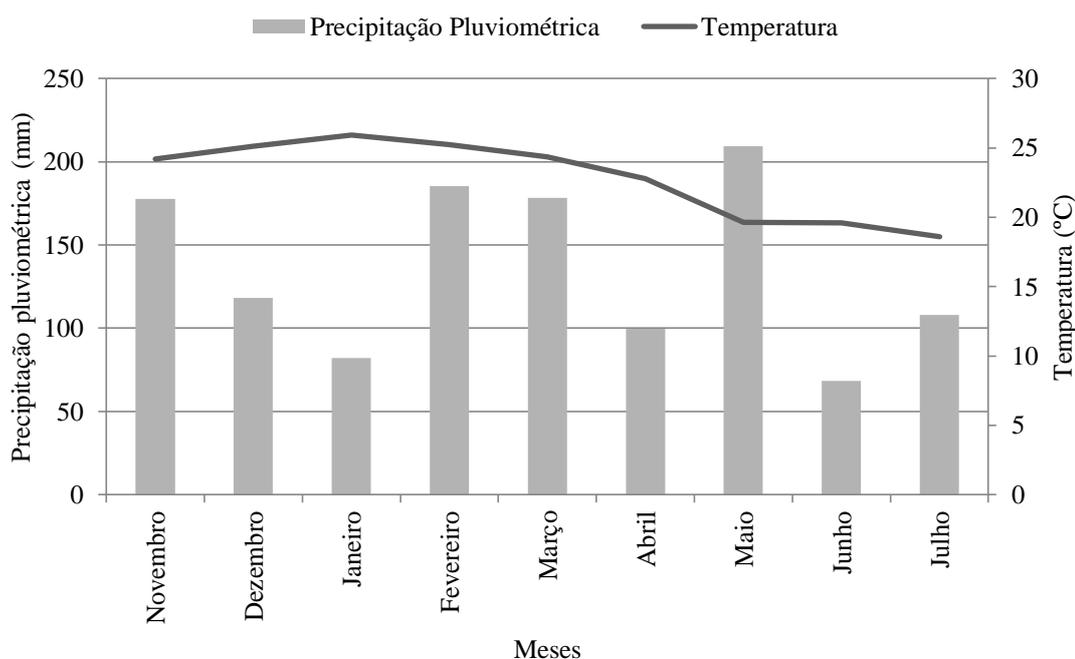


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal durante a condução dos ensaios de safra e safrinha, anos de 2014/2015.

Fonte: Embrapa CPAO (2016)

Foram avaliadas duas cultivares de sorgo sacarino (BRS 506 e BRS 511), do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, em duas épocas de semeadura: 25 de novembro de 2014, para o ensaio de safra, e 02 de março 2015, para ensaio de safrinha. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x4 (cultivares x tratamentos). Os tratamentos constituíram da aplicação de epoxiconazol + piraclostrobina (50 + 133 g L⁻¹, respectivamente - OPERA®) na dose de 0,75 L ha⁻¹ do produto comercial (p.c.), nos seguintes esquemas: 0 - sem tratamento; 1 - uma aplicação (45 dias após a emergência - DAE); 2 - duas aplicações (45 e 66 DAE) e 3 - três aplicações (45, 66 e 87 DAE).

As parcelas foram constituídas de sete linhas de cinco metros, espaçadas 0,45 m entre linhas. O preparo do solo foi realizado convencionalmente, com duas gradagens e uma nivelagem, antes da instalação de cada época dos ensaios. A semeadura foi realizada mecanicamente, com semeadora de arrasto contendo sete linhas, regulada sua profundidade de semeadura a 3 cm de profundidade e distribuição de 10 sementes por metro linear, e na adubação foram utilizados 240 kg ha⁻¹ do formulado 4-20-20 (N-P-K), incorporado no sulco de plantio via semeadora, regulada para sete centímetros de profundidade.

A adubação de cobertura foi realizada no estágio V4 da planta, utilizando 40 kg ha⁻¹ de K₂O, e 20 kg ha⁻¹ de N, aplicados manualmente a lanço. No tratamento de sementes foram utilizados os princípios ativos imidacloprid + tiodicarb (150 + 450 g L⁻¹, respectivamente - CROPSTAR®) na dose de 1,5 L-p.c. 100kg de sementes⁻¹. O tratamento foi adicionado à face interna de saco plástico contendo as sementes de cada cultivar, estes foram inflados com ar e agitados vigorosamente durante dois minutos, visando a uniformização do tratamento sobre toda a massa de sementes.

Nas aplicações do tratamento, foi utilizado pulverizador costal pressurizado (CO₂) provido de uma barra dotada de seis bicos espaçados 0,5 m entre si. As pulverizações foram realizadas ao final do período vespertino. A pressão regulada na barra foi de 350 KPa e o volume de calda ajustado para 200 L ha⁻¹, com pontas de pulverização LD-100-02.

Para controle de pragas, foram feitas duas aplicações de metomil (215 g L⁻¹ - LANNATE®) na dose de 0,6 L-p.c. ha⁻¹, e para controle de plantas daninhas foi feita uma aplicação de atrazina (500 g L⁻¹ – ATRAZINA NORSTOX 500 SC®) na dose de 5,0 L-p.c ha⁻¹ e duas capinas manuais em cada época.

Para efeito das avaliações foi considerada como área útil as três linhas centrais de cada parcela, descartando-se 0,5 metros das extremidades, e duas linhas de bordadura de ambos os lados da parcela.

Foram realizadas quatro avaliações de severidade das doenças foliares ocorrentes na primeira época sendo: aos 48, 62, 79 e 110 dias após a emergência (DAE) e duas para segunda época sendo: aos 106 e 122 DAE, avaliando 10 plantas por parcela. As médias de severidade para ferrugem e mancha alvo foram obtidas com o auxílio da escala diagramática apresentada por Agrocerec (1996). As notas de severidade de cada doença nesta escala variam de 1 a 9 de acordo com a percentagem de área foliar afetada, em que: 1 (0%), 2 (1%), 3 (>1% e <10%), 4 (>10% e <20%), 5 (>20% e <30%), 6

(>30% e <40%), 7 (>40% e <60%), 8 (>60% e <80%) e 9 (>80%). Já para helmintosporiose, cercosporiose e antracnose, utilizou-se a escala diagramática da Embrapa (2012c), sendo, 1 = ausência de sintomas ou apenas poucas lesões nas folhas inferiores da planta, 2 = até 25% das folhas com lesões, 3 = 26 a 50% das folhas com lesões, 4 = 51 a 75% das folhas com lesões, 5 = 76 a 100% das folhas com lesões.

Para correta identificação das doenças ocorrentes, logo após a primeira constatação, amostras de tecido doente das plantas, foram coletadas e levadas para o Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, onde foram deixadas em câmara úmida por 24 horas, posteriormente observadas as estruturas dos patógenos em microscópios estereoscópicos e ópticos, e comparadas à literatura.

A colheita do ensaio da primeira época ocorreu aos 120 DAE e da segunda época aos 126 DAE. Antes da colheita, foi contabilizado o estande de plantas da área útil de cada parcela, totalizando 12 metros lineares por parcela. Trinta plantas da área útil de cada parcela foram colhidas para avaliação da biomassa verde, através da pesagem da planta inteira (colmo, folha e panícula), e transformados os dados para biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$), pela equação:

$$\text{Biomassa verde por hectare} = BVH_{(t\ ha^{-1})} = \left(\frac{MTA}{30} \times EST\right) / 1000$$

$$\text{Estande de plantas por hectare} = EST = \frac{NPAU}{12} \times MLH$$

MTA = Massa total aferida da parcela ($kg\ parcela^{-1}$)

EST = Estande de plantas por hectare

NPAU = número de plantas da área útil da parcela

MLH = metros lineares em uma hectare = 22.222,2222 metro lineares

Os colmos colhidos foram desfolhados e passados três vezes em moenda para extração e medição do volume de caldo por parcela. Os dados foram transformados para volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$), pela equação:

$$\text{Volume de caldo por hectare} = VCH_{(L\ ha^{-1})} = \left(\frac{VCP}{30}\right) \times EST$$

VCP = volume de caldo da parcela ($L\ parcela^{-1}$)

EST = Estande de plantas por hectare

O teor de sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) foi medido em refratômetro digital de leitura automática (INSTRUTEMP®, modelo ITREFD 65), fazendo-se três repetições por parcela, corrigindo os dados observados para temperatura a 20°C. Antes da colheita foram medidas a altura, AP (m), e o diâmetro do colmo, DC (mm), de dez

plantas por parcela. A altura das plantas foi medida como a distância, em metros, da base dos colmos rente ao solo até a extremidade das panículas, com fita métrica. O diâmetro de colmo foi medido, em milímetros, na base do solo, com a utilização de um paquímetro digital.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software de análises estatísticas SANEST, e quando significativos foram realizados os testes de médias, aplicando o teste de Tukey ($p < 0.05$), somente entre os tratamentos. Foi realizada análise de correlação entre os dados de severidade de doença e as características de diâmetro de colmo, altura de planta, volume de caldo por hectare, biomassa verde por hectare e sólidos solúveis totais.

3.2 Com e sem aplicação de fungicida

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa, situada sob a latitude 22° 14' 02"S, longitude 54° 59' 14"O, e altitude de 406 m. Os dados climáticos mensais durante a condução dos ensaios podem ser consultados na Figura 01.

Foram avaliadas duas cultivares de sorgo sacarino (BRS 506 e BRS 511), do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, semeadas em 02 de março de 2015. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema fatorial 2x2 (cultivar x tratamento). Os tratamentos constituíram da aplicação de protioconazol + trifloxistrobina (175 + 150 g.L⁻¹, respectivamente - FOX®) na dose 0,5 L ha⁻¹ do produto comercial (p.c.) nos seguintes esquemas: com aplicação, sendo a primeira aos 45 DAE seguidas de mais 4 aplicações a cada 14 dias; e sem aplicação do fungicida.

As parcelas foram constituídas de sete linhas de cinco metros, espaçadas 0,45 m entre linhas. O preparo do solo foi realizado convencionalmente, com duas gradagens e uma nivelagem, antes da instalação do ensaio. A semeadura foi realizada mecanicamente, com semeadora de arrasto contendo sete linhas, regulada sua profundidade de semeadura a 3 cm de profundidade e distribuição de 10 sementes por metro linear, e na adubação foram utilizados 240 kg ha⁻¹ do formulado 4-20-20 (N-P-K), incorporado no sulco de plantio via semeadora, regulada para sete centímetros de profundidade.

A adubação de cobertura foi realizada no estádio V4 da planta, utilizando 40 kg ha⁻¹ de K₂O, e 20 kg ha⁻¹ de N, aplicados manualmente a lanço. No tratamento de sementes foram utilizados os princípios ativos imidacloprid + tiodicarb (150 + 450 g L⁻¹, respectivamente - CROPSTAR®) na dose de 1,5 L-p.c. 100kg de sementes⁻¹, o tratamento foi adicionado à face interna de saco plástico contendo as sementes de cada cultivar, estes foram inflados com ar e agitados vigorosamente durante dois minutos, visando a uniformização do tratamento sobre toda a massa de sementes.

Nas aplicações do tratamento, foi utilizado o pulverizador costal pressurizado (CO₂) provido de uma barra dotada de seis bicos espaçados 0,5 m entre si. As pulverizações foram realizadas ao final do período vespertino. A pressão regulada na barra foi de 350 KPa e o volume de calda ajustado para 200 L ha⁻¹, com pontas de pulverização LD-100-02.

Para controle de pragas, foram feitas duas aplicações de metomil (215 g L⁻¹ - LANNATE®) na dose de 0,6 L-p.c. ha⁻¹, e para controle de plantas daninhas foi feita uma aplicação de atrazina (500 g L⁻¹ – ATRAZINA NORSTOX 500 SC®) na dose de 5,0 L-p.c ha⁻¹ e duas capinas manuais.

Para efeito das avaliações foi considerada como área útil as três linhas centrais de cada parcela, descartando-se 0,5 metros das extremidades, e duas linhas de bordadura de ambos os lados da parcela.

Foram realizadas duas avaliações de intensidade de doenças, a primeira aos 106 e a segunda aos 122 DAE, avaliando-se 10 plantas por parcela. As médias de severidade para ferrugem e mancha alvo foram obtidas com o auxílio da escala diagramática apresentada por Agrocerec (1996). As notas de severidade de cada doença nesta escala variam de 1 a 9 de acordo com a percentagem de área foliar afetada, em que: 1 (0%), 2 (1%), 3 (>1% e <10%), 4 (>10% e <20%), 5 (>20% e <30%), 6 (>30% e <40%), 7 (>40% e <60%), 8 (>60% e <80%) e 9 (>80%). Já para helmintosporiose, cercosporiose e antracnose, utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012c), sendo, 1 = ausência de sintomas ou apenas poucas lesões nas folhas inferiores da planta, 2 = até 25% das folhas com lesões, 3 = 26 a 50% das folhas com lesões, 4 = 51 a 75% das folhas com lesões, 5 = 76 a 100% das folhas com lesões.

A colheita do ensaio ocorreu aos 126 DAE. Antes da colheita foi contabilizado o estande de plantas da área útil de cada parcela, totalizando 12 metros lineares por parcela. Trinta plantas da área útil de cada parcela foram colhidas para avaliação da biomassa verde, através da pesagem da planta inteira (colmo, folha e

panícula), e transformado os dados para biomassa verde por hectare, BVH ($t\ ha^{-1}$), através da equação:

$$\text{Biomassa verde por hectare} = BVH_{(t\ ha^{-1})} = \left(\frac{MTA}{30} \times EST \right) / 1000$$

$$\text{Estande de plantas por hectare} = EST = \left(\frac{NPAU}{12} \right) \times MLH$$

MTA = Massa total aferida da parcela ($kg\ parcela^{-1}$)

EST = Estande de plantas por hectare

NPAU = número de plantas da área útil da parcela

MLH = metros lineares em uma hectare = 22.222,22222 metro lineares

Os colmos colhidos foram desfolhados e passados três vezes em moenda para extração e medição do volume de caldo por parcela; os dados foram transformados para volume de caldo por hectare, VCH ($L\ ha^{-1}$), através da equação:

$$\text{Volume de caldo por hectare} = VCH_{(L\ ha^{-1})} = \left(\frac{VCP}{30} \right) \times EST$$

VCP = volume de caldo da parcela ($L\ parcela^{-1}$)

EST = Estande de plantas por hectare

O teor de sólidos solúveis totais, SST ($^{\circ}BRIX$) foi medido em refratômetro digital de leitura automática (INSTRUTEMP®, modelo ITREFD 65), fazendo-se três repetições por parcela, corrigindo os dados observados para temperatura a $20^{\circ}C$. Antes da colheita foram medidas a altura, AP (m), e o diâmetro do colmo, DC (mm), de dez plantas por parcela. A altura das plantas foi medida como a distância, em metros, da base dos colmos rente ao solo até a extremidade das panículas, com fita métrica. O diâmetro de colmo foi medido, em milímetros, na base do solo, com a utilização de um paquímetro digital.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software de análises estatísticas SANEST, e quando significativos as médias foram comparada ao próprio teste F ($p < 0.05$). Foi realizada análise de correlação entre os dados de severidade de doença e as características de diâmetro de colmo, altura de planta, volume de caldo por hectare, biomassa verde por hectare e sólidos solúveis totais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diferentes números de aplicação de fungicida

4.1.1 Ensaio safra

A emergência das plântulas começou a ocorrer aos 5 dias após a semeadura (DAS), com estabilização do estande de plantas aos 13 DAS. O estande final foi contabilizado em 159.333 plantas ha⁻¹, ou seja 7,17 plantas m⁻¹ linear.

Durante o período de condução do ensaio a temperatura média foi de 25,14°C, com a precipitação pluviométrica acumulada no período de 569,80mm. A precipitação pluviométrica acumulada e temperatura média dos últimos trinta dias anteriores à instalação do ensaio foram 189,20 mm e 24,44°C, respectivamente.

Entre os 24 e 58 dias após a emergência (DAE) (23/12/2014 a 26/01/2015), houve deficiência hídrica no ensaio devido à falta de precipitação pluviométrica ocorrida nesse período, com saldo acumulado de apenas 37,7 mm em 35 dias.

Foram observados seis patógenos causadores de doenças no limbo foliar, e um de panícula. As doenças ocorrentes nesse ensaio foram a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*), mancha alvo (*Bipolaris sorghicola*), míldio (*Peronosclerospora sorghi*), ferrugem (*Puccinia purpurea*) e a doença açucarada ou ergot (*Claviceps africana*), isso condiz com as observações de Silva et al. (2012a) e Cota et al. (2009), que também relataram essas doenças em sorgo sacarino no Brasil. Neste ensaio, somente foram quantificadas a helmintosporiose, antracnose, cercosporiose e a mancha alvo. O Quadro 1 apresenta o resumo da análise de variância para as doenças foliares avaliadas.

No que diz respeito ao míldio, somente foi observada sua ocorrência na cultivar BRS 511, e em todo o seu desenvolvimento, com incidência média, de três avaliações, na ordem de 10% das plantas. Já no que se refere à ferrugem, essa somente foi relatada posteriormente a colheita do ensaio, em plantas remanescentes das bordaduras das parcelas. Esse relato tardio da doença pode estar relacionado às altas temperaturas e períodos de escassez hídrica, durante a condução do ensaio visto que o

patógeno é favorecido por temperaturas amenas, elevada umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas finas e orvalho (SILVA et al., 2012b). A doença açucarada foi presente logo após a emissão da panícula, porém não avaliada.

QUADRO 1. Resumo da análise de variância dos dados de severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER) e mancha alvo (MAA), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, sob três intensidades de tratamentos fungicida e uma testemunha sem aplicação, UFGD-Dourados, MS, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		HEL	ANT	CER	MAA
62 DAE					
CULTIVAR	1	1,531250*	-	-	-
Nº DE APLICAÇÕES	3	0,114583 ^{NS}	-	-	-
CULTIVAR X Nº DE APLICAÇÕES	3	0,114583 ^{NS}	-	-	-
RESIDUO	24	0,177083	-	-	-
CV (%)		24,48	-	-	-
79 DAE					
CULTIVAR	1	8,000000*	1,280000*	5,120000*	-
Nº DE APLICAÇÕES	3	0,000000 ^{NS}	0,173333 ^{NS}	0,065417 ^{NS}	-
CULTIVAR X Nº DE APLICAÇÕES	3	0,000000 ^{NS}	0,141667 ^{NS}	0,252500 ^{NS}	-
RESIDUO	24	0,000000	0,199583	0,167292	-
CV (%)		0,00	23,36	20,78	-
110 DAE					
CULTIVAR	1	0,031250 ^{NS}	0,525313*	0,125000 ^{NS}	7,702812*
Nº DE APLICAÇÕES	3	0,031250 ^{NS}	0,153646 ^{NS}	1,083333*	1,001146*
CULTIVAR X Nº DE APLICAÇÕES	3	0,031250 ^{NS}	0,056146 ^{NS}	0,041667 ^{NS}	0,576146*
RESIDUO	24	0,031250	0,105938	0,166667	0,186979
CV (%)		8,98	15,95	29,69	15,92

^{NS} = não significativo; * significativo a 5% ao teste de F; - doença não relatada na data de avaliação.

O efeito do fator cultivar foi significativamente importante no controle de todas as doenças ocorrentes neste ensaio. O número de aplicações foi significativo para cercosporiose e mancha alvo aos 110 DAE. A interação significativa dos fatores estudados foi observada somente aos 110 DAE para mancha alvo.

A helmintosporiose foi a primeira doença ocorrente, e em ambas as cultivares simultaneamente. Silva et al. (2014) relatam que essa doença pode apresentar sintomas logo aos 35 DAE, e comentam que a fase da cultura em que a helmintosporiose ocorre com maior severidade é a fase vegetativa. Essa doença pode ter se favorecido das temperaturas mais amenas e pela alta precipitação pluviométrica durante os 23 dias iniciais após a emergência, com saldo acumulado de 113,8 mm e 24,17°C, visto que a doença é favorecida por temperaturas entre 18 e 27°C e pela ocorrência de chuvas. Na primeira avaliação aos 48 DAE e na segunda aos 62 DAE foi

observado somente a helmintosporiose. Não houve efeito estatístico do número de aplicações do fungicida na quantidade da doença em nenhuma das avaliações para este ensaio, talvez devido a primeira aplicação ter ocorrido após o estabelecimento da doença, mesmo que esta, quando detectada, apresentasse com baixa severidade. Silva et al. (2014) comentam que aplicações entre 40-45 DAE tendem a ser mais eficientes no controle desta doença que as aplicações mais tardias, quando a doença já atingiu seu potencial, contudo para esse ensaio a aplicação aos 45 DAE não proporcionou efeito significativo. A falta de resultados significativos da aplicação aos 45 DAE pode estar relacionada a fatores climáticos (estresse hídrico) em que se encontravam as plantas no momento de aplicação. Já no que se refere às aplicações aos 66 e 87 DAE, essas aplicações não surtiram efeito, mesmo estas aplicados em estágio de turgidez normal da planta.

Aos 48 DAE, a helmintosporiose ocorreu de forma homogênea entre as cultivares, não havendo diferenças significativas. Aos 62 e 79 DAE, houve efeito de cultivares, sendo que a cultivar BRS 511 apresentou intensidade da doença inferior à BRS 506, nas duas avaliações. Aos 110 DAE, não houve efeito significativo das cultivares na quantidade da doença, igualando-se as duas cultivares (Quadro 2). Mourão et al. (2012) afirmam que existe diferença significativa entre os genótipos de sorgo sacarino quanto à resistência a helmintosporiose, corroborando com este trabalho, nesta época de ensaio. A resistência genética a ser considerada não se trata da resistência total da planta à doença, e sim no atraso do estabelecimento da maior severidade da doença à planta, que para esse ensaio, nesta época de semeadura, demonstrou a cultivar BRS 511.

A primeira ocorrência da antracnose foi relatada somente na avaliação dos 79 DAE, em folhas mais velhas do terço inferior das plantas, após início da emissão das panículas, que ocorreu aos 65 DAE. Ferreira et al. (1986) e Silva et al. (2012b) afirmam que a partir do florescimento, a antracnose passa a ter maior importância em cultivares suscetíveis. Houve efeito significativo somente entre as cultivares. No primeiro relato, a cultivar BRS 506 obteve menor severidade da doença. Na avaliação dos 110 DAE a cultivar BRS 511 foi menos suscetível a doença (Quadro 2).

A respeito dos tratamentos com fungicida, Moura et al. (2012) concluíram, em seu trabalho, que duas (40 e 55 DAE) e três (40, 55 e 60 DAE) aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina foram suficientes para o controle efetivo da doença nas cultivares BRS 310 e BRS 304, respectivamente, não sendo observado o mesmo nas condições deste ensaio para as cultivares BRS 506 e BRS 511.

QUADRO 2. Severidade da helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT) e cercosporiose (CER) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 em três diferentes datas de avaliação, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	DOENÇA		
	HEL	ANT	CER
62 DAE			
506	1,937b	*	*
511	1,500a	*	*
79 DAE			
506	2,000b	1,712a	1,568a
511	1,000a	2,112b	2,368b
110DAE			
506	1,937a	2,168b	1,312a
511	2,000a	1,912a	1,437a

Médias seguidas da mesma letra minúscula dentro da mesma data na coluna, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade respectivamente; *doença não relatada na data de avaliação; para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5.

A ocorrência da cercosporiose somente foi observada na avaliação aos 79 DAE, sendo as cultivares significativamente diferentes neste primeiro relato, demonstrando a cultivar BRS 506 menos suscetível a cercosporiose (Quadro 2). Na avaliação dos 110 DAE houve efeito do tratamento. Quando as cultivares tratadas com epoxiconazol + piraclostrobina, a quantidade da doença foi inferior com o maior número de aplicações quando comparada a sem tratamento. Três aplicações (45, 66 e 87 DAE) foram mais eficientes na diminuição da cercosporiose comparada com uma (45 DAE) (Quadro 3). Pinto (2003), trabalhando com diferentes fungicidas no controle da doença açucarada, também relatou eficiência dos fungicidas tebuconazol, fenarimol e thiabendazol, aplicados três vezes, com intervalos de quatro dias, sendo a primeira após a antese, no controle da cercosporiose.

A mancha alvo somente foi observada na avaliação dos 110 DAE. Houve efeito significativo da interação entre as cultivares e os tratamentos. A cultivar BRS 506, quando não tratada com fungicida, diferiu-se da BRS 511 mostrando-se mais suscetível à doença neste ensaio. Porém a aplicação de fungicida em uma única vez aos 45 DAE foi eficiente no controle da doença, igualando-se as demais aplicações. O número de aplicações, não foi relevante na redução da doença mesmo que esta seja detectada somente aos 110 DAE, uma vez que duas ou três aplicações, não resultaram em incremento na redução da doença quando comparada com uma única aplicação aos

45 DAE para cultivar BRS 506. Para cultivar BRS 511, mais resistente, não houve efeito da aplicação de fungicida (Quadro 4).

QUADRO 3. Severidade da helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

DOENÇA	NÚMERO DE APLICAÇÕES			
	SEM APLICAÇÃO	1	2	3
110 DAE				
HEL	2,000a	2,000a	1,875a	2,000a
ANT	2,200a	2,037a	2,062a	1,862a
CER	1,750c	1,625bc	1,125ba	1,000a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5.

QUADRO 4. Severidade da mancha alvo (MAA) aos 110 DAE em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	NÚMERO DE APLICAÇÕES			
	SEM APLICAÇÃO	1	2	3
110 DAE				
506	4,000Bb	2,950Aa	3,125Aa	2,750Ab
511	2,250Aa	2,350Aa	2,500Aa	1,800Aa

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de F e Tukey a 5% de probabilidade respectivamente. Para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5. Para mancha alvo, utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agroceres (1996), notas de 1 a 9.

Para as características agronômicas estudadas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos utilizados, somente havendo diferenças na altura de planta e biomassa verde por hectare entre as cultivares. No Quadro 5 apresenta-se o resumo da análise variância para os características agronômicas.

A cultivar BRS 511 apresentou maior altura de planta e maior quantidade de biomassa quando comparada a cultivar BRS 506. Esses dados estão de acordo com Embrapa (2012a,b), empresa responsável pelas cultivares, que também relatam maiores altura de planta e biomassa verde para cultivar BRS 511. Não houve efeito significativo no volume de caldo e no teor de sólidos solúveis totais (Quadro 6).

Silva et. al. (2014), avaliando dez produtos comerciais, com nove princípios ativos puros ou em misturas no controle de helmintosporiose na cultivar de sorgo sacarino CMSXS 633, não observaram efeito da aplicação de fungicidas, épocas de aplicação ou de sua interação nos valores de biomassa verde e volume de caldo na condução dos trabalhos por eles realizados.

QUADRO 5. Resumo da Análise de Variância para diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹); sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		DC	AP	BVH	VCH	SST
CULTIVAR	1	0,705078 ^{NS}	0,803278*	967,450078*	10421313.031878 ^{NS}	0,976503 ^{NS}
TRATAMENTO	3	0,615186 ^{NS}	0,005103 ^{NS}	44,215578 ^{NS}	8584097.396670 ^{NS}	0,578511 ^{NS}
CULTIVAR X TRATAMENTO	3	0,100886 ^{NS}	0,009486 ^{NS}	35,070453 ^{NS}	1534450.821453 ^{NS}	0,191453 ^{NS}
RESIDUO	24	0,421457 ^{NS}	0,011134 ^{NS}	55,431609 ^{NS}	4278408.657514 ^{NS}	0,334776 ^{NS}
CV (%)		4,07	4,29	14,08	27,50	3,03

^{NS} = não significativo; * significativo a 5% ao teste de F.

Na análise de correlação, entre a severidade das doenças ocorrentes e as características agrônômicas estudadas, foram encontrados coeficientes significativos de correlação, negativo e positivo (Quadro 7). Todas as doenças apresentaram pelo menos um tipo de correlação para cada avaliação. Na maioria das vezes essa correlação foi negativa, com isso pode-se inferir a diminuição dos fatores estudados quando da presença de doenças, mostrando que o controle, pode ser de grande importância para que a planta possa expressar seu máximo potencial produtivo.

QUADRO 6. Diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	CARACTERÍSTICA AGRONÔMICA				
	DC	AP	BVH	VCH	SST
506	15,800a	2,302b	47,386b	6951,184a	19,263a
511	16,097a	2,619a	58,383a	8092,527a	18,913a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

A severidade da helmintosporiose correlacionou-se de forma negativa nas avaliações aos 62 e 79 DAE para altura de planta e biomassa verde por hectare, demonstrando diminuição destas características quando da ocorrência da doença. Houve também, para mesma doença, uma correlação positiva no diâmetro do colmo para a avaliação aos 110 DAE. A correlação negativa sobre a biomassa verde pode ser refletida pela diminuição da altura da planta por essa doença. A biomassa é de grande importância para indústria processadora do sorgo, visto que esse material é matéria prima na cogeração de energia.

QUADRO 7. Análise de correlação da severidade das doenças ocorrentes ente diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) de duas cultivares BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016

DOENÇA	CARACTERÍSTICA AGRONÔMICA				
	DC	AP	BVH	VC	SST
HELMINTOSPORIOSE 62 DAE	0.0787813 ^{NS}	-0.5816391*	-0.4817409*	-0.4817409 ^{NS}	0.2723321 ^{NS}
HELMINTOSPORIOSE 79 DAE	-0.2331726 ^{NS}	-0.8490580*	-0.6176866*	-0.2695241 ^{NS}	0.2916340 ^{NS}
ANTRACNOSE 79 DAE	0.4543298*	0.1597473 ^{NS}	0.0791189 ^{NS}	-0.0331509 ^{NS}	-0.2643565 ^{NS}
CERCOSPORIOSE 79 DAE	0.1713603 ^{NS}	0.6119977*	0.3122471 ^{NS}	0.1509029 ^{NS}	-0.3333652 ^{NS}
HELMINTOSPORIOSE 110 DAE	0.3693290*	0.0971519 ^{NS}	0.1015829 ^{NS}	-0.0918741 ^{NS}	-0.1087148 ^{NS}
ANTRACNOSE 110 DAE	0.2771709 ^{NS}	-0.6396119 ^{NS}	-0.5899080*	-0.4066256*	0.0624681 ^{NS}
CERCOSPORIOSE 110 DAE	0.2161039 ^{NS}	0.0825882 ^{NS}	0.0900899 ^{NS}	-0.1071161 ^{NS}	-0.3502239*
MANCHA ALVO 110 DAE	0.0833319 ^{NS}	-0.7616789*	-0.6208037*	-0.4072753*	0.1201176 ^{NS}

^{NS} = Coeficientes não significativos; * Coeficientes significativos a 5% de probabilidade

A severidade da antracnose aos 79 DAE correlacionou-se positivamente com o diâmetro do colmo, contudo aos 110 DAE o efeito da correlação foi negativo para biomassa verde e volume de caldo. Segundo Mourão et al. (2012), existe correlação negativa entre a severidade da antracnose e teor de açúcares em sorgo sacarino, porém não foi observada essa correlação nas condições deste ensaio. Assim como a biomassa, o volume de caldo é importante na indústria de etanol, pois a maior extração deste produto resultara no maior rendimento industrial.

Para cercosporiose aos 79 DAE, houve correlação positiva com altura de planta, e aos 110 DAE correlacionou-se negativamente ao teor de sólidos solúveis totais. Um dos principais atributos para que se possa aferir a qualidade de plantas produtoras de biocombustíveis é o teor de sólidos solúveis totais contidos no caldo.

A mancha alvo teve forte correlação negativa na altura de planta, biomassa verde por hectare e volume de caldo hectare. Essa doença, mesmo sendo observada somente aos 110 DAE, mostrou-se correlacionada com redução na qualidade da planta e o seu máximo rendimento.

As doenças ocorrentes neste ensaio podem ter interferido negativamente, nas características agronômicas estudadas, e evidenciam perdas na qualidade da planta. Os prejuízos causados pelas doenças vão além das perdas na qualidade e na quantidade de biomassa verde, podendo afetar os atributos desde o diâmetro do colmo até o teor de sólidos solúveis totais que é importante indicador de qualidade para indústria processadora. Segundo Mourão et al. (2012), as doenças podem causar reduções da área fotossintética com consequente perda na produção de grãos, forragem e de açúcares no colmo e, portanto, produtores e pesquisadores devem considerar que, para osorgo sacarino atingir o máximo de seu potencial produtivo, o manejo adequado da cultura que resulte em redução de doenças deverá ser prioritário.

4.1.2 Ensaio safrinha

A emergência das plântulas começou a ocorrer aos 6 dias após a semeadura (DAS), com estabilização do estande de plantas aos 11 DAS. O estande final foi contabilizado em 114.000 planta ha⁻¹, ou seja 5,13 plantas por metro linear.

Durante o período de condução do ensaio, a temperatura média foi de 21,12°C, com a precipitação pluviométrica acumulada no período de 611,4mm. A precipitação pluviométrica acumulada e temperatura média dos últimos trinta dias anteriores à instalação do ensaio foram de 185,20 mm e 25,20°C, respectivamente.

As condições climáticas para o desenvolvimento deste ensaio foram melhores que as relatadas nas condições de safra. Não houve um grande período de déficit hídrico, e as temperaturas foram mais amenas, o que pode ter favorecido a presença da ferrugem no ensaio.

Foram observadas as mesmas doenças ocorrentes no primeiro ensaio (safra). Para efeito da análise estatística foi acrescentada a ferrugem, que foi ocorrente durante as avaliações neste ensaio. Míldio e a doença açucarada também foram presentes, e na mesma incidência de severidade do ensaio de safra. No Quadro 8, apresenta-se o resumo da análise de variância para as doenças foliares avaliadas neste ensaio.

Na análise de variância para intensidade de doenças, foi possível constatar efeito de cultivares apenas para a mancha alvo, na primeira e segunda avaliação (106 e 122 DAE). O efeito do número de aplicações de fungicida foi constatado para todas as doenças nas duas avaliações, nas condições deste ensaio, corroborando com as análises visuais das parcelas, pois quando utilizado o fungicida, mesmo que apenas uma única aplicação, o efeito visual da parcela foi de melhor aparência (Figura 2). O efeito da interação cultivar x fungicida somente foi observada, na segunda avaliação, para helmintosporiose e ferrugem.

QUADRO 8. Resumo da análise de variância dos dados de severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, sob três intensidades de tratamentos fungicida e uma testemunha sem aplicação, UFGD-Dourados, MS, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		HEL	ANT	CER	MAA	FER
106 DAE						
CULTIVAR	1	0.0028125 ^{NS}	0.0050000 ^{NS}	0.0028103 ^{NS}	4.9612511 [*]	0.3003104 ^{NS}
Nº DE APLICAÇÕES	3	0.1136458 [*]	0.5587499 [*]	4.6361450 [*]	2.2625000 [*]	9.3211454 [*]
CULTIVAR X Nº APLICAÇÕES	3	0.0019792 ^{NS}	0.0541666 ^{NS}	0.0378133 ^{NS}	0.1270833 ^{NS}	0.2328131 ^{NS}
RESIDUO	24	0.0132292	0.0239583	0.1367709	0.1045833	0.4115626
CV (%)		9,66	11,10	19,56	14,53	29,88
122 DAE						
CULTIVAR	1	0.0078109 ^{NS}	0.0112545 ^{NS}	0.0112518 ^{NS}	8.8199986 [*]	0.0153077 ^{NS}
Nº DE APLICAÇÕES	3	0.7853120 [*]	0.6845848 [*]	4.9412506 [*]	1.2645830 [*]	32.6336436 [*]
CULTIVAR X Nº APLICAÇÕES	3	0.1094797 [*]	0.0879151 ^{NS}	0.0645827 ^{NS}	0.0733339 ^{NS}	0.9894809 [*]
RESIDUO	24	0.0278126	0.0437498	0.0620832	0.0822917	0.2928127
CV (%)		12,38	14,36	13,79	12,57	21,35

^{NS} = não significativo; ^{*} significativo a 5% ao teste de F.

A helmintosporiose foi ocorrente, e em ambas as cultivares simultaneamente. Não houve efeito estatístico das cultivares na quantidade da doença em nenhuma das avaliações, nas condições deste ensaio. As aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina foram eficientes na redução da doença. Uma única aplicação aos 45 DAE obteve diminuição na quantidade da doença, igualando estatisticamente a duas (45 + 66 DAE) e três (45 + 66 + 87 DAE). Silva et al. (2014), trabalhando com epoxiconazol + piraclostrobina no controle da helmintosporiose na cultura do sorgo, relatam que o princípio ativo piraclostrobina, puro ou nas misturas com o epoxiconazol, chama a atenção quanto à eficiência, já que para o epoxiconazol isoladamente não se observou a mesma eficiência que suas misturas.

O fato de a aplicação ter apresentado resultado no ensaio de safrinha e não no de safra pode estar relacionado às condições do clima e da planta. A primeira aplicação do fungicida neste ensaio ocorreu com a planta em estado de turgidez normal, sem apresentação visual de qualquer estresse climático. Contudo, podemos inferir que com apenas uma aplicação aos 45 DAE há diminuição significativa na quantidade da doença a campo na condição em que este ensaio foi tratado (Quadro 9). Silva et al. (2014) comentam que aplicações entre 40-45 DAE tendem a ser mais eficientes no controle que as aplicações mais tardias, quando a doença já atingiu seu potencial.



FIGURA 2. (A) parcela que recebeu o tratamento fungicida, imagem fotografada aos 122 DAE; (B) parcela sem tratamento fungicida, imagem fotografada aos 122 DAE.

Na interação significativa entre os fatores cultivar x tratamentos, na avaliação aos 122 DAE, foi constatada diferença entre as cultivares quando não tratadas, demonstrando a cultivar BRS 511 com maior quantidade da doença comparada a BRS 506. Contudo uma única aplicação foi suficiente para que essa diferença não fosse detectada (Quadro 10).

Para a antracnose, foi observado diferenças significativas apenas entre os tratamentos nas duas avaliações (Quadro 9). Na primeira avaliação, aos 106 DAE, uma única aplicação aos 45 DAE de epoxiconazol + piraclostrobina, foi eficiente na redução da doença, notando-se uma menor severidade de antracnose quando comparada com a testemunha (sem aplicação), e igualando-se a duas (45 + 66 DAE) e três (45 + 66 + 87 DAE) aplicações do fungicida. Já na segunda avaliação, observou-se maior controle da

doença à medida que se aumentou o número de aplicações quando comparada a testemunha sem aplicação, o que está de acordo com a afirmação de Costa et al. (2009), que comentam que no caso de ocorrência de antracnose, poderá ser necessário um maior número de aplicações, já que ela é mais severa a partir da fase reprodutiva do sorgo e que o período residual dos fungicidas dos grupos triazóis e estrobilurinas está em torno de 20 dias, de modo que aplicações aos 45 DAE podem diminuir o inóculo inicial de *C. sublineolum*, porém a cultura ficaria desprotegida na fase de florescimento.

QUADRO 9. Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT), cercosporiose (CER), mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

DOENÇA	NÚMERO DE APLICAÇÕES			
	SEM APLICAÇÃO	1	2	3
106 DAE				
HEL	1,350b	1,212ab	1,112a	1,087a
ANT	1,775b	1,362a	1,250a	1,187a
CER	2,962c	1,900b	1,400ab	1,300a
MAA	2,962c	2,265b	1,875ab	1,800a
FER	3,687b	2,050a	1,612a	1,237a
122 DAE				
ANT	1,825c	1,550bc	1,275ab	1,175a
CER	2,850c	1,975b	1,200a	1,200a
MAA	2,650b	2,600b	1,925a	1,950a
FER	5,487c	2,187b	1,225a	1,237a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5. Para mancha alvo, utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocere (1996), notas de 1 a 9.

QUADRO 10. Severidade da helmintosporiose (HEL) aos 122 DAE em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	NÚMERO DE APLICAÇÕES			
	SEM APLICAÇÃO	1	2	3
HEL – 122 DAE				
506	1,625Ab	1,275Aa	1,250Aa	1,175Aa
511	2,000Bb	1,225Aa	1,100Aa	1,125Aa

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de F e Tukey a 5% de probabilidade respectivamente. Para helmintosporiose (HEL), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5.

Para cercosporiose, foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre a doença nas duas avaliações. Pode-se observar que, à medida que foi aumentando o número de tratamentos, houve uma diminuição na quantidade da doença nas condições estudadas, podendo-se inferir que o controle da cercosporiose e a obtenção dos melhores resultados quanto à severidade da doença podem ser obtidos com duas (45 e 66 DAE) e três (45 + 66 + 87 DAE) aplicações dos fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina. Uma única aplicação aos 45 DAE diferiu-se da sem tratamento, porém com resultados inferiores as demais aplicações (Quadro 9).

Para mancha alvo, foi detectado efeito significativo entre as cultivares e os tratamentos nas duas avaliações nas condições do ensaio. Para o fator cultivar foi observada maior quantidade da doença na cultivar BRS 506 nas duas avaliações (Quadro 11). Quanto ao fator tratamento foi observado que duas aplicações (45 + 66 DAE) de epoxiconazol + piraclostrobina foi o suficiente para se obter os mesmos resultados de três (45 + 66 + 87 DAE) aplicações. Uma única aplicação diferiu-se apenas na primeira avaliação, mostrando-se estatisticamente igual a sem tratamento na segunda avaliação (Quadro 9).

Para ferrugem, houve efeito significativo entre os tratamentos nas duas avaliações e interação dos fatores cultivar x tratamentos para a avaliação aos 122 DAE. Na primeira avaliação, para uma (45 DAE), duas (45 + 66 DAE) e três (45 + 66 + 87 DAE) aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina, nota-se uma menor severidade da doença quando comparada com a testemunha (sem aplicação), não havendo diferença entre as aplicações com fungicidas (Quadro 9). Na segunda avaliação, para o efeito do número de aplicações do fungicida também se observou diferenças, duas e três aplicações do fungicida apresentaram melhores resultados na cultivar BRS 506 aos demais tratamentos, já na cultivar BRS 511 apenas uma aplicação aos 45 DAE foi suficiente para diminuição da doença. Quanto as cultivares, sem tratamento foram observadas maiores quantidades da doença na cultivar BRS 511, bastando-se apenas uma aplicação para que se tornassem significativamente semelhantes. Ambas as cultivares quando não tratadas apresentaram maior quantidade da doença em relação a qualquer tratamento fungicida (Quadro 12).

Na análise de variância para características agronômicas, foi possível constatar diferenças significativas para o diâmetro de colmo e altura de planta entre as cultivares e sólidos solúveis totais entre os tratamentos. Assim, pode-se inferir que há diferença de comportamento agrônomo entre os genótipos avaliados e os tratamentos

podem interferir nos teores de açúcares finais. O efeito da interação cultivar x fungicida não foi constatado (Quadro 13).

QUADRO 11. Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 em duas avaliações, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	DOENÇA				
	HEL	ANT	CER	MAA	FER
106 DAE					
506	1,200a	1,381a	1,900a	2,618b	2,243a
511	1,181a	1,406a	1,881a	1,831a	2,050a
122 DAE					
506	1,331a	1,437a	1,787a	2,806b	*
511	1,362a	1,475a	1,825a	1,756a	*

Médias seguidas da mesma letra minúscula dentro da mesma data na coluna, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. *consultar Quadro 12. Para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5. Para mancha alvo, utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocerec (1996), notas de 1 a 9.

QUADRO 12. Severidade da ferrugem (FER) aos 122 DAE em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	NÚMEROS DE APLICAÇÕES			
	SEM APLICAÇÃO	1	2	3
FER – 122 DAE				
506	4,975Ca	2,500Ba	1,225Aa	1,350Aa
511	6,000Bb	1,875Aa	1,225Aa	1,125Aa

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F e Tukey a 5% de probabilidade respectivamente. Para ferrugem (FER), utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocerec (1996), notas de 1 a 9.

A cultivar BRS 506 apresentou, nas condições do ensaio, menor diâmetro do colmo e menor altura de plantas (Quadro 14). As diferenças significativas encontradas no diâmetro do colmo e altura de plantas parecem estar mais relacionadas a fatores genéticos intrínsecos às cultivares, do que as condições do ensaio.

O teor de sólidos solúveis totais aumentou com a aplicação de fungicida, embora não tenha variado com o número de aplicações (Quadro 15). De acordo com Silva et al. (2014), a mistura epoxiconazol + piraclostrobina favoreceu o aumento de sólidos solúveis totais em todas as épocas de aplicação, quando comparado aos tratamentos sem aplicação. Este resultado está de acordo com Costa et al. (2009), que

dizem que 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.

QUADRO 13. Resumo da Análise de Variância para diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹); sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		DC	AP	BVH	VC	SST
CULTIVAR	1	37.5626624*	0.1785030*	133.720771 ^{NS}	87301.6720971 ^{NS}	4.5748892 ^{NS}
Nº DE APLICAÇÕES	3	0.7775297 ^{NS}	0.0184864 ^{NS}	71.728305 ^{NS}	9788119.8449466 ^{NS}	37.9351709*
CULTIVAR X Nº APLICAÇÕES	3	3.3611533 ^{NS}	0.0098281 ^{NS}	98.844701 ^{NS}	1464915.3996479 ^{NS}	3.7603477 ^{NS}
RESIDUO	24	1.5760239	0.0133010	64.549934 ^{NS}	5335849.3265293	1.6462143
CV (%)		7,54	4,78	22,29	28,44	7,64

^{NS} = não significativo; * significativo a 5% ao teste de F.

QUADRO 14. Diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	CARACTERÍSTICA AGRONÔMICA				
	DC	AP	BVH	VC	SST
506	15,556b	2,336b	38,085a	8069,136a	16,414a
511	17,723a	2,485a	33,997a	8173,631a	17,172a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no teste de F a 5% de probabilidade.

Na análise de correlação, observou-se que a intensidade de doenças correlacionou-se fortemente com a redução do teor de sólidos solúveis totais (°BRIX). A correlação entre a severidade de doenças e o teor de sólidos solúveis totais, foi negativa próxima a -1 (alta correlação), não foi observada correlação significativa para produção de biomassa verde por hectare nesta época de semeadura (Quadro 16).

De acordo com Cota et al. (2010), isto significa que com o aumento da severidade das doenças, houve redução no teor de açúcares no colmo. Esta correlação das doenças com o teor de açúcares no colmo, além da perda de área foliar disponível para a planta utilizar em seu metabolismo, pode ser influenciada, também, pela

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

QUADRO 15. Diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, submetidas a três diferentes números de aplicação do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CARACTERÍSTICA AGRONÔMICA	NÚMEROS DE APLICAÇÕES			
	SEM APLICAÇÃO	1	2	3
DC	16,478a	17,092a	16,398a	16,588a
AP	2,393a	2,481a	2,372a	2,396a
BVH	33,374a	34,132a	40,013a	36,646a
VC	9564,352a	7563,157a	8344,369a	7013,658a
SST	13,700b	16,845a	18,252a	18,382a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

QUADRO 16. Análise de correlação da severidade das doenças ocorrentes entre diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) de duas cultivares BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016

DOENÇAS	CARACTERÍSTICA AGRONÔMICA				
	DC	AP	BVH	VCH	SST
FERRUGEM 114 DAE	-0,00504 ^{NS}	-0,04507 ^{NS}	-0,27932 ^{NS}	0,34571*	-0,85194*
ANTRACNOSE 114 DAE	0,06944 ^{NS}	0,07934 ^{NS}	-0,32839 ^{NS}	0,28311 ^{NS}	-0,85362*
CERCOSPORIOSE 114 DAE	-0,02039 ^{NS}	0,12227 ^{NS}	-0,23315 ^{NS}	0,35491*	-0,84771*
HELMINTO SPORIOSE 114 DAE	0,04989 ^{NS}	0,08866 ^{NS}	-0,21879 ^{NS}	0,15453 ^{NS}	-0,72814*
MANCHA ALVO 114 DAE	-0,36777*	-0,25020 ^{NS}	-0,08830 ^{NS}	0,28484 ^{NS}	-0,76951*
FERRUGEM 130 DAE	-0,03874 ^{NS}	-0,02384 ^{NS}	-0,24421 ^{NS}	0,36154*	-0,81416*
ANTRACNOSE 130 DAE	-0,04566 ^{NS}	-0,08031 ^{NS}	-0,13381 ^{NS}	0,34388 ^{NS}	-0,52066*
CERCOSPORIOSE 130 DAE	0,06339 ^{NS}	0,11243 ^{NS}	-0,27189 ^{NS}	0,23094 ^{NS}	-0,73210*
HELMINTOSPORIOSE 130 DAE	-0,05359 ^{NS}	0,00257 ^{NS}	-0,14784 ^{NS}	0,44251*	-0,70979*
MANCHA ALVO 130 DAE	-0,43851*	-0,30517 ^{NS}	0,04877 ^{NS}	0,11580 ^{NS}	-0,44864*

^{NS} = Coeficientes não significativos; * Coeficientes significativos a 5% de probabilidade

Vale ressaltar que a concentração de sólidos solúveis (°BRIX) tem sido largamente empregada pelas indústrias de produção de açúcar e álcool como principal parâmetro para estimar a concentração de açúcares presente no caldo (TSUCHIHASHI e GOTO, 2004).

Silva et al. (2014) observaram uma correlação entre a helmintosporiose e o teor de sólidos solúveis totais de -0,15, e comentam que este valor indica que houve uma baixa correlação entre as variáveis, porém indica que o aumento na doença resulta em redução de açúcares no colmo. Os mesmos autores ainda comentam que a baixa correlação entre a helmintosporiose e o teor de açúcares, pode ter ocorrido em função da época de ocorrência da doença, antes do florescimento e a época de aumento na concentração dos açúcares que tende a aumentar após o florescimento.

Mourão et al. (2012) avaliando 25 genótipos, obtiveram menores valores de sólidos solúveis totais (11,4 a 13,7° BRIX), quando observou-se uma maior severidade da antracnose nas cultivares estudadas, obtendo alto coeficiente de correlação (-0,70), já no caso da ferrugem, não observaram esta relação.

4.2 Com e sem aplicação de fungicida

A emergência das plântulas começou a ocorrer aos 6 dias após a semeadura (DAS), com estabilização do estande de plantas aos 11 DAS. O estande final foi contabilizado em 118.222 planta ha⁻¹, ou seja 5,32 plantas por metro linear.

Durante o período de condução do ensaio, a temperatura média foi de 21,12°C, com a precipitação pluviométrica acumulada no período de 611,4mm. A precipitação pluviométrica acumulada e temperatura média dos últimos trinta dias anteriores à instalação do ensaio foi de 185,20 mm e 25,20°C, respectivamente.

Foram observadas as mesmas doenças ocorrentes no experimento anterior. Para efeito da análise estatística foram avaliadas a helmintosporiose, antracnose, cercosporiose, mancha alvo e ferrugem. No Quadro 17, apresenta-se o resumo da análise de variância para as doenças foliares avaliadas neste ensaio.

Na análise de variância para quantidade de doenças, foi possível constatar diferenças significativas para helmintosporiose e cercosporiose, quanto à fonte de variação cultivar para primeira avaliação aos 106 DAE e cercosporiose na segunda avaliação aos 122 DAE. Assim pode-se inferir que há diferenças na reação da severidade da helmintosporiose e cercosporiose entre as cultivares avaliadas. O efeito do tratamento fungicida foi constatado para antracnose, cercosporiose e ferrugem na primeira avaliação e cercosporiose e ferrugem na segunda avaliação, nas condições deste ensaio. O efeito da interação cultivar x fungicida somente foi observada na segunda avaliação aos 122 DAE para cercosporiose.

QUADRO 17. Resumo da análise de variância dos dados de intensidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com e sem aplicação de fungicida, UFGD-Dourados, MS, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		HEL	ANT	CER	MAA	FER
106 DAE						
CULTIVAR	1	0,075625*	0,062500 ^{NS}	1,890625*	0,090000 ^{NS}	0,160000 ^{NS}
Nº DE APLICAÇÕES	1	0,030625 ^{NS}	0,490000*	1,755625*	0,160000 ^{NS}	3,802500*
CULTIVAR X Nº DE APLICAÇÕES	1	0,050625 ^{NS}	0,122500 ^{NS}	0,225625 ^{NS}	0,090000 ^{NS}	1,000000 ^{NS}
RESIDUO	12	0,015625	0,081250	0,111042	0,191667	0,262917
CV (%)		10,58	20,00	19,82	21,89	20,82
122 DAE						
CULTIVARES	1	0,022500 ^{NS}	0,002500 ^{NS}	1,890625*	0,015625 ^{NS}	1,755625 ^{NS}
Nº DE APLICAÇÕES	1	0,090000 ^{NS}	0,250000 ^{NS}	2,480625*	0,765625 ^{NS}	15,015625*
CULTIVAR X Nº DE APLICAÇÕES	1	0,010000 ^{NS}	0,002500 ^{NS}	0,680625*	0,050625 ^{NS}	1,625625 ^{NS}
RESIDUO	12	0,042917	0,545830	0,047292	0,172708	1,352292
CV (%)		16,41	15,32	12,38	17,18	40,36

^{NS} = não significativo; * significativo a 5% ao teste de F.

Para helmintosporiose houve diferença significativa apenas entre as cultivares para a avaliação aos 106 DAE. A cultivar BRS 511 apresentou menor quantidade da doença (Quadro 18).

QUADRO 18. Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT); cercosporiose (CER); mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER), em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 em duas avaliações, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	DOENÇAS				
	HEL	ANT	CER	MAA	FER
106 DAE					
506	1,250b	1,362a	1,337a	1,925a	2,562a
511	1,112a	1,487a	2,025b	2,075a	2,362a
122 DAE					
506	1,225a	1,512a	1,412a	2,450a	3,215a
511	1,300a	1,537a	2,100b	2,387a	2,550a

Médias seguidas da mesma minúscula na coluna dentro da mesma avaliação, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5. Para mancha alvo, utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocere (1996), notas de 1 a 9.

O efeito significativo para antracnose só foi relatado entre os tratamentos na primeira avaliação aos 106 DAE. Quando as cultivares foram tratadas com

protioconazol + trifloxistrobina, houve diminuição na quantidade da doença (Quadro 19).

QUADRO 19. Severidade de helmintosporiose (HEL); antracnose (ANT), cercosporiose (CER), mancha alvo (MAA) e ferrugem (FER) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com ou sem tratamento dos fungicidas protioconazol + trifloxistrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

TRATAMENTO	DOENÇAS				
	HEL	ANT	CER	MAA	FER
106 DAE					
COM	1,137a	1,250a	1,350a	1,900a	1,975a
SEM	1,225a	1,600b	2,012b	2,100a	2,950b
122 DAE					
COM	1,187a	1,400a	1,362a	2,200a	1,912a
SEM	1,337a	1,650a	2,150b	2,637a	3,850b

Médias seguidas da mesma minúscula na coluna dentro da mesma avaliação, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Para helmintosporiose (HEL), antracnose (ANT) e cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5. Para mancha alvo, utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocere (1996), notas de 1 a 9.

Para cercosporiose, na primeira avaliação aos 106 DAE, houve efeito significativo entre as cultivares e os tratamentos. A cultivar BRS 506 apresentou menor quantidade da doença nas duas avaliações (Quadro 18). O tratamento também diminuiu a severidade da doença, comparada a sem tratamento. Na segunda avaliação aos 122 DAE, houve efeito significativo da interação tratamento x cultivar (Quadro 20). A cultivar BRS 511 apresentou maior quantidade da doença em relação a cultivar BRS 506, quando não tratadas, demonstrando diferença na susceptibilidade entre as cultivares. Não houve diferenças entre as cultivares quando tratadas na segunda avaliação. O tratamento com protioconazol + trifloxistrobina reduziu a severidade da doença.

QUADRO 20. Severidade da cercosporiose (CER) aos 122 DAE, em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com e sem aplicação do fungicida protioconazol + trifloxistrobina, UFGD-Dourados, MS, 2016.

CULTIVAR	TRATAMENTO	
	COM	SEM
BRS 506	1,225Aa	1,600Ba
BRS 511	1,500Aa	2,700Bb

Letra minúscula iguais na coluna e letras maiúsculas na linha, não difere pelo teste de F a 5% de probabilidade. Para cercosporiose (CER), utilizou-se a escala diagramática da Embrapa Milho e Sorgo (2012), notas de 1 a 5.

A mancha alvo foi relatada em ambas as avaliações, contudo não houve efeito significativo de nenhum dos fatores estudados para doença, neste ensaio.

Para a ferrugem, somente foi observada diferença entre os tratamentos nas duas avaliações. Quando utilizado o fungicida prothioconazol + trifloxistrobina houve redução significativa da severidade da doença em relação a não tratada das duas avaliações (Quadro 19)

Para as características agronômicas avaliadas neste ensaio, não foram observadas diferenças entre os fatores estudados (Quadro 21). Silva et al. (2014), avaliando dez produtos comerciais, com nove princípios ativos puros ou em misturas no controle de helmintosporiose da cultivar de sorgo sacarino CMSXS 633 comentam em seu trabalho que não houve efeito dos fungicidas no volume de caldo no colmo e no peso da biomassa contudo a aplicação de fungicida melhorou a qualidade do caldo, favorecendo o aumento se sólidos solúveis totais.

QUADRO 21. Resumo da análise de variância para: diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) em duas cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511, com ou sem tratamento do fungicida prothioconazol + trifloxistrobina, UFGD – Dourados, MS, 2016.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		DC	AP	BVH	VC	SST
CULTIVARES	1	0.003570 ^{NS}	0.035910 ^{NS}	54.333926 ^{NS}	1145362.393678 ^{NS}	6.002500 ^{NS}
TRATAMENTO	1	0.179988 ^{NS}	0.002704 ^{NS}	51.147528 ^{NS}	5310606.431355 ^{NS}	6.250000 ^{NS}
CULTIVAR X TRATAMENTO	1	0.834026 ^{NS}	0.005550 ^{NS}	83.128533 ^{NS}	28124362.293363 ^{NS}	1.102500 ^{NS}
RESIDUO	12	2.458328 ^{NS}	0.010470 ^{NS}	111.930981 ^{NS}	15186110.712873 ^{NS}	1.620417 ^{NS}
CV (%)		9,50	4,49	27,14	37,80	8,46

^{NS} = não significativo; * significativo a 5% ao teste de F.

Correlações negativas significativas, foram verificadas entre o teor de sólidos solúveis totais contidos no caldo e severidade da helmintosporiose e ferrugem (Quadro 22). Isso pode ser explicado devido à diminuição da área foliar fotossinteticamente ativa, promovida pela colonização dos fungos ao tecido da planta, diminuindo assim a produção de carboidratos para formação de açúcares, diminuindo sua concentração no colmo conseqüentemente.

QUADRO 22. Análise de correlação da severidade das doenças ocorrentes entre diâmetro do colmo, DC (mm); altura de planta, AP (m); biomassa verde por hectare, BVH (t ha⁻¹); volume de caldo por hectare, VCH (L ha⁻¹) e sólidos solúveis totais, SST (°BRIX) de duas cultivares BRS 506 e BRS 511, UFGD-Dourados, MS, 2016

DOENÇA	ATRIBUTOS FITOTÉCNICOS				
	DC	AP	BVH	VC	SST
HELMINTOSPORIOSE 106 DAE	-0.287893 ^{NS}	-0.3652629 ^{NS}	0.3440973 ^{NS}	0.2783072 ^{NS}	-0.5303793*
ANTRACNOSE 106 DAE	0.1994298 ^{NS}	0.0168746 ^{NS}	-0.1677263 ^{NS}	0.0405137 ^{NS}	-0.1611275 ^{NS}
CERCOSPORIOSE 106 DAE	0.0579256 ^{NS}	0.1245746 ^{NS}	-0.2277981 ^{NS}	-0.0812833 ^{NS}	-0.0712481 ^{NS}
MANCHA ALVO 106 DAE	0.3175988 ^{NS}	0.2267459 ^{NS}	-0.0648363 ^{NS}	0.0916351 ^{NS}	-0.1157961 ^{NS}
FERRUGEM 106 DAE	0.0126145 ^{NS}	0.0904491 ^{NS}	0.2657837 ^{NS}	0.3687832 ^{NS}	-0.4167839 ^{NS}
HELMINTOSPORIOSE 122 DAE	0.2747655 ^{NS}	0.3917077 ^{NS}	-0.1586883 ^{NS}	-0.1363846 ^{NS}	0.0202339 ^{NS}
ANTRACNOSE 122 DAE	-0.165534 ^{NS}	-0.2606303 ^{NS}	-0.1814035 ^{NS}	-0.1147067 ^{NS}	-0.3559561 ^{NS}
CERCOSPORIOSE 122 DAE	0.0376541 ^{NS}	0.0860437 ^{NS}	-0.1586408 ^{NS}	-0.0521390 ^{NS}	-0.1350006 ^{NS}
MANCHA ALVO 122 DAE	0.2276683 ^{NS}	0.0013704 ^{NS}	0.0879001 ^{NS}	0.1800647 ^{NS}	-0.4466549 ^{NS}
FERRUGEM 122 DAE	-0.0954521 ^{NS}	-0.3116003 ^{NS}	0.2886037 ^{NS}	0.2652223 ^{NS}	-0.7958525*

^{NS} = Coeficientes não significativos; * Coeficientes significativos a 5% de probabilidade

5. CONCLUSÃO

A cultivar BRS 506 é mais suscetível a mancha alvo comparada a BRS 511.

A ferrugem tem maior ocorrência em época de safrinha na região de Dourados – MS.

O fungicida epoxiconazol + piraclostrobina reduz a severidade das doenças foliares em sorgo sacarino, sendo os melhores resultados obtido com duas aplicações.

O fungicida prothioconazol + trifloxistrobina diminui a severidade da antracnose, cercosporiose e ferrugem, não apresenta resultados no controle da helmintosporiose e mancha alvo e não resulta no incremento de biomassa e de sólidos solúveis totais (°BRIX)..

Existe correlação negativa da severidade da helmintosporiose, antracnose, cercosporiose, mancha alvo e ferrugem com teores de sólidos solúveis totais (°BRIX).

O fungicida epoxiconazol + piraclostrobina a partir de uma aplicação aos 45 DAE reduz a perda de sólidos solúveis totais (°BRIX).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. p. 72

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 07 de Julho de 2016.

ALCORN, J. L. The taxonomic of “*Helminthosporium*” species. **Annual Review of Phytopathology**, v.26, p 37-56, 1988.

CIDRAES, A. G. **A cultura do sorgo**. Série divulgação nº 35, 1966. Disponível em: <http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/a_cultura_do_sorgo.pdf>. Acesso em : 25 de julho de 2016.

COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. da S. A Antracnose do Sorgo. **Fitopatologia brasileira**, v.28, n.4, p 345-354, 2003.

COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F. G. dos; FERREIRA, A. da S. **Controle Genético da Resistência do Sorgo à Antracnose Foliar (*Colletotrichum sublineolum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Comunicado Técnico 162), 2008.

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

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; CASELA, C. R. Doenças. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

CÚNDOM, M. A.; CABRERA, M. G.; GUTIÉRREZ, S. A. *Bipolaris sorghicola* um patógeno emergente em cultivos de sorgo del NE de Argentina. **Summa Phytopathologica.**, v. 39, n. 4, p. 295-296, 2013.

EMBRAPA. **Sorgo Sacarino**: a “safrinha” da cana-de-açúcar. Embrapa Milho e Sorgo, p. 1-2, 2011.

EMBRAPA. BRS 506 – **O sorgo sacarino mais testado e plantado no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2012a

EMBRAPA. BRS 511 – **O sorgo sacarino com alto potencial de colmo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2012b

EMPRAPA. Sistema de produção integrada de milho para região central de minas gerais. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo** (Documentos, 148), 2012c. 74 p

EMBRABA CPAO – **Guia Clima**. Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/clima/>> Acesso em: 31 de Julho de 2016.

EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de, FACCHINELLO, P. H. OLIVEIRA, L. N. de.; BARROS, L. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino no município de Pelotas, RS, na safra 2011/12. In: SIMPOSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 4; REUNIÃO TÉCNICA DE AGROENERGIA, 4., 2012 Porto Alegre. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM

FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; FERNANDES, F. T. Doenças do sorgo. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 44 p. 52-58, 1986.

MOURA, L. de O.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; LANZA, F. E.; RAMOS, T. C. D. de A.; MARCONDES, M. M.; CORRÊA, C. L.; NICOLI, A.; COSTA, G. M. C. Efeito da Época e Dose de Aplicação de Fungicida no Controle da Antracnose do Sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos**. Campinas: Instituto Agrônômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p 563 - 570

MOURÃO, C. S.; SILVA, D. D.; PARRELLA, R. A. da C; COTA, L. V.; PARRELLA, N. N. N. L. D.; SOUZA, V. F. de; BERNARDINO, K. C.; SANTOS, C. V. dos; SILVA, K. J. da; COSTA, R. K.; SACHAFFERT, R. E.; Efeito de doenças foliares no desenvolvimento de sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos**. Campinas: Instituto Agrônômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p 749 – 755

OLIVEIRA, E. de; FERNANDES, F. T.; RADRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; LANDAU, E. C. Impacto potencial de mudanças climáticas sobre as doenças do sorgo no Brasil. In: GHINI, R. HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2011. cap. 19, p. 319 – 330.

OYOLA, A. V. Modelagem para organização e representação do conhecimento em ontologias de domínio: uma experiência na área da cultura do sorgo. 2010. 180f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação), Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte – MG.

PANDE, S., MUGHOGHO, L. K., BANDYOPADHYAY, R. & KARUNAKAR, R. I. Variation in pathogenicity and cultural characteristics of sorghum isolates of *Colletotrichum graminicola* in India. **Plant Disease**, v. 75, n. 8, p. 778-783, 1991.

PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT R. E. Cultivares. in: MAY. A.; MANTOVANI, E. C.; DURÃES, F. O. M.; VASCONCELLOS, J. H.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; PARENTONI, S. N. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino Para Bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012a. p. 14 – 22.

PAREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. da C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SAOUZA, V. F. de.; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes densidades de semeadura visando à obtenção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de

Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos**. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 2376 – 2382.

PATERSON, A. H.; BOWERS, J. E.; BRUGGMANN, R.; DUBCHAK, I.; GRIMWOOD, J.; GUNDLACH, H.; GEORG, H.; HELLSTEN U.; MITROS, T.; POLIAKOV, A.; SCHMUTZ, J.; SPANNAGL, M.; TANG, H.; WANG, X.; WICKER, T.; BHARTI, A. K.; CHAPMAN, J.; FELTUS, F. A.; GOWIK, U.; GRIGORIEV, I. V.; LYONS, E.; MAHER, C. A.; MARTIS, M.; NARECHANIA, A.; OTILLAR, R. P.; PENNING, B. W.; SALAMOV, A. A.; WANG, Y.; ZHANG, L.; CARPITA, N. C.; FREELING, M.; GINGLE, A. R.; HASH, C. T.; KELLER, B.; KLEIN, P.; KRESOVICH, S.; MCCANN, M. C.; MING, R.; PETERSON, D. G.; RAHMAN, M.; WARE, D.; WESTHOFF, P.; MAYER, K. F. X.; MESSING, J.; ROKHSAR, D. S. The Sorghum bicolor genome and the diversification of grasses. **Nature**. v. 457 p. 551 – 559, 2009

PENG, C.; GE, T. T.; HE, X. L.; HUANG, Y. H.; XU, Z. L.; ZHANG, D. Y.; SHAO, H. B.; GUO, S. W. Process of *Bipolaris sorghicola* invasion of host cells. **Genetics and Molecular Research**. v. 15, n. 1, p. 1 - 7, 2016.

PINTO, N. F. J. A. Avaliação de fungicidas no controle de *Sphacelia sorghi* (*Claviceps africana*) agente etiológico da "ergot" ou doença açucarada do sorgo. **Summa Phytopathologica**, v.25, n.1, p. 4-8, 1999.

PINTO, N. F. J. de A. Controle Químico da “ERGOT” (*Claviceps africana* frederickson, Mantle & de Milliano) ou Doença-Açucarada e das Principais Doenças Foliares do Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Ciência Agrotecnológica**., v. 27, n. 4, p. 939 – 944, 2003

RATNAVATHI, C. V.; SURESH, K.; VIJAY KUMAR, B. S.; PALLAVI, M. KOMALA, V. V.; SEETHARAMA, N. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. **Biomass and Bioenergy**. v. 34, n. 7, p. 947 – 952, 2010.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, R.A.C. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2 ed. rev. atual. Lages : Graphel, 2004. 144p.

SHAFFERT, R. E. Características desejáveis para uma boa cultivar de sorgo sacarino. In: MAY, A.; MANTOVANI, E. C.; DURÃES, F. O. M.; VASCONCELLOS, J. H.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; PARENTONI, S. N. **Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol – Anais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 33 – 35.

SHOEMAKER, C.E.; BRANSBY D.I.; The role of sorghum as a bioenergy feedstock. In: BRAUN, R.; KARLEN, D.; JOHNSON, D. **Sustainable Feedstocks for Advanced Biofuels: Sustainable Alternative Fuel Feedstock Opportunities, Challenges and Roadmaps for Six U.S. Regions**. Atlanta, GA. 2010. p.149-159

SILVA D. D.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; SILVA, V. A.; MARTINS, Z. C.; BORGES, M. H. D.; CASTRO, H. A.; GUIMARÃES, F. B. Primeiro relato de *Bipolaris sorhicola*, agente etiológico da “mancha alvo” em sorgo, no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 2.; SIMPÓSIO SOBRE *Colletotrichum graminicola*, 1., 2006, Belo Horizonte: Inovação para sistemas integrados d produção: **trabalhos apresentados**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2006. 1 CD-ROM

SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da. Manejo de doenças em sorgo sacarino. in: MAY. A.; MANTOVANI, E. C.; DURÃES, F. O. M.; VASCONCELLOS, J. H.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; PARENTONI, S. N. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino Para Bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012a. p. 68 – 84.

SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da. Manejo de doenças em sorgo sacarino. In: MAY. A.; MANTOVANI, E. C.; DURÃES, F. O. M.; VASCONCELLOS, J. H.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; PARENTONI, S. N. **Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol – Anais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012b. p. 52 – 59.

SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; MAY, A.; COSTA R. V. da; PARREIRA, D. F.; LANZA, F.E. Controle químico da helmintosporiose em sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPDÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2010, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: **resumos expandidos**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM

SOUZA, E. D.; SHURT, D. A.; PARRELLA, R. A. da C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em ecossistema de cerrado no estado de Roraima. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: **resumos expandidos**. Campinas: Instituto Agrônômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 2474 – 2478.

SUTTON B. C. The Coelomycete: Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. **Commonwelth Mycological Institute**. 1980

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, N. H. Influencia da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p 1601 – 1606, 1999.

TSUCHIHASHI, N.; GOTO, Y. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and determination of its harvest time to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonesia. **Plant Production Science**, v, 7, n. 4 p. 442-448, 2004.

WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3th ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.