



ISABELA GOULART CUSTÓDIO

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO

**SETE LAGOAS
2019**

ISABELA GOULART CUSTÓDIO

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges
Coorientador: Phd. Décio Karam

**SETE LAGOAS
2019**

ISABELA GOULART CUSTÓDIO

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges
Coorientador: PhD. Décio Karam

Sete Lagoas, 08 de agosto de 2019.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Ferreira da Silva - EMBRAPA

Prof. Dr. Leonardo Duarte Pimentel - UFV

Prof. Dr. Iran Dias Borges - UFSJ
Orientador

**Aos meus pais e meu irmão Victor, pelo apoio, amor,
carinho e companheirismo.
Dedico**

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre iluminar meu caminho, me protegendo e me guiando. Agradeço todas as graças concedidas;

Aos meus pais, Rosângela e Wander, pelo amor, carinho, atenção e apoio em todos os momentos; e por serem exemplo de honestidade e humildade;

Ao meu irmão Victor pelo amor, carinho e companheirismo de sempre;

Ao meu co-orientador Dr. Décio Karam pelos conhecimentos transmitidos e ensinamentos; pela oportunidade, apoio e incentivo. Gratidão!

Ao Professor Iran Dias Borges pela orientação e apoio à minha formação profissional;

À minha família, avós, tios (as) e primos (as), que torceram por mim e estiveram comigo em pensamentos e orações;

Aos colegas e funcionários do Laboratório de Plantas Daninhas da Embrapa, que me ajudaram e me apoiaram durante esta etapa da minha vida, colaborando na condução deste trabalho;

Aos amigos que sempre estiveram presentes, Mariana, Miriã, Talita, Vitor, Eduardo, Gustavo, Wilton, Cabral, Rhenan; me apoiando e me escutando durante esses dois anos de caminhada;

Aos professores pelos ensinamentos concedidos;

À Universidade Federal de São João del-Rei, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, por me acolher durante este tempo;

À Embrapa Milho e Sorgo pela oportunidade de realização deste trabalho na unidade;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I – LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO MANEJO QUÍMICO.

Figura 1 – Densidade (plantas/m²) das espécies de plantas daninhas encontradas na área, em pré-colheita do sorgo do sorgo granífero.....12

Figura 2 – Índice de valor de Importância das plantas daninhas encontradas após tratamentos aplicados na cultura do sorgo granífero.....15

Figura 3 – Índice de Valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas identificadas nos tratamentos com menores IVIs e testemunhas.....16

ARTIGO II – CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SORGO GRANÍFERO

Figura 1 – Controle de plantas daninhas no dia da semeadura do sorgo, com relação às dessecações aos 28, 21 e 7 dias antes da semeadura (DAS) com glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹), e testemunhas, com e sem capina.....26

Figura 2 – Controle das plantas daninhas em pré-colheita, com relação aos tratamentos realizados na cultura do sorgo granífero BRS 332.....28

Figura 3 – Produtividade do sorgo granífero BRS 332 de acordo com os tratamentos aplicados.....31

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I – LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO MANEJO QUÍMICO.

Tabela 1 – Tratamentos realizados na cultura do sorgo a campo.....9

Tabela 2 – Família, espécies e nome comum das plantas daninhas identificadas na área experimental com sorgo granífero BRS 332.....11

Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das plantas daninhas nos tratamentos realizados na cultura do sorgo granífero.....13

ARTIGO II – CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SORGO GRANÍFERO

Tabela 1 – Tratamentos realizados no experimento a campo.....23

Tabela 2 - Porcentagem de controle, no dia do plantio, das principais espécies presentes em duplicata do experimento.....27

LISTA DE ANEXOS

Tabela – Controle (%) das espécies, <i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Spermacoce latifolia</i> e <i>Urochloa spp.</i> , presentes nas parcelas, em pré-colheita do sorgo granífero BRS 332, com relação aos tratamentos aplicados, no experimento em duplicata.....	40
--	----

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	3
ARTIGO I – LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO MANEJO QUÍMICO	7
RESUMO	7
ABSTRACT	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	11
Conclusão	17
Referências	17
ARTIGO II – CONTROLE QUÍMICO DAS PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SORGO GRANÍFERO	21
RESUMO	21
ABSTRACT	21
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23
Resultados e Discussão.....	25
Conclusão	33
Referências	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
ANEXO	40

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO

RESUMO – O sorgo pode ter sua produção comprometida pela interferência das plantas daninhas, que competem com a cultura pelos recursos disponíveis; fazendo-se necessário maneja-las de forma correta. Visto que o controle químico é muito utilizado, porém, limitado, objetivou-se estudar estratégias de manejo das plantas daninhas no sorgo granífero BRS 332. Além de identificar e quantificar, por meio de levantamento fitossociológico, as principais plantas daninhas presentes em pré-colheita da cultura, após o controle químico. O experimento foi conduzido em duplicata, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, em delineamento de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em aplicações de glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹) isoladas aos 28, 21 e 7 dias antes da semeadura; e ou associadas com atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de espalhante adesivo não iônico) no dia da semeadura; e ou atrazine (1000 g ha⁻¹) isolada ou sequencial em pós-emergência inicial das plantas daninhas e tardia; um tratamento adicional com atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹) no dia da semeadura, e duas testemunhas, uma com operações de capina e outra sem capina durante todo o ciclo da cultura. As avaliações de controle das plantas daninhas foram realizadas no dia da semeadura e em pré-colheita, utilizando-se uma escala de 0 a 100% de controle, onde 0 significava ausência de controle das plantas e 100%, controle total; e calculada a produtividade por hectare. Ao final do ciclo da cultura realizou-se o levantamento fitossociológico das plantas daninhas presentes na área. As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas pelo método do quadrado inventário (0,25 m²); e analisado os parâmetros de frequência, densidade e abundância, absolutas e relativas, e o índice de valor de importância (IVI). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. O controle eficiente (> 80%) foi aplicação de glyphosate + 2,4-D entre 28 a 21 dias antes da semeadura da cultura; sucedida, caso necessário, de atrazine + paraquat no dia da semeadura; seguido por atrazine na pós-emergência (se necessário), e em caso de reinfestação, sequencial de atrazine. A frequência, a densidade e a abundância das espécies de plantas daninhas, encontradas ao final do ciclo da cultura, foram reduzidas quando realizou-se a dessecação aos 28 dias antes da semeadura, associada à aplicação no dia do plantio com herbicidas de contato e residual, somado de aplicações em pós-emergência inicial e tardia.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, BRS 332, manejo integrado de plantas daninhas, controle químico, fitossociologia.

WEED MANAGEMENT IN SORGHUM CULTURE

ABSTRACT- Sorghum production can be affected by weed interference, competing with the culture for available resources; making it necessary to control them correctly. Since chemical control is widely used, but limited, we aimed to study weed management strategies in the sorghum BRS 332. Besides identifying and quantifying, through phytosociological survey, the main weeds present in pre-harvest of the crop, after chemical control. The experiment was conducted in duplicate at Embrapa Maize and Sorghum, in Sete Lagoas – MG, in randomized block design. The treatments consisted in applications of glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹) isolated at 28, 21 and 7 days before sowing; and or associated with atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹ + 0.5% v / v non-ionic adhesive spreader) on the day of sowing; and or atrazine (1000 g ha⁻¹) isolated or sequential in early and late post-emergence of weeds; an additional treatment with atrazine + glyphosate (1000 + 1188.75 g ha⁻¹) on the day of sowing, and two controls, one with weeding operations and one without weeding throughout the crop cycle. Weed control evaluations were performed on the sowing day and pre-harvest, using a scale from 0 to 100% of control, where 0 meant no plant control and 100% total control; and calculated yield productivity per hectare. At the end of the crop cycle the phytosociological survey of the weeds present in the area was performed. Weeds were identified and quantified by the square inventory method (0.25 m²); and analyzed the absolute and relative frequency, density and abundance parameters, and the importance value index (IVI). The data obtained were submitted to analysis of variance and means compared by Scott Knott test at 5% probability. The most efficient control was glyphosate + 2,4-D application 28 to 21 days before sowing of the crop; succeeded, if necessary, atrazine + paraquat on the day of sowing; followed by post-emergency atrazine (if necessary), and in case of reinfestation, sequential of atrazine. The frequency, density and abundance of weed species found at the end of the crop cycle were reduced when desiccation was carried out at 28 days before sowing, associated with application on the day of planting with contact and residual herbicides, plus early and late post-emergence applications.

Keywords: *Sorghum bicolor*, BRS 332, integrated weed management, chemical control, phytosociology.

INTRODUÇÃO GERAL

O sorgo, pertencente à família *Poaceae*, ao gênero *Sorghum* e à espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench., é uma planta que apresenta mecanismo C4, que lhe confere grande vantagem fotossintética (ANDRADE NETO et al., 2010; MAGALHÃES et al., 2015).

A cultura se adapta a diversas condições de clima e de solo, altas temperaturas e tolera déficit hídrico (MAGALHÃES et al., 2015; ROONEY, 2014); sendo que em condições de estresse, é capaz de paralisar seu crescimento, ou diminuir o seu metabolismo, para posteriormente reiniciá-lo quando não houver mais problemas (MENEZES et al., 2015). Além disto, o sorgo possui um sistema radicular capaz de explorar as camadas mais profundas, extraíndo e reciclando os nutrientes, e contribuindo com a descompactação do solo. Estas características tornam a cultura excelente alternativa em plantio de segunda safra, onde o milho torna-se uma cultura de risco em razão do final do período chuvoso (SODRÉ FILHO, 2013; MENEZES et al, 2018).

Os tipos de sorgo conhecidos são: granífero, forrageiro, sacarino, biomassa e vassoura. Dentre estes, o sorgo granífero apresenta maior expressão econômica, representando 70% do sorgo cultivado (EMYGDIO et al., 2016). De acordo com sua classificação agrônômica, o uso da planta de sorgo se estende desde o uso de seus grãos na alimentação humana e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; produção de vassouras, com suas panículas; e extração de açúcar de seus colmos; entre outras (RIBAS, 2014; TANAKA, 2010).

A previsão da produção mundial de sorgo granífero, para 2019/20, é de 68,33 milhões de toneladas, e a produtividade de 1,42 toneladas por hectare. O Brasil está entre os dez maiores produtores de sorgo no mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos, Nigéria, México, Etiópia, Índia, Sudão, China e Argentina (USDA, 2019).

O sorgo é bastante responsivo, em termos de produtividade, quando cultivado em condições favoráveis (ROONEY, 2014); e tem sido utilizado em território nacional, basicamente na alimentação animal, colaborando com a oferta de alimento de boa qualidade, atraindo os pecuaristas e as agroindústrias de ração (RODRIGUES, 2015).

A cultura do sorgo se caracteriza por apresentar lento crescimento inicial, o que pode favorecer a interferência de plantas daninhas na cultura devido à competição por recurso como luz, água e nutrientes (ZEGADA-LIZARAZU & MONTI, 2012). Entretanto, para evitar prejuízos, a cultura deve ser mantida livre das plantas daninhas durante o chamado período crítico de prevenção a interferência. Este pode ser diferente para cada tipo de sorgo, devido as

diferentes características ecofisiológicas da cultura, as condições de implantação e manejo que são submetidos, as condições edafoclimáticas do local, à composição da comunidade infestante e ao grau de infestação da área (CABRAL et al., 2013).

O período crítico para o controle das plantas daninhas na cultura do sorgo está entre 20 e 42 dias após emergência, ou seja, no estágio de desenvolvimento de três a sete folhas verdadeira do sorgo (OLIVEIRA & KARAM, 2015). Outros autores relatam que, um período crítico para sorgo sacarino de 14 a 58 dias (SILVA et al., 2014c); e para o sorgo granífero, verificaram maior suscetibilidade entre 23 e 42 dias após emergência (CABRAL et al., 2013). De forma geral, as plantas daninhas causam perdas na produtividade de 30 a 75% no sorgo (SILVA et al., 2014a); como encontrado por Cabral et al. (2013), que verificaram perdas de produtividade de 50% no sorgo sacarino, quando não houve controle durante o ciclo da cultura.

As plantas daninhas, além de competirem com a cultura pelos recursos disponíveis, possuem efeito alelopático; podem hospedar pragas e doenças; serem suscetíveis à nematoides, como *Meloidogyne incognita*, que pode hospedar diversas espécies de plantas daninhas (BELLÉ et al., 2017); dificultar a colheita, e depreciar a qualidade do produto, dentre outras. O controle dessas se faz necessário para impedir danos ao sistema de produção; sendo importante a adoção de práticas que reduzam os níveis de infestação. Estas práticas devem ser realizadas de forma integrada para garantir um manejo sustentável, objetivando proporcionar vantagem competitiva à cultura, buscando preservar a qualidade do produto colhido, o meio ambiente e a saúde humana e animal (SILVA et al., 2018).

O manejo integrado das plantas daninhas vai desde os cuidados na implantação da lavoura até o estabelecimento da cultura, através de diferentes formas de controle, como, a prevenção da entrada, do estabelecimento e da disseminação das espécies nas áreas; o aumento a capacidade competitiva da cultura com relação à comunidade infestante; a realização do controle mecânico, quando possível; e o uso do controle químico quando necessário (VIJAYAKUMAR et al., 2014; THOMPSON et al., 2017). O uso de produtos químicos muitas vezes é realizado como principal ou único método de manejo nos sistemas de produção; isto deve ao fato de que os herbicidas favorecem o desenvolvimento rápido da cultura, evitando a interferência da comunidade infestante (SILVA et al., 2014b), controle as espécies na linha de plantio, maior flexibilidade quanto a época de aplicação, menor uso de mão-de-obra, elevado rendimento operacional (SILVA et al., 2018), entre outros.

O método de controle químico de plantas daninhas se baseia na utilização de produtos herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Entretanto, para

a cultura do sorgo esse é limitado pelo o número reduzido de ingredientes ativos registrados em pré e pós-emergência, principalmente para o controle de gramíneas; sendo registrados apenas, o atrazine que é recomendado para o controle de diversas espécies de plantas daninhas de folhas largas e algumas gramíneas em pré e pós-emergência inicial, e o 2,4-D, eficiente no controle de dicotiledôneas, é recomendado em pós-emergência, com a cultura do sorgo em estágio de até 4 folhas (BRASIL, 2003; RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Com isso o objetivo do trabalho foi estudar estratégias de controle químico das plantas daninhas no sistema de produção de sorgo granífero; bem como, identificar e quantificar, por meio do levantamento fitossociológico, as principais espécies de plantas daninhas presentes ao final do ciclo da cultura, após realização do controle químico.

REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade de sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 mai. 2019.

BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; KASPARY, T. E.; KUHN, P. R. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v. 47, n. 1, p. 26-33, 2017.

CABRAL, P. H. R.; JAKELAITIS, A.; SICHIIERSKI, C.; ARAÚJO, V. T. de; PEDRINI, E. C. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 308-314, 2013.

EMYGDIO, B. M.; MENEZES, C. B.; STÖHLIRCK, L.; FACCHIONELLO, P. H. K. **Avaliação de cultivares de sorgo granífero em solos hidromórficos no RS – safra 2013/2014**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 169).

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; SCHAFFERT, R. E. de. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do Sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MENEZES, C. B. de; COELHO, A. M.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D. da; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo no Brasil? In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 32., 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestra. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. Cap. 4, p. 106-139.

MENEZES, C. B. de; TARDIN, F. D.; RODRIGUES, J. A. S. Cultivares. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed). **Cultivo do Sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção 2).

OLIVEIRA, M. F. de; KARAM, D. Manejo de plantas daninhas. In: PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 9, p. 141-154. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

RIBAS, P. M. Origem e importância econômica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014, p. 9-36.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7. ed. Londrina - IAPAR, 2018. 764 p.

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2).

ROONEY, W. L. Sorghum. In: KARLEN, D. L. **Cellulosic energy cropping systems**. New York: John Wiley, 2014. p. 109-129.

SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E. A. Métodos de controle de plantas daninhas. In: OLIVEIRA, M. F. & BRIGHENTI, A. M. **Controle de**

Plantas Daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 11-33.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. (Ed.). **Sorgo:** do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, 2014a. p. 188-206.

SILVA, C.; SILVA, A. F. de; VALE, W. G. do; GALON, L.; PETTER, F. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 438-445, 2014c.

SILVA, J. R. V.; MARTINS, C. C.; SILVA Jr., A. C.; MARTINS, D. Fluxofenim em sementes de sorgo como protetor ao herbicida S-metolachlor. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 158-167, 2014b.

SODRÉ FILHO, J. **Consórcio sorgo granífero-braquiária:** fitomassa, dinâmica de plantas daninhas e rendimento da soja em sucessão. 2013. 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

TANAKA, A. A. **Desenvolvimento de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de lençol freático.** 2010. 64 f. Dissertação (Mestre em Agronomia, Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

THOMPSON, C. R.; DILLE, J. A.; PETERSON, D. E. Weed competition and management in sorghum. In: CIAMPITTI, I.; PRASAD, V. (Ed.). **Sorghum:** state of the art and future perspectives. Madison: American Society of Agronomy: Crop Science Society of America, 2017. p. 1-15. (Agronomy Monographs).

USDA. United States Department of Agriculture. **World agricultural production.** Washington, 2019. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

VIJAYAKUMAR, M.; JAYANTHI, C.; KALPANA, R.; RAVISANKAR, D. Integrated weed management in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) moench]: a review. **Agricultural Reviews**, v. 35, n. 2, p. 79-91, 2014.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; MONTI, A. Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices. **Biomass and Bioenergy**, v. 40, p. 1-12, 2012.

ARTIGO I

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO MANEJO QUÍMICO

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.18, n.1, p. 148-157, 2019

RESUMO – O objetivo do trabalho foi identificar as plantas daninhas presentes no final do ciclo da cultura do sorgo, após controle químico. O experimento foi conduzido a campo, em delineamento experimental de blocos casualizados, com 23 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram aplicações de glyphosate + 2,4-D (1500 + 1000 g ha⁻¹) isoladas aos 28, 21 e 7 dias antes da semeadura; e ou associadas com atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹) no dia da semeadura, e ou atrazine (1000 g ha⁻¹) isolada ou sequencial em pós-emergência inicial e tardia; um tratamento adicional com atrazine + glyphosate (1000 + 1500 g ha⁻¹) no dia da semeadura, e duas testemunhas (capinada e sem capina). O estudo fitossociológico foi realizado na pré-colheita do sorgo. As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas pelo método do quadrado inventário (0,25 m²); e analisado os parâmetros frequência, densidade e abundância, absolutas e relativas, e o índice de valor de importância (IVI). A dessecação aos 28 dias antes da semeadura, associada à aplicação no dia do plantio com herbicidas de contato e residual, somado de aplicações em pós-emergência inicial e tardia reduziu a frequência, a densidade e a abundância das espécies.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, BRS 332, fitossociologia, controle.

PHYTOSOCIOLOGICAL SURVEY OF WEEDS IN GRAIN SORGHUM IN THE FUNCTION OF CHEMICAL MANAGEMENT

ABSTRACT – The objective of this work was to identify the weeds present at the end of the crop cycle of sorghum after chemical control. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 23 treatments and 3 replicates. The treatments were glyphosate + 2,4-D (1500 + 1000 g ha⁻¹), isolated at 28, 21 and 7 days before sowing; and either atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹) on the day of sowing, and or atrazine (1000 g ha⁻¹) isolated or sequential in early and late post-emergence; an additional treatment with atrazine + glyphosate (1000 + 1500 g ha⁻¹) on the day of sowing, and two controls (weeded and no weed). The phytosociological study was carried out in the pre-harvest of sorghum. Weeds were identified and quantified using the square inventory method (0.25 m²); and analyzed the frequency, density and abundance, absolute and relative parameters, and the importance value index (IVI). The desiccation at 28 days before sowing, associated to the application on the day of planting with contact and residual herbicides, plus initial and late post-emergence applications reduced the frequency, density and abundance of the species.

Keywords: *Sorghum bicolor*, BRS 332, phytosociology, control.

Comitê orientador:
Prof. Dr. Iran Dias Borges
PhD. Décio Karam

Introdução

Sorghum bicolor, de origem Africana, é o quinto cereal mais produzido no mundo, e surgiu da intervenção do homem sendo transformado para satisfazer suas necessidades (Ribas, 2014).

A cultura vista como uma alternativa à cultura do milho possui características consideradas vantajosas para os produtores e as indústrias de ração, como o baixo custo de produção e tolerância ao déficit hídrico; sendo capaz de produzir em locais que outras culturas não se adaptam (Rodrigues, 2015), em função do seu sistema radicular profundo que favorece exploração das camadas do solo (Sodré Filho, 2013).

Apesar da cultura do sorgo possuir alto potencial produtivo, a mesma pode sofrer interferência de plantas daninhas pela competição por água, luz e nutrientes (Silva et al., 2014), limitando a produção. A ausência de controle da comunidade infestante durante todo o ciclo do sorgo reduziu 89,6% no rendimento de grãos (Rodrigues et al., 2010). A diversidade de espécies e a emergência desuniforme dessas plantas dificultam o controle (Karam & Oliveira, 2015); assim como, comprometem a qualidade dos grãos e causam problemas na colheita.

A competição nos estados iniciais de desenvolvimento pode prejudicar a cultura do sorgo, se medidas de controle não foram tomadas nas primeiras semanas, levando a redução da produtividade de grãos de 58,5% e 66,29%, se controladas a partir da oitava e décima semanas após emergência, respectivamente (Passiniet al., 2015). Portanto, conhecer o período crítico de interferência das plantas daninhas é relevante e necessário para efetuar o manejo. De acordo com Andres et al. (2009), em terras baixas de clima temperado, o controle das plantas daninhas deve ser realizado quando o sorgo apresentar três folhas até a emissão de sete folhas.

Os produtores, na maioria das vezes, optam pelo uso de produtos químicos no controle, pelas vantagens no estabelecimento e durante o desenvolvimento da cultura. Entretanto, no Brasil, para a cultura do sorgo há somente duas moléculas registradas: atrazine e 2,4-D (AGROFIT, 2018), desta forma pesquisas de estratégias de manejo se tornam necessárias para um eficiente controle. Dentre estas, as pesquisas no campo da fitossociologia permitem identificar e quantificar as espécies de plantas daninhas em determinado momento do ciclo da cultura, contribuindo assim, com a tomada de decisões e aplicação de um manejo adequado.

A composição florística da comunidade de plantas daninhas varia em função do tipo e da intensidade dos tratamentos culturais realizados (Oliveira et al., 2014; Silva et al., 2018). O levantamento fitossociológico, geralmente, é realizado ao final do ciclo das culturas, quando há uma alta infestação de plantas daninhas (Adegas et al., 2010), permitindo analisar os efeitos do manejo sobre as plantas daninhas, conhecendo a comunidade presente.

Com base nisto, o objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar por meio do levantamento fitossociológico as principais plantas daninhas presentes ao final do ciclo da cultura do sorgo, após a realização de estratégias de controle químico.

Material e Métodos

O experimento foi instalado a campo na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo (19° 28' S e 44° 15' 08'' W), localizada no município de Sete Lagoas-MG, clima subtropical úmido de acordo com a classificação de Köppen-Geiger: Cwa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 23 tratamentos e 3 repetições (Tabela 1).

Tabela1 – Tratamentos realizados na cultura do sorgo a campo.

Tratamentos	Dessecação				Pós-emergência ⁽⁴⁾	
	(dias antes da semeadura)				Inicial	Tardia
	28 ⁽¹⁾	21 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾	0 ⁽²⁾		
28 DAS	X					
28 DAS + AP	X			X		
28 DAS + POSi	X				X	
28 DAS + POST	X					X
28 DAS + POSi + POST	X				X	X
28 DAS + AP + POSi	X			X	X	
28 DAS + AP + POST	X			X		X
28 DAS + AP + POSi + POST	X			X	X	X
21 DAS		X				
21 DAS + AP		X		X		
21 DAS + POSi		X			X	
21 DAS + POST		X				X
21 DAS + POSi + POST		X			X	X
21 DAS + AP + POSi		X		X	X	
21 DAS + AP + POST		X		X		X
21 DAS + AP + POSi + POST		X		X	X	X
7 DAS + POSi			X		X	
7 DAS + POST			X			X

7 DAS + POSi + POST	X	X	X
7 DAS	X		
AP		X ⁽³⁾	
Capina período todo			
Sem capina			

⁽¹⁾ Glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹).

⁽²⁾ Atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹) + 0,5% v/v de espalhante adesivo não iônico.

⁽³⁾ Atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹).

⁽⁴⁾ Atrazine (1000 g ha⁻¹).

DAS - dias antes da semeadura; AP - Aplique-plante; POSi - pós-emergência inicial; POST - pós-emergência tardia.

Para as aplicações de atrazine em pós-emergência considerou-se o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas; em pós-inicial as plantas de folhas largas com 2 a 3 folhas e as gramíneas antes do perfilhamento, e em pós-tardia, as dicotiledôneas com 4 a 6 folhas e as gramíneas no início do perfilhamento até 2 perfilhos.

A cultivar de sorgo BRS 332 foi semeada em 6 linhas espaçadas de 0,5 m, utilizando-se as linhas centrais como área útil das unidades experimentais de 4 x 7 m. Em pré-colheita do sorgo, 130 dias após emergência, a comunidade infestante foi avaliada pelo método do quadrado inventário (Braun-Blanquet, 1979), lançando-se um quadro de 0,25 m² duas vezes, aleatoriamente, em cada parcela, sendo as espécies de plantas daninhas identificadas e quantificadas.

Os parâmetros fitossociológicos foram obtidos segundo descrição de Müerller-Dombois & Ellenberg (1974), sendo calculadas as frequências, densidades e abundâncias, absolutas e relativas. O índice de valor de importância (IVI) foi calculado para os tratamentos e para as espécies dentro de cada tratamento com menores IVIs, expresso em porcentagem. Para os cálculos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Frequência (Fr)} = \frac{\text{nº de quadrados onde a espécie foi encontrada}}{\text{nº total de quadrados}}$$

$$\text{Frequência relativa (Frr)} = \frac{\text{frequência da espécie} \times 100}{\text{frequência total das espécies}}$$

$$\text{Densidade (D)} = \frac{\text{nº total de indivíduos da espécie}}{\text{nº total de quadrados}}$$

$$\text{Densidade relativa(Dr)} = \frac{\text{densidade da espécie} \times 100}{\text{densidade total das espécies}}$$

$$\text{Abundância (A)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ total de indivíduos da espécie}}{\text{n}^\circ \text{ total de quadrados onde a espécie foi encontrada}}$$

$$\text{Abundância relativa (Ar)} = \frac{\text{abundância da espécie} \times 100}{\text{abundância total das espécies}}$$

$$\text{Índice de Valor de Importância (IVI)} = \text{Frr} + \text{Dr} + \text{Ar}$$

Os dados de Índice de Valor de Importância das plantas daninhas nos tratamentos onde utilizou-se o manejo químico foram submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

No levantamento fitossociológico identificou-se 18 espécies de plantas daninhas infestando a cultura do sorgo granífero em pré-colheita, distribuídas em 8 famílias (Tabela 2).

Tabela 2. Famílias, espécies e nome comum das plantas daninhas identificadas na aérea experimental com sorgo granífero BRS 332.

Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo
	<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru
Asteraceae	<i>Conyza</i> spp.	Buva
	<i>Bidens</i> spp.	Picão-preto
	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-carneiro
	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Losna branca
Commelinaceae	<i>Commelina</i> spp.	Trapoeraba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> spp.	Corda-de-viola
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Cordão-de-frade
	<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião
	<i>Digitaria</i> spp.	Capim-colchão
	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso
	<i>Urochloa plantaginea</i>	Capim-marmelada
	<i>Rhynchelitrum repens</i>	Capim-favorito
Rubiaceae	<i>Sorghum arundinaceum</i>	Sorgo selvagem
	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca

As plantas daninhas que pertencem às famílias *Poaceae* e *Asteraceae* representam cerca de 50% das espécies com maior importância mundial (Concenço et al., 2014). Neste levantamento, 39% das espécies encontradas pertencem à família *Poaceae*, e 22% à *Asteraceae*.

Resultado este que corrobora com Cabral et al. (2013) e Gomes & Karam (2018), que encontraram maior diversidade de espécies gramíneas, na cultura do sorgo granífero.

As espécies que ocorreram em maior densidade, na área experimental, em ordem decrescente, foram *Cenchrus echinatus*, *Urochloa plantaginea*, *Parthenium hysterophorus* e *Commelina* spp. (Figura 1), o mesmo encontrado por Gomes & Karam (2018), onde a espécie *C. echinatus* correspondeu a 28% da população infestante na cultura do sorgo em Sete Lagoas, MG.

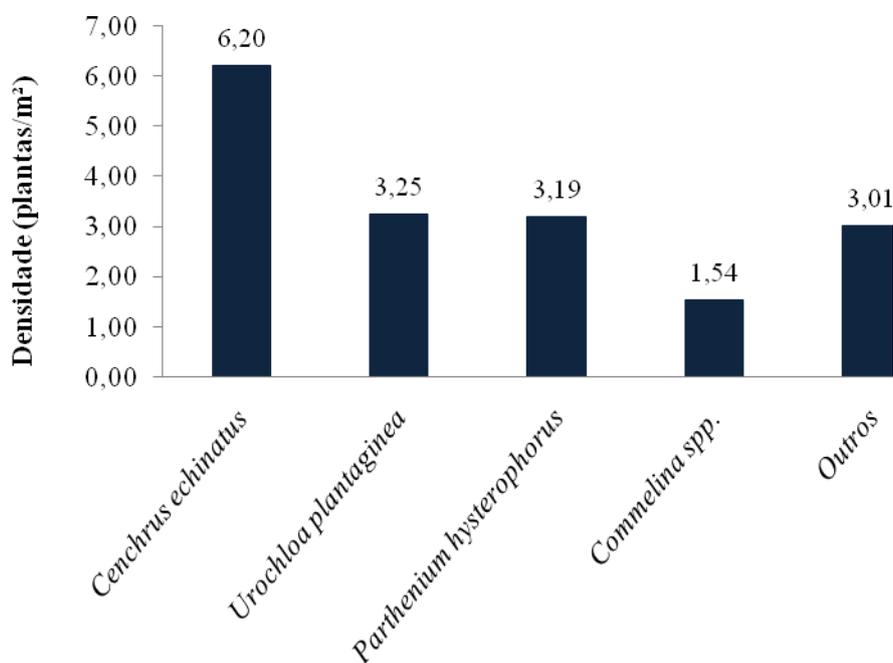


Figura 1. Densidade (plantas/m²) das espécies de plantas daninhas encontrada na área, em pré-colheita da cultura do sorgo granífero.

Apesar do *C. echinatus* ter sido encontrado em maior densidade na área, esteve ausente nas parcelas experimentais que apresentavam alta infestação de *U. plantaginea*. Ao passo que, quando o capim-marmelada (*U. plantaginea*) foi controlado, observou-se grande quantidade do capim-carrapicho (*C. echinatus*). Este resultado corrobora com Gimenes et al. (2011), que verificaram redução de 91% na infestação de *C. echinatus* na presença de 20 Kg ha⁻¹ de *B. ruziziensis* e Timossi et al. (2007), onde observaram elevada massa de *C. echinatus* quando havia menor cobertura vegetal proporcionada pela *B.brizantha*. Da mesma forma, o capim braquiária (*B.brizantha*) apresentou volume de palha suficiente para reduzir a infestação de plantas daninhas em área de milho (Noce et al., 2008).

Gramíneas, como o *C. echinatus*, ocorrem com frequência em culturas anuais e são muito competitivas por possuírem o mesmo metabolismo C4 que o sorgo (Brighenti et al., 2011). O controle químico dessas plantas é dificultado pelo limitado número de herbicidas com ação graminicida registrados para a cultura do sorgo no Brasil (AGROFIT, 2018).

A probabilidade de encontrar espécies de plantas daninhas, quando se lança aleatoriamente um quadro amostral em uma área, é quantificada através da frequência (Marinho et al., 2017). Analisando este parâmetro, observou-se menor distribuição das espécies, ou seja, menor frequência das plantas daninhas nos tratamentos com dessecação aos 28 DAS + AP, associadas ou não, a aplicação em pós-emergência inicial, e adicionada ou não, a pós-tardia (sequencial); além dos tratamentos: 21 DAS + POS_t, 21 DAS + AP + POS_t, 21 DAS + AP + POS_i + POS_t, e a testemunha capinada (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das plantas daninhas nos tratamentos realizados na cultura do sorgo granífero. D – Densidade; Fr – Frequência; A – Abundância; Dr – Densidade relativa; Frr – Frequência relativa; Ar – Abundância relativa.

Tratamento	D	Fr	A	Dr	Frr	Ar
	Número			%		
28 DAS ⁽¹⁾	5 ^{NS}	1a*	5 ^{NS}	5,06 ^{NS}	5,26a*	4,47 ^{NS}
28 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾	1	0,67b	1,5	1,01	3,51b	1,34
28 DAS ⁽¹⁾ + POS _i	4,5	1a	4,5	4,55	5,26a	4,03
28 DAS ⁽¹⁾ + POS _t	8,5	1a	8,5	8,60	5,26a	7,60
28 DAS ⁽¹⁾ + POS _i + POS _t	4,17	0,83a	5	4,22	4,39a	4,47
28 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾ + POS _i	2,17	0,67b	3,25	2,19	3,51b	2,91
28 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾ + POS _t	3,83	1a	3,83	3,88	5,26a	3,43
28 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾ + POS _i + POS _t	0,67	0,33b	2	0,67	1,75b	1,79
21 DAS ⁽¹⁾	4,17	1a	4,17	4,22	5,26a	3,73
21 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾	3,33	0,83a	4	3,37	4,39a	3,58
21 DAS ⁽¹⁾ + POS _i	4,17	1a	4,17	4,22	5,26a	3,73
21 DAS ⁽¹⁾ + POS _t	1,17	0,67b	1,75	1,18	3,51b	1,57
21 DAS ⁽¹⁾ + POS _i + POS _t	5,67	1a	5,67	5,73	5,26a	5,07
21 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾ + POS _i	5,33	1a	5,33	5,40	5,26a	4,77
21 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾ + POS _t	2,17	0,5b	4,33	2,19	2,63b	3,88

21 DAS ⁽¹⁾ + AP ⁽²⁾ + POSi + POST	2,17	0,33b	6,5	2,19	1,75b	5,81
7 DAS ⁽¹⁾ + POSi	8,67	1a	8,67	8,77	5,26a	7,75
7 DAS ⁽¹⁾ + POST	6,33	1a	6,33	6,41	5,26a	5,66
7 DAS ⁽¹⁾ + POSi + POST	9	1a	9	9,11	5,26a	8,05
7 DAS ⁽¹⁾	7,33	1a	7,33	7,42	5,26a	6,56
AP ⁽³⁾	4	0,83a	4,8	4,05	4,39a	4,29
Capina	0,33	0,33b	1	0,34	1,75b	0,89
Sem capina	5,17	1a	5,17	5,23	5,26a	4,62

DAS⁽¹⁾ – dias antes da semeadura: glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹). AP⁽²⁾ – aplique-plante: atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹). AP⁽³⁾ - aplique-plante: atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹). POSi e POST - pós-emergência inicial e tardia: atrazine (1000g ha⁻¹).

*Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. NS – não significativo.

O controle químico diminui a incidência das plantas daninhas reduzindo, conseqüentemente, os impactos causados à cultura. Portanto, através do Índice de Valor de Importância (IVI) consegue-se identificar a importância das espécies dentro da área amostrada (Marinho et al., 2017). O uso de herbicidas na dessecação aos 28 DAS acompanhada da aplicação no dia do plantio com herbicida de contato e residual (28 DAS + AP), podendo ou não, estar associadas a aplicações sequenciais em pós-emergência (28 DAS + AP + POSi + POST) reduziu o IVI, indicando menor importância da comunidade infestante (Tabela 1 e Figura 2).

Outros tratamentos que apresentaram valores de IVI reduzidos iguais a 2,57; 2,01 e 0,81% foram, respectivamente, para os tratamentos 21 DAS + AP + POST; 21 DAS + AP + POSi + POST e testemunha capinada (Tabela 1 e Figura 2). Contudo, observou-se que a aplicação complementar de atrazine em pós-emergência inicial (21 DAS + AP + POSi) não apresentou semelhança à esses tratamentos devido a presença de espécies como o *C. echinatus* e *Commelina* spp.

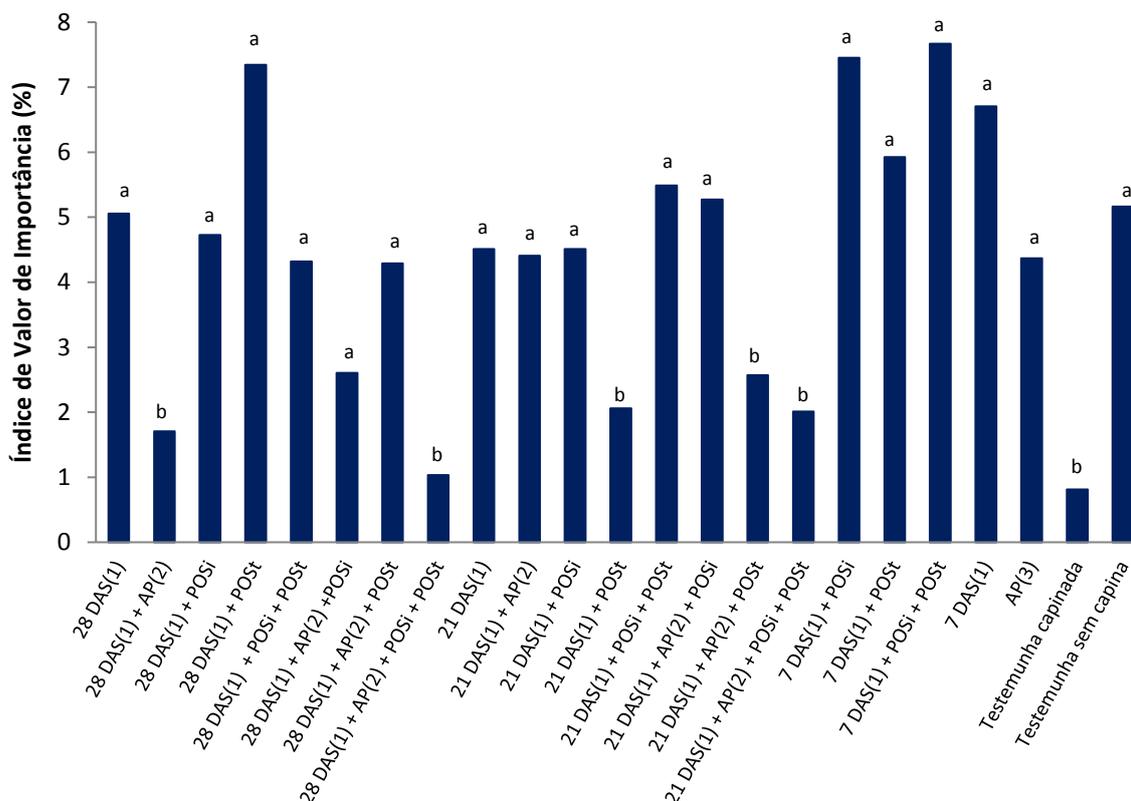


Figura 2. Índice de Valor de Importância das plantas daninhas encontradas após tratamentos aplicados na cultura do sorgo granífero. DAS⁽¹⁾ - dias antes da semeadura: glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹). AP⁽²⁾ - aplique-plante: atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹). AP⁽³⁾ - aplique-plante: atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹). POSi e POSt - pós-emergência inicial e tardia: atrazine (1000 g ha⁻¹).

Barras seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O tratamento com dessecação aos 21 DAS + POSt apresentou baixo IVI (Figura 2), fato que pode ser atribuído à baixa infestação de plantas daninhas no momento da aplicação pós tardia, sendo estas de folhas largas (dicotiledôneas), onde o herbicida foi eficiente, resultando na redução dos parâmetros fitossociológicos. Confirmando a eficiência do herbicida atrazine em diferentes plantas daninhas de folhas largas e algumas folhas estreitas (AGROFIT, 2018).

O IVI das espécies de plantas daninhas variou com os tratamentos aplicados (Figura 3). Para os tratamentos que se destacaram pelos menores IVIs (Figura 2), as espécies presentes na pré-colheita do sorgo, foram: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus* spp, *Bidens* spp., *Cenchrus*

echinatus, *Commelina* spp., *Euphorbia heterophylla*, *Ipomea* spp., *Parthenium hysterophorus* e *Urochloa plantaginea* (Figura 3).

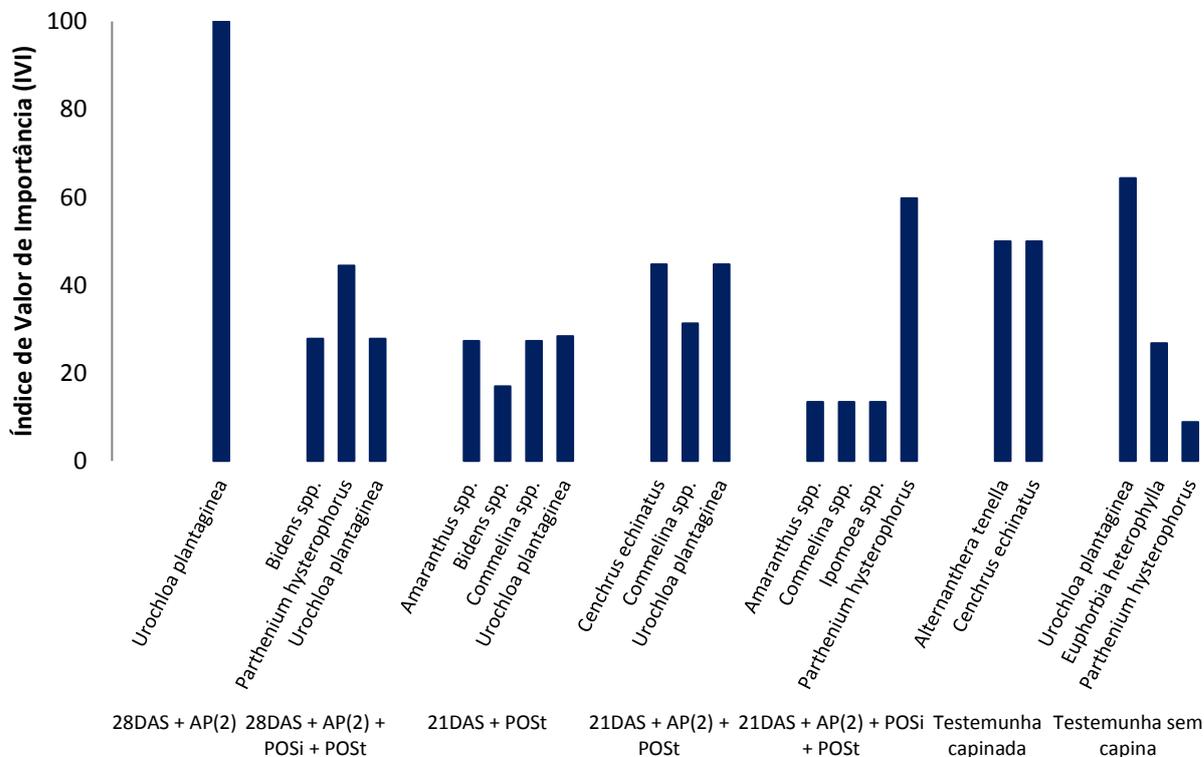


Figura 3. Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies de plantas daninhas identificadas nos tratamentos com menores IVIs, e testemunhas. DAS - dias antes da semeadura: glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹). AP⁽²⁾ - aplique-plante: atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹). AP⁽³⁾ - aplique-plante: atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹). POSi e POST - pós-emergência inicial e tardia: atrazine (1000 g ha⁻¹).

A *U. plantaginea* esteve presente em alta frequência, densidade e abundância na área experimental total, porém, na dessecação aos 28 DAS + AP + POSi + POST, onde se verificou o menor IVI, essa planta reduziu a frequência em 66%, a densidade em 95,8% e a abundância em 87,5%, com relação a testemunha sem capina. Esta espécie quando não controlada causa prejuízos, na cultura do milho, reduzindo a produtividade dos grãos em até 98% (Galon et al., 2010), enfatizando a importância do controle de gramíneas nas culturas.

Conclusão

A alta incidência de *Urochloa plantaginea* causou supressão do *Cenchrus echinatus*, dificultando o estabelecimento desta espécie.

A dessecação aos 28 dias antes da semeadura, associada à aplicação no dia do plantio com herbicidas de contato e residual, somado de aplicações em pós-emergência inicial e tardia, reduz a frequência, a densidade e a abundância das espécies.

A ausência das aplicações em pós-emergência (28 DAS + AP) aumenta a importância da *U. plantaginea*.

As espécies gramíneas, principalmente o capim-marmelada (*U. plantaginea*) de grande importância neste levantamento, merecem atenção especial, a fim de evitar prejuízos à cultura por serem espécies agressivas e bastante competidoras.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

ADEGAS, F. S.; OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010. DOI: 10.1590/S0100-83582010000400002.

ANDRES, A.; CONCENÇO, G.; SCHWANKE, A. M. L.; THEISEN, G.; MELO, P. T. B. S. Período de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo forrageiro em terras baixas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 229-234, 2009. DOI: 10.1590/S0100-83582009000200003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 nov. 2018.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

CABRAL P. H. R.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S., ARAÚJO, V. T. de; PEDRINI, E. C. F. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 308-314, jul./set. 2013. DOI: 10.1590/S1983-40632013000300008.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; SILVA, A. F.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: MONQUERO, A. P. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos, SP: RiMa, 2014. p. 1-10.

GALON L.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I.; PINTO, J. J. O. avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 414-421, out./dez. 2010. DOI: 10.1590/S1983-40632010000400019.

GIMENES, M. J.; POGETTO, M. H. F. A. D.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. S.; COSTA, S. Í. A.; SOUZA, E. F. C. Interferência de *Brachiaria ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 931-938, jul./set. 2011.

GOMES, T. C.; KARAM, D. Dinâmica populacional de plantas daninhas em áreas com sorgo sacarino e granífero com diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 3, p. 390-399, 2018. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v17n3p390-399.

KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. Plantas daninhas. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.) **Cultivo do Sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MARINHO, P. H. A.; SOUSA, R. M. de; MEDEIROS, P. C. A. O.; SILVA, T. G. N.; GIONGO, M. Levantamento fitossociológico de plantas infestantes na área experimental da Universidade Federal do Tocantins submetida a diferentes cultivos. **AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 4, n. 7, p. 314-324, 2017.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974, 574 p.

NOCE, M. A.; SOUZA, I. F.; KARAM, D., FRANÇA, A. C.; MACIEL, G. M. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 265-278, 2008. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v7n3p265-278.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, F. C.; CREVELARI, J. A.; FERNANDES, I. S.; RUBIM, R. F. Fitossociologia de plantas daninhas em monocultivo de milho e em consórcio com diferentes Fabaceae. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, n. 5, p. 643-651, 2014. DOI: 10.1590/0034-737X201461050007.

PASSINI, T.; ILVA, J. B. da; MORAIS, A. R. de. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1988. p. 446-453. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47699/1/Efeitos-competicao.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

RIBAS, P. M. Origem e importância econômica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 188-206.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 23-31, 2010. DOI: 10.1590/S0100-83582010000100003.

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do Sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 188-206.

SILVA, D. A. da; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ALVES, J. M. A.; ROCHA, P. R. R.; MEDEIROS, R. D. de; FINOTO, E. L.; MENEZES, P. H. S. de. Caracterização de plantas daninhas em área rotacionada de milho e feijão-caupi em plantio direto. **Scientia Agropecuaria**, Trijillo, v. 9, n. 1, p. 7-15, 2018. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.01.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.617-622, 2007.

SODRÉ FILHO, J. **Consórcio sorgo granífero-braquiária: fitomassa, dinâmica de plantas daninhas e rendimento da soja em sucessão**. 2013. 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

ARTIGO II

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SORGO GRANÍFERO

RESUMO – O objetivo foi estudar estratégias de controle das plantas daninhas na cultura do sorgo. O experimento foi realizado em campo, em delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram aplicações de: glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹) isoladas aos 28, 21 e 7 dias antes do plantio; e ou associadas com atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹) no dia da semeadura; e ou atrazine (1000 g ha⁻¹) isolada ou sequencial em pós-emergência inicial e tardia das plantas daninhas; um tratamento adicional com atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹) no dia da semeadura, e duas testemunhas (capinada e sem capina). As avaliações foram no dia do plantio e em pré-colheita, utilizando-se uma escala de 0 a 100% de controle, onde 0 significava ausência de controle e 100% controle total; e calculada a produtividade por hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. O controle eficiente (> 80%) foi a aplicação de glyphosate + 2,4-D entre 28 a 21 dias antes da semeadura da cultura; sucedida, caso necessário, de atrazine + paraquat no dia da semeadura; seguido por atrazine na pós-emergência inicial (se necessário), e em caso de reinfestação, sequencial tardia.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, herbicida, manejo integrado de plantas daninhas, glyphosate, atrazine.

CHEMICAL CONTROL OF WEED IN THE GRAIN SORGHUM PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT – The objective was to study weed control strategies in the sorghum crop. The experiment was carried out in the field, in a randomized complete block design with 4 replications. The treatments were applications of: glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹) isolated at 28, 21 and 7 days before sowing; and or associated with atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹) on the day of sowing; and or atrazine (1000 g ha⁻¹) isolated or sequential in early and late weed post emergence; an additional treatment with atrazine + glyphosate (1000 + 1188.75 g ha⁻¹) on the day of sowing, and two controls (weeding and without weeding). The evaluations were on the day of sowing and pre-harvest, using a scale from 0 to 100% control, where 0 meant no control and 100% total control; and calculated yield productivity per hectare. The data obtained were submitted to analysis of variance and means compared by Scott Knott test at 5% probability. The most efficient control (> 80%) was glyphosate + 2,4-D application between 28 and 21 days before sowing of the crop; succeeded, if necessary, with atrazine + paraquat on the day of sowing; followed by atrazine in the early postemergence (if necessary), and in case of reinfestation, late sequential application.

Key words: *Sorghum bicolor*, herbicide, integrated weed management, glyphosate, atrazine.

Comitê orientador:
Prof. Dr. Iran Dias Borges
PhD. Décio Karam

Introdução

O sorgo, de origem Africana, vem sendo modificado ao longo dos anos para atender as necessidades humanas (Ribas, 2014). A utilização se estende à alimentação humana e animal; sendo excelente alternativa na produção de grãos e forragem; sendo o quinto cereal mais produzido no mundo (Ghani et al., 2015).

No Brasil, na safra 2018/19, estima-se que a área plantada com sorgo é de 787,6 mil hectares, com produção de 1,95 milhões de toneladas e produtividade de 2.472 kg por hectare (Acompanhamento da Safra [de] Grãos, 2019). Entretanto, Menezes et al. (2017) afirmam que a cultura possui capacidade de produzir mais de 7 t ha⁻¹.

A planta de sorgo se adapta bem a diversos ambientes, tornando seu cultivo viável em regiões onde outros cereais não se adaptam, apresentando maior tolerância ao estresse hídrico, e podendo ser cultivado em sucessão as culturas de verão (Magalhães et al., 2015); além de ser um excelente substituto do milho na alimentação animal (Menezes et al, 2018). A cultura atrai às indústrias de ração, principalmente, pelo preço mais baixo (Rodrigues, 2015), que de acordo com o Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás - IFAG (2019), em junho de 2019 o sorgo estava cotado em R\$ 18,90/sc, e o milho à R\$ 27,00/sc.

No sistema de produção, existem fatores que podem afetar a cultura interferindo no rendimento final; e entre estes, está a presença das plantas daninhas no sorgo (Takano et al., 2016), por competir por luz, água e nutrientes (Silva et al., 2014a; Thompson et al., 2017). Além de outros problemas que ocasionam na lavoura como, dificuldade na colheita; podem hospedar pragas, doenças e nematoides (Brighenti & Oliveira, 2011); e aumenta o custo de produção, principalmente quando se tem áreas com problemas de plantas resistentes (Adegas et al., 2017).

As plantas de sorgo possuem crescimento inicial lento (Silva et al, 2014a), e quando as plantas daninhas não são controladas nas duas primeiras semanas após emergência do sorgo, as perdas de produtividade podem chegar a 20% (Smith & Scott, 2010); e na ausência do manejo durante o ciclo da cultura, há queda no rendimento de 25,1% (Gharde et al., 2018), de 21 a 53% (Mishra et al., 2015), e de 89,6% (Rodrigues et al., 2010). As plantas daninhas se desenvolvem em condições adversas; apresentam capacidade de produzir sementes viáveis em abundância e de fácil dispersão; e, facilmente consegue adquirir os recursos disponíveis no meio, se desenvolvendo rapidamente, e conseqüentemente, garantem vantagens sobre a cultura (Brighenti & Oliveira, 2011). Isto enfatiza a importância das plantas daninhas na agricultura; sendo necessário o manejo adequado destas para que a cultura do sorgo granífero tenha um ótimo desempenho (Thompson et al., 2017).

A utilização dos métodos de controle como, preventivo, cultural, mecânico e químico, das plantas daninhas contribui com melhores resultados, torna o manejo mais eficiente, e consequentemente, evita prejuízos à cultura de interesse. Porém, o controle químico é muito utilizado pelos produtores, como único método (Silva et al, 2014b). No entanto, para a cultura do sorgo este é limitado pela escassez de produtos registrados para a cultura, principalmente para gramíneas; dispondo atualmente, somente dois produtos atrazine e 2,4-D (BRASIL, 2003).

O uso de herbicidas contribui para o rápido desenvolvimento da cultura reduzindo a interferência da comunidade infeste (Silva et al., 2014b). Contudo, é muito importante utilizá-los de forma correta e adequada para que o controle destas plantas seja satisfatório. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi estudar estratégias de controle químico das plantas daninhas no sistema de produção de sorgo granífero.

Material e Métodos

O experimento, realizado em duplicata, foi conduzido em campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG; cujas coordenadas geográficas são: latitude de 19° 28' S, longitude de 44° 15' 08'' W e altitude de 732 metros. O clima regional é subtropical úmido de acordo com a classificação de Köppen-Geiger: Cwa.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 repetições (Tabela 1).

Tabela 1 – Tratamentos realizados no experimento a campo.

Tratamentos	Dessecação ⁽¹⁾			AP ⁽²⁾	Pós-emergência ⁽⁴⁾	
	28	21	7		Inicial	Tardia
28 DAS	X					
28 DAS + AP	X			X		
28 DAS + POSi	X				X	
28 DAS + POSt	X					X
28 DAS + POSi + POSt	X				X	X
28 DAS + AP + POSi	X			X	X	
28 DAS + AP + POSt	X			X		X
28 DAS + AP + POSi + POSt	X			X	X	X
21 DAS		X				
21 DAS + AP		X		X		

21 DAS + POSi	X		X	
21 DAS + POST	X			X
21 DAS + POSi + POST	X		X	X
21 DAS + AP + POSi	X	X	X	
21 DAS + AP + POST	X	X		X
21 DAS + AP + POSi + POST	X	X	X	X
7 DAS + POSi		X	X	
7 DAS + POST		X		X
7 DAS + POSi + POST		X	X	X
7 DAS		X		
AP			X ⁽³⁾	

Capina

Sem capina

⁽¹⁾ glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹).

⁽²⁾ atrazine + paraquat (1000 + 300 g ha⁻¹) + 0,5% v/v de espalhante adesivo não iônico.

⁽³⁾ atrazine + glyphosate (1000 + 1188,75 g ha⁻¹).

⁽⁴⁾ atrazine (1000 g ha⁻¹).

DAS - dias antes da semeadura; AP - Aplique-plante; POSi - pós-emergência inicial; POST - pós-emergência tardia.

A primeira capina foi realizada um dia antes da semeadura, e manteve-se as parcelas no limpo durante o experimento.

Na duplicata, a testemunha sem capina foi roçada antes do plantio, simulando o sistema de plantio direto. O herbicida paraquat foi substituído pelo diquat na aplicação de plantio.

As aplicações de atrazine em pós-emergência foram realizadas em estágio inicial, quando as plantas de folhas largas estavam com 2 a 3 folhas e as gramíneas antes do perfilhamento; e em estágio tardio das plantas daninhas, com as dicotiledôneas de 4 a 6 folhas e as gramíneas no início do perfilhamento até 2 perfilhos.

No início da implantação do experimento as espécies de plantas daninhas predominantes na área eram *Parthenium hysterophorus*, *Urochloa decumbens* e *U. plantaginea*. E na duplicata, as principais espécies presentes foram, *Digitaria horizontalis*, *Spermacoce latifolia*, *Urochloa spp.*

O sorgo granífero BRS 332 foi semeado nas parcelas, com espaçamento de 0,50 metros, a uma densidade de 160.000 plantas por hectare. Cada parcela foi considerada como uma unidade experimental. As parcelas continham uma faixa lateral sem aplicação, sendo considerada testemunha para avaliação de controle do tratamento aplicado. Na semeadura foram aplicados 24 Kg de N, 84 Kg de P e 48 Kg de K ha⁻¹, e em cobertura foi utilizado 90 Kg ha⁻¹ de N, no estágio de 5 folhas das plantas de sorgo.

As pulverizações foram realizadas com equipamento de pressão constante à base de CO₂, equipado com barra com pontas tipo leque 110.02, utilizando-se um volume de calda de 150 L ha⁻¹, e em duplicata 120 L ha⁻¹.

As avaliações de controle das plantas daninhas foram realizadas no dia da semeadura e em pré-colheita; sendo utilizada uma escala percentual de 0 a 100%, onde 0 significava ausência de controle das plantas daninhas e 100% morte das plantas. Na duplicata do experimento, foi realizado uma avaliação complementar quanto ao controle das principais espécies presente na área, utilizando também a escala de 0 a 100%.

As panículas das duas fileiras centrais das parcelas foram protegidas por sacolas, e ao final do ciclo da cultura, aos 130 dias após emergência das plantas, foram coletadas manualmente, com os grãos apresentando 13% de umidade; posteriormente, os grãos foram trilhados e pesados; e calculada a produtividade dos tratamentos.

Os dados observados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e analisado os quadrados médios residuais do experimento em duplicata (PIMENTEL-GOMES, 2000). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância dos experimentos individuais, não houve discrepância entre os quadrados médios residuais, para controle das plantas daninhas na dessecação e em pré-colheita, portanto procedeu-se análise conjunta dos dados.

Controle na semeadura

As médias das porcentagens de controle dos tratamentos no dia da semeadura estão representados na Figura 1. Nas avaliações observou-se que dessecações com glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹) aos 28 e 21 dias antes da semeadura (DAS) obtiveram melhores resultados de controle das plantas daninhas, sendo 79,3% e 81,5%, respectivamente. A semeadura realizada no limpo é o primeiro passo para obter uma lavoura sem infestação; assim, a operação de dessecação utilizando-se um herbicida sistêmico de ação total isolado ou em

associação, alguns dias antes do plantio, é muito importante no controle (Concenço, 2015). Esta prática de manejo também proporciona vantagens como, maior rendimento operacional e obtenção de sementeira mais uniforme (Jaremtchuk, 2008).

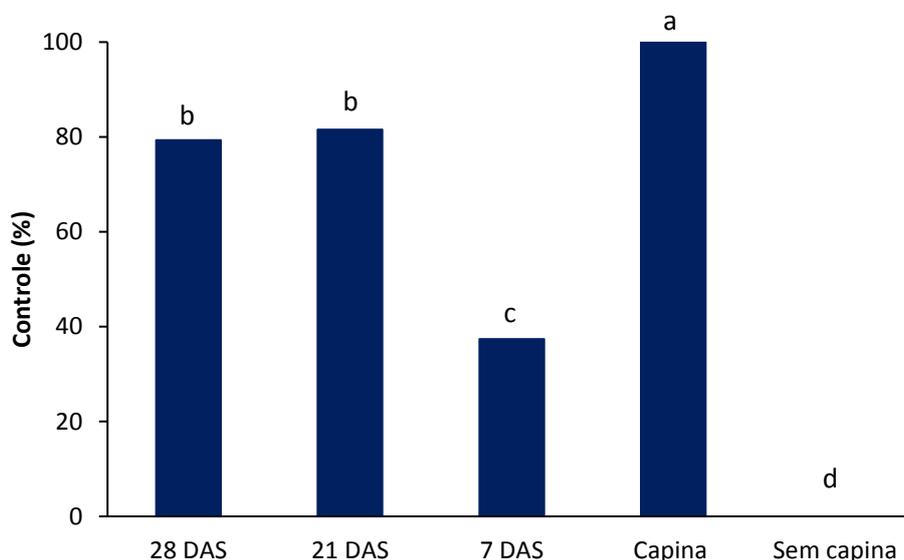


Figura 1 – Controle das plantas daninhas no dia da sementeira do sorgo com relação às dessecações aos 28, 21 e 7 dias antes da sementeira (DAS), com glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹), e as testemunhas, com e sem capina. Barras seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A capina realizada um dia antes da sementeira garantiu controle de 100% das plantas presentes nas parcelas, sendo estatisticamente superior as médias encontradas nas dessecações antecipada.

Na dessecação aos 7 DAS o controle foi menor que 40%; esse fato está ligado ao estágio mais avançado das plantas no momento da dessecação, com relação às outras dessecações realizadas com um período maior antes da sementeira. Além disso, o intervalo entre a dessecação e a sementeira é necessário para que o herbicida tenha tempo suficiente para atuar, assegurando a morte das plantas daninhas. No caso do herbicida glyphosate, que atua lentamente nas plantas, com ação nos meristemas, inicialmente paralisando o crescimento, seguido de murcha, amarelecimento e necrose (Carvalho, 2013), podendo levar as plantas à morte em 7 a 30 dias após aplicação, dependendo da espécie, do estágio de desenvolvimento das plantas, e da dose aplicada (Dias, 2015).

Na duplicata do experimento, as dessecações com glyphosate + 2,4-D (1188,75 + 806 g ha⁻¹) não controlaram de forma eficiente a espécie *Spermacoce latifolia*, sendo este menor que 50% (Tabela 2). Esse fato pode ser explicado pelo estágio de aplicação dessas plantas, e por ser considerada uma espécie de difícil controle. A mistura de glyphosate + 2,4-D (960 + 806 g ha⁻¹) proporcionou controle eficaz da espécie *S. latifolia*, em três estádios de desenvolvimento (2 a 4, 4 a 6 e com mais de 10 folhas), aos 28 dias após aplicação; porém, apesar dessa associação ter apresentado efeito sinérgico nos estádios mais avançados, atuou de forma mais lenta quando comparado com aplicação de glyphosate (960 g ha⁻¹) isolado (Takano et al., 2013). Martins & Christoffoleti (2014), verificaram controle de 100% da espécie *Borreria densiflora*, a qual possui características similares a *S. latifolia*, em estágio de 3 pares de folhas, aos 21 dias após aplicação de glyphosate + 2,4-D (1080 + 670 g ha⁻¹). Estes mesmos autores, relataram que o controle da espécie após esse estágio é desafiador, até mesmo utilizando-se herbicidas sistêmicos; além de que, a presença de gemas laterais ao longo dos nós do caule, impede o contato do produto com as folhas inferiores.

Tabela 2 – Porcentagem de controle, no dia do plantio, das principais espécies presentes em duplicata do experimento.

Tratamento	Espécies de plantas daninhas		
	<i>Spermacoce latifolia</i>	<i>Urochloa</i> spp.	<i>Digitaria horizontalis</i>
28 DAS	16,46 b	100 a	100 a
21 DAS	42,04 a	100 a	100 a
7 DAS	6,04 c	20,56 b	18,85 b

DAS - dias antes da semeadura. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Outro aspecto observado foi o controle mais baixo da *S. latifolia* aos 28 DAS com relação aos 21 DAS (Tabela 2). Este pode ter ocorrido devido ao maior intervalo entre a aplicação e a avaliação; resultando em recuperação dos sintomas nas plantas, até o momento da semeadura. A *B. densiflora* var. *latifolia*, é capaz de recuperar seu crescimento após um corte (Martins et al., 2009); confirmando que espécies com características similares são capazes de regenerar após algum distúrbio causado as plantas.

As espécies *Urochloa* spp. e *Digitaria horizontalis* foram controladas com dessecações realizadas aos 28 e 21 DAS (Tabela 2). A espécie *U. decumbens*, em estágio de

desenvolvimento de pré-florescimento, foi controlada aos 14 dias após aplicação de glyphosate + 2,4-D (1.080 + 720 g ha⁻¹) (Queiroz et al., 2014). Contudo, neste experimento, a dessecação aos 7 DAS não foi eficiente no controle dessas espécies, devido ao pleno florescimento das plantas no momento da aplicação, e o período de avaliação. Resultados diferentes foram encontrado já aos 7 dias após aplicação do glyphosate (1240 g ha⁻¹) nessas espécies, verificando controle de 84,25% para *Urochloa* spp. e 95% para *D. horizontalis*; porém, as plantas neste experimento apresentavam de 2 a 3 perfilhos (Matte et al., 2018). Nossos resultados evidenciam que, em estádios mais avançados o controle das plantas daninhas se torna mais difícil.

Controle na pré-colheita

Os resultados referentes ao controle das plantas daninhas, analisados em pré-colheita, encontram-se na Figura 2. Os tratamentos, que receberam aplicações em todas as fases, com dessecação aos 28 ou 21 DAS (glyphosate (1188,75 g ha⁻¹) + 2,4-D (806 g ha⁻¹)), associada à aplicação no dia do plantio (atrazine (1000 g ha⁻¹) + paraquat (300 g ha⁻¹)), mais as aplicações em pós-emergência inicial e tardia, com atrazine (1000 g ha⁻¹) (28 DAS + AP + POSi + POSt; 21 DAS + AP + POSi + POSt), apresentaram controle das plantas daninhas acima de 90%.

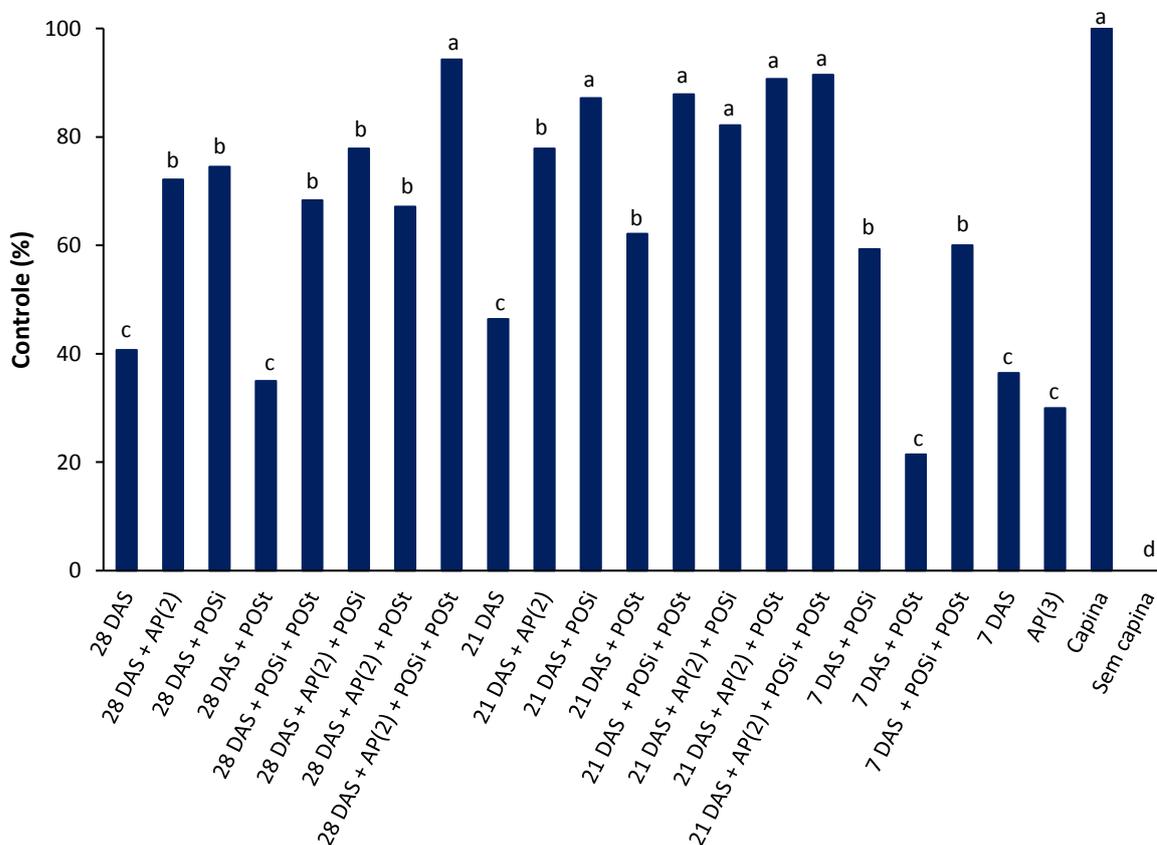


Figura 2 – Controle das plantas daninhas em pré-colheita, com relação aos tratamentos realizados na cultura do sorgo granífero BRS 332. DAS - dias antes da semeadura (glyphosate + 2,4-D); AP(2) - aplique-plante (atrazine + paraquat); AP(3) - aplique-plante (atrazine + glyphosate); POSi e POSt – pós-emergência inicial e tardia (atrazine). Glyphosate: 1188,75 g ha⁻¹; 2,4-D: 806 g ha⁻¹; atrazine: 1000 g ha⁻¹; paraquat: 300 g ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

As dessecações (glyphosate (1188,75 g ha⁻¹) + 2,4-D (806 g ha⁻¹)) realizadas aos 28, 21 e 7 DAS por si só apresentaram porcentagens de controle das plantas daninhas menor que 50%, quando comparados aos demais tratamentos que foram associados a outras aplicações, em pré-colheita da cultura. Ainda que esta prática de controle elimine as plantas infestantes antes da semeadura, outras práticas devem ser realizadas para resolver problemas de germinação do banco de sementes, quando o dessecante não apresenta efeito residual (Santos et al., 2016), como o glyphosate, que é um herbicida classificado como não persistente no solo (PPDB, 2019; Nunes et al., 2018). Além disso, o herbicida 2,4-D possui meia vida no solo de, aproximadamente, 29 dias (PPDB, 2019); o que conseqüentemente, não conseguiu manter o controle das plantas até a pré-colheita.

A aplicação de glyphosate + atrazine (AP(3)) no dia da semeadura do sorgo, expressou baixa eficiência (30 %) no controle da comunidade infestante. Este fato pode ser explicado pelo estágio avançado das plantas no instante da aplicação, e pelo período entre a aplicação da mistura e a avaliação. Ratier et al. (2015) observaram, aos 28 dias após dessecação com glyphosate + atrazina (1080 + 1500 g ha⁻¹), controle de 92% das plantas daninhas; entretanto, aos 30 dias após a semeadura do milho, verificaram rebrota da espécie *Urochloa plantaginea*. Outro fato que pode explicar o reduzido controle nesse tratamento, é a redução da eficiência da atrazine, com estádios de desenvolvimento mais avançados (Matte et al., 2018).

Maiores níveis de controle, quando comparadas ao manejo de aplique-plante, foram observados quando a dessecação foi realizada entre 30 e 35 DAS (glyphosate (1240 g ha⁻¹)), acompanhada de aplicação as vésperas da semeadura da soja (Constantin et al., 2009a), e com dessecação 25 DAS com glyphosate + 2,4-D (1550 + 670 g ha⁻¹), com aplicação de diuron + paraquat (120 + 240 g ha⁻¹) 1 DAS do milho (Constantin et al., 2009b). Resultado semelhante também foi encontrado por Osipe et al. (2011), que verificaram melhor controle das espécies *Amarathus hybridus*, *Commelina benghalensis* e *Euphobia heterophylla* quando se realizou a

dessecação antecipada com glyphosate (20 DAS) associada com aplicação 2 dias após o plantio, do que somente o applique-plante (1 DAS), na implantação da cultura da soja.

A associação de um herbicida residual (flumioxazin) ao dessecante glyphosate 2 dias após semeadura, garantiu o fechamento das entrelinhas da soja; e reduziu a densidade de plantas daninhas aos 30 dias após emergência da cultura (Osipe et al., 2011). A utilização de glyphosate com herbicidas como s-metolachlor e pendimethalin, contribui na supressão da emergência das infestantes, limitando a interferência inicial à cultura (Nunes et al., 2018). Herbicidas classificados como moderadamente persistentes, como por exemplo, diclosulam e atrazine, apresentando meia-vida de 75 e 49 dias, respectivamente (PPDB, 2019), contribuindo com reinfestação mais lenta na área.

O atrazine aplicado em pós-emergência das plantas daninhas, complementou a ação das dessecações, controlando as novas plantas que emergiram, garantindo o desenvolvimento da cultura sem competição, e conseqüentemente, melhorando o resultado do controle. O uso de herbicidas pré-emergentes acompanhados de aplicações em pós-emergência, melhoram o controle das plantas daninhas (Thompson et al., 2017). Na cultura do sorgo, o atrazine é amplamente utilizado devido sua seletividade (Machado et al., 2016); sendo recomendado para o controle de diversas espécies de plantas daninhas de folhas largas e algumas gramíneas, em pré e pós-emergência inicial (Rodrigues & Almeida, 2018).

O manejo de gramíneas em sorgo, com o atrazine, alcança melhores níveis de controle em pré-emergência, porém, quando realizados em pós-emergência deve ser realizado com as plantas em estádios iniciais, antes do perfilhamento (Concenço et al., 2012). A aplicação de atrazine, no estágio de um par de folhas da espécie *Cenchrus echinatus*, acarretou em controle superior a 90%, aos 21 dias após aplicação, em doses a partir de 1750 g ha⁻¹; enquanto, aplicações em plantas com um a dois filhinhos proporcionaram controle de apenas 41%, nesta mesma dose (Dan et al.; 2011). O controle das espécies *Cenchrus echinatus*, *Urochloa decumbens* e *Digitaria horizontalis*, com atrazine (1500 g ha⁻¹), nos estádios de 2 a 3 perfilhos, foi ineficiente, proporcionando 15%, 0% e 8,8% de controle, respectivamente (Matte et al., 2018). Enquanto que, estes mesmos autores constataram excelente controle (90 a 100%) nas espécies *Conyza bonariensis*, *Commelina benghalensis*, *Bidens pilosa* e *Ipomea grandifolia*, nos estádios de desenvolvimento de 2 a 6 folhas, aos 14 dias após aplicação de atrazine (1500 g ha⁻¹).

As dessecações antecipadas aos 28, 21 e 7 DAS acompanhadas de aplicações em pós-emergência tardias, apresentaram controle das plantas daninhas de 35, 62 e 21%,

respectivamente; demonstrando que o controle tardio em complementação as dessecações, não foi capaz de controlar plantas em estádios mais avançados. O tratamento 21 DAS + POSt, apresentou uma porcentagem maior com relação aos outros, devido à baixa infestação de plantas daninhas no momento da aplicação pós tardia. Outro fato observado nesses tratamentos, foi o reduzido controle da espécie *S. latifolia*, na duplicata do experimento, sendo a porcentagem de controle menor que 25%, ao final do ciclo.

A avaliação, na duplicata, quanto ao controle das principais espécies gramíneas presentes nas parcelas, nos mostrou que os tratamentos, de forma geral, controlaram bem a *D. horinzontalis*, sendo o menor valor de 70% nos tratamentos 28 DAS + POSt e AP(3).

Produtividade

Os valores de produtividade do sorgo granífero, com relação aos tratamentos aplicados, estão representados na figura 3. As parcelas que não foram submetidas a nenhuma forma de controle durante todo o ciclo da cultura, sofreram redução no estande e não produziu, devido a quantidade de massa verde acima do solo no momento da semeadura que impediu que as plantas emergissem. Em duplicata, a roçada antes do plantio contribuiu na emergência da cultura; porém, a competição com a comunidade infestante causou baixa produtividade. Contudo, a presença das plantas daninhas interferiu negativamente no sorgo, reduzindo em 93% a produtividade, com relação a testemunha capinada.

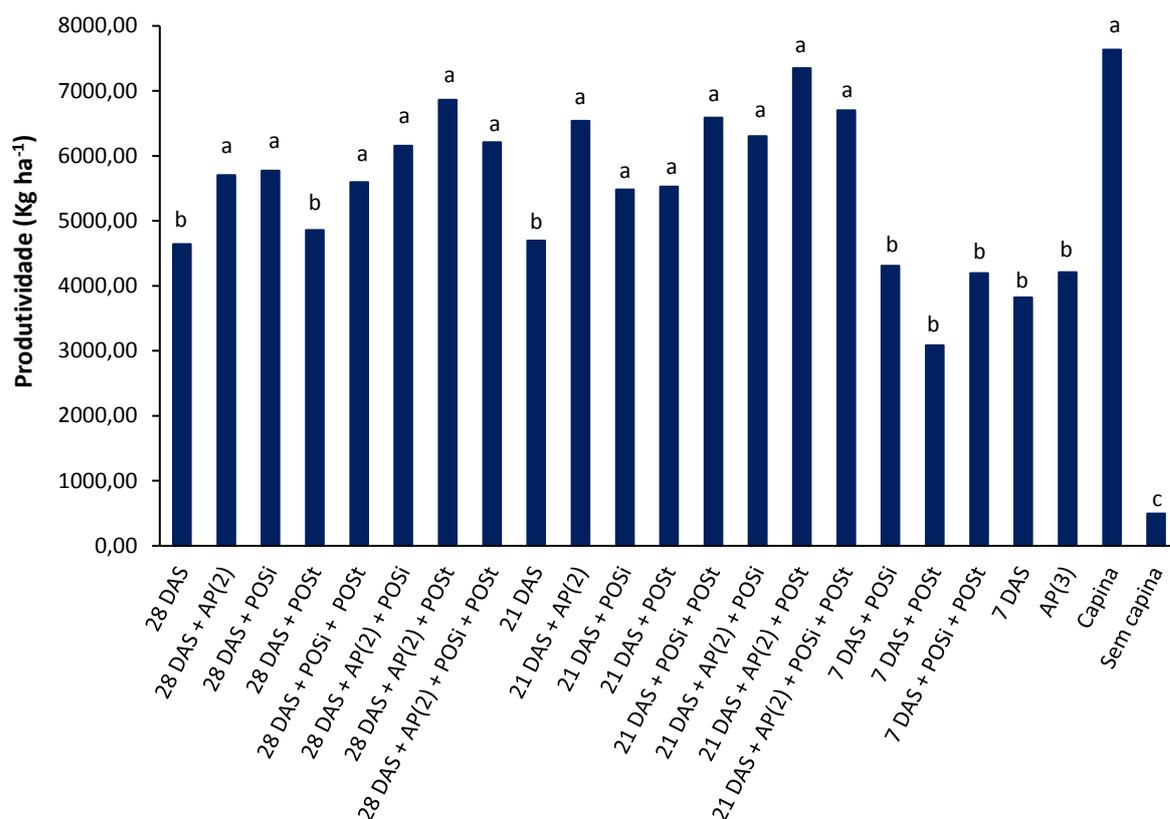


Figura 3 – Produtividade do sorgo granífero BRS 332 de acordo com os tratamentos aplicados. DAS - dias antes da semeadura (glyphosate + 2,4-D); AP(2) - aplique-plante (atrazine + paraquat); AP(3) - aplique-plante (atrazine + glyphosate); POSi e POST – pós-emergência inicial e tardia (atrazine). Glyphosate: 1188,75 g ha⁻¹; 2,4-D: 806 g ha⁻¹; atrazine: 1000 g ha⁻¹; paraquat: 300 g ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com dessecações aos 28, 21 e 7 DAS, sem adição de outra aplicação, e as dessecação aos 7 DAS associadas a aplicações em pós-emergência (7 DAS + POSi; 7 DAS + POST; 7 DAS + POSi + POST); além da aplicação aos 28 DAS associada à pós-emergência tardia (21 DAS + POST), e glyphosate + atrazine (AP(3)) no dia do plantio, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Estes apresentaram produtividade abaixo de 5.000 Kg ha⁻¹; enquanto a produtividade média dos melhores tratamentos foi de 6.315 Kg, sendo superior à média nacional de 2.472 Kg, de acordo com o Acompanhamento da Safra [de] Grãos (2019).

Conclusão

O controle das plantas daninhas, que reduz a competição, e conseqüentemente, não acarreta em perdas de produtividade, na cultura do sorgo BRS 332 é, aplicação de glyphosate + 2,4-D ($1188,75\text{g ha}^{-1} + 806\text{g ha}^{-1}$) realizada entre 28 a 21 dias antes da semeadura da cultura; sucedida pela aplicação, caso necessário, de atrazine + paraquat ($1000\text{g ha}^{-1} + 300\text{g ha}^{-1} + 0,5\%$ v/v espalhante adesivo não iônico) no dia da semeadura; seguido pela aplicação de atrazine (1000g ha^{-1}) na pós-emergência inicial das plantas daninhas (se necessário), e em caso de reinfestação, nova aplicação sequencial de atrazine.

Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2018/19: quarto levantamento, Brasília, DF: Conab, v. 6, n. 4, p. 1-126, 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIEIRO, D. L. P.; KARAM, D. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Embrapa Soja. 2017. 12 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 132).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 mai. 2019.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de Plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Ompipax, 2011, p. 1-36.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. Lages: Ed. do Autor, 2013. 72 p.

CONCENÇO, G. **Manejo de plantas daninhas na cultura do sorgo-sacarino**: informações gerais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 204).

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; CECCON, G. **Manejo de plantas daninhas na cultura do sorgo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 175).

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R. S.; INOUE, H.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z. Sistema de manejo de plantas daninhas no desenvolvimento e na produtividade da soja. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 125-135, 2009a.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R. S.; INOUE, M. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D. Sistema de dessecação antecedendo a semeadura direta de milho e controle de plantas daninhas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 971-976, 2009b.

DAN, H. A.; DAN, L. G. M.; BARROSO, A. L. L.; OLIVEIRA JR., R. S.; ALONSO, D. G.; FINOTTI, T. R. Influência do estágio de desenvolvimento de *Cenchrus echinatus* na supressão imposta por atrazine. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 179-184, 2011.

DIAS, G. L. S. A. **Sintomas de fitointoxicação de culturas por herbicidas**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

GHANI, A.; SAEED, M.; HUSSAIN, D.; SHAFIQUE, M. M.; ARSHAD, M.; SHAH, S. A. S. Evaluation of different sorghum (*Sorghum bicolor* L. *moench*) varieties for grain yield and related characteristics. **Science Letters**, v. 3, n. 2, p. 72-74, 2015.

GHARDE, T.; SINGH, P. K.; DUBEY, R. P.; GUPTA, P. K. Assessment of yield and economic losses in agricultura due to weed in India. **Crop Protection**, v. 107, p. 12-18, 2018.

INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. Disponível em <<http://ifag.org.br/cotacoes>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

JAREMTCHUK, C. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R. S.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; ARANTES, J. G. Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação,

infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 449-455, 2008.

MACHADO, F. G.; JAKELAITIS, A.; GHENO, E. A.; OLIVEIRA Jr., R. S.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; LIMA, M. S. Performance de herbicidas para o controle de plantas daninhas no sorgo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 3, p.281-289, jul/set. 2016.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; SCHAFFERT, R. E. de. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do Sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MARTINS, B. A. B.; CABRAL, E. L.; SOUZA, V. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. A new variety of the weed *Borreria densiflora* DC. (Rubiaceae). **Weed Biology and Management**, v. 9, n. 4, p. 286-291, 2009.

MARTINS, B. A. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 817-825, 2014.

MATTE, W. D.; OLIVEIRA Jr., R. S.; MACHADO, F. G.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; GUTIERREZ, F. S. D.; SILVA, J. R. V. Eficácia de [Atrazine + Mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 15, abr./jun. 2018.

MISHRA, J. S.; RAO, S. S.; PATIL, J. V. Response of grain sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars to weed competition in semi-arid tropical India. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 5, n. 85, p. 688-894, 2015.

MENEZES, C. B. de; COELHO, A. M.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D. da; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo no Brasil? In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 32., 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestra. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. Cap. 4, p. 106-139.

MENEZES, C. B. de; SANTOS, C. V.; SALDANHA, D. C.; MIGOTE JÚLIO, M. P.; SILVA, K. G.; SILVA, C. H. T.; RODRIGUES, J. A. S. Capacidade combinatória de linhagens e seleção de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 509-523, 2017.

NUNES, A. L.; LORENSET, J.; GUBIANI, J. E.; SANTOS, F. M. A Multy-year study reveals the importance of residual herbicides on weed control in glyphosate-resistant soybean. **Planta Daninha**, v. 36, e018176135, 2018.

OSIPE, J. B.; TEIXEIRA, E. S.; SANTOS, G.; OSIPE, R.; FERREIRA, C.; OSIPE, P. B. Sistemas de manejo de plantas daninhas na pré-semeadura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p. 64-73, mai./ago. 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

PPDB – Pesticide Properties DataBase. 2019. Disponível em: <<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm#D>>. Acesso em: 30 jun. 2019.

QUEIROZ, J. R. G.; SILVA JÚNIOR, A. C.; COSTA, A. C. P. R.; MARTINS, D. Eficiência da aplicação de glyphosate com saflufenacil sobre plantas de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p. 1-7, jan./abr. 2014.

RATIER, F. J. P.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M. Efeito de misturas de herbicidas na dessecação pré-semeadura e no desenvolvimento inicial do milho safrinha. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v.10, n.1, p.63-70, 2015.

RIBAS, P. M. Origem e importância econômica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014, p. 9-36.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 23-31, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7. ed. Londrina - IAPAR, 2018. 764 p.

SANTOS, T. T. M.; TIMOSSI, P. C.; LIMA, S. F.; GONÇALVES, D. C.; SANTANA, M. V. Associação dos herbicidas diclosulam e glyphosate na dessecação visando o controle residual de plantas daninhas na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 2, p. 138-147, abr./jun. 2016.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014a. p. 188-206.

SILVA, J. R. V.; MARTINS, C. C.; SILVA JÚNIOR, A. C.; MARTINS, D. Fluxofenim em sementes de sorgo como protetor ao herbicida S-metolachlor. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 158-167, 2014b.

SMITH, K.; SCOTT, B. Weed control in grain sorghum. In: ESPINOZA, L.; KELLEY, J. (Ed.). **Grain sorghum production handbook**. Manhattan: Kansas State University, 2010. p. 47-49.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS, F. A.; GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 1-13, jan./abr. 2013.

TAKANO, H. K.; RUBIN, R. S.; MARQUES, L. H.; TRONQUINI, S. M.; FADIN, D. A.; KALSING, A.; NEVES, R.; PUPIM JÚNIOR, O. Potential use of herbicides in different sorghum hybrids. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 26, p. 2277-2285, 2016.

THOMPSON, C. R.; DILLE, J. A.; PETERSON, D. E. Weed competition and management in sorghum. In: CIAMPITTI, I.; PRASAD, V. (Ed.). **Sorghum**: state of the art and future perspectives. Madison: American Society of Agronomy: Crop Science Society of America, 2017. p. 1-15. (Agronomy Monographs).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso da cultura depende do manejo que é imposto a ela, o produtor deve realizar o controle das plantas daninhas no momento adequado e de forma correta. Sendo assim, para a cultura do sorgo granífero BRS 332, recomenda-se realizar manejo de dessecação com glyphosate + 2,4-D entre 28 a 21 dias antes da semeadura, caso necessário, aplicação no dia da semeadura utilizando-se o herbicida de contato, paraquat associado à atrazine; e pós-emergência inicial das plantas daninhas, se necessário, aplica-se atrazine, e em caso de reinfestação, realizar aplicação sequencial de atrazine, em pós tardia das plantas daninhas. A frequência, a densidade e a abundância das espécies de plantas daninhas, encontradas ao final do ciclo da cultura, foram reduzidas quando realizou-se a dessecação aos 28 dias antes da semeadura, associada à aplicação no dia do plantio com herbicidas de contato e residual, somado de aplicações em pós-emergência inicial e tardia. Contudo, o correto manejo contribui para que a cultura expresse seu potencial produtivo sem a interferência das plantas daninhas.

ANEXO

Tabela – Controle (%) das espécies, *Digitaria horizontalis*, *Spermacoce latifolia* e *Urochloa spp.*, presentes nas parcelas, em pré-colheita do sorgo granífero BRS 332, com relação aos tratamentos aplicados, no experimento em duplicata.

Tratamento	Espécies de plantas daninhas		
	<i>S. latifolia</i>	<i>Urochloa spp.</i>	<i>D. horizontalis</i>
28 DAS	18,3 e	38,3 d	85 c
28 DAS + AP	61,7 c	47,5 d	100 a
28 DAS + POSi	80 b	75 b	88,3 b
28 DAS + POST	20 e	50 d	70 d
28 DAS + POSi + POST	96,7 a	75 b	95 a
28 DAS + AP + POSi	97,5 a	75 b	90 b
28 DAS + AP + POST	100 a	67,5 c	80 c
28 DAS + AP + POSi + POST	100 a	100 a	100 a
21 DAS	22,5 e	60 c	87,5 b
21 DAS + AP	70 c	85 a	92,5 b
21 DAS + POSi	95 a	90 a	93,7 a
21 DAS + POST	82,5 b	71,3 b	90 b
21 DAS + POSi + POST	100 a	100 a	91,7 b
21 DAS + AP + POSi	90 a	100 a	88,7 b
21 DAS + AP + POST	100 a	100 a	95 a
21 DAS + AP + POSi + POST	100 a	95 a	95 a
7 DAS + POSi	85 b	65 c	81,3 c
7 DAS + POST	70 c	40 d	77,5 c
7 DAS + POSi + POST	100 a	67,5 c	77,5 c
7 DAS	20 e	60 c	83,8 c
AP*	33,4 d	60 c	70 d

DAS - dias antes da semeadura (glyphosate + 2,4-D); AP - aplique-plante (atrazine + paraquat); AP* - aplique-plante (atrazine + glyphosate); POSi e POST – pós-emergência inicial e tardia (atrazine). Glyphosate: 1188,75 g ha⁻¹; 2,4-D: 806 g ha⁻¹; atrazine: 1000 g ha⁻¹; paraquat: 300 g ha⁻¹. Médias seguidas na coluna pela mesma letra, não diferiram estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.