

EVANDRO MARCOS BIESDORF

**ALELOPATIA DO SORGO GRANÍFERO SOBRE A SOJA E AS PLANTAS
DANINHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

B589a
2017

Biesdorf, Evandro Marcos, 1992-

Alelopatia do sorgo granífero sobre a soja e as plantas
daninhas / Evandro Marcos Biesdorf. – Viçosa, MG, 2017.
vii, 44f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Aluízio Borém de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Sorgo. 2. Soja. 3. *Glicine max*. 4. Biomassa. 5. Ervas
daninhas. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

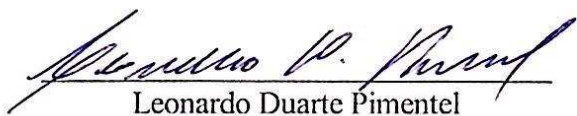
CDD 22 ed. 633.62

EVANDRO MARCOS BIESDORF

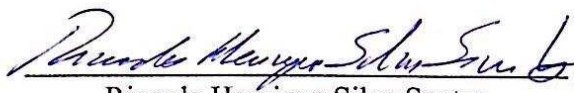
**ALELOPATIA DO SORGO GRANÍFERO SOBRE A SOJA E AS PLANTAS
DANINHAS**

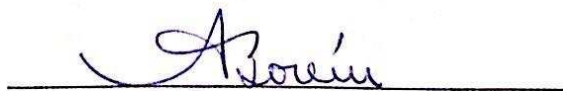
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de julho de 2017.


Leonardo Duarte Pimentel
(Coorientador)


Hewlley Maria Acioli Imbuzeiro


Ricardo Henrique Silva Santos


Aluizio Borém de Oliveira
(Orientador)

Aos meus pais, Valdir Biesdorf e Silvia Biesdorf, por toda confiança e incentivo.
Ao meu irmão Elivelton Maciel Biesdorf, por quem tenho grande orgulho e admiração.

Ofereço e dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, senhor de todas as coisas, por me fazer lembrar de sua palavra todos os dias, por ter me salvado e por estar comigo durante toda essa empreitada. Sou grato pelo que tens feito em minha vida.

Aos meus pais Valdir Biesdorf e Silvia Biesdorf por terem me proporcionado educação, ética, perseverança e a compreensão do valor do trabalho para o homem e para a sociedade. Agradeço pelos inúmeros ensinamentos - não simplesmente em palavras, mas com seus testemunhos vivos.

Ao meu irmão Eliveltom Maciel Biesdorf por ser meu companheiro em todos os momentos, sejam bons ou ruins, por me alegrar em todas as ligações ao telefone e me inspirar com sua garra e determinação natural que possuí. Obrigado meu irmão pelo encorajamento de sempre.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo privilégio de realizar minha pós-graduação junto à instituição. Tenho enorme gratidão ao meu orientador Aluísio Borém de Oliveira por ter confiado em minha capacidade desde o momento de meu primeiro e-mail de intensão.

Agradeço especialmente ao professor Leonardo Duarte Pimentel por ser um excelente profissional e por ter participação fundamental na elaboração e condução deste trabalho. A partir do trabalho com Leonardo Duarte Pimentel, tive a honra e satisfação de conhecer Paulo Henrique Salla, Jadson Teixeira, Angélica de Fátima Barros, Thaís Patrícia, Juan Camillo Sandoval, Otto Herbert Dietrich, Carla Gonçalves, Matheus Teixeira (membro colaborador), Elisângela Milagres, Thiago Almeida e Vanessa Batista, os quais tiveram parte importante de contribuição neste trabalho e são grandes amigos.

Aos professores *D. Sc.* Felipe Lopes da Silva pelas contribuições durante toda a condução do trabalho. Nesse contexto, agradeço ao *D. Sc.* Leonardus Vergutz, *D. Sc.* Ricardo Henrique Silva Santos, *D. Sc.* José Antônio Saraiva Grossi e à *D. Sc.* Hewlley Maria Acioli Imbuzeiro por igualmente se disporem a participar da banca de qualificação e por suas importantes contribuições ao trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa, fundamental à realização da pós-graduação em fitotecnia.

Por fim, agradeço ao povo brasileiro, que por meio de seus impostos, me proporcionou uma formação pública e de qualidade.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

Evandro Marcos Biesdorf, filho de Valdir Biesdorf e Silvia Biesdorf, nasceu em 16 de fevereiro de 1992 em Campo Grande, MS, por ocasião de melhores estruturas médicas. Todavia, mudou-se ainda bebê para o município de Gaúcha do Norte, MT, cidade na qual passou toda sua infância, iniciou seus estudos básicos na escola estadual Gervásio dos Santos Costa e da qual guarda ótimas recordações.

Em 2000, mudou-se com sua família para Primavera do Leste, MT vindo a estudar em quatro instituições de ensino diferentes naquela municipalidade: Escola Estadual Monteiro Lobato, Escola Municipal Mauro Wendelino Weiss, Escola Municipal Getúlio Vargas e Escola Estadual Alda Gawlinski Scopel.

Graduou-se em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso em 2015. Já em 2013 participou de intercâmbio na França durante 1 ano ininterrupto, oportunidade em que realizou parte de seus estudos na Université Stendhal em Grenoble e no Institut Supérieur d'Agriculture em Lille. Nessa ocasião, visitou ainda o European Synchrotron Radiation Facility (ESRF).

Em 2015, ingressou no programa de pós-graduação em Fitotecnia em nível de mestrado na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Defendeu sua dissertação em julho de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
3. ALELOPATIA DO SORGO GRANÍFERO NA CULTURA DA SOJA SEMEADA EM SUCESSÃO	5
3.1 RESUMO	5
3.2 ABSTRACT	5
3.3 INTRODUÇÃO.....	6
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.6 CONCLUSÕES	19
3.7 AGRADECIMENTOS	20
3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
4. POTENCIAL E PERSISTENCIA DA ALELOPATIA DO SORGO SOBRE PLANTAS DANINHAS	22
4.1 RESUMO	22
4.2 ABSTRACT	22
4.3 INTRODUÇÃO.....	23
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.6 CONCLUSÕES	40
4.7 AGRADECIMENTOS	40
4.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	44

RESUMO

BIESDORF, Evandro Marcos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Alelopatia do sorgo granífero sobre a soja e as plantas daninhas.** Orientador: Aluizio Borém de Oliveira. Coorientadores: Leonardo Duarte Pimentel e Felipe Lopes da Silva.

O sorgo [*Sorghum bicolor* L. (Moench)] se destaca como opção vantajosa para o cultivo em rotação de culturas com a soja no cerrado. Todavia, resultados em casa de vegetação sugerem subdesenvolvimento em plantas de soja quando semeadas após o sorgo. Não obstante, restam dúvidas acerca da interferência que o sorgo poderia ocasionar sobre a soja semeada em sucessão e sobre plantas daninhas e se o efeito alelopático residual se altera com o tempo em condições de campo. Objetivou-se avaliar o efeito alelopático do sorgo sobre a soja cultivada em diferentes datas após a colheita do sorgo e também sobre o comportamento da comunidade vegetal infestante. O experimento foi realizado em campo sob delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram duas espécies vegetais (sorgo e milho), denominadas culturas antecessoras. Nas subparcelas, foram cinco diferentes datas de semeadura da soja após a colheita das culturas antecessoras (DAC) (0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita). Observou-se que o milho extraiu mais nutrientes do solo que o sorgo, contudo, o sorgo, resultou em menores percentagens de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de inserção de primeira vagem (AV) e número de vagens por planta na soja (NVP), apesar da produtividade de grãos (PG) não ter sido afetada quando comparada às parcelas com milho. Além disso, as culturas antecessoras não influenciaram no *status* nutricional da soja. A degradação da palhada do sorgo (9.017 kg ha^{-1}) e do milho ($13.234 \text{ kg ha}^{-1}$) atingiu a relativa estabilização aos 60 DAC, todavia, mesmo o sorgo tendo produzido menor quantidade de palha sobre o solo e menor recobrimento, a infestação por plantas daninhas foi, em média, 30% inferior nas áreas cultivadas com sorgo em relação àquelas com milho em todas as épocas de avaliação. Conclui-se que o desenvolvimento vegetativo inicial da soja é afetado negativamente quando a semeadura da soja é realizada em até 40 dias após a colheita do sorgo, apesar da produtividade final da soja não ter sido afetada pela cultura antecessora. Além disso, o cultivo de sorgo influencia a fitossociologia e reduz a incidência de plantas daninhas, podendo ser utilizado como estratégia de manejo integrado de plantas daninhas no sistema de rotação de culturas.

ABSTRACT

BIESDORF, Evandro Marcos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Sorghum allelopathy on soybean and weeds.** Adviser: Aluizio Borém de Oliveira. Co-advisers: Leonardo Duarte Pimentel and Felipe Lopes da Silva.

The Sorghum [*Sorghum bicolor* L. (Moench)] stands out as an advantageous option for rotational cultivation of soybean crops in the cerrado environment. However, greenhouse results suggest underdevelopment in soybean plants when sown after sorghum. In addition, doubts remain about the interference that sorghum could cause on soybeans sown in succession and on weeds and whether the residual allelopathic effect changes over time under field conditions. The objective was to evaluate the allelopathic effect of sorghum on soybean cultivated at different dates after sorghum harvest and also on the behavior of the weed community. The experiment was carried out in a randomized complete block design in subdivided plots, with four replications. The plots were two plant species (sorghum and corn), called predecessor crops. In the subplots, there were five different dates of soybean sowing after harvesting the predecessor crops (0, 20, 40, 60 and 80 days after harvest). It was observed that maize extracted more nutrients from the soil than sorghum, however, sorghum resulted in lower percentages of emergence (E), emergence speed index (IVE), first pod insertion height (AV), and number of pods per plant in soybean (NVP), although grain yield (PG) was not affected when compared to corn plots. In addition, the predecessor crops did not influence the nutritional status of soybeans. Degradation of sorghum straw (9,017 kg ha⁻¹) and corn (13,234 kg ha⁻¹) reached the relative stabilization at 60 DAC, however, even if sorghum produced less straw on the soil and less weed infestation was on average 30% lower in the areas cultivated with sorghum than in maize in all seasons. It is concluded that the initial vegetative development of soybean is negatively affected when soybean sowing is performed within 40 days after sorghum harvest, although the final soybean yield was not affected by the predecessor crop. In addition, sorghum cultivation influences phytosociology and reduces the incidence of weeds, and can be used as a strategy for integrated weed management in the crop rotation system.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é o quinto cereal mais cultivado no mundo, superado apenas por milho, trigo, arroz e cevada (FAOSTAT, 2015). No Brasil o cultivo com sorgo alcança 612 mil hectares e produtividade média de 2.778 kg ha⁻¹, totalizando 1,7 milhão de toneladas anuais (CONAB, 2017). Já a soja é o principal produto agrícola de exportação do Brasil, elevando o país como segundo maior produtor (96 milhões de toneladas, safra 2015/16) e exportador mundial, superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2017).

No Brasil, a soja cultivada para a exportação está concentrada principalmente da região Centro-Oeste. Nessa região, é comum ocorrerem períodos com baixos índices pluviométricos e altas temperaturas, o que agrava as condições adversas para a segunda safra. Essas características, muitas vezes, tornam arriscado o cultivo com milho em segunda safra, notadamente quando em plantios tardios, ocasião em que se sai da janela comum de plantio desta gramínea. Esse cenário (plantios tardios), todavia, proporciona ao sorgo condições para sobressair em seu potencial em relação ao milho (SILVA et al., 2015).

O sorgo vem se destacando nos sistemas agrícolas praticados no Brasil pois tolera condições desfavoráveis de umidade no solo e produz grande quantidade de matéria seca com relação C/N relativamente alta (DAN et al., 2010). Além disso, o sorgo, por apresentar as maiores taxas fotossintéticas e balanço de biomassa favorável quando comparado a milho e braquiária (*Brachiaria decumbens*), é a espécie que apresenta a melhor performance ecofisiológica sob restrição hídrica (SANI et al., 2011; SANTOS et al., 2014; TOLK et al., 2013), constituindo-se, dessa forma, em cobertura apropriada para o estabelecimento e/ou a manutenção do sistema de semeadura direta da soja (MACHADO et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2014). Contudo, o sorgo possui a capacidade de exsudar alguns compostos químicos alelopáticos que podem prejudicar as espécies vizinhas e aquelas que vierem a ser cultivadas na mesma área após sua colheita (SANTOS et al., 2012).

Define-se alelopatia como liberação de substâncias químicas no ambiente por um dado organismo, as quais irão interagir com outros organismos presentes no mesmo ambiente, inibindo ou estimulando o seu crescimento e desenvolvimento (RICE, 1984).

Plantas de sorgo possuem um composto alelopático que é exsudado por suas raízes, denominado genericamente de sorgoleone, que é capaz de suprimir diferencialmente o crescimento de várias espécies espontâneas e cultivadas (SANTOS et al., 2012).

Nesse sentido, observações em casas de vegetação, onde soja foi cultivada após sorgo, sinalizam efeito negativo no estabelecimento do estande de plantas e no desenvolvimento inicial da soja (OLIBONE et al., 2006). Contudo, o potencial das substâncias alelopáticas precisa ser mais bem avaliado sob condições de campo, onde estão sujeitas aos processos de retenção, transporte, transformação, degradação e influenciados por um microclima diferente, fatores estes que determinam sua dinâmica no solo (OLIVEIRA et al., 2009).

Pesquisas relacionando os efeitos alelopáticos de restos vegetais e extratos de sorgo e seus efeitos no desenvolvimento da cultura da soja em condições controladas são inúmeros (RAB et al. 2017; MOKHTARI, 2015), porém, são incipientes os dados sobre esses efeitos em condições de campo e sobre a persistência dos efeitos ao longo do tempo.

De fato, cerca de 90% dos exsudatos hidrofóbicos da raiz da planta de sorgo é representado pelo sorgoleone (SANTOS et al., 2012). Ademais, uma grande quantidade ainda de compostos alelopáticos estão presentes nas folhas e colmo da planta (DAYAN et al., 2009). Assim, como as culturas de sorgo milho e soja ocupam, em sua maior proporção, o volume de solo na profundidade de 0-30 cm, poderia haver relevante interferência do sorgo sobre a soja mesmo após a retirada das plantas do sorgo da área.

Portanto, a hipótese deste trabalho foi que existe potencial alelopático da cultura do sorgo sobre a soja e sobre a comunidade vegetal infestante, e que existe também um período a partir do qual a soja pode ser cultivada após a colheita do sorgo sem ter seu potencial produtivo reduzido e as plantas daninhas não são mais afetadas pela presença anterior de sorgo na área.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático da cultura do sorgo sobre o desempenho produtivo da soja além do efeito alelopático e da degradação dos resíduos culturais de sorgo sobre o comportamento da comunidade de plantas daninhas infestantes e como possível ferramenta no Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) em diferentes datas de semeadura.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Quinto levantamento (Safra 2016/2017)**. Brasília: CONAB, v.4, n. 1, 2017. 176p.
- DAN, H. A.; CARRIJO, M. S.; CARNEIRO, D. F.; PINHO COSTA, K. A.; SILVA, A. G. Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 675-679, 2010.
- DAYAN, F.E.; HOWELL, J.L.; WEIDENHAMER, J.D. Dynamic root exudation of sorgoleone and its in planta mechanism of action. **Journal of Experimental Botany**, v.60, n.7, p.2107-2117, 2009.
- FAOSTAT. Food agriculture organization of the United Nations. Statistics Division, 2015.
- MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; MAY, A.; FILHO, O. F. L.; SANTOS, F. C.; MOREIRA, J. A. A.; LEITE, C. E. P.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FREITAS, R. S. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: Borém, A., Pimentel, L., Parrela, R. (eds.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2014. p. 58-88.
- MOKHTARI KARCHEGANI, H.; HOSSEINI, C. C.; ZAHRA, S.; KAZEMEINI, S. A. The effects of nitrogen and water stress on allelopathic potential of sorghum forage on seed germination characteristics and primary growth safflower. **Journal of Oil Plants Production**, v. 1, n. 2, p. 79-94, 2015.
- OLIBONE, D.; CALONEGO, J. C.; PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Crescimento inicial da soja sob efeito de resíduos de sorgo. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 255-261, 2006.
- OLIVEIRA JR, R.S.; REGITANO, J.B. Dinâmica de pesticidas no solo. In: Melo, V.F., Alleoni, L.R.F. (eds). **Química e Mineralogia do Solo**. Viçosa: SBCS, 2009. p. 188-248.
- MACHADO, V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS JR, A.; MOTA, V.; PADILHA, S.; SANTOS, M. Fitossociologia de plantas daninhas em sistemas de integração de sorgo com braquiária sob diferentes formas de implantação da pastagem. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 85-95, 2011.
- RAB, A.; KHALIL, S. K.; ASIM, M.; MEHMOOD, N.; FAYYAZ, H.; KHAN, I.; NAWAZ, H. Response of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) extract type, concentration

and application time to weeds weight, grain and biomass yield of wheat. **Pure and Applied Biology**, v. 5, n. 4, p. 847-855, 2016.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1984.

SANI, B. M.; DANMOWA, N. M.; SANI, Y. A.; JALIYA, M. M. Growth, yield and water use efficiency of maize-sorghum intercrop at Samaru, Northern Guinea Savannah, Nigeria Niger. **Journal of Basic and Applied Science**, v. 19, n. 2, p. 253-259, 2011.

SANTOS, I. L. V. L.; DA SILVA, C. R. C.; DOS SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com Efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 1, p. 135-144, 2012.

SANTOS, O. O.; FALCÃO, H.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S.; LUSTOSA, B. M.; SANTOS, M. G. Desempenho ecofisiológico de milho, sorgo e braquiária sob déficit hídrico e reidratação. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 203-212, 2014.

SILVA, A. G.; NETO, A. H.; TEIXEIRA, I. R.; DA COSTA, K. A. P.; BRACCINI, A. L. Selection of sorghum and brachiaria cultivars in intercropping for straw and grains production. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 2951-2964, 2015.

TOLK, J.A.; HOWELL, T.A.; MILLER, F.R. Yield component analysis of grain sorghum grown under water stress. **Field Crops Research**, v. 145, n. 1, p. 44-51, 2013.

3. ALELOPATIA DO SORGO GRANÍFERO NA CULTURA DA SOJA SEMEADA EM SUCESSÃO

3.1 RESUMO

O cultivo do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tem avançado no Brasil. Todavia, existem evidências sugerindo efeito alelopático prejudicial sobre a soja cultivada em sucessão. Objetivou-se investigar o efeito alelopático do cultivo de sorgo sobre o desempenho da soja semeada em sucessão. Para isso, realizou-se um experimento de campo em esquema de parcela subdivididas. As parcelas foram compostas pelas culturas antecessoras sorgo e milho, sendo o milho a testemunha, e as subparcelas, por cinco datas de semeadura da soja após a colheita das culturas antecessoras (0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita - DAC). Observou-se que o milho extraiu mais nutrientes do solo que o sorgo, contudo, foi o sorgo, como opção de cultura antecessora, que resultou em menores percentagens de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de inserção de primeira vagem (AV) e número de vagens por planta na soja (NVP), apesar da produtividade de grãos (PG) não ter sido afetada. Além disso, as culturas antecessoras não influenciaram no *status* nutricional da soja, evidenciando, consequentemente, a alelopatia do sorgo sobre a soja. Conclui-se que o desenvolvimento vegetativo inicial da soja é afetado negativamente quando a semeadura da soja é realizada em até 40 dias após a colheita do sorgo. Entretanto, a produtividade final da soja não foi afetada pela cultura antecessora.

Palavras-chave: *Glicine max*, *Sorghum bicolor*, sorgoleone, *Zea mays*.

SORGHUM ALLELOPATHY IN SOYBEAN SEED SOWN IN SUCCESSION

3.2 ABSTRACT

The cultivation of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] has advanced in Brazil, however, there is evidence suggesting deleterious allelopathic effect on soybeans grown in succession. The objective of this study was to investigate the allelopathic effect of sorghum cultivation on the performance of soybeans sown in succession. For this, a field experiment was carried out in a subdivided plot scheme. The plots were composed of the predecessor crops sorghum and maize, being maize the control without allelopathy, and the subplots, for five soybean sowing dates after harvesting the predecessor crops (0, 20, 40, 60 and 80 days after harvest - DAC). It was observed that maize extracted more

nutrients from the soil than sorghum, however, it was the sorghum, as an option of predecessor crop, which resulted in lower percentages of emergence (E), emergence speed index (IVE), first pod insertion height (AV) and number of pods per plant in soybean (NVP), although grain yield (PG) was not affected. In addition, the predecessor crops did not influence the nutritional status of soybeans, thus evidencing sorghum allelopathy on soybeans. It is concluded that the initial vegetative development of soybean is negatively affected when soybean sowing is performed within 40 days after sorghum harvest, although the predecessor crop did not affect the final soybean yield.

Keywords: *Glicine max*, *Sorghum bicolor*, sorgoleone, *Zea mays*.

3.3 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com aproximadamente 33 milhões de hectares plantados (CONAB, 2017). Na maior parte dessas áreas se faz um segundo cultivo (safrinha, ou segunda safra) que pode ser com milho ou com sorgo, em um período com menores índices pluviométricos (CAZETTA et al., 2008; SILVA et al., 2015).

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] se destaca como alternativa na sucessão/rotação de culturas no período de outono/inverno por tolerar condições desfavoráveis de umidade e produzir boa quantidade de matéria seca com relação C/N relativamente alta (ALMEIDA FILHO et al., 2010). Logo, constitui-se uma alternativa interessante de cobertura para o estabelecimento e/ou a manutenção do sistema de semeadura direta da soja em sucessão na safra principal (BORGES et al., 2014). Contudo, o sorgo possui a capacidade de exsudar alguns compostos químicos alelopáticos que prejudicam a cultura semeada em sucessão (OLIVEIRA et al., 2015).

Os efeitos mais conhecidos de alelopatia em plantas são: redução de germinação, falta de vigor vegetativo ou morte das plântulas, amarelecimento ou clorose das folhas, redução do perfilhamento e atrofiamento ou deformação das raízes (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015). Em sorgo, esses compostos químicos são polifenóis exsudados pelos tricomas das raízes e ou derivados na degradação da palhada do sorgo, atuando, sobretudo, como inibidores da germinação de sementes de dicotiledôneas (UDDIN et al., 2014).

Olibone et al. (2006) verificaram efeito alopático de exudados de sorgo na redução da taxa de germinação e subdesenvolvimento de plântulas de soja cultivadas em vasos. Em condições de campo, Denadai et al. (2016) verificaram efeito nocivo da palha de sorgo incorporada ao solo sobre o cultivo de cereais em sucessão. De acordo com esses autores, esse efeito é devido a duas causas: primeira, o sorgo exsuda substâncias tóxicas no solo, e segunda, o sorgo extrai do solo nutrientes essenciais ao crescimento do cereal. Entretanto, para soja, não existem dados sobre a alelopatia em condições de campo e, além disso, observações de produtores realizadas em lavouras de soja cultivadas em sucessão ao sorgo sinalizam possível efeito prejudicial do sorgo na produtividade da cultura.

Outra questão a ser considerada é que o sorgo quase sempre é cultivado em segunda safra tardia, geralmente com baixo investimento em adubação, devido ao elevado risco do cultivo (TARDIN et al., 2013), ou seja, nesse ambiente de produção, não se sabe se a provável redução da produtividade da soja cultivada em sucessão ao sorgo se deve ao efeito alelopático ou ao efeito de extração de nutrientes pelo sorgo culminando na redução da disponibilidade de nutrientes para a soja em sucessão.

Portanto, esse cenário pressupõe a necessidade em se investigar se existe efeito alelopático do sorgo sobre a soja cultivada em sucessão em condições de campo, e se existe, qual o espaço temporal em que se verifica os efeitos consequentes da alelopatia do sorgo sobre o desempenho da soja.

Nesse sentido, a hipótese deste trabalho é que existe efeito alelopático da cultura do sorgo sobre a soja e que existe um período residual após o qual a soja pode ser cultivada após a colheita do sorgo sem ter seu potencial produtivo reduzido. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático da cultura sorgo sobre o desempenho produtivo da soja semeada em sucessão em diferentes datas de semeadura.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV) durante os meses de novembro de 2015 a outubro de 2016. O clima da região é subtropical úmido com inverno seco e verão quente, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. Os dados climáticos coletados durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

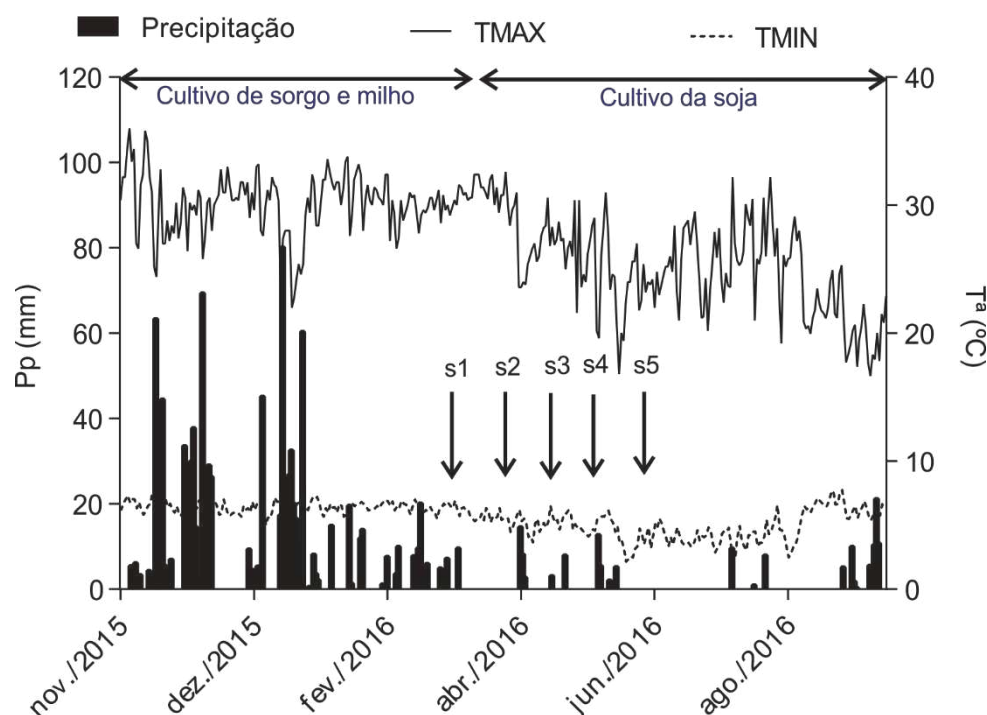


Figura 1. Precipitação (Pp) (mm), temperaturas (T) (°C) máxima e mínima do ar (°C) da estação experimental onde foram cultivadas as culturas antecessoras (sorgo e milho) e avaliado o efeito na soja semeada em sucessão. Período compreendido entre 01/11/2015 a 31/09/2016. Em que s1, s2, s3, s4 e s5 representam as semeaduras de soja realizadas aos 0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita das culturas antecessoras sorgo e milho.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distroférico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa e apresentava as seguintes características na camada de 0 – 0,20 m: P (extrator Mehlich⁻¹) = 50,5 mg dm⁻³; matéria orgânica = 26 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,7; K, Ca, Mg, Al e H+Al = 0,3; 3,2; 1,22; 0 e 4,1 cmol_c dm⁻³, respectivamente, e V% = 52%. O teor de matéria orgânica era de 2,5%.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas culturas antecessoras sorgo e milho (milho sendo a testemunha sem alelopatia) e as subparcelas, por cinco diferentes datas de semeadura da soja após a colheita das culturas antecessoras (0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita - DAC). Foram constituídas 40 unidades experimentais. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 2,7 m x 5 m. Em cada unidade experimental existiram seis linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m, sendo as duas linhas centrais, descartando-se um metro de cada extremidade, a área útil a ser

avaliada, totalizando a população de 200.000, 60.000 e 400.000 pl ha⁻¹ das cultivares sorgo granífero BRS 332, milho LG 6304 PRO ® e soja Anta 82, respectivamente.

O preparo de solo foi realizado com antecedência de 45 dias com uma aração e duas gradagens, a última na véspera da semeadura das culturas. Não foi realizada a calagem. A adubação para as culturas antecessoras foi a mesma, em função da recomendação para altas produtividades na cultura do milho. Foi utilizada irrigação por aspersão convencional na mesma intensidade e momento para as duas culturas antecessoras.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 11 de novembro de 2015, com desbaste aos 21 dias da germinação. Para o controle de pragas utilizou-se Deltametrina 25 g/L (2,5 % m v⁻¹) na dose de 200 mL ha⁻¹, e o controle de doenças com Trifloxistrobina 375,0 g L⁻¹ (37,50 % m v⁻¹) com Ciproconazol 160,0 g L⁻¹ (16,0 % m v⁻¹), (0,2 L ha⁻¹), acrescentando óleo metilado de soja a 0,25 % v v⁻¹ (500 mL ha⁻¹) utilizando-se de equipamento de aplicação pressurizado de CO₂, com barras de 2,4 m, com 6 bicos do tipo Leque, espaçados de 0,45 m entre bicos.

Para simular a deposição de palha como acontece rotineiramente nas áreas agrícolas, foi realizada a retirada total das espigas e panículas das culturas antecessoras, após a avaliação da colheita, esta realizada em 13 de março de 2016, e, em seguida, a massa vegetal restante (colmos e folhas), foi triturada (Triton) e permaneceu na área, em suas respectivas parcelas.

A semeadura da soja foi feita a cinco centímetros de distância da linha de plantio da cultura antecessora, manualmente, nas respectivas datas (0, 20, 40, 60 e 80 DAC), sendo a data 0, aquela em que a soja foi semeada imediatamente após a colheita (mesmo dia) das culturas antecessoras. A inoculação de sementes foi realizada conforme recomendações (SEDIYAMA et al., 2015).

Em todas as semeaduras de soja, aplicou-se Glifosato® na dosagem de 1440 g i.a. ha⁻¹, em um volume de calda de 100 L ha⁻¹. Adicionalmente, durante o ciclo da cultura, realizou-se o controle de pragas utilizando-se Deltametrina 25 g L⁻¹ (2,5 % m v⁻¹) na dose de 200 mL ha⁻¹, aplicando aos 30 dias após a emergência. Para as doenças, foi aplicado Trifloxistrobina 375,0 g L⁻¹ (37,50 % m v⁻¹) com Ciproconazol 160,0 g L⁻¹ (16,0 % m v⁻¹), na dose de 0,2 L ha⁻¹, acrescentando óleo metilado de soja a 0,25 % v v⁻¹ (500 mL ha⁻¹) em três momentos (aos 80, 90 e 105 dias após a emergência da soja).

Foram avaliadas a produtividade de grãos (PG) (kg ha⁻¹) e a matéria seca da parte aérea (MSPA) do sorgo e do milho no mesmo dia para as duas culturas. A avaliação da MSPA foi realizada através da coleta das plantas contidas em 1 metro linear na área útil das subparcelas após a retirada das espigas e panículas (estufa de circulação forçada a 65°C, até peso constante). A produtividade foi definida pela pesagem dos grãos, após debulho, contidos nas plantas retiradas para avaliação da MSPA. A produtividade foi corrigida para 13% b.u (BRASIL, 2009). Todas as espigas existentes ainda na área após a avaliação da produtividade foram igualmente retiradas, debulhadas mecanicamente e a palha e sabugo restantes retornaram a área em suas respectivas parcelas.

A quantidade extraída de nutrientes (QE) foi calculada através da determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S segundo metodologia de Malavolta et al. (1997) naquelas plantas que passaram pela determinação da MSPA.

A soja foi avaliada quanto a sua percentagem de emergência (E) (%) através da contagem das plantas emergidas no décimo quinto dia da semeadura. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi obtido de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962) (Eq. 1).

$$IVE = \left(\frac{E1}{N1}\right) + \left(\frac{E2}{N2}\right) + \left(\frac{E3}{N3}\right) + \dots + \left(\frac{En}{Nn}\right) \quad \text{Eq. 1}$$

Em que E1, E2, E3, ..., En, representam o número de plântulas na primeira, segunda, terceira e última contagem, enquanto que N1, N2, N3, ..., Nn são os dias contados da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

A altura de planta (AP) e de inserção de primeira vagem (AV) da soja foram avaliadas no estágio R8 da cultura nas plantas contidas em dois metros lineares na área útil de cada parcela. Nas mesmas plantas utilizadas na avaliação de altura e de inserção da primeira vagem, avaliou-se o diâmetro de coleto (DC) e o número de vagens por planta (NVP).

A produtividade de grãos da soja (PG) foi determinada nas plantas de soja contidas nas três linhas centrais na área útil de cada unidade experimental, no estágio R8 e os valores obtidos foram corrigidos para 13% de umidade (b.u.) (BRASIL, 2009). Não houve a aplicação de herbicida dessecante na cultura da soja para a realização da colheita.

Simultaneamente à avaliação de produtividade, realizou-se a determinação da massa de 100 grãos (MCG). Para isso, em cada amostra contou-se a respectiva quantidade de grãos, com posterior pesagem em balança de precisão (0,01g) para a determinação de sua massa. O valor obtido foi corrigido para 13% de umidade.

A avaliação do estado nutricional da soja foi realizada no florescimento pleno da soja (estádio R2), coletando-se na área útil de cada parcela, a terceira folha totalmente desenvolvida a partir do ápice na haste principal. O material foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secar em estufa de circulação e renovação de ar forçado a 60-70°C até massa constante. Após secas, determinou-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, conforme metodologia de Malavolta et al. (1997).

A análise estatística foi realizada através do Teste F e as médias comparadas através do Teste de Tukey ($p < 0,05$). Quando significativas, as médias foram submetidas a análise de regressão ($p < 0,05$). O programa estatístico utilizado foi o software R.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambas as culturas antecessoras apresentaram produtividades de grãos superiores à média brasileira (CONAB, 2017). A produtividade de grãos, corrigida para 13% (b.u.), da cultura do milho foi de e 8.325 kg ha⁻¹ enquanto a produtividade do sorgo foi de 6.785 kg ha⁻¹. O cultivo do milho proporcionou mais MSPA (13.234 kg ha⁻¹) em relação ao sorgo (9.016 kg ha⁻¹). A maior produtividade de grãos e MSPA na cultura do milho foi proporcional a extração média de nutrientes que a cultura realizou comparativamente ao cultivo do sorgo (Figura 2).

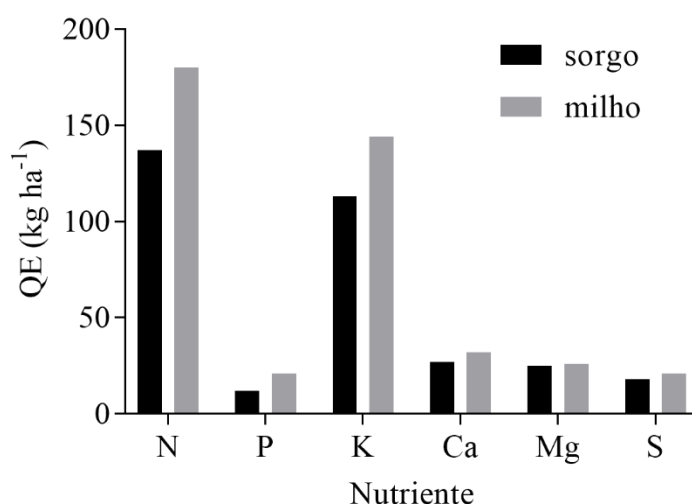


Figura 2. Quantidades extraídas (QE) de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) pelas culturas antecessoras sorgo e milho.

Os dois elementos extraídos em maior quantidade pelas culturas antecessoras foram N e K, sendo que o milho extraiu 31% a mais de N e 25% a mais de K em comparação ao sorgo (Figura 2). Essa maior extração de nutrientes pelo milho, se deve principalmente à maior produção de MSPA desta cultura (13.234 kg ha⁻¹) em relação ao sorgo (9.016 kg ha⁻¹).

Preliminarmente, se poderia chegar à conclusão que a soja cultivada após o milho apresentaria um comportamento inferior à mesma soja cultivada após o sorgo, uma vez que se observou que o milho extraiu maiores quantidades de nutrientes do solo. De acordo com Teixeira et al. (2010), no início da decomposição de gramíneas, há tendência de maior imobilização de nutrientes do solo, no entanto, o que se verificou foi o contrário, ou seja, a soja apresentou desempenho agrônômico inferior quando semeada após a colheita do sorgo e não quando após o cultivo do milho.

O desenvolvimento da soja foi afetado pela interação entre as datas de semeadura e as culturas antecessoras para a emergência (E) e para o índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 1). Nos primeiros 40 dias, a soja semeada após sorgo teve sua emergência (E) prejudicada, afetando diretamente o índice de velocidade de emergência (IVE) (Figuras 3A e 3B). A soja semeada em sucessão ao milho atingiu o máximo de emergência quando semeada aos 61 dias após a colheita do milho, sendo a emergência de plântulas de soja de 94,9% (Figura 3A).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para a emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de planta (AP), altura de inserção de primeira vagem (AV), diâmetro de coleto (DC) e número de vagens por planta (NVP), produtividade de grãos (PG), massa de cem grãos (MCG) e análises foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da soja em função da cultura antecessora e da época de semeadura.

F.V.	Quadrados Médios													
	-----Análises vegetativas-----								-----Análises nutricionais-----					
	E	IVE	AP	AV	DC	NVP	PG	MCG	N	P	K	Ca	Mg	S
CA ⁽¹⁾	239,2	15052,0	75,1	0,0	1,0	16,9	5102	1,5	12,5	0,1	46,7	3,9	0,002	0,9
Res. A ⁽²⁾	27,8	5100,0	8,1	0,0	0,4	6,21	3960	0,3	691,4	0,04	7,9	0,4	0,07	0,1
ES ⁽³⁾	769,7**	45382**	219,3**	7,1**	3,0**	750,5**	2689579**	17,5**	273,2**	0,6*	48,3	0,3	0,1	0,2
Res. B ⁽⁴⁾	14,6	4697,0	13,9	0,04	0,3	2,5	14755	0,2	101,2	0,3	42,3	0,3	0,6	0,5
C x E ⁽⁵⁾	105,6**	14348*	10,3	0,2**	0,1	15,6**	4318	0,4	30,4	0,2	66,4	0,1	0,04*	0,1
CV (%) ^(a) ⁽⁶⁾	6,0	9,5	4,9	0,9	12,8	8,9	3,2	4,0	68,7	7,2	13,3	10,1	7,3	9,4
CV (%) ^(b) ⁽⁷⁾	4,4	9,1	6,4	2,3	12,2	5,7	6,2	3,3	26,3	22,3	30,6	8,8	22,1	19,3
Faixa de suficiência (g kg ⁻¹) ⁽⁸⁾									45-55	2,6-5,0	17-25	2,0-4,0	3-10	2,5

*significativo ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade. ⁽¹⁾ Fator A (Culturas antecessoras); ⁽²⁾ Resíduo do fator A; ⁽³⁾ Fator B (Época de semeadura); ⁽⁴⁾ Resíduo do fator B; ⁽⁵⁾ Interação entre os fatores A e B; ⁽⁶⁾ Coeficiente de variação em função do fator A; ⁽⁷⁾ Coeficiente de variação em função do fator B; ⁽⁸⁾ faixa de suficiência de acordo com Malavolta (1997).

O efeito da cultura do sorgo fica evidente quando se observa que, enquanto a soja cultivada após o milho apresentava em torno de 80% de plântulas emergidas, a soja semeada após o sorgo apresentava apenas 60%. Esse resultado permite concluir que, apesar da planta de milho ter extraído mais N e K, a soja apresentou melhor germinação após a cultura do milho do que após a cultura do sorgo (Figura 3A, 3B e 3F), sugerindo, assim, que os menores valores observados para a germinação e para o IVE não se devem propriamente à extração de nutrientes do solo pelo sorgo, mas, sobretudo, pelo fenômeno da alelopatia. Os resultados deste trabalho concordam com os obtidos por Olibone et al. (2006) e Nóbrega et al. (2009), os quais, avaliando o efeito de diferentes coberturas vegetais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de soja, observaram que a cultura antecessora afetou negativamente o IVE da planta de soja.

De maneira geral, as plantas de soja apresentaram uma tendência de redução até os 60 DAC, tendo após isso, apresentado um leve incremento dos valores. O mesmo comportamento foi observado em relação ao diâmetro do coleto (DC), produtividade de grãos (PG) e massa de cem grãos (MCG) (Tabela 1; Figuras 3C, 3E, 3G, 3H). Ressalta-se, porém, que a altura de inserção de primeira vagem (AV) e o número de vagens por planta (NVP) foram afetados significativamente pela interação entre as culturas antecessoras e as diferentes datas de semeadura (Tabela 1).

O menor valor de altura de planta (AP) de soja foi alcançado aos 56 dias após a colheita das culturas antecessoras (53,67 cm) (Figura 3C). Observou-se tendência de redução deste parâmetro em função de a semeadura da soja ter sido mais tardia, muito provavelmente devido ao efeito do binômio fotoperíodo/temperatura nessa época do ano. Resultados semelhantes foram obtidos por Muraishi et al. (2005), os quais, notaram menores valores de AP quando a soja foi semeada sobre a palhada de sorgo.

A altura de inserção de primeira vagem (AV) foi influenciada pela época de semeadura da soja e pelas culturas antecessoras ($p < 0,05$) (Tabela 1). Na análise de regressão, o modelo quadrático (Figura 3D) foi o que melhor se ajustou aos dados. O maior valor de AV, na sucessão sorgo/soja, foi alcançado quando a soja foi semeada aos 38 dias (10,1 cm). Por outro lado, na sucessão milho/soja, o valor foi de 9,8 cm, alcançado aos 34 dias após a colheita do milho, ou seja, a presença de sorgo e milho como culturas antecessoras afetou a AV das plantas de soja. Além disso, houve redução do fotoperíodo

durante o cultivo da soja e isso influenciou negativamente as respostas da planta de soja para esse parâmetro.

Plantas de soja com menores diâmetros de coleto (4,31 mm) foram observados quando da semeadura realizada aos 50 dias após a colheita das culturas antecessoras (Figura 3E). De acordo com Bulegon et al. (2016), o diâmetro de coleto é uma variável importante, sobretudo em regiões onde se tem grande incidência de ventos pois diâmetros menores tornam as plantas mais suscetíveis ao tombamento, culminando em perdas qualitativas e quantitativas.

A partir da data 0 até aos 40 dias após a colheita das culturas antecessoras, a soja semeada após o cultivo do sorgo apresentou menor número de vagens comparativamente àquelas semeadas após a colheita do milho (Figura 3F). Isso sugere que o cultivo do sorgo, bem como o volume de palhada que restou sobre o solo influenciaram, de certa forma, negativamente o desempenho da soja quanto ao número de vagens por planta, quando semeada até os 40 dias.

Resta patente, portanto, a influência da cultura antecessora e das diferentes épocas de semeadura sobre o número de vagens de vagens da soja. Ressalva-se, contudo, que durante o ciclo da soja, não houve período de estresse hídrico, e isso pode ter proporcionado condições favoráveis ao desenvolvimento da soja e dessa forma a influência da alelopatia foi minimizada. Todavia, na hipótese de um período de veranico, como aqueles relatados na maioria dos anos agrícolas, o estresse hídrico poderia aumentar a produção de compostos alelopáticos pelo sorgo e também aumentar a susceptibilidade da soja a alelopatia proporcionando resultados mais contundentes.

A produtividade de grãos (PG) e da massa de cem grãos (MCG) da soja foram afetadas pelas diferentes datas de semeadura da soja (Tabela 1). A menor PG foi atingida quando da semeadura aos 43,9 DAC, com o valor de 1351,02 kg ha⁻¹ e a menor MCG, aos 38 DAC (13,4 g) (Figuras 3G e 3H). O decréscimo nesses parâmetros remete-se à sensibilidade da soja à redução do fotoperíodo e da temperatura (FIETZ e RANGEL, 2008). Em experimento semelhante, Muraishi et al. (2005) notaram que a produtividade de grãos de soja foi influenciada negativamente pela cultura do sorgo como formadora de palhada.

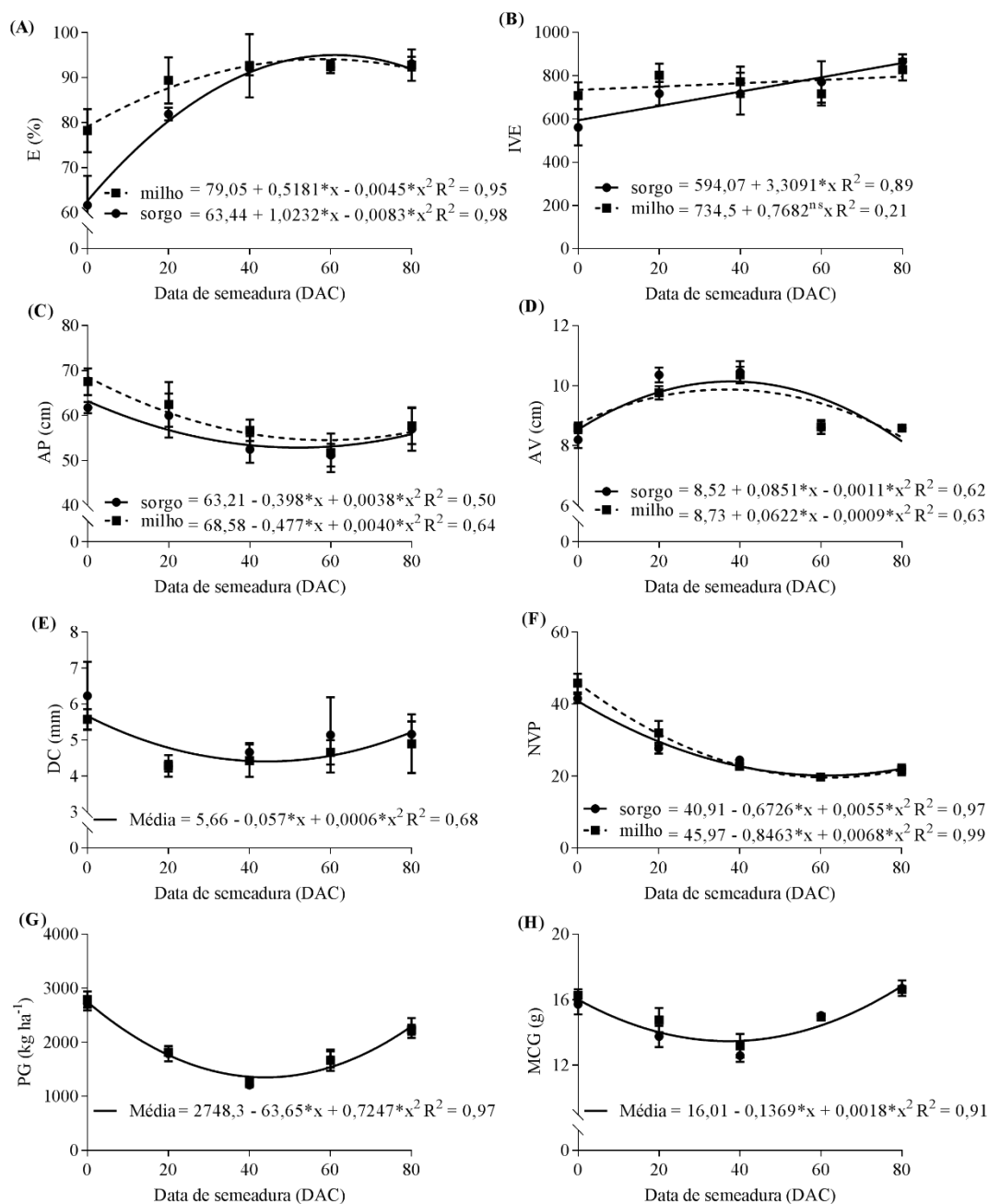


Figura 3. Emergência (E) (%) (A), índice de velocidade de emergência (IVE) (B), altura de planta (AP) (cm) (C), altura de inserção de primeira vagem (AV) (cm) (D), diâmetro de coleto (DC) (mm) (E), número de vagens por planta (NVP) (F), produtividade de grãos (PG) (kg ha^{-1}) (G) e massa de cem grãos (MCG) (g) (H) da soja em função da cultura antecessora (sorgo e milho) ou a média entre as duas culturas antecessoras e época de semeadura após a colheita do sorgo e do milho (DAC). (* $p < 0,05$). ^{ns} não significativo.

Os teores foliares de N e P foram influenciados pelas diferentes épocas de semeadura da soja (Tabela 1; Figuras 4A, 4B). Apesar disso, os teores foliares de K, Ca e S não sofreram interferência das culturas antecessoras e nem das datas de semeadura da soja. No entanto, houve interação significativa ($p < 0,05$) entre as culturas antecessoras e datas de semeadura para o teor foliar de Mg.

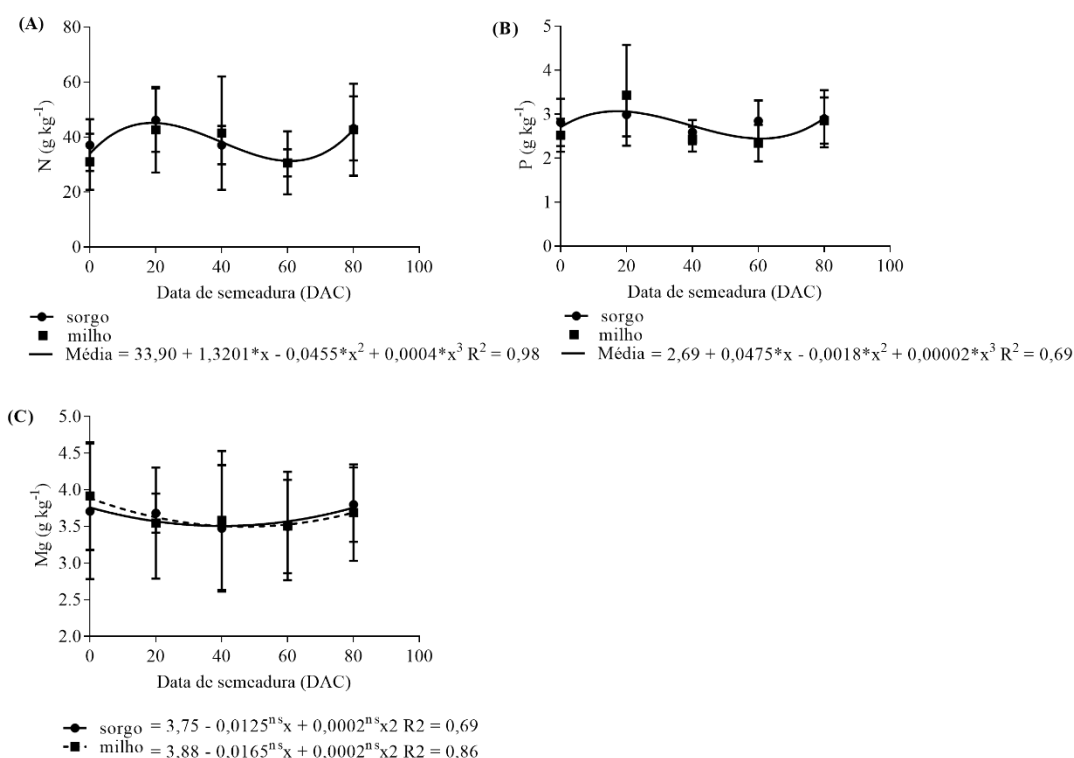


Figura 4. Análise de regressão para os teores dos macronutrientes N (A), P (B) e Mg (C) em folhas de soja, em função da média entre as duas culturas antecessoras e época de semeadura após a colheita do sorgo e do milho (DAC). (* $p < 0,05$). ^{ns} não significativo.

O comportamento do teor de N e K foliares na soja foi cúbico (Figuras 4A, 4B). Verificou-se que o maior teor foliar de N foi alcançado quando da semeadura aos 19,5 DAC enquanto o menor teor foi observado na semeadura realizada 56 DAC das culturas antecessoras. Para o P, o ponto de máximo teor foi aos 19 DAC e o menor foi aos 60 DAC.

Comparando-se com os teores foliares considerados adequados segundo Malavolta et al. (1997), verifica-se que o teor de N foliar ficou abaixo do recomendado

para a cultura da soja quando semeada imediatamente após a colheita das culturas antecessoras e aos 60 DAC (Figura 4A), no entanto, nas observações realizadas nas plantas semeadas a partir dos 20 dias após a colheita, os teores foliares de N se situaram na faixa de suficiência. Isso se deve provavelmente ao fato de que nos primeiros dias após a colheita de gramíneas ocorre um intenso processo de imobilização ocasionado pela alta relação C/N (TEIXEIRA et al., 2010). Os teores foliares de P, K e Mg apresentam-se na faixa adequada para a cultura da soja e os valores encontrados para Ca e S se situaram acima da faixa de suficiência (MALAVOLTA et al., 1997).

O comportamento nutricional observado nas parcelas semeadas aos 40 e 60 dias após a colheita das culturas antecessoras pode ser explicado pelas baixas temperaturas observadas durante esse período do ano na região de implantação do experimento o que ocasionou atraso no ciclo da cultura e consequências nutricionais.

No caso do magnésio, não foram observados efeitos das culturas antecessoras bem como das épocas de semeadura, havendo, conquanto, interação entre esses dois fatores (Tabela 1; Figura 4C). Em trabalho semelhante, Olibone et al. (2006), igualmente não observaram efeito significativo das variedades de sorgo sobre os nutrientes acumulados pela soja. Dessa forma, os resultados nutricionais obtidos nesse trabalho demonstram que os menores valores observados, em alguns parâmetros, na soja cultivada após o sorgo, não se devem à restrição da disponibilidade dos nutrientes, já que, como observado na Tabela 1, bem como nas Figuras 4A, 4B e 4C, as culturas antecessoras não foram fatores de alteração para essas variáveis.

Ademais, foi o milho e não o sorgo, a cultura com maior extração de nutrientes do solo durante o ciclo, o que refuta, portanto, a hipótese de que o desempenho inferior da soja após o sorgo seria simplesmente pelos nutrientes extraídos pelo sorgo ou ainda pela reduzida adubação do sorgo como se tem disseminado entre os produtores rurais. Nesse sentido, foi possível validar a hipótese de que o sorgo possui efeito alelopático sobre algumas características agrônômicas da soja em condições de campo, conforme já observado anteriormente em condições controladas (casa de vegetação) (OLIBONE et al., 2006).

Em síntese, constatou-se, neste trabalho, que a soja semeada até cerca de 40 dias em sucessão ao sorgo, tem sua emergência e consequentemente, seu índice de velocidade de emergência prejudicados, ressalta-se, no entanto, que esses efeitos não foram capazes

de afetar a produtividade final de grãos, muito provavelmente pelo fato de que o efeito negativo da alelopatia do sorgo foi pequeno (não submetido à estresses ambientais), e como a soja apresenta relativa plasticidade fenotípica (SEDIYAMA, 2009), houve compensação na produtividade. Alerta-se, entretanto, para o fato de que, em condições de estresse hídrico, situação recorrentemente verificada nas regiões produtoras do Brasil Central, a soja poderia ser afetada mais incisivamente pela alelopatia do sorgo.

Outrossim, a redução de produtividade da soja observada em função da época de semeadura, independentemente da cultura antecessora, se deve particularmente ao fato de que, para viabilizar a semeadura da soja escalonada ao longo do tempo, foram feitas semeaduras cada vez mais tardias resultando, conseqüentemente, em condições de desenvolvimento mais limitantes à cultura da soja (menores temperaturas médias e comprimento do dia). Contudo, isso não inviabiliza os resultados visto que o efeito da semeadura tardia se deu para ambas as parcelas (culturas antecessoras). Além disso, houve aumento dos valores de produtividade de grãos da soja já a partir dos 40 DAC sinalizando efeito do ambiente em relação a estes parâmetros.

Diante desses resultados, nota-se que no sistema de produção de grãos predominante no Brasil Central, em que se faz a semeadura do sorgo na entressafra da soja (período de menor índice pluviométrico) e da cultura da soja entre outubro a fevereiro com colheita no máximo até julho, é pouco provável que haja efeito alelopático do sorgo sobre a soja na safra subsequente, visto que semeadura da soja seria pelo menos 90 dias após a colheita do sorgo.

3.6 CONCLUSÕES

A produtividade de grãos da soja não foi afetada pela presença anterior de sorgo na área quando comparada à do milho.

O desenvolvimento inicial da soja semeada em até 40 dias após a colheita do sorgo é prejudicado conforme a menores percentuais de emergência, de índice de velocidade de emergência, altura de inserção da primeira vagem e número de vagens por planta. Após 40 dias de colheita de sorgo, não mais se observa tal efeito, indicando que o efeito alelopático do sorgo é rapidamente degradado no solo.

A semeadura de soja imediatamente após a colheita das gramíneas sorgo e milho afeta negativamente os teores foliares de nitrogênio e fósforo. Por outro lado, os

macronutrientes K, Ca, Mg e S não são afetados pela semeadura imediatamente após a colheita dessas gramíneas antecessoras ou aos 20, 40, 60 ou 80 dias.

3.7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo apoio financeiro.

3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; DE SOUZA, S. Â.; GODINHO, V. D. P. C.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 51-64, 2010.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S. D.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E. D.; ALVES, M. C. Absorção de nutrientes e alterações químicas em Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 252-261, 2014.
- FIETZ, C.R.; RANGEL, M.A.S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados-MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 666-672, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 395p.
- BULEGON, L. G.; RAMPIM, L.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *bradyrhizobium* e *azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, v. 34, n. 2, p. 169-176, 2016.
- CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. D.; RODRIGUES, R. A. F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 471-479, 2008.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Quinto levantamento (Safra 2016/2017)**, v. 4, n. 2, p. 111-122, 2017.
- DENADAI, M. S.; DE MELLO, L. M.; CHIODEROLI, C. A.; GAZOLA, R. D. N. Desiccation time of the spring sorghum as a predecessor crop for summer soybean and autumn bean in a no-tillage system. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 2, p. 94-101, 2016.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição. Brasília, 2013. 353p.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. (2.ed.). Piracicaba: POTAFÓS. 1997. 319p.
- MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2005.
- NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MARTINS, G. I.; MENEGUETTI, A. M. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 461-465, 2009.
- OLIBONE, D.; CALONEGO, J. C.; PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Crescimento inicial da soja sob efeito de resíduos de sorgo. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 255-261, 2006.
- SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFFV. 2015. 333p.
- SILVA, A. G.; NETO, A. H.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; BRACCINI, A. L. Selection of sorghum and brachiaria cultivars in intercropping for straw and grains production. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 2951-2964, 2015.
- TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. D.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. D.; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 497-505, 2010.
- UDDIN, M. R.; PARK, S. U.; DAYAN, F. E.; PYON, J. Y. Herbicidal activity of formulated sorgoleone, a natural product of sorghum root exudate. **Pest management Science**, v. 70, n. 2, p. 252-257, 2014.
- TARDIN, F. D.; ALMEIDA FILHO, J. D.; OLIVEIRA, C. D.; LEITE, C. D. P.; MENEZES, C. D.; MAGALHAES, P.; SCHAFFERT, R. Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 102-117, 2013.
- OLIVEIRA, J.; PEIXOTO, C.; POELKING, V.; ALMEIDA, A. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizanthae*, *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, v. 17, n. 3, p. 379-384, 2015.

4. POTENCIAL E PERSISTENCIA DA ALELOPATIA DO SORGO SOBRE PLANTAS DANINHAS

4.1 RESUMO

A alelopatia pode ser uma importante estratégia no manejo integrado de plantas daninhas (MIPD). Nesse sentido, o sorgo (*Sorghum bicolor* L.), em rotação de culturas, apresenta-se com elevado potencial para reduzir a comunidade de plantas daninhas. Objetivou-se investigar os efeitos alelopáticos do cultivo de sorgo sobre a fitossociologia e infestação de plantas daninhas no momento do cultivo e ao longo do tempo após a colheita. Para isso, um experimento foi realizado em campo, sob delineamento de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram os cultivos do sorgo e do milho (testemunha) e as subparcelas, diferentes datas de avaliação da comunidade de plantas daninhas após a colheita das culturas (0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita). Houve um acréscimo no número de espécies e de famílias botânicas daninhas após a colheita das duas culturas. A degradação da palhada do sorgo (9.017 kg ha^{-1}) e do milho ($13.234 \text{ kg ha}^{-1}$) atingiu a estabilização aos 60 dias após a colheita. No entanto, apesar de ter proporcionado menor quantidade de palha sobre o solo e, conseqüentemente, menor recobrimento do mesmo, a infestação por plantas daninhas foi 30% inferior nas áreas cultivadas com sorgo em relação às áreas com cultivo de milho em todas as épocas de avaliação. Conclui-se que o cultivo de sorgo influencia a fitossociologia e reduz a incidência de plantas daninhas na área, podendo ser utilizado como estratégia de manejo integrado de plantas daninhas no sistema de rotação e culturas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*; manejo de plantas daninhas, herbicidas, invasoras.

POTENTIAL AND PERSISTENCE OF SORGHUM ALELOPATHY ON WEEDS

4.2 ABSTRACT

The allelopathy can be an important strategy in integrated weed management (MIPD). In this sense, sorghum (*Sorghum bicolor* L.), in crop rotation, presents with high potential to reduce the community of weeds. The objective was to investigate the allelopathic effects of sorghum cultivation on phytosociology and weed infestation at the time of cultivation and over time after harvest. For this, an experiment was carried out in the field,

under a randomized block design in the subdivided plots scheme. The plots were sorghum and corn (control) and subplots, different weed community evaluation dates after harvesting (0, 20, 40, 60 and 80 days after the harvest). There was an increase in the number of species and botanical families after the harvest of the two cultures. Degradation of sorghum straw ($9,017 \text{ kg ha}^{-1}$) and corn ($13,234 \text{ kg ha}^{-1}$) stabilized at 60 days after the harvest. However, although it provided less straw on the soil and, consequently, less soil cover, weed infestation was 30% lower in the areas cultivated with sorghum than in maize growing areas at all times. evaluation. It is concluded that sorghum cultivation influences phytosociology and reduces the incidence of weeds in the area, and can be used as a strategy for integrated weed management in the rotation system and crops.

Keywords: *Sorghum bicolor*; weed management, herbicides, noxious species

4.3 INTRODUÇÃO

A infestação com plantas daninhas é a causa de perdas de produtividade de até 34% na maioria das culturas agrícolas (JABRAN et al., 2015). Além disso, com o aumento da população mundial, diminuição dos recursos disponíveis e aumento dos casos de resistência genética à herbicidas, o manejo de ervas daninhas tem se tornado cada vez mais uma atividade desafiadora, complexa e onerosa (ZIMDAHL, 2013).

Atualmente, entre os métodos de controle de plantas daninhas incluem herbicida, controle mecânico e desmate manual. Contudo, aplicações rotineiras de herbicidas provocam impactos negativos ao ambiente, saúde humana e animal (JABRAN et al., 2015). Ademais, o controle mecânico de ervas daninhas precisa ser realizado várias vezes para alcançar o efetivo controle, e o controle manual é um método que demanda uma enorme quantidade de trabalho, e, portanto, é difícil de ser praticado em larga escala.

Resultados de pesquisa tem obtido bons resultados no possível uso de culturas alelopáticas, como o sorgo, no controle de plantas daninhas com o objetivo de reduzir o uso de herbicidas sintéticos (ZIMDAHL, 2013; WESTON, 2012, 2013). Entretanto, existem muitas dúvidas ainda sobre a eficiência e efeitos dessa estratégia.

A área com cultivo de sorgo no Brasil fez um progresso significativo nos últimos anos. De acordo com Fontana et al. (2016), esse crescimento é explicado por ser uma alternativa à rotação de culturas no período outono/inverno, pois é tolerante a condições

de umidade do solo desfavoráveis, produz grande quantidade de matéria seca com alta relação C/N e pela sua elevada capacidade de suportar condições edafoclimáticas limitantes. Além disso, relatos a nível de campo sugerem redução na população de plantas daninhas nas áreas anteriormente cultivadas com sorgo.

Nesse contexto, estudos avaliando o efeito alelopático do sorgo em casa de vegetação, confirmaram que resíduos de sorgo depositados sobre o solo após a colheita poderiam ser uma ferramenta cultura importante no Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), sobretudo pela liberação de compostos alelopáticos pela decomposição dos resíduos (WESTON et al., 2013).

Do ponto de vista agrônômico, a identificação de plantas daninhas e do efeito do cultivo do sorgo sobre estas são os primeiros passos na verificação do potencial alelopático do sorgo como ferramenta de controle de plantas daninhas. De acordo com Santos et al. (2015), estudos sobre a existência de efeitos alelopáticos devem ser realizados nas diferentes regiões produtoras e épocas de cultivo pois a composição da comunidade infestante e, conseqüentemente, o efeito alelopático existente entre as os cultivos apresentam variações de local para local.

De acordo com Albuquerque et al. (2013), os levantamentos fitossociológicos em áreas de cultivo promovem o conhecimento sobre as populações de plantas daninhas, como também o conhecimento das características morfológicas, tais como: método de propagação, ciclo de vida e hábito de crescimento, que, analisados em conjunto, indicarão as medidas de controle mais adequadas a serem utilizadas.

Neste sentido, a hipótese deste trabalho é que existe efeito alelopático em sorgo a nível de campo e esse efeito pode contribuir para o MIPD, mas esse mesmo efeito se altera ao longo do tempo. Logo, objetivou-se avaliar os efeitos alelopáticos e da degradação dos resíduos culturais de sorgo sobre o comportamento da comunidade de plantas daninhas ao longo do tempo após a colheita da cultura do sorgo.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), município de Viçosa, MG, durante os meses de novembro de 2015 a outubro de 2016. O clima da região é subtropical úmido com inverno seco e verão quente, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. Os

dados climáticos coletados durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

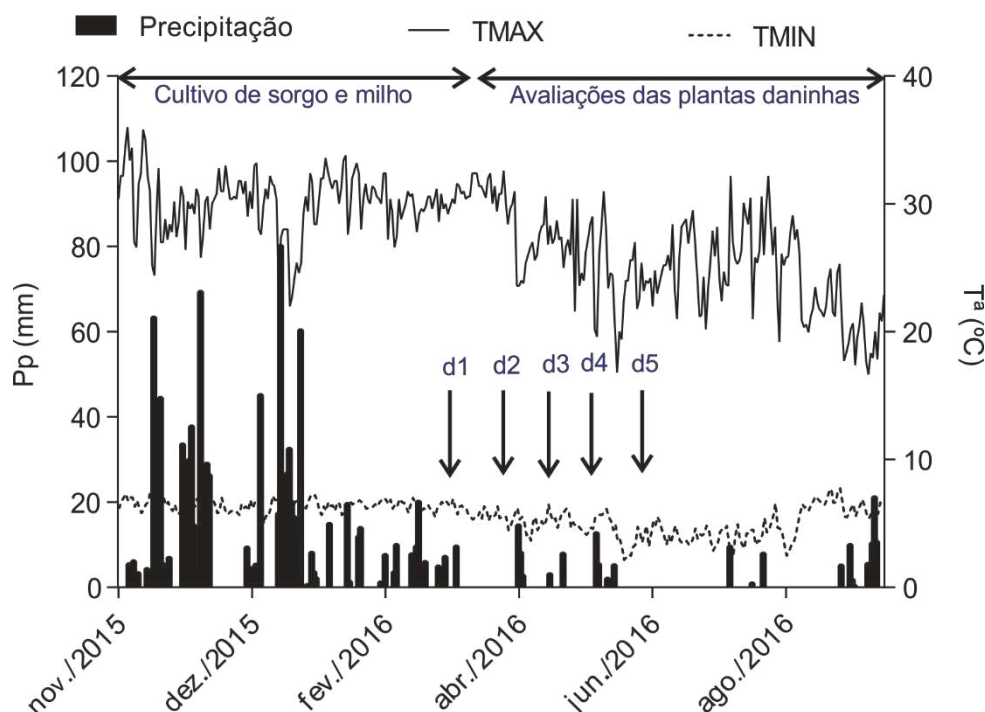


Figura 1. Precipitação (Pp) (mm), temperaturas máxima (TMAX) e mínima (TMIN) do ar (°C) durante o período de 01 de novembro de 2015 a 31 de outubro de 2016. Em que d1, d2, d3, d4 e d5 representam as datas de avaliações da comunidade infestante de plantas daninhas aos 0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita das culturas antecessoras sorgo e milho.

O solo do local onde foi implantado o experimento é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distroférico de textura argilosa. O solo apresentava as seguintes características na camada de 0 – 0,20 m: P (extrator Mehlich⁻¹) = 50,5 mg dm⁻³; matéria orgânica = 26 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,7; K, Ca, Mg, Al e H+Al = 0,3; 3,2; 1,22; 0 e 4,1 cmolc dm³, respectivamente, e V% = 52%. Além disso, o teor de matéria orgânica era de 2,5%.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas culturas antecessoras sorgo e milho (milho sendo a testemunha sem alelopatia) e as subparcelas, por cinco diferentes datas do levantamento fitossociológica

de plantas daninhas após a colheita das culturas antecessoras (0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita - DAC).

Foram constituídas 40 unidades experimentais. As unidades experimentais apresentavam dimensões de 2,7 m por 5 m. Em cada unidade experimental existiram seis linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m, sendo as duas linhas centrais, descartando-se um metro de cada extremidade, a área útil a ser avaliada, totalizando a população de 200.000 e 60.000 pl ha⁻¹ das cultivares sorgo granífero BRS 332 e milho LG 6304 PRO[®], respectivamente.

O preparo de solo foi realizado com antecedência de 45 dias. Aos trinta dias anteriores à semeadura do sorgo e do milho, realizou-se, uma aração e duas gradagens, a última na véspera da semeadura das culturas que foi dia 11 de dezembro de 2015. Não foi realizada a calagem. A adubação para as culturas do sorgo e do milho foi a mesma, em função da recomendação para altas produtividades na cultura do milho (ALVES et al., 1999). Além disso, foi utilizada irrigação por aspersão convencional na mesma intensidade e momento para as duas culturas.

A semeadura foi realizada manualmente, sendo o desbaste realizado aos 21 dias da germinação. Durante o ciclo das culturas antecessoras, realizou-se o controle de pragas utilizando-se Deltametrina 25 g/l (2,5 % m/v) na dose de 200 ml ha⁻¹ e o controle de doenças com Trifloxistrobina 375,0 g l⁻¹ (37,50 % m/v) com Ciproconazol 160,0 g l⁻¹ (16,0 % m/v), na dose de 0,2 l ha⁻¹, acrescentando óleo metilado de soja a 0,25 % v/v (500 ml ha⁻¹). Ambas as aplicações foram feitas utilizando-se de equipamento de aplicação pressurizado de CO₂, com barras de 2,4 m, que possuía 6 bicos do tipo Leque, espaçados de 0,45 m entre bicos.

Para simular a deposição de palha como acontece rotineiramente nas áreas agrícolas, foi realizada a retirada total das espigas e panículas das culturas antecessoras, após a avaliação da colheita, e, em seguida, a massa vegetal restante (colmos e folhas), foi triturada (Triton) e permaneceu na área, em suas respectivas parcelas.

No sétimo dia anterior à semeadura do sorgo e do milho, aos cem dias após a semeadura (DAS), bem como aos 0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita (DAC), foi realizada a caracterização fitossociológica da comunidade infestante para verificar a população original (sétimo dia anterior à semeadura do sorgo e do milho), comunidade infestante presente nas entrelinhas das culturas (avaliação realizada aos 100 DAS) e

avaliar o efeito da palhada do sorgo e do milho ao longo do tempo após a colheita, respectivamente. Nessas amostragens, utilizou-se uma armação de ferro com dimensões de 0,50 x 0,50 m, arremessada quatro vezes ao acaso em cada subparcela e as plantas daninhas foram quantificadas e identificadas segundo família, gênero e espécie (LUIZUTI et al., 2014).

No levantamento fitossociológico calculou-se a densidade (Den) de plantas daninhas, frequência (Fr) e abundância (Abu) das espécies. A partir desses cálculos, foi determinada a frequência relativa (Frr), densidade relativa (Der), abundância relativa (Abur) e o Índice de Valor de Importância (IVI), de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Braun-Blanquet (1979).

Determinou-se também a similaridade entre as populações dos diferentes tratamentos através do Índice de Similaridade (IS) das plantas daninhas (SORENSEN, 1972), de acordo com a Equação 8. O IS varia de 0 a 100 %, sendo máximo quando todas as espécies são comuns aos tratamentos e mínimo quando não existem espécies em comum.

$$IS(\%) = \frac{2a}{b + c} \times 100 \quad \text{Eq. (8)}$$

Em que: a = número de espécies comuns aos tratamentos, b e c = número total de espécies nos tratamentos comparados.

Nos levantamentos realizados aos 0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita, coletou-se a parte aérea das plantas daninhas presentes na parte interna do quadrado de ferro, determinado o número de plantas daninhas por metro quadrado (NPD) (pl m^{-2}) e posteriormente acondicionadas separadamente em sacos de papel sendo, então, levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65°C, por 72 h, para a determinação da matéria seca das plantas daninhas (MSPD) que posteriormente foram transformadas e kg ha^{-1} .

Foi avaliada a produtividade de grãos (PROD) (kg ha^{-1}) do sorgo e do milho, bem como a matéria seca da parte aérea das duas culturas (MSPA). A avaliação da MSPA foi realizada no mesmo dia para as duas culturas através da coleta de todas as plantas contidas na área útil das subparcelas, as quais, após a retirada das espigas e panículas porventura existentes, foram levadas a estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante.

Da mesma forma, a produtividade também foi determinada no mesmo dia através da pesagem em balança eletrônica dos grãos contidos nas plantas retiradas na área útil das subparcelas através do debulho, somando-se, inclusive, as espigas e panículas daquelas plantas avaliadas na determinação da MSPA. A produtividade foi corrigida para 13% b.u. de acordo com Brasil (2009).

Após a avaliação da PROD, os sabugos e as raquis retornaram ao campo em suas respectivas parcelas. As partes vegetativas que restaram no campo, bem como as plantas retiradas para a avaliação da produtividade foram fragmentadas e depositadas superficialmente ao solo utilizando-se de um triturador horizontal de resíduos vegetais (trincha), deixando os resíduos em suas respectivas parcelas.

Após a desfragmentação dos materiais vegetais, acondicionou-se uma alíquota proporcional do material vegetal desfragmentado de cada subparcela em sacolas de decomposição confeccionadas em nylon ("Litter bags" de 0,06 m², com 0,3 x 0,2 m) malha de 2 mm (PARIZ et al., 2011). Os "Litter bags" foram depositados em contato direto com o solo em número de cinco "litter bags" por subparcela, simulando assim o tamanho natural dos fragmentos obtidos no manejo de corte das lavouras comerciais.

Aos 0, 20, 40, 60 e 80 dias após a colheita do sorgo e do milho (DAC), retirou-se um "Litter bag" de cada subparcela a fim de avaliar o remanescente de palhada e determinar, conseqüentemente, a degradação da palhada (DP). Para isso, o material vegetal contido dentro de cada "Litter bag" foi coletado, limpo em peneira e determinada a massa seca do material (após atingir peso constante em estufa a 65°C).

Os valores encontrados para a matéria seca residual das culturas do sorgo e milho (MS) (kg ha⁻¹), número de plantas daninhas (NPD) (pl. ha⁻¹) e matéria seca de plantas daninhas (MSPD) (kg ha⁻¹) foram submetidos à análise de variância e de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico R.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população original (anterior à implantação do experimento) apresentou 8 espécies de plantas daninhas, as quais estavam distribuídas em 6 famílias botânicas, sendo Poaceae a principal família (Tabela 1, Figura 2A). O número de indivíduos das famílias Asteraceae, Cyperaceae e Oxalidaceae eram semelhantes, e as famílias Lamiaceae e

Amaranthaceae, aquelas com menor participação, sugerindo serem espécies menos competitivas nessa área (Figura 2A).

Tabela 1. Espécies de plantas daninhas encontradas no levantamento fitossociológico anterior à implantação das culturas antecessoras sorgo e milho, organizadas por família, nome científico e comum.

Família	Nome científico	Nome comum	Classe
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru-roxo	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentragosto	Dicotiledônea
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	Dicotiledônea
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i>	Orelha-de-urso	Dicotiledônea
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	Trevo-azedo	Dicotiledônea
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	Monocotiledônea
	<i>Sorghum arundinaceum</i>	Falso-massambará	Monocotiledônea
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	Monocotiledônea

Essa predominância da família Poaceae é rotineira nas mais diversas regiões produtivas brasileiras pois possui grande amplitude ecológica sobretudo em formações campestres como aquelas da maioria do Brasil (WATSON e DALLWITZ, 1992). Apesar disso, as plantas encontradas na avaliação da população original mostraram-se frequentes na área e relativamente bem distribuídas (Figura 2B), sendo as espécies *Eleusine indica*, *Ageratum conyzoides*, *Sorghum arundinaceum* e *Cyperus rotundus*, respectivamente, aquelas com maior frequência (Figura 2B).

Na avaliação da composição florística realizada nas entrelinhas do cultivo do sorgo e do milho aos 100 dias após a semeadura (DAS), observou-se que as famílias Poaceae e Asteraceae apresentaram em torno de 85% de participação em ambas as culturas (Figuras 2C, 2D). Comparando-se com a participação destas famílias no levantamento da população original, notou-se um aumento percentual de 15% (Figuras 2A, 2C e 2D).

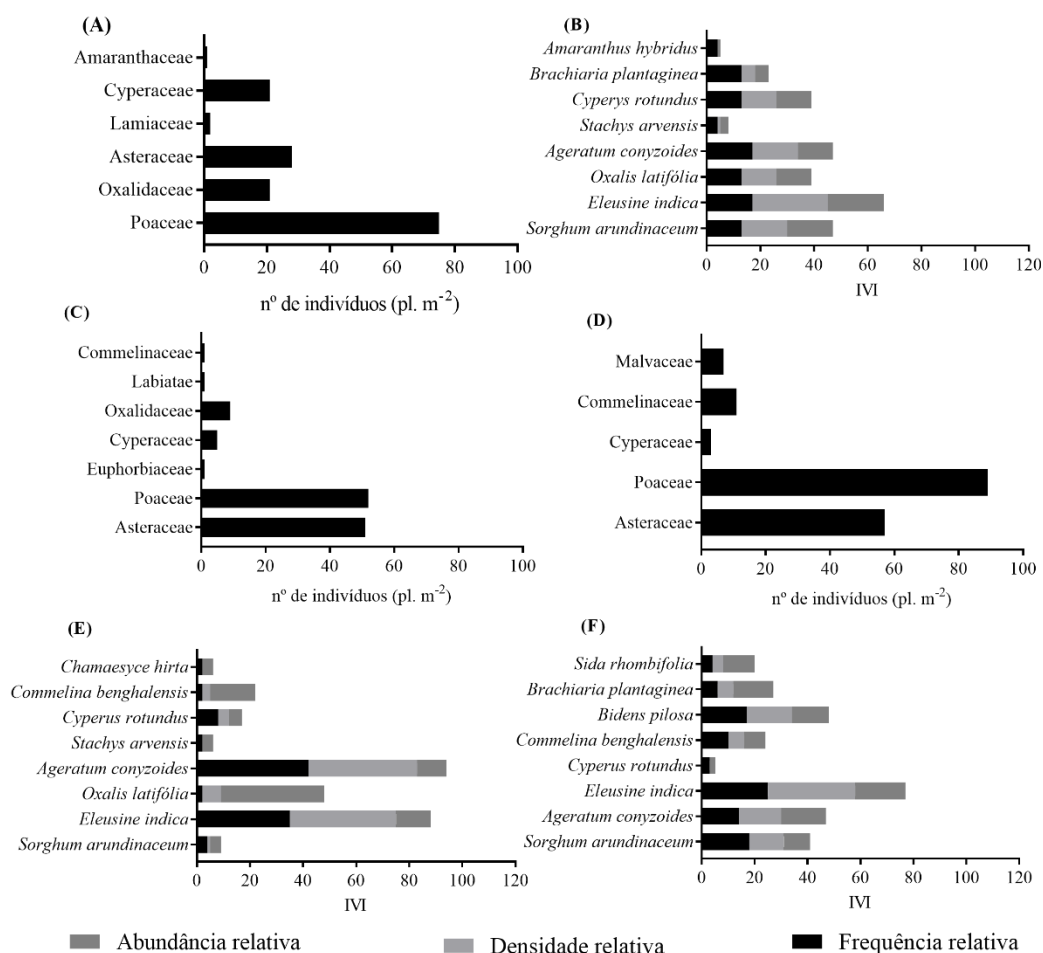


Figura 2. Número de plantas daninhas por suas famílias antes da implantação do experimento (população original) (A), índice de valor de importância (IVI) das plantas daninhas antes da implantação do experimento (B), número de indivíduos em função das famílias de plantas daninhas observadas aos 100 dias após a semeadura do sorgo (C) e milho (D), índice de valor de importância (IVI) das plantas daninhas aos 100 dias da semeadura do sorgo (E) e do milho (F).

Esse aumento observado se deve provavelmente ao fato de, por ocasião da semeadura dessas culturas, ter havido revolvimento do solo e consequente exposição do banco de sementes. Além disso, em média, houve 45 indivíduos por metro a mais da família Poaceae nas entrelinhas do milho em relação ao observado nas entrelinhas no cultivo do sorgo. De acordo com Almeida et al. (2010), embora exista uma grande diversidade de plantas daninhas que ocorrem na cultura do milho, evidencia-se um aumento considerável de espécies da família Poaceae.

As famílias Euphorbiaceae, Cyperaceae, Oxalidaceae, Labiatae e Commelinaceae somaram apenas 15% das plantas daninhas presentes nas entrelinhas do sorgo (Figura 2C) enquanto que nas entrelinhas do milho, as famílias Cyperaceae, Commelinaceae e Malvaceae, somadas, participaram com 13% (Figura 2D). Ademais, não foram observados indivíduos da família Euphorbiaceae, Oxalidaceae e Labiatae nas entrelinhas do milho aos 100 DAS, apesar de haver sido observado da família Malvaceae e esta não ser notada nas entrelinhas do cultivo do sorgo (Figuras 2C e 2D). Esse panorama aponta que existem interferências entre as espécies de milho e sorgo com as diferentes famílias, entretanto, existem determinadas famílias como Cyperaceae e Commelinaceae que, a despeito disso, conseguem desenvolver população similares entre as duas culturas.

Em termos percentuais, observou-se aumento, nas entrelinhas do milho, da população de *Sorghum arundinaceum* em 375% em relação ao verificado nas entrelinhas do sorgo. Além disso, aumentos consideráveis de *Ageratum conyzoides* (271%), *Commelina benghalensis* (171%), *Cyperus rotundus* (124%) e *Eleusine indica* (445%) foram notados. De acordo com Christoffoleti (2008), existem casos importantes de resistência a herbicidas por parte de *Ageratum conyzoides* (resistência a inibidores de ALS, resistência reconhecida desde 2013) e *Eleusine indica* (resistência a inibidores de ACCase, resistência reconhecida desde 2003) no Brasil.

Logo, esses resultados permitem concluir que o sorgo poderia ser uma ferramenta promissora para redução de espécies daninhas com alto potencial de prejuízo em áreas agrícolas brasileiras na medida em que reduziria a magnitude dos ciclos populacionais dessas espécies. Resultados semelhantes foram observados por Trezzi et al. (2006), os quais, observaram que com 9,7 ton ha⁻¹ de palha, os resíduos de sorgo Dow 1P-400 atrasaram a emergência de *E. heterophylla*. Nesse mesmo trabalho, verificaram ainda que com 6,5 ton ha⁻¹, o efeito da palha de DOW 1P-400 foi superior à mesma quantidade de palha do milho.

As produtividades de grãos (PG), corrigidas para 13% de umidade (b.u.) foram de 6.785 kg ha⁻¹ e 8.324 kg ha⁻¹, para o cultivo do sorgo e do milho respectivamente. A produtividade média de matéria seca (MS) foram 13.234 kg ha⁻¹ para a cultura do milho e 9.016 kg ha⁻¹ para sorgo. Logo, as duas culturas estão dentro da faixa considerada adequada para a implantação e/ou manutenção do sistema do plantio direto.

No levantamento fitossociológico realizado após a colheita do sorgo e do milho aos 0, 20, 40, 60 e 80 DAC foram identificadas, ao todo, 23 espécies de plantas daninhas distribuídas em 12 famílias botânicas (Tabela 2). Ou seja, houve um acréscimo no número de espécies e de famílias botânicas em relação à população original (Tabela 1) (187% a mais no número de espécies presentes).

Tabela 2. Total de espécies de plantas daninhas encontradas no levantamento fitossociológico nas diferentes épocas de avaliação após a colheita das culturas antecessoras sorgo e milho, organizadas por família, nome científico, nome comum e classe.

Família	Nome científico	Nome comum	Classe
Apiaceae	<i>Apium leptophyllum</i>	Aipo-bravo	Dicotiledôneas
	<i>Daucus pusillus Michx.</i>	Cenoura-brava	Dicotiledônea
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru-roxo	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	Dicotiledônea
	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	Dicotiledônea
	<i>Unxia kubitzkii</i>	Botão-de-ouro	Dicotiledônea
	<i>Conyza bonariensis</i>	Buva	Dicotiledônea
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	Dicotiledônea
Brassicaceae	<i>Coronopus didymus</i>	Mastruço	Dicotiledônea
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	Dicotiledônea
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeiraba	Monocotiledônea
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	Monocotiledônea
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva de santa luzia	Dicotiledônea
Lamiaceae	<i>Leonurus sibiricus</i>	Rubim	Dicotiledônea
	<i>Stachys arvensis L.</i>	Orelha de urso	Dicotiledônea
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	Trevo-azedo	Dicotiledônea
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	Monocotiledônea
	<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	Monocotiledônea
	<i>Sorghum arundinaceum</i>	Falso-massambará	Monocotiledônea
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	Monocotiledônea
Solanaceae	<i>Nicandra physaloides</i>	Joá-de-capote	Dicotiledônea
	<i>Solanum americanum</i>	Maria-pretinha	Dicotiledônea
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	Dicotiledônea

As principais famílias, quanto ao número de espécies, observadas ao longo do tempo após a colheita das culturas do sorgo e do milho foram novamente Asteraceae e Poaceae, com cinco e quatro espécies, respectivamente (Tabela 3). Nesse sentido, os resultados de trabalho concordam com aqueles encontrados na literatura (INOUE et al., 2012; MACIEL et al., 2010), os quais também verificaram maior população de indivíduos das famílias Poaceae e Asteraceae nas entrelinhas de girassol, cana-de-açúcar, pastagem e café.

O cultivo do sorgo e do milho, bem como as épocas de avaliação afetaram significativamente a MS, o NPD e a MSPD ($p < 0,05$) (Tabela 3). Observou-se ainda interação entre culturas antecessoras e época de avaliação para a MS e para o NPD (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis degradação de matéria seca das culturas sorgo e milho (MS), número de plantas daninhas (NPD) e matéria seca de plantas daninhas (MSPD) em função das culturas anteriores de sorgo e milho na área e das épocas de avaliação da comunidade de plantas daninhas.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios		
		Degradação da palhada	Número de plantas daninhas	Matéria seca de plantas daninhas
Blocos	3	5613,77	255,44ns	46258,32ns
CA (C)	1	33817830,76**	4842,20**	7561093,76**
Resíduo (a)	3	41662,04	29,40	12496,93
ES (E)	4	97706563,99**	8683,15**	26573046,07**
Resíduo (b)	24	39133,90	60,82	135758,13
C x E	4	3724429,63**	189,30*	366905,07ns
CV (%) Parcela		4,14	5,40	2,56
CV (%) Subparcela		4,01	7,77	8,43

Cultura Antecessora MSPD (kg ha⁻¹)
 *significativo ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade. ⁽¹⁾ Fator A (Culturas antecessoras); ⁽²⁾ Resíduo do fator A; ⁽³⁾ Fator B (Época de avaliação da comunidade de plantas daninhas); ⁽⁴⁾ Resíduo do fator B; ⁽⁵⁾ Interação entre os fatores A e B; ⁽⁶⁾ Coeficiente de variação em função do fator A; ⁽⁷⁾ Coeficiente de variação em função do fator B.

A MS apresentou comportamento exponencial para as duas culturas antecessoras (r^2 : 0,89, para milho; r^2 : 0,85, para sorgo) (Figura 3A). A quantidade de MS do milho e do sorgo presente no solo se reduziram sob comportamento exponencial, atingindo, ambas, a estabilização já a partir dos 30 DAC (Figura 3A). Apesar disso, verificou-se que,

durante todo o período de avaliação, a quantidade de MS do sorgo, restante sobre o solo, foi inferior àquela observada para o milho. Provavelmente, a estabilização aos 60 DAC se deve ao decréscimo das temperaturas máxima e mínima e também pela redução da precipitação pluviométrica nessa época do ano na região (Figura 1). De acordo com Sierra et al. (2015), a decomposição acontece pela ação de microrganismos do solo, os quais, necessitam de temperatura e umidade em níveis propícios ao máximo de atividade microbiana.

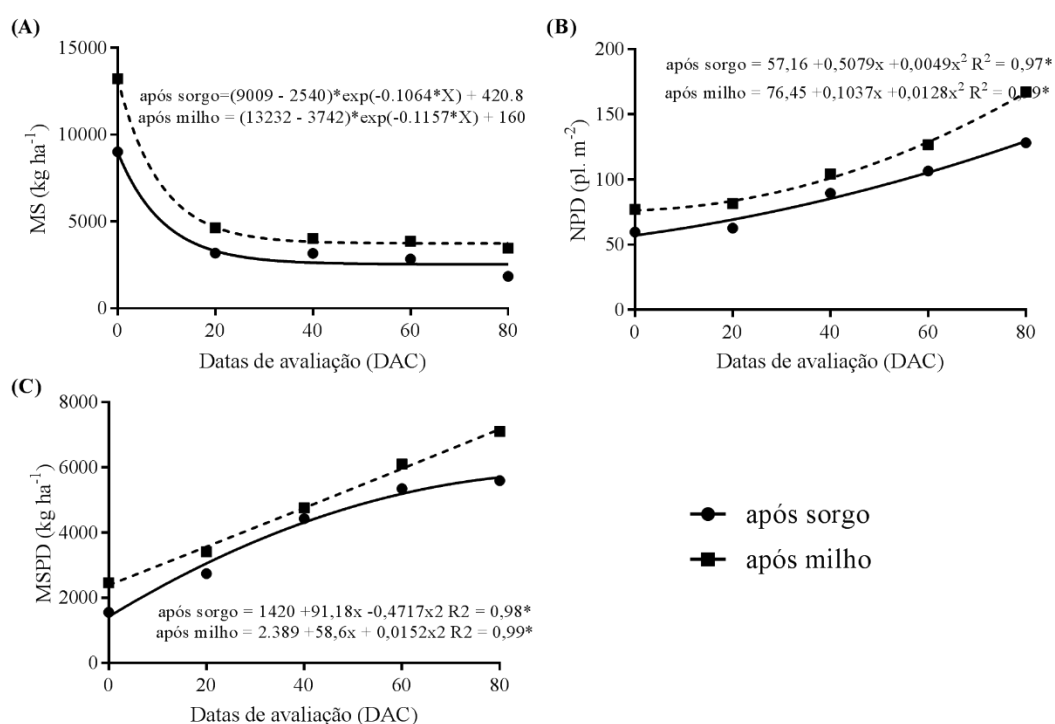


Figura 3. Matéria seca das culturas do sorgo e do milho (MS) (kg ha⁻¹) (A), número de plantas daninhas (NPD) (pl m⁻²) (B) e matéria seca de plantas daninhas (MSPD) (kg ha⁻¹) (C) em função das respectivas culturas de sorgo e milho nas diferentes épocas de avaliação. *significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Notou-se ainda que aos 80 dias após o manejo das culturas sorgo e milho, a quantidade de palhada remanescente sobre a superfície do solo atingiu valores em torno de 5.000 kg ha⁻¹ para milho e de 3.000 kg ha⁻¹ para o sorgo (Figura 3A), e que, aos 80 dias, a percentagem de decomposição da palhada de sorgo atingiu 72,1%, enquanto que a palhada de milho apresentou 81,5% de degradação (Figura 3A), logo, o sorgo apresentou menor velocidade de degradação da palhada em relação ao milho.

Semelhantemente, Costa et al. (2015) observaram que a degradação da palha do sorgo foi mais lenta que a do milho e do capim xaraés.

O número de plantas daninhas (NPD) apresentou comportamento quadrático ao longo do tempo após a colheita, tanto quando a cultura foi o sorgo, quanto quando o milho (Figura 3B). Em termos percentuais, o NPD observado após a colheita do milho foi 28% superior ao sorgo na primeira data de avaliação após a colheita (data 0), 29% na segunda data (20 dias após a colheita), 16,4% na terceira (40 dias após a colheita), 19,1% na quarta (60 dias após a colheita) e 30% na quinta (80 dias após a colheita).

Com efeito, o comportamento do parâmetro NPD tornou possível a identificação de dois fenômenos interdependentes acontecendo no solo. O primeiro se refere ao efeito da palhada do sorgo reduzindo o número de plantas daninhas em relação ao milho, ou seja, sendo mais eficaz que o milho limitando a germinação destas. O segundo fenômeno se refere ao aumento da discrepância entre a população de plantas daninhas existentes após na área que recebeu sorgo daquela que recebeu milho a partir dos 40 DAC (Figura 3B). Esse aumento da discrepância em relação ao NPD após os 40 DAC aconteceu especificamente no momento da estabilização da degradação da palhada no solo (Figura 5A).

Isso sugere que a degradação da palhada das duas culturas estava contribuindo para o controle da germinação do banco de sementes (Figura 3A). Porém, esse controle não era puramente físico (menor entrada de luz), mas possivelmente causado por compostos alelopáticos liberados no solo pela decomposição da palhada. Isso porque, apesar do cultivo do sorgo ter proporcionado menor quantidade de massa seca ao solo (9.017 kg ha^{-1}) que o milho ($13.234 \text{ kg ha}^{-1}$), foram as áreas em que se cultivou sorgo aquelas em que se observou menor infestação de plantas daninhas em todas as épocas de avaliação.

A MSPD ($r^2 = 0,98$) apresentou comportamento similar ao NPD (Figura 3C). Em termos percentuais, a MSPD verificada na primeira avaliação após a colheita foi 58% maior na área cultivada com milho comparativamente àquela com sorgo, 24,5% na segunda data de avaliação e 7,5% aos 40 DAC (Figura 3C). Destarte, os resultados sugerem que a palhada do sorgo influenciou o desenvolvimento vegetativo das plantas daninhas culminando, consequentemente, com menor produção de MSPD e essa influência foi maior imediatamente após a colheita, mas reduzida ao longo do tempo até

os 40 dias. Os resultados deste trabalho concordam com aqueles observados por Albuquerque et al. (2013), os quais, identificaram que a palhada de algumas culturas reduziu a MSPD em comparação ao solo desnudo. Resultados semelhantes também foram obtidos por Vincensi et al. (2011).

Nas subparcelas avaliadas logo após a colheita do sorgo (data 0) (Figura 4A), observou-se a presença de onze espécies de plantas daninhas, sendo que as três principais espécies foram *Coronopus didymus*, *Oxalis latifolia* e *Eleusine indica*, (IVI > 40). Na mesma data de avaliação, após a colheita do milho, foram observadas maiores populações de *Ageratum conyzoides* (IVI > 120), *Conyza bonariensis*, *Brachiaria plantaginea* e menor de *Coronopus didymus*, *Sonchus oleraceus* e *Stachys arvensis* L. (Figura 4B). Isto pode ser explicado pela maior produção de matéria seca e maior altura de planta do milho, o qual estabeleceu, em decorrência disso, maior sombreamento, o que terminou por impedir e/ou dificultar a germinação e o crescimento de algumas espécies de ervas daninhas (TEODORO et al., 2015) e isso ficou evidenciado na primeira avaliação após a colheita (0 DAC) (Figuras 4A e 4B).

Aos 20 dias após a colheita das culturas antecessora, aquelas subparcelas que estavam cultivadas com sorgo apresentaram menor população de *Brachiaria plantaginea*, *Eleusine indica*, *Bidens pilosa* e *Ageratum conyzoides* em relação àquelas subparcelas que receberam o cultivo do milho. Contudo, as espécies *Sorghum arundinaceum*, *Oxalis latifolia*, *Leonurus sibiricus* e *Cyperus rotundus* foram verificadas com menor IVI após a cultura do milho nesta avaliação (20 DAC).

A provável explicação para o maior IVI após a colheita do sorgo aos 20 DAC é que a menor população de plantas daninhas verificada na primeira avaliação proporcionou maior área disponível para ocupação, bem como maior disponibilidade de radiação solar, para a germinação dessas espécies *a posteriori*, aumentando, assim, a população. Noutro trabalho, no início do sombreamento entre as linhas pela cana-de-açúcar, houve uma redução na incidência de *Cyperus rotundus* L. causada pela redução do fenômeno da germinação epigásica e pela paralisia na formação dos tubérculos (Kuva et al., 2000). A quantidade e modificação da qualidade da luz afeta a germinação de *Cyperus rotundus* L. (Theisen et al., 2000).

Nas avaliações realizadas aos 40 (Figura 4E), 60 (Figura 4G) e 80 (Figura 4I) dias, notou-se uma estabilização do IVI de *Eleusine indica*, *Digitaria horizontalis*, *Cyperus*

rotundus, *Sonchus oleraceus* e *Bidens pilosa*, seja nas áreas que receberam sorgo ou naquelas que receberam milho. A população de *Digitaria horizontalis* mostrou-se variável em função das datas de avaliação e das culturas presentes anteriormente na área (se sorgo ou se milho) enquanto que *Sorghum arundinaceum* apresentou comportamento semelhante para o IVI independentemente da cultura antecessora sugerindo que esta espécie é pouco afetada pela presença das gramíneas milho e sorgo.

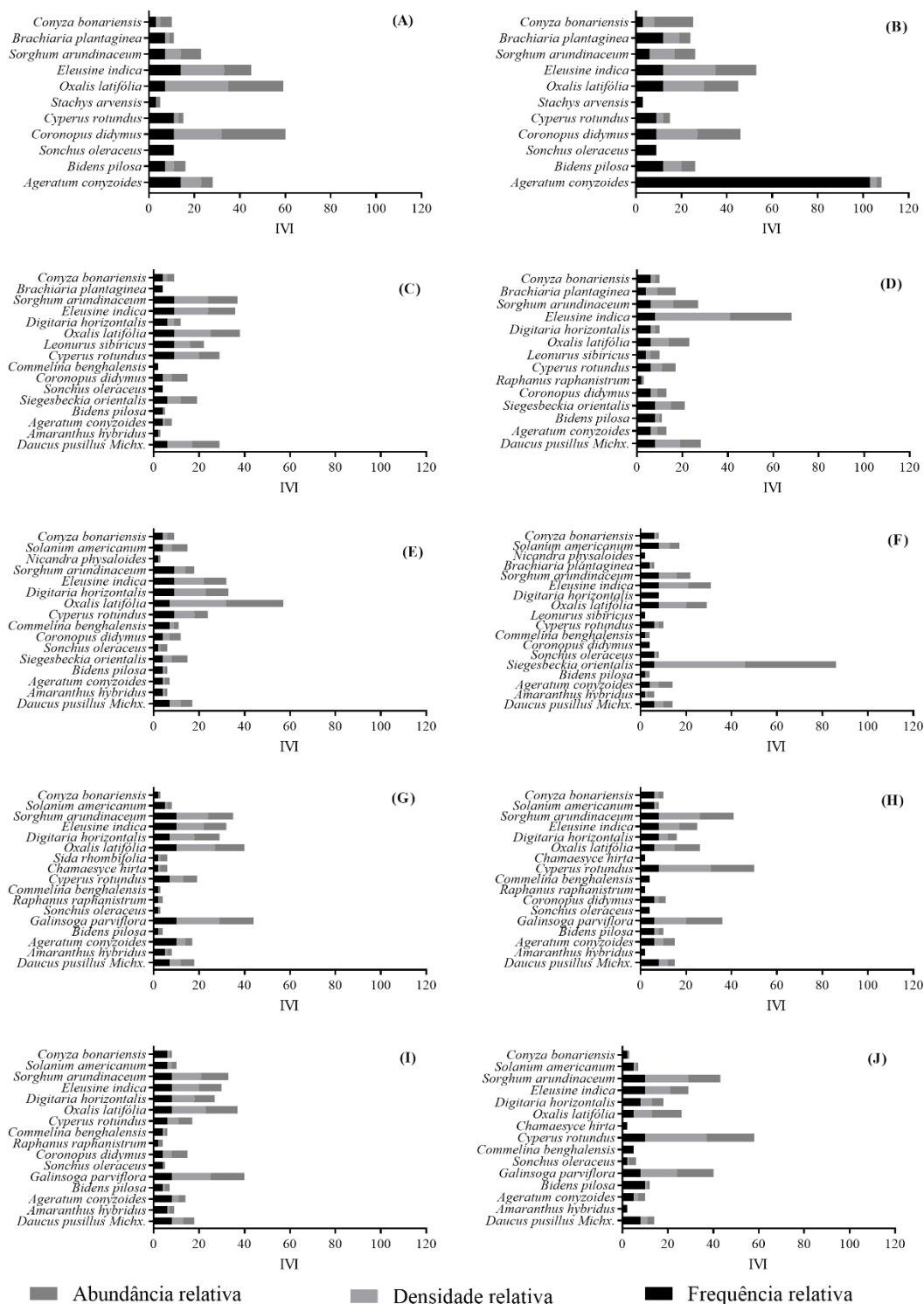


Figura 4. Índice de valor de importância (IVI) das plantas daninhas aos 0, 20, 40, 60 e 80 DAC após o cultivo de milho e sorgo. A) 0 dias após a colheita do sorgo; B) 0 dias após a colheita do milho; C) 20 dias após a colheita do sorgo; D) 20 dias após a colheita do milho; E) 40 dias após a colheita do sorgo; F) 40 dias após a colheita do milho; G) 60 dias

após a colheita do sorgo; H) 60 dias após a colheita do milho; I) 80 dias após a colheita do sorgo; J) 80 dias após a colheita do milho.

Esses resultados coadunam com aqueles encontrados por Jakelaitis et al. (2003), os quais, em monocultivo de sorgo, obtiveram valores altos para importância e frequência relativas para *D. horizontalis* além de grande capacidade de acúmulo de matéria seca. Esse resultado alerta, portanto, para a existência de espécies com elevada capacidade competitiva (JAKELAITIS et al., 2003), e que não são significativamente afetadas pela alelopatia do sorgo.

Houve maior similaridade entre as plantas daninhas após o sorgo e após o milho na primeira data de avaliação após a colheita (Tabela 4). Isso pode ter sido causado pela alta proporção de resíduos vegetais presentes na área, bem como à operação do implemento agrícola, o qual, provavelmente provocou a destruição de algumas plantas daninhas durante sua passagem na área, influenciando assim na primeira avaliação.

Tabela 4. Índice de similaridade (IS) fitossociológica entre os tratamentos, em função da aplicação da cultura antecessora e diferentes épocas de semeadura da soja após a colheita das culturas antecessoras.

Tratamentos		-----Sorgo-----					-----Milho-----				
		0	20	40	60	80	0	20	40	60	80
		-----Dias Após a Colheita-----									
Sorgo	0	100	62,1	62,1	59,3	59,3	95,7	69,0	69,0	64,0	55,2
	20	*_*	100	88,2	81,3	81,3	57,1	76,5	88,2	86,7	82,4
	40	*_*	*_*	100	87,5	87,5	64,3	82,4	94,1	93,3	82,4
	60	*_*	*_*	*_*	100	100,0	61,5	75,0	81,3	85,7	87,5
	80	*_*	*_*	*_*	*_*	100	61,5	81,3	81,3	85,7	87,5
Milho	0	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	100	64,3	64,3	66,7	57,1
	20	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	100	88,2	80,0	76,5
	40	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	100	80,0	76,5
	60	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	100	86,7
	80	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	100

Notou-se maior similaridade entre a primeira avaliação após a colheita do sorgo em relação aos 20, 40 e 60 dias após a colheita do milho do que quando se relacionou a

mesma avaliação com as demais após o sorgo (Tabela 4). Esse resultado demonstra haver um efeito alelopático mais evidente sobretudo nos primeiros dias após a colheita do sorgo e que vai, de certa forma, reduzindo seu potencial ao longo do tempo.

As avaliações realizadas a partir dos 40 dias após a colheita do sorgo, quando relacionadas com as avaliações realizadas aos 60 e 80 DAC nessa cultura, mostraram maior similaridade do que as mesmas avaliações realizadas sobre a testemunha (milho). Isso reforça que o efeito alelopático causado pela presença da cultura do sorgo é de curto prazo, ou seja, não se prolonga por muito tempo no solo haja vista que a partir dos 40 DAC após a colheita do sorgo, as avaliações apresentavam composições fitossociológicas semelhantes.

Na comparação das avaliações realizadas nas subparcelas em que se cultivou o sorgo e onde se cultivou milho, aos 20 dias após a colheita destas, notou-se baixa similaridade (76,5). Isso se deve ao fato de que cada uma dessas culturas, sobretudo nos primeiros dias após a colheita, apresentou diferentes comunidades infestantes (Figuras 4C e 4D), ou seja, o sorgo e o milho interagiram de maneira diferenciada com as diferentes espécies de plantas daninhas.

4.6 CONCLUSÕES

O sorgo produz menos palha que o milho, contudo, a degradação desse material acontece a uma velocidade inferior àquela observada no milho. Apesar disso, a presença de resíduos de sorgo reduz a comunidade infestante e a biomassa de plantas daninhas após a colheita, indicando que esta planta tem potencial de auxiliar nas estratégias do Manejo Integrado de Plantas Daninhas. Alerta-se, no entanto, que as espécies *Digitaria horizontalis* e *Eleusine indica* são pouco sujeitas ao efeito alelopático de sorgo.

4.7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo apoio financeiro.

4.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. D. A.; MELO, V. F.; BERNADES SOARES, M. B.; FINOTO, E. L.; SILVA SIQUEIRA, R. H.; MARTINS, S. A. Fitossociologia e características morfológicas de plantas daninhas após cultivo de milho em plantio convencional no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v. 7, n. 3, p. 313-321, 2013.
- ALMEIDA DAN, H.; LEMOS BARROSO, A. L.; MORAES DAN, L. G.; FINOTTI, T. R.; FELDKIRCHER, C.; SANTOS, V. S. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 388-393, 2010.
- ALVES, V.M.C. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ÁLVAREZ, V.H. (Eds). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.314-316.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: 2009. 395p.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume, 1979.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Ed.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas - HRAC-BR, 2008. 120 p.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. D. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M.; CARVALHO, M. Nutrients accumulation and straw decomposition time of forage species in function of sowing times. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.
- FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.; BALIEIRO, F. D. C.; MOURA, T. P. A. D.; MENEZES, A. R. D.; SANTANA, C. I. Characteristics and attributes of Oxisols under different land uses in the western region of the state of Bahia, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1457-1465, 2016.
- INOUE, M. H.; FERREIRA, E. A.; BEN, R.; MENDES, K. F.; DOS SANTOS, E. G.; DALLACORT, R. Levantamento fitossociológico em pastagens no município de Denise, MT. **Scientia Plena**, v. 8, n. 8, p. 1-8, 2012.

- JABRAN, K. ; MAHAJAN, G. ; SARDANA, V. ; CHAUHAN, B. S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 72, n. 1, p. 57-65, 2015.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. D.; AGNES, E. L.; MIRANDA, G. V.; MACHADO, A. F. L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, 2003.
- KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 241-251, 2000.
- LUVEZUTI, R. A.; BACHA, A. L.; ALVES, P. L. D. C. A.; PAVANI, M. D. C. M. D.; NEPOMUCENO, M. P. Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas e seletividade na cultura do amendoim Runner IAC 886. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 3, p. 207-215, 2014.
- MACIEL, C. D. D. G.; POLETINE, J. P.; OLIVEIRA NETO, A. M. D.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cafezal orgânico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 631-636, 2010.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. 1th. ed. New York : John Wiley & Sons, 1974.
- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M. ; BUZETTI, S. ; BERGAMASCHINE, A. F. ; ULIAN, N. D. A. ; FURLAN, L. C. ; CAVASANO, F. A. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2029-2037, 2011.
- SANTOS, V. H. M.; DANELUZZI, G. S.; SILVA, L. P.; SILVA, R. M. G. Evaluation of allelopathic potential of leaf extract of *Kielmeyera coriacea* on *Lactuca sativa* L. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 259-267, 2015.
- SORENSEN, T.A. **Method of stablishing groups equal amplitude in plant society based on similarity of species content**. In: ODUM, E. P. (ed.). *Ecologia*. México: Interamericana, 1972. p. 341-405.
- TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORRÊA, C. C. G.; DA LUZ JÚNIOR, R. A. A.; SOUZA, M. C.; SANTOS SIMÕES, M.; TORRES, F. E. Phytosociology of weeds in millet under different soil managements in savanna sul-mato-grossense. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 4, p. 988-996, 2015.

- THEISEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.
- TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.; MATTEI, D.; SILVA, H. L.; CARNIELETO, C. E.; GUSTMANN, M. S.; MACHADO, A. Efeitos de resíduos na parte aérea de sorgo, milho e aveia na emergência e no desenvolvimento de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a inibidores da ALS. **Planta daninha**, v. 24, n. 3, p. 443-450, 2006.
- VINCENSI, M.M.; ARAÚJO, E.O.; KIKUTI, H. Manejo do solo e adubação nitrogenada na supressão de plantas daninhas na cultura do feijão de inverno e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 758-764, 2011.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. 1992. **The grass genera of the world**. Wallingford: C.A.B. International, 1992. 1081 p.
- WESTON, L.A.; ALSAADAWI, I.S.; BAERSON, S.R. Sorghum allelopathy: From ecosystem to molecule. **Journal of chemical ecology**, v. 39, n. 2, p. 142-153, 2013.
- WESTON, L.A.; RYAN, P.R.; WATT, M. Mechanisms for cellular transport and release of allelochemicals from plant roots into the rhizosphere. **Journal of experimental botany**, v. 55, n. 1, p. 3445-3454, 2012.
- ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of Weed Science**. 4th. ed. San Diego: Academic Press, 2013.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A produtividade de grãos da soja não é afetada pela presença anterior de sorgo na área quando comparada à do milho. Apesar disso, o desenvolvimento inicial da soja semeada em até 40 dias após a colheita do sorgo é prejudicado conforme evidencia os menores percentuais de emergência, de índice de velocidade de emergência, altura de inserção da primeira vagem e número de vagens por planta.

A semeadura de soja imediatamente após a colheita das gramíneas sorgo e milho afeta negativamente os teores foliares de nitrogênio e fósforo. Por outro lado, os macronutrientes K, Ca, Mg e S não são afetados pela semeadura imediatamente após a colheita dessas gramíneas antecessoras ou aos 20, 40, 60 ou 80 dias.

O sorgo produz menos palhada, contudo, a degradação desse material acontece numa velocidade inferior àquele observado no milho.

A presença de resíduos de sorgo reduz a comunidade infestante e a biomassa de plantas daninhas nos primeiros 40 dias após a colheita, indicando que esta planta tem potencial de auxiliar nas estratégias do Manejo Integrado de Plantas Daninhas nos sistemas de rotação de culturas.