

## EFEITO INIBITÓRIO DO SORGO GRANÍFERO NA CULTURA DA SOJA SEMEADA EM SUCESSÃO

EVANDRO MARCOS BIESDORF<sup>1</sup>, LEONARDO DUARTE PIMENTEL<sup>1</sup>,  
THAÍS PATRÍCIA MOREIRA TEIXEIRA<sup>1</sup>, MATHEUS FERREIRA FRANÇA TEIXEIRA<sup>1</sup>  
e ALUÍZIO BORÉM DE OLIVEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Fitotecnia. Av. P. H. Rolfs, s/n, Departamento de Fitotecnia Campus da UFV, CEP: 36570000 - Viçosa-MG, Brasil.  
evandromarcospva@hotmail.com, leonardopimentelagro@gmail.com,  
thais.moreirat@hotmail.com, teixeiramff@gmail.com, borem@ufv.br

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.17, n.3, p. 445-459, 2018

**RESUMO** – O cultivo do sorgo granífero avança no Brasil. Todavia, existem evidências sugerindo efeito inibitório sobre a soja cultivada em sucessão. Objetivou-se investigar o efeito inibitório do cultivo de sorgo granífero (BRS 332) sobre o desempenho da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) semeada em sucessão. Para isso, realizou-se um experimento de campo em blocos ao acaso em esquema de parcela subdivididas. As parcelas foram compostas pelas culturas antecessoras sorgo e milho 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). Observou-se que o sorgo, como cultura antecessora, resultou em menores percentagens de emergência, índice de velocidade de emergência, altura de inserção de primeira vagem e número de vagens por planta de soja, apesar da produtividade de grãos não ter sido afetada. Conclui-se que o desenvolvimento vegetativo inicial da soja é afetado negativamente quando a semeadura é realizada em até 40 dias após a colheita do sorgo. Contudo, o cultivo anterior de sorgo na mesma área, comparativamente ao cultivo anterior do milho, não é capaz de afetar a produtividade da soja.

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

## INHIBITORY EFFECT OF SORGHUM ON SOYBEAN IN SUCCESSION

**ABSTRACT** - The cultivation of grain sorghum is advancing in Brazil, however, there is evidence suggesting an inhibitory effect on soybeans grown in succession. The objective of this study was to investigate the inhibitory effect of grain sorghum (BRS 332) on the performance of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) seeded in succession. For this, a field experiment was carried out in a randomized blocks design in a subdivided plot scheme. The plots were composed of the predecessor crops sorghum and maize and the subplots were five soybean sowing dates after harvesting the predecessor crops (0, 20, 40, 60 and 80 days after harvest). It was observed that sorghum as a predecessor crop resulted in lower emergence percentages, emergence speed index, first pod insertion height and number of pods per soybean plant, although grain yield was not affected. As conclusion, the initial vegetative development of soybean was negatively affected when sowing was carried out up to 40 days after sorghum harvest. However the previous cultivation of sorghum in the same area did not affect soybean productivity, compared to the previous corn crop.

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

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é reconhecido como uma planta que apresenta relevante potencial alelopático sobre plantas daninhas e vem sendo muito estudada com vistas a obtenção de um bio-herbicida (Glab et al., 2017). Todavia, resultados indicam que o sorgo pode causar decréscimo de produtividade também nas culturas de interesse que estejam em rotação na mesma área e, em alguns casos, independentemente de estresse hídrico e de dessecação, como foi observado em amendoim e milho em ambiente tropical (Farooq et al., 2013).

No Brasil, o sorgo constitui-se uma alternativa interessante de cobertura para o estabelecimento e/ou a manutenção do sistema de semeadura direta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Borges et al., 2014). Contudo, há resultados, em casa de vegetação, que indicam redução de crescimento e da produtividade da soja quando semeada sobre 8 ton ha<sup>-1</sup> de matéria seca de sorgo dessecado quimicamente ao 38º dia, em Latossolo Vermelho distroférrico de textura média (Muraishi et al., 2005; Olibone et al., 2006; Nóbrega et al., 2009).

Os efeitos mais conhecidos de alelopátia 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 causados por compostos químicos liberados no solo (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, e são genericamente denominados sorgoleone, atuando sobretudo como inibidores da germinação de sementes de eudicotiledôneas como *Amaranthus retroflexus*, *Cenopodium album* e *Echinochloa crus-galli* (Uddin et al., 2014).

Olibone et al. (2006) verificaram efeito alopatóico de exsudatos de sorgo na redução da taxa de germinação e desenvolvimento de plântulas de soja cultivadas em vasos. Em condições de campo, Denadai et al. (2016) verificaram efeito nocivo de 9 ton ha<sup>-1</sup> de matéria seca de sorgo incorporada ao solo sobre o cultivo de soja em sucessão, quando feita a dessecação química com glyphosate na dose de 1,44 kg i.a. ha<sup>-1</sup> aos 14 dias anteriores à semeadura da soja. 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.

Apesar disso, para soja, não existem dados sobre o efeito inibitório em condições de campo quando o sorgo é cultivado com seu ciclo completo e não é submetido à dessecação, avaliando-se o comportamento da soja em diferentes datas de semeadura após a colheita do sorgo.

O sorgo é cultivado principalmente em segunda safra, geralmente como alternativa ao cultivo tardio do milho, e, na maioria das vezes, com baixo investimento em adubação (Tardin et al., 2013). Assim, o baixo investimento em adubação de base e em cobertura no sorgo, além de limitar a produtividade deste, influencia diretamente a relação imobilização/mineralização de nutrientes no solo, havendo uma tendência à alta imobilização de nutrientes importantes como o N e P nos primeiros dias após a colheita (Rossi et al., 2013).

Em decorrência dessas práticas, observações de produtores realizadas em lavouras de soja cultivadas em sucessão ao sorgo demonstraram possível efeito prejudicial do sorgo na produtividade da soja (Nunes et al., 2003).

Logo, existem dúvidas se a redução da produtividade verificada em algumas áreas de soja semeada em sucessão ao sorgo se deve ao efeito inibitório pro-

duzido ao longo do crescimento e desenvolvimento do sorgo, acentuado pelo reduzido investimento em adubação, ou se deve à decomposição da palhada de alta relação C:N desta gramínea, havendo, por causa disso, imobilização de nutrientes nos primeiros dias do processo de decomposição da palhada, tornando, assim, pouco disponível à nutrição da soja semeada na sucessão (Peerzada et al., 2017).

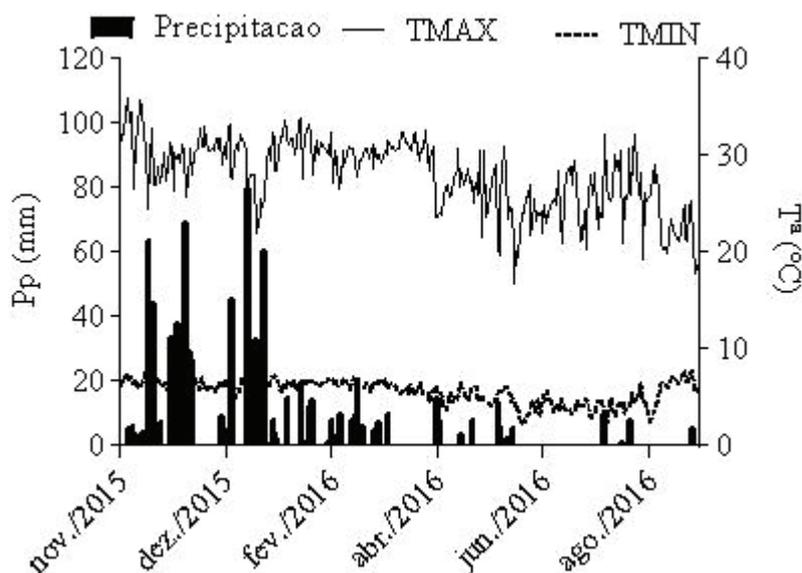
Dessa forma, esse cenário evidencia a necessidade de compreensão do efeito inibitório do sorgo sobre o desempenho da soja, em condição de campo, bem como determinar se existe um lapso temporal em que não se observe mais o referido efeito inibitório, utilizando-se de uma cultura antecessora que possa servir como padrão de referência para efeito de comparação com o sorgo.

Nesse sentido, a hipótese deste trabalho é que existe potencial alelopático da cultura do sorgo sobre a soja, mas há um espaço temporal no 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 do sorgo granífero (BRS 332) sobre o desempenho produtivo da soja semeada em sucessão em diferentes datas de semeadura.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado em campo no município de Viçosa-MG, no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizado nas coordenadas 20° 46' S e 45° 52' W, em uma altitude de 650 m, 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 do experimento 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 e 31/09/2016.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distroférico (Santos et al., 2013) de textura argilosa, com as seguintes características na camada de 0 – 0,20 m: P (extrator Mehlich<sup>-1</sup>) = 50,5 mg dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 26 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,7; K, Ca, Mg, Al e H+Al = 0,3; 3,2; 1,22; 0 e 4,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e V% = 52%.

Foram testadas duas culturas de cobertura, denominadas culturas antecessoras (sorgo e milho), e cinco diferentes épocas de semeadura da soja após a colheita das culturas antecessoras. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida (2 parcelas e 5 subparcelas), com quatro repetições.

As parcelas foram as semeaduras das culturas do sorgo e milho (milho servindo como testemunha) 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), totalizando 40 unidades experimentais.

O preparo de solo foi realizado com antecedência de 45 dias com uma aração e duas gradagens na profundidade de 0,2 m, a última na véspera da semeadura do sorgo e do milho. A adubação para as culturas antecessoras foi a mesma, em função da análise do solo e da recomendação para altas produtividades na cultura do milho, ou seja, 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura na forma de ureia aos 30 dias após a semeadura, assim como 70 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, estes últimos aplicados todos no plantio. Não foi utilizada irrigação.

As unidades experimentais apresentaram dimensões de 2,7 m x 5 m (13,5 m<sup>2</sup>) contendo seis linhas de cinco metros espaçadas entre si por 0,45 m sendo as duas linhas centrais, descartando-se um me-

tro de cada extremidade, a área útil a ser avaliada, totalizando a população de 200.000, 60.000 e 400.000 pl ha<sup>-1</sup> das cultivares sorgo granífero BRS 332, milho LG 6304 PRO<sup>®</sup> e soja Anta 82, respectivamente.

A semeadura das culturas antecessoras sorgo e milho foi realizada manualmente no dia 28 de novembro de 2015, na profundidade recomendada de 3 cm. O desbaste foi realizado aos 21 dias da germinação. Para o controle de *Elasmopalpus lignosellus* e *Spo-doptera frugiperda*, foram utilizadas duas aplicações sequenciais em intervalos de 15 dias de deltametrin 25 g L<sup>-1</sup> (2,5% m/v) na dose de 200 mL ha<sup>-1</sup>, e o controle preventivo de doenças foi realizado com trifloxistrobin 375,0 g L<sup>-1</sup> (37,50% m/v) em mistura com ciproconazol 160,0 g L<sup>-1</sup> (16,0% m/v), (0,2 L ha<sup>-1</sup>), acrescentando óleo metilado de soja a 0,25% v/v (500 mL ha<sup>-1</sup>) utilizando-se de equipamento de aplicação pressurizado de CO<sub>2</sub>, com barras de 2,7 m, com 6 bicos do tipo leque, espaçados de 0,45 m entre bicos. As aplicações foram realizadas no mesmo momento e na mesma dose para o sorgo e para o milho, ou seja, quando o milho estava nos estádios V6 e V8.

Não houve a aplicação de herbicida dessecante nas culturas antecessoras para a realização da colheita. A colheita foi realizada simulando-se a deposição de palha rotineiramente realizada nas áreas agrícolas com a passagem da colhedora, ou seja, realizando-se a retirada total das espigas e panículas das culturas antecessoras. Após a avaliação da colheita, a massa vegetal restante (colmos e folhas) foi triturada utilizando-se triturador horizontal de palha, denominado triton, acoplado à tomada de potência do trator. Após a trituração, a palhada permaneceu na área, sobre a superfície do solo, em suas respectivas parcelas.

Foram avaliadas a produtividade de grãos (PG) (kg ha<sup>-1</sup>) do sorgo e do milho através da pesagem dos grãos contidos nas plantas da área útil de cada parce-

la. O momento da colheita foi estabelecido quando o teor de umidade do milho se encontrava em 20%, e, nesse momento, o grão de sorgo já apresentava 18% de umidade. Para a definição final da produtividade das culturas, o teor de umidade foi corrigido para 13% b.u. (Brasil, 2009).

Todas as espigas existentes na bordadura foram igualmente retiradas, debulhadas mecanicamente, e a palha e sabugo restantes, assim como a palha e sabugos restantes daquelas espigas retiradas para avaliação da produtividade, retornaram a área em suas respectivas parcelas.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) do sorgo e do milho foi quantificada através da coleta das plantas contidas em 1 metro linear na área útil das subparcelas após a retirada das espigas e panículas e secagem do material em estufa de circulação forçada a 72 °C, até peso constante.

Foi estimada a quantidade extraída de nutrientes pela parte aérea das culturas antecessoras (sorgo e milho) (QE) 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. Assim, a quantidade extraída e acumulada na parte aérea, de cada nutriente mineral, foi obtida pela multiplicação do teor (concentração) na folha pela matéria seca da parte aérea.

A semeadura da soja na sucessão às culturas antecessoras foi feita a cinco centímetros de distância da linha de plantio da cultura antecessora, manualmente, em profundidade de 3 cm, 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 de Sedyama (2009) com produto comercial em veículo líquido que continha as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 (CPAC-15), na dose

de 1,2 milhão de células bacterianas por semente de soja. Para a inoculação em veículo líquido aplicou-se uma quantidade de bactérias suficiente para atingir o desejado, seguindo-se de homogeneização.

Em cada parcela, no momento em que receberia a respectiva semeadura de soja, aplicou-se Glifosato® na dosagem de 1.440 g i.a. ha<sup>-1</sup>, em um volume de calda de 100 l ha<sup>-1</sup>. Além disso, durante o ciclo da cultura, realizou-se o controle de *Agrotis ipsilon*, *Diatraea speciosa* e *Anticarsia gemmatilis* utilizando-se deltametrin 25 g L<sup>-1</sup> (2,5% m/v) na dose de 200 mL ha<sup>-1</sup>, aplicando aos 30 dias após a emergência. Para as doenças, foi aplicado controle preventivo com trifloxistrobin 375,0 g L<sup>-1</sup> (37,50% m/v) em mistura com ciproconazol 160,0 g L<sup>-1</sup> (16,0% m/v), na dose de 0,2 L ha<sup>-1</sup>, acrescentando óleo metilado de soja a 0,25% v/v (500 mL ha<sup>-1</sup>) em três momentos (aos 55, 65 e 78 dias após a emergência da soja). Todas as aplicações foram realizadas utilizando-se de equipamento de aplicação pressurizado de CO<sub>2</sub>, com barras de 2,7 m, com 6 bicos do tipo leque, espaçados de 0,45 m entre bicos

A soja foi avaliada quanto a sua percentagem de emergência (E) (%) através da contagem das plantas emergidas, na área útil de cada parcela, no décimo quinto dia da semeadura (Brasil, 2009). Além disso, foi estimado o índice de velocidade de emergência (IVE) de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962) (Eq. 1).

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

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

semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem, também a partir da data de semeadura da soja.

A avaliação do estado nutricional da soja foi realizada no florescimento pleno (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 atingir massa constante. Após secas, determinaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, conforme metodologia de Malavolta et al. (1997).

A altura de planta e a de inserção de primeira vagem da soja foram avaliadas no estágio R8 em dois metros lineares na área útil de cada parcela. Nas mesmas plantas, avaliaram-se o diâmetro de coleta (DC) e o número de vagens por planta (NVP).

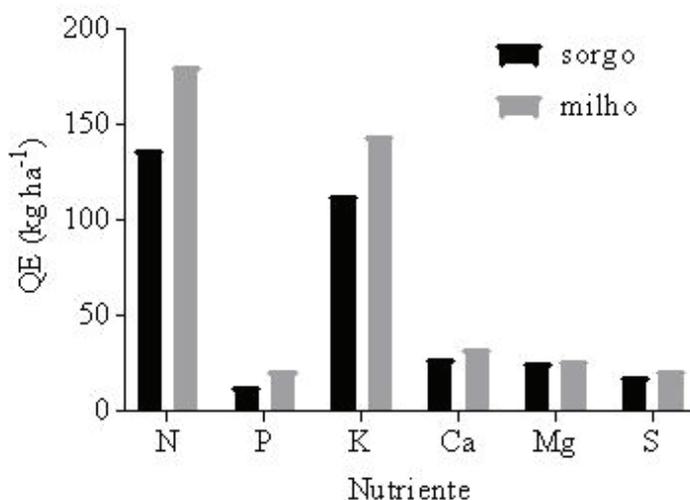
A produtividade de grãos da soja foi determinada nas plantas de soja contidas nas duas linhas centrais na área útil de cada unidade experimental, no estágio R8, e os valores obtidos foram corrigidos para 13% de umidade (b.u.) (Brasil, 2009). Não houve a aplicação de herbicida dessecante na cultura da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

Foi avaliada ainda a massa de 100 grãos (MCG) de soja através da pesagem em balança de precisão (0,01g). A avaliação foi realizada em triplicata e o valor obtido foi corrigido para 13% de umidade.

A análise estatística foi realizada através do Teste F e as médias foram comparadas através do Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e também análise de regressão ( $p < 0,05$ ) para as diferentes datas de semeadura da soja utilizando-se, para tudo isso, o software RBIO.

## Resultados e Discussão

A produtividade de grãos, corrigida para 13% (b.u.), da cultura do milho foi de 8.325 kg ha<sup>-1</sup> e a do sorgo foi de 6.785 kg ha<sup>-1</sup>. O cultivo do milho proporcionou 13.234 kg ha<sup>-1</sup> de MSPA e o de sorgo, 9.016 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade de grãos e MSPA observados na cultura do milho e no sorgo foram proporcionais à extração média de nutrientes que estas culturas realizaram (Figura 2).



**Figura 2.** Quantidades extraídas (QE) dos nutrientes essenciais 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 75% 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<sup>-1</sup>) em relação ao sorgo (9.016 kg ha<sup>-1</sup>).

Preliminarmente, se poderia inferir que a soja cultivada após o milho apresentaria um comportamento inferior à soja cultivada após o sorgo na medida em que se observou maior extração de nutrientes do solo e, de acordo com Teixeira et al. (2010), no início da decomposição de gramíneas há tendência de maior imobilização de nutrientes.

Contudo, o que se verificou foi o contrário, ou seja, a soja apresentou menores percentagens de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de inserção de primeira vagem e número de vagens por planta de soja, quando semeada após a colheita do sorgo e não quando após o cultivo do milho.

O crescimento da soja foi afetado pela interação entre as datas de semeadura e as culturas antecessoras para a emergência e para o índice de velocidade de emergência (Tabela 1). Notou-se que, nos primeiros quarenta dias, a soja semeada após a cultura do sorgo teve sua emergência prejudicada, e isso afetou diretamente o índice de velocidade de emergência na medida em que este último é uma avaliação diária da emergência (Figuras 3A e 3B). A soja semeada em sucessão ao milho atingiu o máximo de emergência aos 61 dias após a colheita do milho, sendo a emergência de plântulas de soja de 94,9% (Figura 3A).

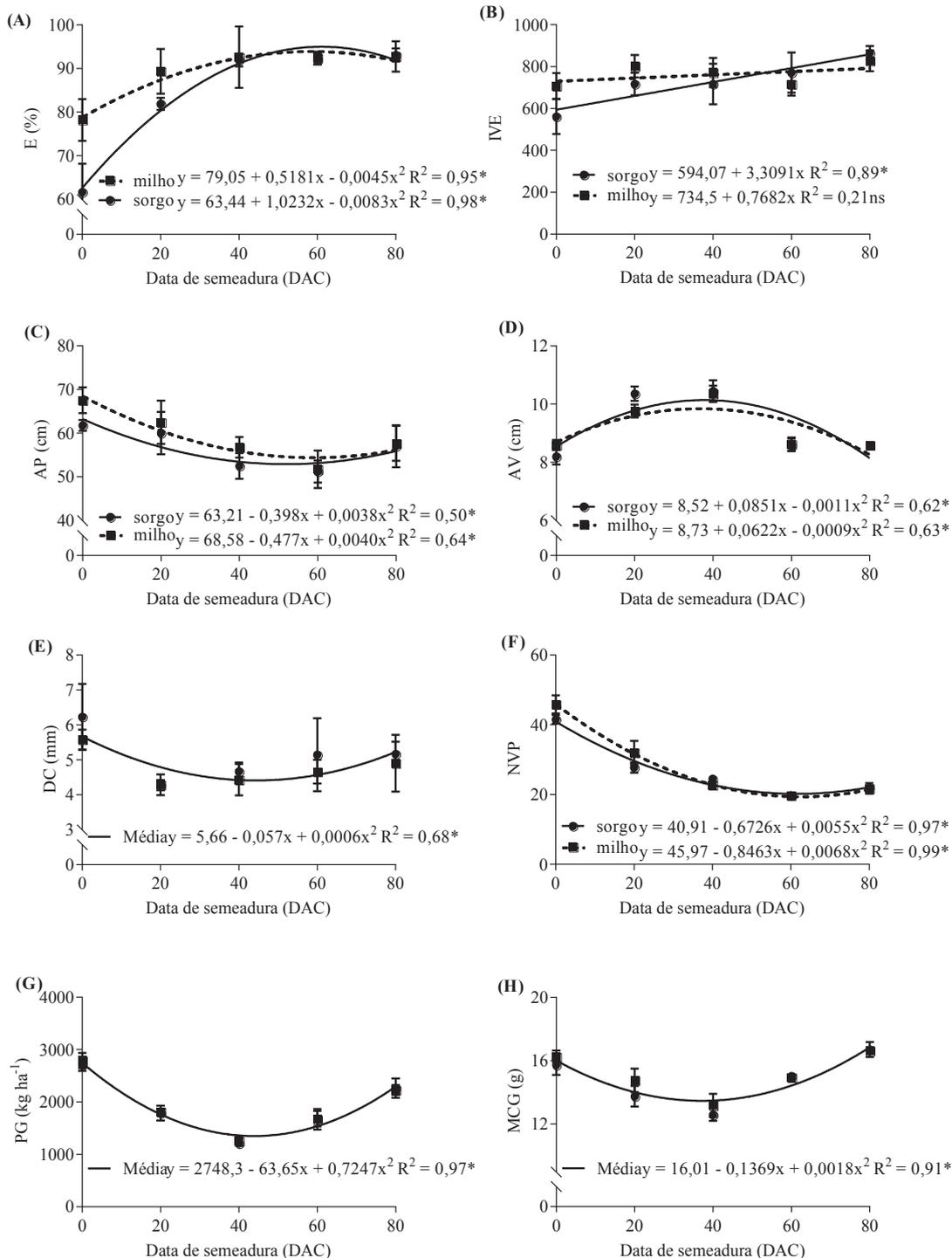
Apesar disso, notou-se que a soja semeada 60 dias após a colheita do sorgo apresentou maior IVE que quando semeada sobre o milho. Isso sinaliza que, após essa data, possivelmente não haveria efeito ini-

bitório significativo do sorgo sobre a soja. De fato, o efeito alelopático, muitas vezes, não é percebido sobre a percentagem de germinação, que indica o percentual final de germinação no tempo, mas sobre o índice de velocidade de germinação, que indica o tempo necessário para a germinação, ou sobre outro parâmetro do processo (Oliveira et al., 2012).

Ainda nesse contexto, o possível efeito alelopático da cultura do sorgo fica evidente quando se observa que na primeira época de semeadura da soja após o milho observou-se em torno de 80% de plântulas emergidas, enquanto a soja semeada após o sorgo apresentava apenas 60% (Figura 3A).

Esse resultado sugere que, apesar da planta de milho ter extraído mais N e K (Figura 2), o sorgo foi aquele que prejudicou a soja em sua fase inicial (Figura 3A, 3B e 3F), sinalizando que os menores valores observados para a germinação e para o IVE podem não ser consequência da elevada extração de nutrientes do solo pelo sorgo, mas, sobretudo, pelo fenômeno da alelopatia, ressaltando-se que quanto mais próximo da colheita do sorgo foi feita a semeadura da soja, mais afetada foi a soja em seu desenvolvimento inicial.

A importância de uma emergência eficaz e suficientemente rápida em soja é ressaltada pelo fato de que a manutenção da semente durante longos períodos em contato com o solo favorece enormemente a colonização com microrganismos patogênicos que impedem ou retardam a germinação afetando diretamente o estande final de plantas e a produtividade (Brzezinski et al., 2015). Além disso, resultados indicam que o atraso da emergência da plântula no solo reduz o potencial produtivo das plantas de soja, ou seja, mesmo estando com a população de plantas de forma ideal, a produtividade pode restar aquém do esperado (Cunha et al., 2015; Silva et al., 2016).



**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) e época de semeadura. (\*  $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> não significativo.

Os resultados deste trabalho concordam com os obtidos por Olibone et al. (2006) e Nóbrega et al. (2009), os quais, avaliando o efeito do sorgo 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 de altura (AP) até os 60 DAC, tendo, após isso, apresentado um incremento destes 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, de modo que quando houve aumento da temperatura (Figura 1) houve maior crescimento da soja. 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 no inverno.

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). 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

soja, a presença de sorgo ou milho como culturas antecessoras não influenciou significativamente a AV, provavelmente pelo fotoperíodo decrescente que há nessa época do ano na região de condução do experimento, o que influenciou negativamente as respostas da planta de soja para esse parâmetro (Zanon et al., 2015).

Plantas de soja com menores diâmetros de coleto (4,31 mm) foram observados na semeadura 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 ocorrência de ventos de maior intensidade pois diâmetros menores tornam as plantas mais suscetíveis ao tombamento, culminando em perdas qualitativas e quantitativas.

A partir da data 0 até os 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 a matéria seca da parte aérea que restou sobre o solo, influenciou negativamente o desempenho da soja quanto ao número de vagens por planta, quando a soja foi semeada até os 40 dias.

Todavia, observou-se que o desempenho da soja após o sorgo se igualou ao desempenho após o milho quando esta leguminosa foi semeada após 40 dias da colheita do sorgo, demonstrando, consequentemente, que após essa data a soja não é mais afetada por qualquer efeito inibitório ocasionado pelo sorgo anterior na área. Isso indica, ainda, que este período entre a colheita do sorgo e subsequente semeadura da soja seria o ideal em termos de desenvolvimento da soja nas condições deste experimento.

Resta patente, portanto, a influência da cultura antecessora e das diferentes épocas de semeadura da soja sobre o NVP da soja. Ressalva-se, contudo, que

durante o ciclo da soja, não houve relevante período de estresse hídrico que fosse observado visualmente. Assim, isso pode ter proporcionado condições favoráveis ao desenvolvimento da soja de tal forma que, mesmo na interação com compostos alelopáticos oriundos da palhada do sorgo, a soja obteve regularidade no desenvolvimento. Na hipótese de estresse hídrico acentuado durante o cultivo da soja em sucessão ao sorgo (o que não foi observado neste experimento), haveria, de acordo com Cheng et al. (2015), maior susceptibilidade da soja à alelopatia, proporcionando resultados mais contundentes.

Além disso, durante o ciclo de cultivo do sorgo que, neste trabalho, foi realizado de dezembro de 2015 a março de 2016, houve constância de chuvas (Figura 1). Logo, isso pode ter reduzido a produção de compostos alelopáticos pela planta de sorgo, pois, de acordo com Gobbo Neto e Lopes (2007), o estresse hídrico aumenta a produção de compostos secundários nas plantas.

A produtividade de grãos (PG) e da massa de cem grãos (MCG) da soja, como evidenciado na Tabela 1, foi afetada pelas diferentes datas de semeadura da soja. A menor PG foi atingida na terceira época de semeadura (43,9 DAC), com o valor de 1.351,02 kg ha<sup>-1</sup> e a menor MCG, aos 38 DAC (13,4 g) (Figuras 3G e 3H). O decréscimo nesses parâmetros se deve à sensibilidade da soja à redução do fotoperíodo e da temperatura (Sediyama, 2009).

Os teores foliares de N e P foram influenciados pelas diferentes épocas de semeadura da soja (Tabela 1; Figuras 4A, 4B). A despeito 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.

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. Nesse sentido, o menor teor foliar de N aos 56 DAC pode ser explicado pelo fato de a fixação biológica de N pela soja ser muito dependente da temperatura do ambiente. Logo, como houve valores abaixo do ideal para a FBN por volta dos 50-60 DAC (Figura 1), isso acarretou menor FBN na soja.

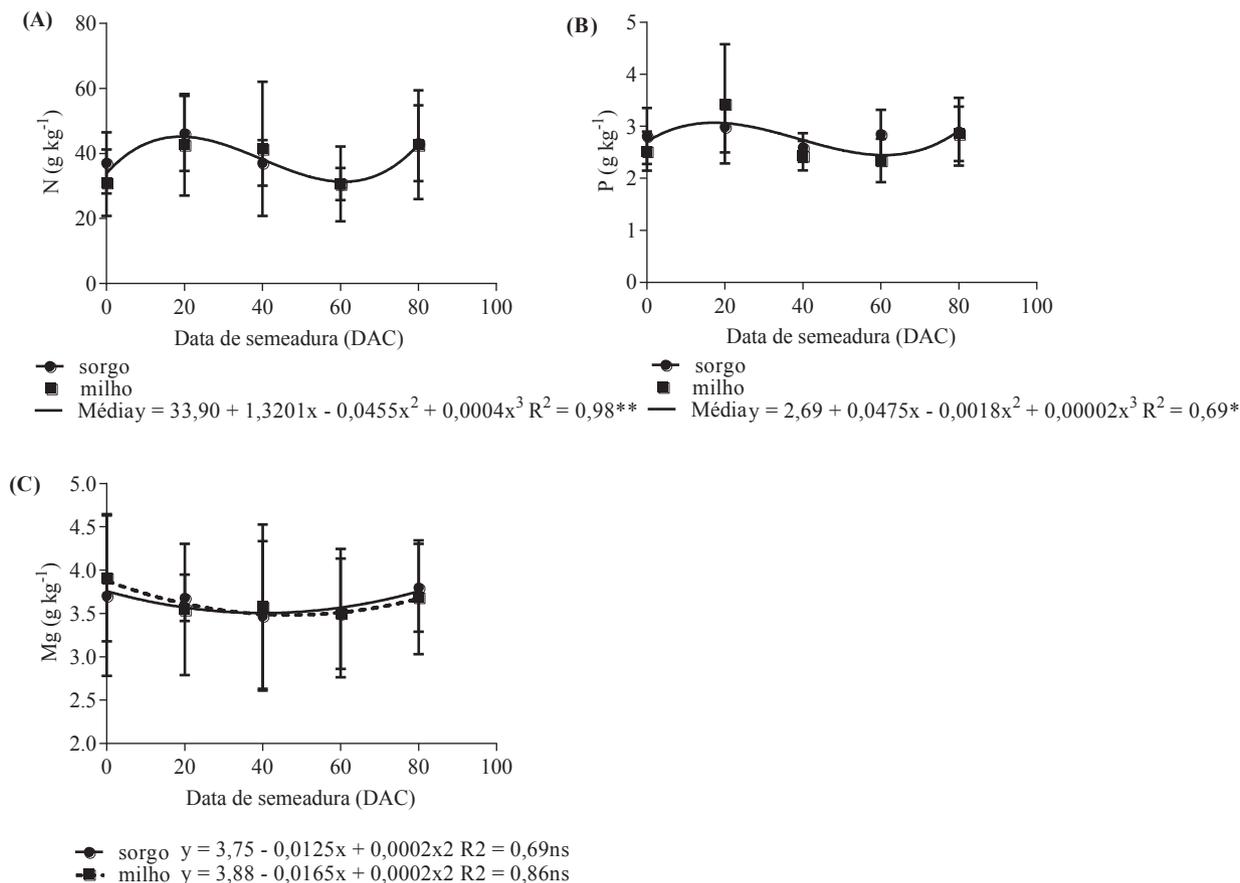
Por outro lado, o maior teor foliar de N verificado na segunda data de semeadura pode ser explicado pelo fato de a soja, nas condições deste experimento, na segunda época de semeadura obter ainda condições ambientais privilegiadas para seu desenvolvimento, em termos de temperatura (Figura 1), e também ao menor processo de imobilização de N pela palhada do sorgo comparativamente à primeira data de semeadura da soja após o sorgo.

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 (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).

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para a emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de planta (AP) (cm), altura de inserção de primeira vagem (AV) (cm), diâmetro de coleto (DC) (mm) e número de vagens por planta (NVP), produtividade de palha (PP) (kg ha<sup>-1</sup>), produtividade de grãos (PG) (kg ha<sup>-1</sup>) e análises foliares (g kg<sup>-1</sup>) 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
	(%)	----	(cm)	(cm)	(mm)	----	(kg ha <sup>-1</sup> )	(g)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CA	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	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	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	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	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)	6,0	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)	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 <sup>(1)</sup>									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. <sup>(1)</sup> faixa de suficiência de acordo com Malavolta (1997).



**Figura 4.** Análise de regressão para os teores dos macronutrientes N (A), P (B) e Mg (C) em folhas de soja, em função dos tratamentos.

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 (Figura 1). De fato, em soja, utilizando diferentes técnicas para avaliação da fixação biológica de nitrogênio (FBN), foram observados valores de 70-85% de contribuição desta estratégia evolutiva na absorção de N (Collino et al., 2015), porém, temperaturas abaixo de 14 °C reduzem consideravelmente o volume de N fixado. Além disso, recentemente, Collino et al. (2015) notaram um inter-relacionamento entre os teores de fósforo no solo e o volume de N fixado, o que explica

o comportamento similar entre os teores de N e P observados neste trabalho (Figuras 4A e 4B).

No caso do magnésio, não foram observados efeitos das culturas antecessoras bem como das épocas de semeadura, havendo, apesar disso, 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 e

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 pelo alto volume de nutrientes extraídos pelo sorgo.

Em síntese, constatou-se, neste trabalho, que a soja semeada até 40 dias em sucessão ao sorgo tem sua emergência e, conseqüentemente, 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 alelopátia do sorgo foi pequeno (não submetido a estresses ambientais), e como a soja apresenta relativa plasticidade fenotípica (Sedyama, 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 sim ser afetada mais incisivamente pela alelopátia do sorgo.

Outrossim, a redução de produtividade da soja 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).

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)

trico) 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 a semeadura da soja seria pelo menos 90 dias após a colheita do sorgo.

### Conclusões

A produtividade de grãos da soja, quando cultivada em sucessão, não é 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 pelos menores percentuais de emergência, índice de velocidade de emergência, altura de inserção da primeira vagem e número de vagens por planta. Todavia, após 40 dias da colheita de sorgo, não mais se observa tal efeito.

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.

### Agradecimentos

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

### Referências

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S. D.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E. de; 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. 1, p. 252-261, 2014. DOI: [10.1590/S0100-06832014000100025](https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000100025).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.
- BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; FRANÇA NETO, J. de D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 147-153, 2015. DOI: [10.1590/2317-1545v37n2148363](https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n2148363).
- 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.
- CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 1020, p. 1-16, 2015. DOI: [10.3389/fpls.2015.01020](https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020).
- COLLINO, D. J.; SALVAGIOTTI, F.; PERTICARI, A.; PICCINETTI, C.; OVANDO, G.; URQUIAGA, S.; RACCA, R. W. Biological nitrogen fixation in soybean in Argentina: relationships with crop, soil, and meteorological factors. **Plant and Soil**, v. 392, n. 1/2, p. 239-252, 2015. DOI: [10.1007/s11104-015-2459-8](https://doi.org/10.1007/s11104-015-2459-8).
- CUNHA, R. P. da; CORRÊA, M. F.; SCHUCH, L. O. B.; OLIVEIRA, R. C. de; ABREU JÚNIOR, J. de S.; SILVA, J. D. G. da; ALMEIDA, T. L. de. Different treatments of seeds on the development of soybean plants. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1761-1767, 2015. DOI: [10.1590/0103-8478cr20140742](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140742).
- DENADAI, M. S.; MELLO, L. M. M. de; CHIODEROLI, C. A.; GAZOLA, R. de 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. 1, p. 94-101, 2016. DOI: [10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p94-101/2016](https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p94-101/2016).
- FAROOQ, M.; BAJWA, A. A.; CHEEMA, S. A.; CHEEMA, Z. A. Application of allelopathy in crop production. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 15, n. 6, p. 1367-1378, 2013.
- GLAB, L.; SOWIŃSKI, J.; BOUGH, R.; DAYAN, F. E. Allelopathic potential of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in weed control: a comprehensive review. **Advances in Agronomy**, v. 145, p. 43-95, 2017. DOI: [10.1016/bs.agron.2017.05.001](https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.05.001).
- GOBBO NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007. DOI: [10.1590/S0100-40422007000200026](https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026).
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in 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. 308 p.
- MURAIISHI, T. C.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GUILHIEN, G. J. 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. 199-206, 2005. DOI: [10.4025/actasciagron.v27i2.1903](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v27i2.1903).
- NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MARTINS, G. I.; MENEGHETTI, 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. DOI: [10.4025/actasciagron.v31i3.320](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i3.320).
- NUNES, J. C. S.; ARAÚJO, E. F.; SOUZA, C. M. de; BERTINI, L. A.; FERREIRA, F. A. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de

- plantas de soja e milho. **Ceres**, v. 50, n. 287, p. 115-127, 2003.
- 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. DOI: [10.1590/S0100-83582006000200007](https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200007).
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; RIOS, F. A.; CONSTANTIN, J.; ISHII-IWAMOTO, E. L.; GEMELLI, A.; MARTINI, P. E. Grass straw mulching to suppress emergence and early growth of weeds. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 11-17, 2014. DOI: [10.1590/S0100-83582014000100002](https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000100002).
- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E.; MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 480-483, 2012. DOI: [10.1590/S0102-05362012000300020](https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300020).
- OLIVEIRA, J.; PEIXOTO, C.; POELKING, V.; ALMEIDA, A. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizanthae* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 3, p. 379-384, 2015. DOI: [10.1590/1983-084X/13\\_040](https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_040).
- PEERZADA, A.; ALI, H. H.; HANIF, Z.; BAJWA, A. A.; KEBASO, L.; FRIMPONG, D.; IQBAL, N.; NAMUBIRU, H.; HASHIM, S.; RASOOL, G.; MANALIL, S.; VAN DER MEULEN, A.; CHAUHAN, B. S. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. **Biological Invasions**, v. 1, p. 1-19, 2017. DOI: [10.1007/s10530-017-1410-8](https://doi.org/10.1007/s10530-017-1410-8).
- ROSSI, C.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1523-1533, 2013. DOI: [10.5433/1679-0359.2013v34n4p1523](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1523).
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. Disponível em: <[http://livraria.sct.embrapa.br/liv\\_resumos/pdf/00053080.pdf](http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00053080.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2017.
- SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias. 2009. 314 p.
- SILVA, T. A.; SILVA, P. B. da; SILVA, E. A. A. da; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 227-232, 2016. DOI: [10.1590/0103-8478cr20141736](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141736).
- TARDIN, F. D.; ALMEIDA FILHO, J. E.; OLIVEIRA, C. M.; LEITE, C. E. P.; MENEZES, C. B. de; MAGALHÃES, P. C.; SCHAFFERT, R. E. 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. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p102-117](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p102-117).
- TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. de; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. de; 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. DOI: [10.1590/S0100-06832010000200023](https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000200023).
- 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. DOI: [10.1002/ps.3550](https://doi.org/10.1002/ps.3550).
- ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M. da; CERA, J. C.; RICHTER, G. L.; MARCHESAN, E. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p. 400-411, 2015. DOI: [10.1590/1678-4499.0043](https://doi.org/10.1590/1678-4499.0043).