

## Uso de inoculantes para redução do efeito alelopático da canola sobre a cultura da soja

Ana Paula Werkhausen Witter<sup>1</sup>, Marcos André Nohatto<sup>2</sup>, Eliete de Fátima Ferreira da Rosa<sup>2</sup>, Jéssica Fernandes Kaseker<sup>3\*</sup>, Samuel Freguglia Bereta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós-graduação em Agronomia, Maringá – PR

<sup>2</sup>Instituto Federal Catarinense (IFC), Santa Rosa do Sul – SC

<sup>3</sup>Pesquisador Autônomo, Itaipulândia – PR

\*Autor para correspondência: jessikaseker@hotmail.com

Artigo enviado em 28/10/2020, aceito em 04/03/2021.

**Resumo:** A utilização da canola no sistema de rotação de culturas tem trazido vários benefícios, entretanto, o cultivo de soja em sucessão a canola pode apresentar danos na emergência das plantas, devido a liberação de compostos alelopáticos pela brassica. Diante disso, o trabalho tem como objetivo avaliar o uso de diferentes inoculantes na soja como estratégia atenuadora dos efeitos alelopáticos da canola, bem como a resposta produtiva da cultura diante da aplicação desses produtos. O estudo foi conduzido a campo na safra 2018/2019. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 2x5, sendo o fator A constituído pela presença ou ausência de resíduos culturais de canola, enquanto o fator B foi composto pelos seguintes inoculantes: *Bradyrhizobium japonicum* isolado; Cobalto e Molibdênio isolados; *Bradyrhizobium japonicum* com Cobalto e Molibdênio; *Azospirillum brasilense*; e testemunha (sem inoculação). As variáveis avaliadas foram: número de nódulos ativos, clorofila foliar, número de vagens por planta, estatura de planta, número de ramos, número de grãos por vagens, peso de mil grãos e produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. Os resultados indicam que a eficiência da utilização do inoculante a base de *Azospirillum* sobre a produtividade na cultivar de soja NS 5959 IPRO é prejudicada na presença de resíduos de canola no campo, indicando que existe efeito negativo dos aleloquímicos liberados pela brassica sobre a bactéria diazotrófica. Dentre os inoculantes utilizados na soja, o *Bradyrhizobium japonicum* associado ao Cobalto e Molibdênio apresentou melhor capacidade de atenuar o efeito alelopático causado pela canola.

**Palavras-chave:** alelopatia, *Brassica napus* L., *Glycine max*.

### Use of inoculants to reduce the allelopathic effect of canola on a soybean

**Abstract:** The use of canola in crop rotation system has brought several benefits, however, the cultivation of soy in succession to canola can result in damage in emergence of plants, due to allelopathic compounds released from brassica. Therefore, the study aims to evaluate the use of different inoculants in soybeans as a strategy to mitigate the allelopathic effects of canola, as well as the productive response of the crop when applying these products. The study was conducted in the field in the 2018/2019 harvest. The experimental design was randomized blocks with four replications in a 2x5 factorial scheme, factor A constituted by the presence or absence of canola crop residues, while factor B was composed by the following inoculants: *Bradyrhizobium japonicum* isolated; Isolated Cobalt and Molybdenum; *Bradyrhizobium japonicum* with Cobalt and Molybdenum; *Azospirillum brasilense*; and control (without inoculation). The variables evaluated were: number of active nodules, leaf chlorophyll, number of pods per plant,

plant height, number of branches, number of grains per pod, weight of a thousand grains, and productivity in kg ha<sup>-1</sup>. The results indicate that the efficiency of the use of *Azospirillum*-based inoculant on the productivity of the NS 5959 IPRO soybean cultivar is impaired in the presence of canola residues in the field, indicating that there is a negative effect of the allelochemicals released by brassica on the diazotrophic bacteria. Among the inoculants used in soybeans, *Bradyrhizobium japonicum* associated with Cobalt and Molybdenum showed better ability to attenuate the allelopathic effect caused by canola.

**Keywords:** allelopathy, *Brassica napus* L., *Glycine max*.

### Introdução

O Brasil destaca-se como o segundo maior produtor mundial de soja, apresentando na safra 2019/2020 produção de 122,1 milhões de toneladas, e área cultivada de 36,8 milhões de hectares (Conab, 2020). A demanda mundial pelo grão continua em crescimento, porém a margem para a abertura de novas áreas agrícolas no País é muito pequena, impulsionando o desenvolvimento de técnicas para melhorar a produtividade da cultura.

Nesse cenário, a utilização de sistemas de rotação de culturas tem sido preconizada, uma vez que além de proporcionar melhorias na qualidade do solo, também tem por finalidade a quebra do ciclo de pragas e doenças, o que reduz os gastos com defensivos. Além disso, possibilita a diversificação de renda do produtor (Boyabatli et al., 2019).

Entre as culturas indicadas dentro do sistema de rotação de culturas, destaca-se a canola (*Brassica napus* L.), pertencente à família Brassicaceae, constituindo-se de excelente alternativa de inverno pelo valor agregado de comercialização em função da possibilidade de explorá-la para obtenção de óleo vegetal, ração animal e produção de biodiesel (Micuanski et al., 2014). Apesar das vantagens, há relatos que a canola apresenta liberação de compostos alelopáticos no ambiente, que prejudicam o desenvolvimento da cultura subsequente, no caso a soja

(Nozaki e Tomazelli, 2014).

Diante da influência alelopática gerada pela canola à cultura da soja há necessidade de trabalhos que indiquem alternativas para reduzir essa característica negativa. Estudo realizado por Silva et al. (2011) indica que uma das formas de evitar os prejuízos com a alelopatia é respeitar um período mínimo de 20 dias entre a realização da colheita da canola e semeadura da soja.

Apesar da efetividade de tal ação, sabe-se que nem sempre o produtor tem condições de aguardar o tempo necessário, possivelmente em função de condições climáticas e/ou intenção de muitos produtores em aproveitar a janela de plantio mais precoce para conseguir implantar uma nova cultura na safrinha.

Acredita-se que o manejo nutricional das plantas, via semente, com o uso de micronutrientes e inoculantes a base de bactérias diazotróficas possa atuar na redução e/ou inibição da condição estressante desencadeada pela liberação de compostos alelopáticos da canola. Estudo realizado por Naoe et al. (2020) demonstra que em condição de déficit hídrico, a coinoculação, técnica que associa o uso das bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na semente, aumentou em 77,2% a produtividade de grãos da cultivar de soja TMG 132, indicando efeito importante para a cultura, porém fica o questionamento se tais benefícios observados também serão mantidos sob condição de estresse

decorrente da alelopatia.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar uso de diferentes inoculantes na soja como estratégia atenuadora dos efeitos alelopáticos da canola, bem como a resposta produtiva da cultura diante da aplicação desses produtos. As informações provenientes do estudo serão importantes para auxiliar na construção de manejo de redução dos problemas de alelopatia provenientes do cultivo da brassica.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo no ano agrícola de 2018/2019 no Instituto Federal Catarinense – Campus Santa Rosa do Sul, no município de Santa Rosa do Sul (latitude de 29°08'10" Sul e longitude de 49°42'00" Oeste) a 30 metros de altitude. O clima da região segundo a classificação de Köppen é Cfa, temperado úmido com verões quentes e precipitação média anual de 1600 mm.

A cultura da soja foi semeada em meados de dezembro de 2018 no sistema de plantio direto em ARGISSOLO VERMELHO (Santos et al., 2018) sob palhada de canola (*Brassica napus* L), obtida da dessecação da brassica, que ocorreu 5 dias antes da semeadura da soja, com o uso dos herbicidas glyphosate (1600 gramas de ingrediente ativo ha<sup>-1</sup>) e clorimuron (20 g i.a. ha<sup>-1</sup>). O controle de plantas daninhas, pragas e doenças seguiu as indicações da cultura (Caraffa et al., 2019).

A recomendação de adubação na cultura da soja foi realizada com base na interpretação da análise do solo coletado previamente a instalação do experimento na camada de 0 a 20 cm (Tabela 1), seguindo as indicações do manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2016), visando expectativa de rendimento de 4200 kg de grãos por hectare.

**Tabela 1.** Atributos químicos e teor de argila na profundidade de 0-20 cm em ARGISSOLO VERMELHO previamente a instalação do experimento

Argila (%)	pH SMP	pH H <sub>2</sub> O	MO (%)	P ---mg dm <sup>-3</sup> --	K	Al -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Ca	Mg	CTC	% Sat da CTC Bases	Al
22	7,2	7,5	1,9	31,5	171	0	5,9	3,7	11,1	90	0

Para a adubação de base foi utilizada o adubo superfosfato triplo e cloreto de potássio na quantidade de 154 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já na adubação de cobertura foram utilizados 122 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio quando a planta atingiu o estágio V4 (quarto nó) de acordo com a escala de Fehr e Caviness (1977).

A cultivar utilizada no experimento foi a NS 5959 IPRO, que possui grupo de maturidade de 5.9 (precoce), hábito de crescimento indeterminado. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 40 cm. A semeadura utilizada foi realizada visando obter 400.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Cada parcela experimental teve 5

metros de comprimento e 2,5 metros de largura, totalizando uma área de 12,5 metros quadrados.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x5 com quatro repetições. O fator A foi constituído pela presença ou ausência de resíduos culturais de canola, enquanto que o fator B foi composto pelos seguintes inoculantes aplicados na semente: *Bradyrhizobium japonicum* isolado (200 ml do produto comercial para 50 kg de semente); Cobalto e Molibdênio isolados (100 ml p.c./50kg de semente); *Bradyrhizobium japonicum* com Cobalto e Molibdênio (200 ml e 100 ml p.c./50 kg

de semente, respectivamente); *Azospirillum brasilense* (100 ml p.c./50kg de semente); e testemunha (sem inoculação).

As variáveis avaliadas foram: número de nódulos ativos, clorofila foliar, número de vagens por planta, estatura de planta, número de ramos, número de grãos por vagens, peso de mil grãos e produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. O número de nódulos ativos foi determinado no estágio fenológico de R5 (enchimento do grão) pela escala de Fehr e Caviness (1977), por meio da coleta de 5 plantas por parcela. Para isso, os nódulos foram cortados ao meio e identificados como ativos quando a coloração interna estava rosada.

O teor de clorofila foliar foi realizado com auxílio de clorofilômetro digital (Clorofilog) no estágio R5 (enchimento do grão), nas folhas do ápice das plantas centrais de cada parcela. A determinação de estatura de planta e número de ramos foi feito no estágio fenológico R8 (maturação plena). O número de vagens por planta foi determinado pela contagem manual das vagens de cinco plantas. Já o número de grãos por vagem foi determinado por meio da contagem dos grãos contidos nas vagens das cinco plantas de cada parcela. Após isso, foi realizada a contagem e pesagem de mil grãos de cada repetição, previamente secos, a fim de determinar o peso de mil grãos.

A colheita foi realizada manualmente, sendo colhido dois metros quadrados centrais de cada parcela quando os grãos atingiram teor de umidade de aproximadamente 18%. Após a colheita as vagens foram submetidas à debulha manual, secos até atingirem 13% de umidade. Em seguida os grãos foram pesados e o valor obtido extrapolado para kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de

probabilidade. Quando constatada diferença significativa entre os tratamentos foi realizado teste de comparação de médias pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e discussão

Dentre os resultados obtidos, as variáveis teor de clorofila, estatura de planta, grãos por vagens, número de ramos por planta e peso de mil grãos não apresentaram diferença significativa (Tabela 2). Já para as variáveis nódulos ativos, número de vagens e produtividade, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos.

O teor de clorofila não foi alterado em função dos tratamentos (Tabela 2). As clorofilas são constituintes do complexo antena e centros de reação, que são responsáveis pela fase fotoquímica da fotossíntese e transformam energia luminosa em química para posterior redução do CO<sub>2</sub> em carboidratos (Kluge et al., 2015). Assim, acredita-se que a ausência de diferença significativa para esta variável deve-se a capacidade resiliente da soja de manter a atividade dos pigmentos fotossintéticos, mesmo em condições de estresse. Machado Júnior et al. (2017) ao avaliar a clorofila em cultivares de soja sob condição de déficit hídrico, também não observou diferença significativa na variável em resposta ao estresse, corroborando com a hipótese proposta e resultados obtidos.

Semelhantemente à variável citada anteriormente, a estatura de planta, o número de grãos por vagens, peso de mil grãos e o número de ramos também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2). Tais resultados podem ser justificados pela influência genética da cultivar, que possivelmente predominou em relação ao efeito dos tratamentos experimentais (Nogueira et al., 2012; Sousa et al., 2015).

**Tabela 2.** Teor de clorofila, estatura de planta (cm), grão por vagens, número de ramos e peso de mil grãos (gramas) de soja em função de diferentes tratamentos inoculantes sob a ausência e presença de palhada de canola

Palhada	Variáveis <sup>(1)</sup>				
	Clorofila	Estatura de planta	Grãos por vagem	Número de ramos	Peso de mil grãos
Ausência	54,28	49,05	2,20	2,22	189,35
Presença	55,21	47,35	2,25	2,65	187,37
Valor de F	0,40 <sup>NS</sup>	1,12 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	2,64 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>
Inoculantes <sup>2</sup>					
Testemunha	54,08	49,25	2,12	2,25	194,62
Bj	55,31	44,87	2,37	2,41	187,53
Co + Mo	53,68	46,00	2,25	2,25	182,56
Bj + Co + Mo	56,78	52,25	2,25	2,87	190,32
Ab	53,90	48,62	2,12	2,37	186,78
Valor de F	0,63 <sup>NS</sup>	2,60 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,75 <sup>NS</sup>	0,83 <sup>NS</sup>
Interação	0,55 <sup>NS</sup>	2,28 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	0,99 <sup>NS</sup>
CV (%)	8,43	10,54	20,51	34,65	7,37

<sup>1</sup>O teor de clorofila foi avaliado no estágio fenológico R5; Estatura e número de ramos em R8; e número de grãos por vagem e peso de mil grãos em R9. <sup>2</sup>*Bradyrhizobium japonicum* (Bj); Cobalto e Molibdênio (Co + Mo); *Azospirillum brasilense* (Ab). <sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade de erro  $p > 0,05$  pelo teste F.

Para a variável nódulos ativos, verificou-se interação entre os fatores (Tabela 3). Ao analisar o comportamento da variável diante da utilização de *Azospirillum brasilense* (Ab) e *Bradyrhizobium japonicum* (Bj) isolados, observou-se menor número de nódulos ativos sob resíduos de canola em comparação a ausência da brassica, especialmente para Ab. Tais resultados apontam sensibilidade das bactérias avaliadas às substâncias alelopáticas deixadas pela canola. Ao avaliar a sensibilidade de *Azospirillum* e *Rhizobium*, Kamal e Bano (2008) demonstraram redução do número de colônias dos microrganismos em resposta à liberação de substâncias alelopáticas provenientes das raízes de girassol (*Helianthus annuus* L.), corroborando com os resultados obtidos.

Estudo realizado por Procópio et al. (2011) demonstrou que a atividade do *Azospirillum* é afetada negativamente em função do uso de herbicidas como glyphosate, que reduzem a velocidade de crescimento da bactéria, e paraquat, que afetam a fixação biológica de nitrogênio em plantas de cana-de-açúcar. Embora o estudo citado tenha sido realizado com herbicidas, considera-se que a resposta frente aos aleloquímicos possa, pelo menos em parte, ser semelhante a atuação dos defensivos, já que ambos criam condições de estresse, fazendo com que parte da energia disponível ao microrganismo seja despendida para manter mecanismos celulares e bioquímicos de tolerância ao estressor, prejudicando o crescimento e rendimento microbiano (Schimel et al., 2007).

**Tabela 3.** Efeito da inoculação no número de nódulos ativos frente a presença e ausência da palhada de canola, avaliado no estágio fenológico R5 da soja

Tratamento <sup>2</sup>	Palhada de canola	
	Presença	Ausência
Testemunha	20,00 abA <sup>1</sup>	23,67 aA
Bj	17,33 bB	29,25 aA
Co + Mo	15,33 bA	23,33 aA
Bj + Co + Mo	29,33 aA	29,75 aA
Ab	10,00 bB	29,75 aA
Valor de F (palhada)	42,10*	
Valor de F (inoculantes)	7,39*	
Valor de F (interação)	6,24*	
CV (%)	18,72	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas; e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>*Bradyrhizobium japonicum* (Bj); Cobalto e Molibdênio (Co + Mo); *Azospirillum brasilense* (Ab). \* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

**Tabela 4.** Efeito da inoculação na variável vagens por planta frente a presença e ausência da palhada de canola, avaliado na colheita da soja (estádio fenológico R9)

Palhada	Número de vagens por planta
Ausência	39,55 a <sup>1</sup>
Presença	35,63 b
Valor de F	5,22*
Inoculantes <sup>2</sup>	
Testemunha	36,12 b
Bj	31,87 b
Co + Mo	35,45 b
Bj + Co + Mo	49,67 a
Ab	34,83 b
Valor de F	13,13*
Interação	0,95 <sup>NS</sup>
CV (%)	14,42

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>*Bradyrhizobium japonicum* (Bj); Cobalto e Molibdênio (Co + Mo); *Azospirillum brasilense* (Ab). \* e <sup>NS</sup> Significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente.

No ambiente com resíduos de canola, também se destacou o maior número de nódulos ativos decorrente do uso de Bj + Co + Mo em comparação aos demais inoculantes utilizados (Tabela 3), demonstrando que a associação dos micronutrientes junto com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* conseguiu atenuar os efeitos negativos provenientes da alelopatia da canola sobre o número de nódulos ativos. Acredita-se que a combinação das

funções do Mo (participa da enzima nitrogenase, sintetizada pelas bactérias durante o processo de fixação biológica do nitrogênio) e Co (atua na síntese de cobamida e leghemoglobina nos nódulos) (Sfredo e Oliveira, 2010) potencializaram a ação da bactéria, melhorando a formação de nódulos. Além disso, a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* aumenta a atividade da enzima nitrato redutase, essencial para a assimilação de

nitrogênio, sendo ainda maior quando combinada com a aplicação de molibdênio, que é seu co-fator, permitindo uma maior incorporação do nutriente à planta (Gewehr et al., 2019).

Com relação ao número de vagens por planta, percebeu-se diferença significativa entre os níveis dentro de cada fator experimental (Tabela 4), observando-se maiores valores da variável na ausência de resíduos de canola, o que indica que o efeito alelopático da canola interfere em componente de rendimento da soja. Os resultados encontrados condizem com

trabalho conduzido por Silva et al. (2011), que também demonstrou que a cobertura com canola prejudica o número de vagens por planta na soja.

Ao analisar os valores de produtividade, verificou-se que o tratamento com o inoculante a base de *Azospirillum* apresentou o menor valor da variável quando as plantas de soja foram submetidas à presença de resíduos da canola (Tabela 5), reforçando a hipótese de sensibilidade da bactéria aos aleloquímicos da canola, como mencionado na argumentação sobre número de nódulos ativos.

**Tabela 5.** Efeito da inoculação na variável produtividade frente a presença e ausência da palhada de canola, avaliado na colheita da soja (estádio fenológico R9)

Tratamento <sup>2</sup>	Palhada de canola	
	Presença	Ausência
Testemunha	1117,46 aA <sup>1</sup>	1370,61 aA
Bj	1151,31 aA	1401,49 aA
Co + Mo	1191,07 aA	1273,14 aA
Bj + Co + Mo	1244,66 aA	1792,26 aA
Ab	668,79 bB	2191,90 aA
Valor de F (palhada)	18,15*	
Valor de F (inoculantes)	0,83 <sup>NS</sup>	
Valor de F (interação)	4,32*	
CV (%)	29,42	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas; e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05). <sup>2</sup>*Bradyrhizobium japonicum* (Bj); Cobalto e Molibdênio (Co + Mo); *Azospirillum brasilense* (Ab). \* e <sup>NS</sup> Significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente.

Destaca-se que sem os resíduos da canola no campo, a produtividade para o tratamento com *Azospirillum* foi numericamente superior aos demais (Tabela 5), indicando que na ausência do agente estressor, a utilização desse grupo de bactérias tem melhor capacidade de manifestar seus benefícios de promoção do crescimento radicular, por meio do estímulo da síntese de auxinas (Andrade et al., 2016), auxiliando os ganhos de produtividade obtidos na soja. Estudo conduzido por Bulegon et al. (2016) com

objetivo de avaliar os componentes de produção e produtividade de dois genótipos de soja submetidos à inoculação com bactérias diazotróficas, também demonstrou que a utilização de *Azospirillum* proporcionou a maior média de produção na cultivar CD 250 (4.865 g/planta) quando comparada ao uso de *Bradyrhizobium* (3.919 g/planta). Porém, tal estudo indica que tais resultados dependem da cultivar, uma vez que a Turbo, também avaliada no experimento citado, não seguiu o mesmo comportamento de produtividade.

## Conclusões

A eficiência da utilização do inoculante a base de *Azospirillum* sobre a produtividade na cultivar de soja NS 5959 IPRO é prejudicada na presença de resíduos de canola no campo, indicando que existe efeito negativo dos aleloquímicos liberados pela brassica sobre a bactéria diazotrófica.

Dentre os inoculantes utilizados na soja, o *Bradyrhizobium japonicum* associado ao Cobalto e Molibdênio apresentou melhor capacidade de atenuar o efeito alelopático causado pela canola.

## Referências

- ANDRADE, A. T.; CONDÉ, A. B. T.; COSTA, R. L.; POMELA, A. W. V.; SOARES, A. L.; MARTINS, F. A. D.; LIMA, W. T.; OLIVEIRA, C. B. Produtividade de milho em função da redução do nitrogênio e da utilização de *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 229-239, 2016.
- BOYABATLI, O.; NASIRY, J.; ZHOU, Y. H. Crop Planning in Sustainable Agriculture: Dynamic Farmland Allocation in the Presence of Crop Rotation Benefits. **Management Science**, v. 65, n. 5, p. 1-17, 2019.
- 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.
- CARAFFA, M.; PRES, J. L. F.; RUGERI, A. P.; RIFFEL, C. T.; HARTE, L. S. H.; DANIELOWSKI, R.; PIZZANI, R. (orgs.) **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2018/2019 e 2019/2020**. In: 42ª Reunião de pesquisa de soja da Região Sul, Três de Maio: Setrem, 105 p. 2019.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 2020**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 21 abr. 2020.
- CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS, 2016. 376 p.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. 1. ed. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- GEWEHR, E.; CORRÊA, O. O.; SUÑÉ, A. S.; DUARTE, G. B.; AMARANTE, L.; TUNES, L. V. M.; RODRIGUES, D. B. Treatment of soybean seeds with molybdenum and inoculant: nitrate reductase activity and agronomic performance. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 1, p. 185-194, 2019.
- KAMAL, J.; BANO, A. Potential allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on microorganisms. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 22, p. 4208-4211, 2008.
- KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M. da. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.
- MACHADO JÚNIOR, C. S.; SILVA, C. R.; SANCHES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.;

- SOUSA, L. B. Physiologic parameters of soybean of determinate and indeterminate growth habit subjected to levels of soil moisture. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 6, p. 419-425, 2017.
- MICUANSKI, V. C.; NOGUEIRA, C. E. C.; AZEVEDO, R. L.; VANZELLA, E.; ARNAUTS, G.; CABRAL, A. C. A cultura energética - Canola (*Brassica napus* L.). **Acta Iguazu**, v. 3, n. 2, p. 141-149, 2014.
- NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; CAMPOS, L. J. M.; NAOE, L. K.; SILVA, R. A. E. Coinoculação com *Azospirillum brasilense* em cultivares de soja submetidas a déficit hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 89-94, 2020.
- NOGUEIRA, A.P.O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L.B. de; HAMAWAKI, O.T.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, D.G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.
- NOZAKI, M. H.; TOMAZELLI, I. C. Produtividade da soja em épocas de semeadura com e sem resíduos vegetais de canola. **Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 511-520, 2014.
- PROCÓPIO, S. O.; FERNANDES, M. F.; TELES, D. A.; SENA FILHO, J. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VARGAS, L.; SANT'ANNA, S. A. C. Toxicidade de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar à bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1079-1089, 2011.
- 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; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.
- SCHIMEL, J.; BALSER, T. C.; WALLENSTEIN, M. Microbial stress-response physiology and its implications for ecosystem function. **Ecology**, v. 88, n. 6, p. 1386-1394, 2007.
- SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Soja: molibdênio e cobalto. **Embrapa Soja, Documentos**. n 322. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 35 p.
- SILVA, J. A. G.; MOTTA, M. B.; BIANCHI, C. A. M.; CRESTANI, M.; GAVIRAGUI, J.; FONTANIVA, C.; GEWBER, E. Alelopatia da canola sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 17, n. 4, p. 428-437, 2011.
- SOUSA, L.B. de; HAMAWAKI, O.T.; SANTOS JÚNIOR, C.D.; OLIVEIRA, V.M. de; NOGUEIRA, A.P.O.; MUNDIM, F. de M.; HAMAWAKI, R.L.; HAMAWAKI, C.D.L. Correlation between yield components in F6 soybean progenies derived from seven biparental crosses. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 6, p. 1692-1699, 2015.