

Potencial alelopático de extratos de *Chloris gayana* na germinação de soja e picão-preto

Allelopathic potential of Chloris gayana extracts in the germination of soybean and the hairy beggartick

Charleston dos Santos Lima¹, Thalía Preussler Birck², Maria de Fátima Ribeiro Chicatte Lima³, Raquel Stefanello⁴

RESUMO: O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito alelopático de concentrações de extratos da parte aérea de *Chloris gayana* sob a germinação de sementes de soja e picão-preto. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado onde as sementes foram dispostas em papel germitest contendo extrato aquoso de folhas de *C. gayana* nas concentrações correspondentes a 0, 25, 50, 75 e 100% e mantidas em câmara de germinação à temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12h de luz. As variáveis analisadas foram: primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de raiz, parte aérea e total. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e à análise de regressão para as diferentes concentrações do extrato. Os resultados evidenciaram que extratos aquosos de *C. gayana* podem afetar significativamente a germinação e crescimento inicial de plântulas, obtendo-se redução de até 26% sobre a germinação da soja quando submetida à concentração de 50%, aliado ao menor desenvolvimento de plântulas de ambas as espécies a partir de 25% do extrato. Conclui-se que os extratos aquosos de folhas de *Chloris gayana* exerceram efeito alelopático sobre a germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja, nas concentrações de 50 e 100%, respectivamente. Para o picão-preto não houve efeito significativo dos extratos na germinação de sementes, apenas para o comprimento total e massa seca total de plântulas, nas concentrações de 50 e 75%, respectivamente.

Palavras-chave: Alelopatia. Competição. Planta daninha. Processo germinativo.

ABSTRACT: The allelopathic effect of concentrations of extracts of the aerial section of *Chloris gayana* under the germination of soybean seeds and hairy beggartick is evaluated. Assay was conducted in a totally randomized design where seeds were placed on germitest paper with an aqueous extract of leaves of *C. gayana* in concentrations 0, 25, 50, 75 and 100% and maintained in a germination chamber at 25°C for a 12-h light photoperiod. Variables analyzed comprised first germination count, germination percentage, germination speed index, length and dry mass of root, aerial and total section. Data underwent analysis of variance by test F ($p < 0.05$) and regression analysis for different concentrations of the extract. Results showed that aqueous extract of *C. gayana* may significantly affect the germination and initial growth of seedlings, with a reduction of up to 26% on soybean germination with 50% concentration, plus the lowest development of seedlings of both species as from 25% of extract. Results show that aqueous extracts of *Chloris gayana* leaves have an allelopathic effect on seed germination and growth of soybean seedlings at concentrations 50 and 100%, respectively. In the case of hairy beggartick, there was no significant effect of the extracts in seed germination, except for total length and total dry mass of the seedlings, at concentrations 50 and 75%, respectively.

Keywords: Allelopathy. Competition. Germinative process. Weeds.

Autor correspondente:

Charleston dos Santos Lima: charlescep009@gmail.com

Recebido em: 05/05/2021

Aceito em: 26/08/2021

¹ Mestre em Agrobiologia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

² Graduanda em Biologia, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

³ Bióloga, Mestranda em Agrobiologia, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

⁴ Bióloga, Doutora em Agronomia, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.



INTRODUÇÃO

Chloris gayana Kunth, popularmente conhecida como capim canivete, é uma espécie de gramínea perene nativa da África e amplamente distribuída no mundo. Em vários países, a espécie é considerada fundamental para a produção de animais em pastejo devido à sua alta produção de biomassa verde, sistema radicular agressivo e habilidade para tolerar estresses abióticos como frio, seca, alagamento e salinidade (PONSENS *et al.*, 2010; IMAZ *et al.*, 2015).

Entretanto, no Brasil embora tenha sido introduzida como planta forrageira, pesquisas evidenciaram o alto potencial de infestação e dano econômico da espécie em cultivos anuais de grão, com propagação via sementes (30.000 planta⁻¹) e rizomas (CARVALHO *et al.*, 2005), sendo considerada uma planta daninha atualmente, com redução de até 80% sobre a produtividade de grãos na cultura da soja (RASOOL *et al.*, 2017). Recentemente, casos de resistência à molécula herbicida glifosato, inibidor da enzima enolpiruvylshikimato-3 fosfato (EPSPs) foram evidenciados, com dificuldade de controle em áreas infestadas (BRUNHARO *et al.*, 2016; CORREIA; RESENDE, 2018).

No Brasil, a soja é uma das principais culturas de grãos, com diversos usos devido ao seu elevado teor de óleo (20%) e proteína (40%) (WANG *et al.*, 2019). Além disso, a região Sul destaca-se como a segunda maior produtora de soja do país (CONAB, 2021), comprovando a importância de estudos que maximizem rendimentos e reduzam perdas no campo. Adicionalmente, o picão-preto é uma planta daninha recorrente em solos brasileiros, sendo amplamente utilizada em estudos para validação do potencial alelopático de extratos de plantas (KRENCHINSKI *et al.*, 2017; TIBUGARI *et al.*, 2020). Ademais, casos recentes de resistência a herbicidas inibidores do fotossistema II (FS II) e acetolactato sintase (ALS) foram identificados para a espécie, dificultando o controle químico em pós emergência na cultura da soja (TAKANO *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2019).

As plantas daninhas desenvolveram ao longo do tempo características morfofisiológicas as quais permitem seu crescimento em diferentes condições restritivas, com habilidade superior às culturas comerciais para o uso de recursos do meio, principalmente luz, água e nutrientes (JUGULAM, 2017; RAFAIN *et al.*, 2020). Além disso, tais plantas podem dominar seu entorno pela liberação de compostos alelopáticos no solo, na sua grande maioria oriundos do metabolismo secundário de plantas via exsudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos da parte aérea, além de estabelecer interações a nível físico, químico e biológico do solo (SCAVO *et al.*, 2019).

Tais compostos são hábeis para inibir a germinação ou crescimento do vegetal concorrente, a partir da perturbação de diferentes processos fisiológicos como divisão e alongamento celular, atividade enzimática, desestruturação de membranas, síntese de proteínas e clorofilas (CHENG; CHENG, 2015; LI *et al.*, 2021). Todavia, estudos reportam

que interações negativas evidenciadas para plantas daninhas do gênero *Chloris* sobre cultivos agrícolas foram relacionadas exclusivamente à competição por recursos no mesmo espaço, sem considerar possíveis efeitos alelopáticos (WANDSCHEER; RIZZARDI, 2013; RAFAIN *et al.*, 2020). Logo, o alto potencial de dano econômico da espécie pode estar relacionado também à liberação de compostos aleloquímicos no solo capazes de suprimir a germinação e crescimento de culturas, com possíveis estudos futuros no desenvolvimento de bioherbicidas para controle de plantas voluntárias em áreas de produção.

Nesse sentido, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito alelopático de concentrações de extratos da parte aérea de *Chloris gayana* sob a germinação de sementes de soja e picão-preto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Genética Vegetal, do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS. As folhas de *Chloris gayana* foram trituradas, em liquidificador, por aproximadamente 2 minutos, na proporção de 100 g de folhas frescas para 1 litro de água destilada, sendo este considerado o extrato bruto 100% (p/v), conforme Bonfim *et al.* (2011). Posteriormente, a mistura permaneceu em repouso durante 24 horas (no escuro e sob refrigeração ± 10 °C). Decorrido esse período, os extratos foram filtrados em papel filtro e, partir deste, foram obtidas as concentrações correspondentes a 25, 50, 75 e 100%. Como testemunha (0%) foi utilizada somente água destilada.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos: T1 = 0%, T2 = 25%, T3 = 50%, T4 = 75% e T5 = 100%. Para avaliação do potencial alelopático dos extratos vegetais na germinação de sementes de soja e picão-preto foram mensuradas as seguintes variáveis:

Germinação (G): realizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas sobre três folhas de papel germitest umedecidas com água destilada ou o respectivo extrato. Após a semeadura, os rolos de papel foram mantidos em BOD (*Biological Oxygen Demand*), na temperatura de 25 °C, com 12 horas de luz, sendo as contagens para cada espécie realizadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes não germinadas.

Primeira contagem de germinação (PG): foi realizado juntamente com o teste de germinação, em que foi determinada a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste.

Índice de velocidade de germinação (IVG): as contagens das sementes germinadas foram efetuadas diariamente, no mesmo horário. O critério de germinação foi a protrusão da

raiz primária. O índice de velocidade de germinação foi calculado adaptando-se a fórmula de Maguire (1962).

Comprimento das plântulas: ao final do teste de germinação, dez plântulas de cada repetição obtidas do teste de germinação nos diferentes extratos foram medidas, aleatoriamente, com o auxílio de uma régua milimetrada, obtendo-se o comprimento da raiz (CR), parte aérea (CPA) e total (CT) pela soma das partes da planta. O comprimento médio das plântulas foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas mensuradas, com resultados expressos em centímetros (cm).

Massa seca das plântulas: em conjunto com a avaliação do comprimento das plântulas, determinou-se a massa seca das estruturas: raiz (MSR) e parte aérea (MSPA), sendo a massa seca total (MST) obtida pela soma das anteriores. Para o picão-preto determinou-se apenas a MST, devido à dificuldade em separar as estruturas e realizar a pesagem das mesmas posteriormente. Foram utilizadas dez plântulas de cada repetição oriundas do teste de germinação. Em seguida, as plântulas foram mantidas em sacos de papel, em estufa à temperatura de 60 °C, até a obtenção de massa constante (24h). Posteriormente, a massa seca das plântulas foi determinada em balança de precisão, com resolução de 0,001 g, sendo os resultados expressos em miligramas (mg).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e à análise de regressão para as diferentes concentrações do extrato para cada espécie, com auxílio do *software* Sisvar® versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial alelopático de *Chloris gayana* evidenciou respostas significativas para a aplicação das concentrações do extrato nos parâmetros de germinação e crescimento inicial de plantas, exceto para o picão-preto o qual demonstrou germinação (G) e primeira contagem (PC) similares ao tratamento controle (Figura 1). Contudo, para a cultura da soja o aumento da concentração do extrato de *C. gayana* reduziu significativamente a percentagem de plântulas germinadas (Figuras 1A e 1B), principalmente para a concentração de 50% do extrato, com decréscimo de 26% para a G e 23% na PC, em relação ao tratamento controle. Tais resultados podem estar vinculados ao incremento de plântulas anormais evidenciadas na soja em todas as concentrações testadas (Figura 2A), com valores 47, 68, 52 e 56% maiores em relação à ausência do extrato nas concentrações de 25, 50, 75 e 100%, respectivamente.

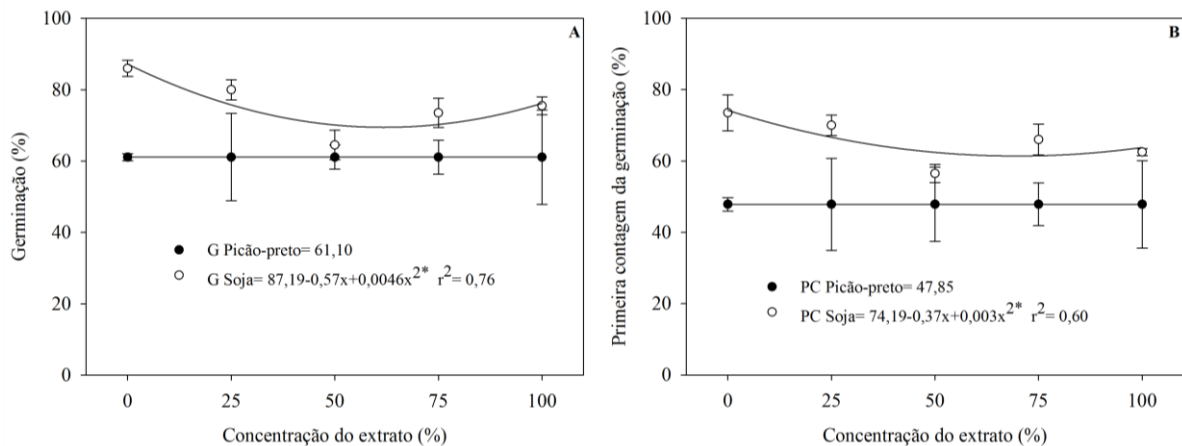


Figura 1. Percentagem de germinação (A) e primeira contagem de germinação (B) de soja e picão-preto sob diferentes concentrações de extratos de *Chloris gayana*. *significativo a $p < 0,05$.

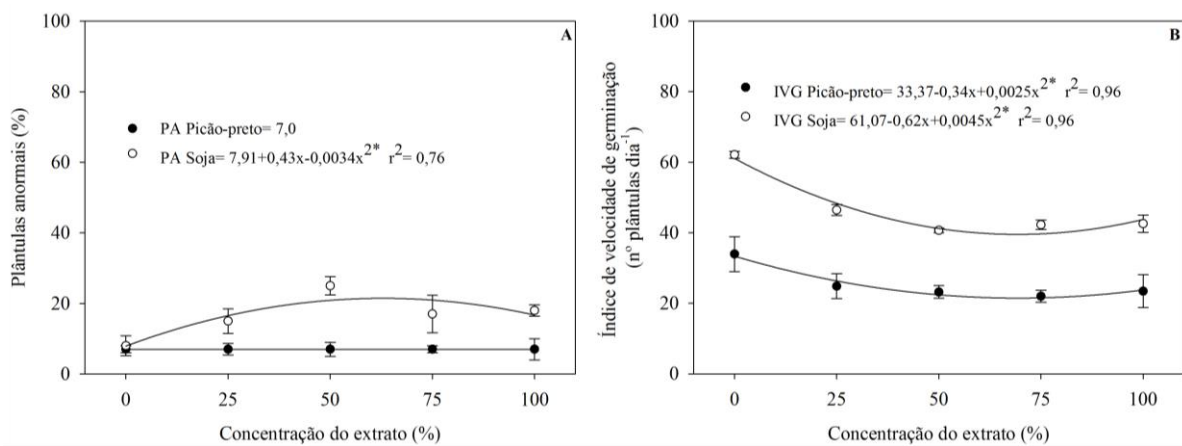


Figura 2. Plântulas anormais (A) e índice de velocidade de germinação (B) de soja e picão-preto sob diferentes concentrações de extratos de *Chloris gayana*. *significativo a $p < 0,05$.

Nesse sentido, estudos reportam que extratos de plantas daninhas podem inibir ou afetar negativamente o processo de germinação de sementes de outras espécies, em resposta ao impacto direto sobre o DNA, permeabilidade de membranas, divisão e expansão celular (MEHMOOD *et al.*, 2014; AWAL *et al.*, 2020; HUSSAIN *et al.*, 2020). Entretanto, o potencial alelopático pode apresentar ação a nível de espécie específica (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2018), o que corrobora com a ausência de efeitos sobre a germinação de picão-preto (Figura 1A). Adicionalmente, Oliveira *et al.* (2019), ao avaliarem o efeito alelopático de extratos de *Brachiaria brizantha*, *Sorghum bicolor* e *Helianthus annuus* sobre picão-preto, observaram ausência de efeitos significativos sobre a germinação; contudo, o tempo médio de germinação e crescimento das plântulas foi afetado, similar aos resultados obtidos no presente estudo. Tais resultados podem estar associados às características particulares da célula vegetal, a qual pode reter compostos na parede celular, bem como selecionar moléculas via membrana plasmática, sem impactar a germinação inicial de sementes (TAIZ *et al.*, 2017). Entretanto, o efeito pode ser observado em outros parâmetros

do processo de germinação, com redução média de 25 a 43% sobre o desempenho de plântulas (LEKBERG *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2020).

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), os resultados demonstraram redução significativa do número de sementes germinadas por dia em relação ao controle, em ambas as espécies e concentrações do extrato. Observou-se significativo atraso na germinação de sementes de picão-preto (22%) e soja (30%) a partir da menor concentração do extrato, entretanto, o menor número de plântulas germinadas por dia foi obtido segundo o ajuste da equação na concentração de 50% para ambas as espécies (Figura 2B).

Tais dados podem estar relacionados à presença de compostos fenólicos solúveis no extrato aquoso de plantas daninhas, responsáveis por retardar a germinação de sementes via supressão da atividade de enzimas ligadas à respiração, síntese de RNA, DNA, produção de ATP e intermediários do aparato fotossintético (ZOHAIIB *et al.*, 2014; ZOHAIIB *et al.*, 2016). Resultados similares foram observados por Gomaa *et al.* (2014) utilizando extratos de folhas da planta daninha *Sonchus oleraceus* sobre a germinação de sementes de *Trifolium alexandrinum*, *Brassica nigra*, *Chenopodium murale* e *Melilotus indicus*, com influência sobre o IVG, sendo esta resposta dependente da dose e espécie utilizada.

Para os parâmetros de crescimento do picão-preto, constatou-se que houve redução gradativa no comprimento total de plântulas a partir da menor dose, contudo a concentração de maior impacto sobre o CT foi obtida sob 75% do extrato, sem alterações significativas sobre a massa seca de plântulas (Figuras 3A e 3B). Além disso, os resultados indicaram maior sensibilidade da cultura da soja ao extrato aquoso de *C. gayana*, com redução drástica para os parâmetros de CR (46%), CPA (71%), MSR (50%) e MSPA (54%) na maior concentração, em relação às plantas controle (Figuras 3A e 3B).

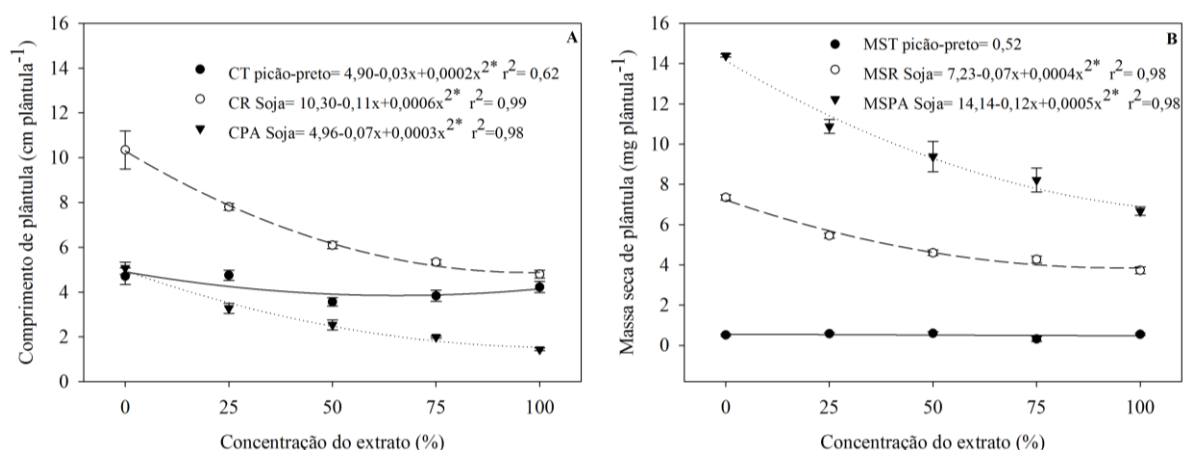


Figura 3. Comprimento (A) e massa seca (B) de plântulas de soja e picão-preto sob diferentes concentrações de extratos de *Chloris gayana*. Em que: CT = comprimento total, CR = comprimento de raiz, CPA = comprimento de parte aérea, MST = massa seca total, MSR = massa seca de raiz e MSPA = massa seca de parte aérea.

*significativo a $p < 0,05$.

Estudos prévios reportam que a presença de aleloquímicos em extratos vegetais pode afetar diretamente o crescimento e acúmulo de biomassa de plantas suscetíveis, através de múltiplos mecanismos de ação como maior permeabilidade de membranas, menor eficiência fotossintética e estresse oxidativo, com maior dano sobre o crescimento do sistema radicular devido ao contato direto com as substâncias fitoquímicas (ORACZ *et al.*, 2007; RADHAKRISHNAN *et al.*, 2018; GHIMIRE *et al.*, 2020). Tais dados corroboram com o presente estudo, uma vez que a atividade alelopática do extrato promoveu redução severa no comprimento de plântulas e, conseqüentemente, menor biomassa (Figura 3B), associado à ocorrência de alta porcentagem de plântulas anormais, conforme observado para a cultura da soja (Figura 2A). Recentemente, Awal *et al.* (2020) evidenciaram que gramíneas invasoras como *Eleusine indica*, *Cyperus rotundus* e *Cynodon dactylon* apresentaram efeitos alelopáticos significativos sobre a germinação e crescimento de culturas comerciais, como estratégia adicional de plantas daninhas para ocupar o espaço.

Estudos com alelopatia de plantas têm demonstrado que o impacto sobre o crescimento de raiz, parte aérea e, conseqüentemente, a massa seca, está diretamente ligado à menor taxa de divisão celular, com alteração da respectiva estrutura das células, capaz de afetar o crescimento e desenvolvimento do vegetal, bem como reduzir a capacidade competitiva do mesmo em condições de campo (ABD-ELGAWAD *et al.*, 2015). Logo, os dados apresentados neste estudo reforçam que plantas de *C. gayana* além de exercer competição interespecífica com a cultura da soja por recursos do meio, podem limitar o potencial produtivo via liberação de compostos alelopáticos no solo, os quais atuam diretamente sobre a germinação, velocidade de emergência e vigor de sementes (Figuras 1, 2 e 3).

De acordo com as observações realizadas, as plântulas de soja apresentaram maior sensibilidade ao extrato de *C. gayana*, com ocorrência de anormalidades principalmente no sistema radicular, o que não foi observado para o picão-preto, sugerindo uma interação espécie-específica (Figura 4). Os sintomas mais comuns foram raízes mais curtas e diminuição das raízes secundárias, além de redução significativa do crescimento da parte aérea. A anormalidade de plântulas é um instrumento importante em ensaios com alelopatia, sendo as alterações no sistema radicular os sintomas mais comuns (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). De acordo com Carvalho *et al.* (2014), o sistema radicular das plantas apresenta significativa sensibilidade à ação de substâncias alelopáticas, uma vez que o seu alongamento depende de divisões celulares que, se inibidas, comprometem o crescimento e desenvolvimento da raiz.

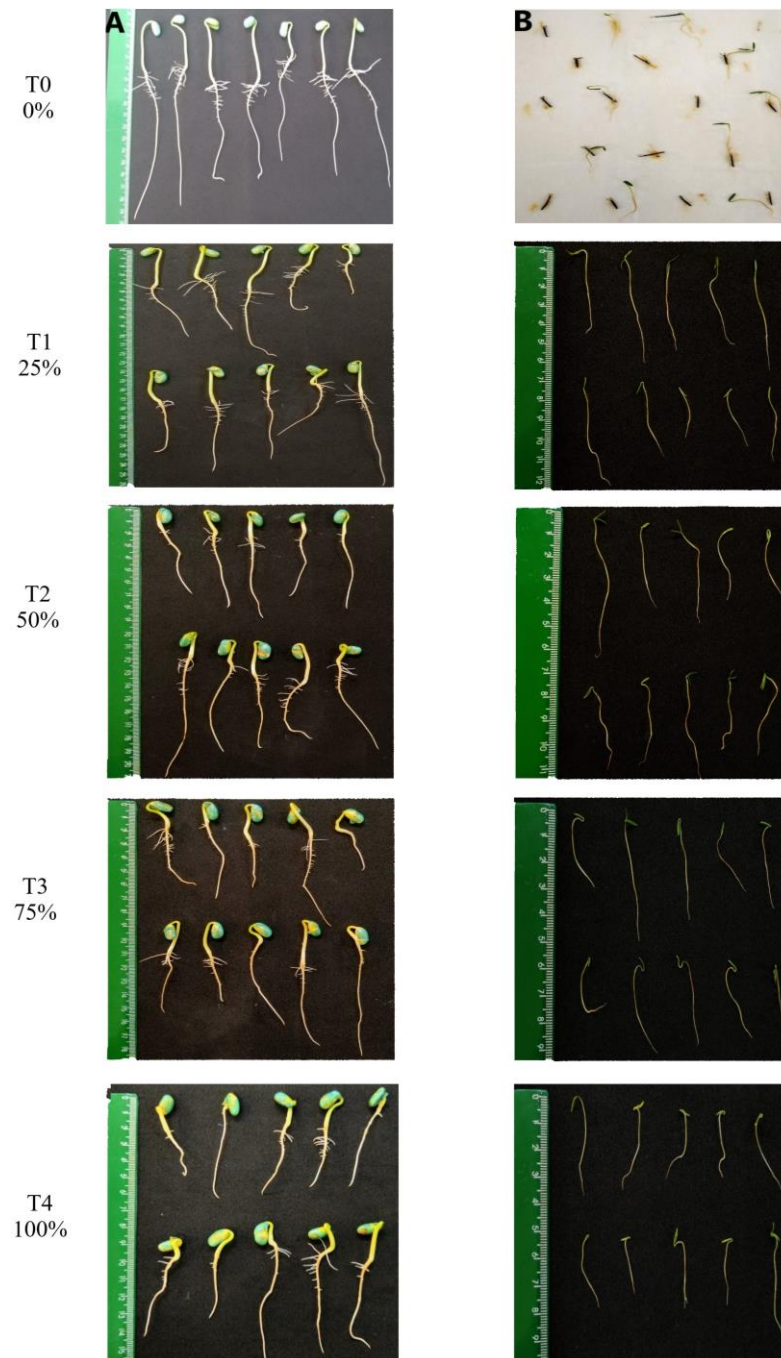


Figura 4. Plântulas de soja (A) e picão-preto (B) sob extrato aquoso de folhas de *Chloris gayana*. (T0) Testemunha. (T1) Extrato a 25%. (T2) Extrato a 50%. (T3) Extrato a 75%. (T4) Extrato a 100%.

Os dados do presente estudo evidenciam que plantas de *C. gayana* podem colonizar o espaço via supressão de plantas através da liberação de compostos aleloquímicos, com redução significativa no crescimento de raiz e parte aérea de espécies sensíveis como a soja, além de competir por recursos disponíveis, fundamentais para o desenvolvimento da cultura. Portanto, estratégias de controle alternativas podem evitar altas populações de *C. gayana* em campos de produção, com redução de danos econômicos ao produtor. Nesse sentido, arranjo de plantas que propiciem rápida cobertura do solo, densidade de semeadura, cobertura vegetal

na entressafra e misturas de herbicidas podem aumentar a eficiência de controle da espécie (WANDSCHEER; RIZZARDI, 2013; BERNSTEIN *et al.*, 2014; DAVIDSON *et al.*, 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os extratos aquosos de folhas de *Chloris gayana* exerceram efeito alelopático sobre a germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja, com maiores danos nas concentrações de 50 e 100%, respectivamente. Para o picão-preto não houve efeito significativo dos extratos na germinação de sementes, apenas para o crescimento das plântulas (comprimento e massa seca total), nas concentrações de 50 e 75%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ABD-ELGAWAD, A. M.; MASHALY, I. A.; ABU ZIADA, M. E.; DEWEEB, M. R. Phytotoxicity of three *Plantago* species on germination and seedling growth of hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.). **Egypt. J. basic appl. Sci.**, v. 2, n. 4, p. 303-309, 2015. Doi: 10.1016/j.ejbas.2015.07.003.
- AWAL, M. A.; AHSAN, A. K. M. A.; PRAMANIK, M. H. R. Effect of aqueous extract of grass weeds on seed germination and seedling growth of vegetable crops. **Asian J. Research Bot.**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2020.
- BERNSTEIN, E. R.; STOLTENBERG, D. E.; POSNER, J. L.; HEDTCKE, J. L. Weed community dynamics and suppression in tilled and no-tillage transitional organic winter rye-soybean systems. **Weed Sci.**, v. 62, p. 125-137, 2014. Doi: 10.1614/WS-D-13-00090.1.
- BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; CASALI, V. W. D.; FONSECA, M. C. M.; MANTOVANI-ALVARENGA, E.; ANDRADE, F. M. C.; PEREIRA, A. J.; GONÇALVES, M. G. Potencial alelopático de extratos aquosos de *Melissa officinalis* L. e *Mentha x villosa* L. na germinação e vigor de sementes de *Plantago major* L. **Rev. Bras. Plantas Med.**, Botucatu, v. 13, p. 564-568, 2011. Doi: 10.1590/S1516-05722011000500010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.
- BRUNHARO, C. A. C. G.; PATTERSON, E. L.; CARRIJO, D. R.; MELO, M. S. C.; NICOLAI, M.; GAINES, T. A.; NISSENAND, S.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Confirmation and mechanism of glyphosate resistance in tall windmill grass (*Chloris elata*) from Brazil. **Pest Manag. Sci.**, v. 72, n. 9, p. 1758-1764, 2016. Doi: 10.1002/ps.4205.
- CARVALHO, S. J. P.; PEREIRA, R. F. S.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005. Doi: 10.1590/S0100-83582005000400007.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; ABBADE NETO, D. O.; TEIXEIRA, L. G. V. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 1-11, 2014.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers**, v. 6, 2015. Doi: 10.3389/fpls.2015.01020.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 22 jul. 2021.

CORREIA, N. M.; RESENDE, I. Response of three *Chloris elata* populations to herbicides sprayed in pre- and post-emergence. **Planta daninha**, Viçosa, v. 36, 2018. Doi: 10.1590/s0100-83582018360100078.

DAVIDSON, B.; COOK, T.; CHAUHAN, B. S. Alternative options to glyphosate for control of large *Echinochloa colona* and *Chloris virgata* plants in cropping fallows. **Plants**, v. 8, n. 245, 2019. Doi: 10.3390/plants8080245.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Doi: 10.1590/S1413-70542014000200001.

GHIMIRE, B. K.; WANG, M. H.; SACKS, E. J.; YU, C. Y.; KIM, S. H.; CHUNG, I. M. Screening of allelochemicals in *Miscanthus sacchariflorus* extracts and assessment of their effects on germination and seedling growth of common weeds. **Plants**, v. 9, 2020. Doi: 10.3390/plants9101313.

GOMAA, N. H.; HASSAN, M. O.; FAHMY, G. M.; GONZÁLEZ, L.; HAMMOUDA, O.; ATTEYA, A. M. Allelopathic effects of *Sonchus oleraceus* L. on the germination and seedling growth of crop and weed species. **Acta Bot. Bras.**, Feira de Santana, v. 28, n. 3, p. 408-416, 2014. Doi: 10.1590/0102-33062014abb3433.

HUSSAIN, F.; RASOOL, A.; AZIZ, K.; RAISHAM, S.; AZIZ, S.; BADSHAH, L.; HUSSAIN, W. Allelopathic inhibition of germination, seedling growth and cell division of selected plant species by *Calotropis procera* (Ait.) Ait. **Plant Sci. Today**, Horizon e-Publishing Group, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2020. Doi: 10.14719/pst.2020.7.1.606.

IMAZ, J. A.; GIMÉNEZ, D. O.; GRIMOLDI, A. A.; STRIKER, G. G. Ability to recover overrides the negative effects of flooding on growth of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum*. **Crop Pasture Sci.**, v. 66, p. 100-106, 2015. DOI: 10.1071/CP14172.

JUGULAM, M. **Biology, Physiology and Molecular Biology of Weeds**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2017. 230p.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; ZONETTI, P. C.; TESSELE, A.; BARROSO, A. R. M.; PLACIDO, H. F. Allelopathic potential of

Cymbopogon citratus over beggarticks (*Bidens* sp.) germination. **Aust. J. Crop Sci.**, v. 11, n. 3, p. 277-283, 2017. Doi: 10.21475/ajcs.17.11.03.pne362.

LEKBERG, Y.; BEVER, J. D.; BUNN, R. A.; CALLAWAY, R. M.; HART, M. M.; KIVLIN, S. N.; KLIRONOMOS, J.; LARKIN, B. G.; MARON, J. L.; REINHART, K. O.; REMKE, M.; PUTTEN, W. H. V. Relative importance of competition and plant-soil feedback, their synergy, context dependency and implications for coexistence. **Ecol. Lett.**, v. 21, p. 1268-1281, 2018. Doi: 10.1111/ele.13093.

LI, J.; CHEN, L.; CHEN, Q.; MIAO, Y.; PENG, Z.; HUANG, B.; GUO, L.; LIU, D.; DU, H. Allelopathic effect of *Artemisia argyi* on the germination and growth of various weeds. **Sci. Rep.**, v. 11, p. 1-15, 2021. Doi: 10.1038/s41598-021-83752-6.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. Doi: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.

MEHMOOD, A.; TANVEER, A.; NADEEN, M. A.; ZAHIR, Z. A. Comparative allelopathic potential of metabolites of two *Alternanthera* species against germination and seedling growth of rice. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2014. Doi: 10.1590/S0100-83582014000100001.

MENDES, R. R.; ADEGAS, F. S.; TAKANO, H. K.; VITAL SILVA, V. F.; MACHADO, F. G.; OLIVEIRA JR, R. S. Multiple resistance to glyphosate and imazethapyr in *Bidens subalternans*. **Ciênc. Agrotec.**, v. 43, 2019. Doi: 10.1590/1413-7054201943009919.

OLIVEIRA, J. S.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S.; ALMEIDA, A. T. Aqueous plant extracts in the control of *Bidens pilosa* L. **Arq. Inst. Biol.**, v. 86, p. 1-6, 2019. Doi: 10.1590/1808-1657000532016.

ORACZ, K.; BAILLY, C.; GNIAZDOWSKA, A.; CÔME, D.; CORBINEAU, F.; BOGATEK, R. Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. **J. Chem. Ecol.**, v. 33, p. 251-264, 2007. Doi: <http://doi.org/10.1007/s10886-006-9222-9>.

PONSENS, J.; HANSON, J.; SCHELLBERG, J.; MOESELER, B. M. Characterization of phenotypic diversity, yield and response to drought stress in a collection of Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth) accessions. **Field Crops Res.**, v. 118, p. 57-72, 2010. Doi: 10.1016/j.fcr.2010.04.008.

RADHAKRISHNAN, R.; ALQARAWI, A. A.; ABDALLAH, E. F. Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. **Ecotoxicol. Environ. Saf.**, v. 158, p. 131-138, 2018. Doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.04.018.

RAFAIN, E. F.; GUBIAN, J. E.; ROSA, D. P.; NUNES, A. L. Correlation between sowing and fertilizer application systems and weeds in soybean crops. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 281-286, 2020. Doi: 10.1590/1983-21252020v33n201rc.

RASOOL, G.; MAHAJAN, G.; YADAV, R.; HANIF, Z.; CHAUHAN, B. S. Row spacing is more important than seeding rate for increasing Rhodes grass (*Chloris gayana*) control and

grain yield in soybean (*Glycine max*). **Crop Pasture Sci.**, v. 68, p. 620-624, 2017. Doi: 10.1071/CP17229.

SCAVO, A.; ABBATE, C.; MAUROMICALE, G. Plant allelochemicals: agronomic, nutritional and ecological relevance in the soil system. **Plant Soil**, v. 442, p. 23-48, 2019. Doi: 10.1007/s11104-019-04190-y.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; FRANCHINI, L. H. M.; BURGOS, N. R. Multiple resistance to atrazine and imazethapyr in hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Ciênc. Agrotec.**, v. 40, n. 5, p. 547-554, 2016. Doi: 10.1590/1413-70542016405022316.

TIBUGARI, H.; MARUMAHOKO, P.; MANDUMBU, R.; MANGOSHO, E.; MANYERUKE, N.; TIVANI, S.; MAGAYA, R.; CHINWA, H. Allelopathic sorghum aqueous extracts reduce biomass of hairy beggarticks. **Cogent Biology**, v. 6, 2020. Doi: 10.1080/23312025.2020.1810382.

WANDSCHEER, A. C. D.; RIZZARDI, M. A. Interference of soybean and corn with *Chloris distichophylla*. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 306-312, 2013. Doi: 10.1590/S1413-70542013000400003.

WANG, J.; ZHOU, P.; SHI, Y.; YANG, N.; YAN, L.; ZHAO, Q.; YANG, C.; GUAN, Y. Primary metabolite contents are correlated with seed protein and oil traits in near-isogenic lines of soybean. **The Crop J.**, v. 7, p. 651-659, 2019. Doi: 10.1016/j.cj.2019.04.002.

ZHANG, Z.; LIU, Y.; YUAN, L.; WEBER, E.; KLEUNEN, M. V. Effect of allelopathy on plant performance: a meta-analysis. **Ecol. Lett.**, v. 24, p. 348-362, 2020. Doi: 10.1111/ele.13627.

ZOHAIB, A.; TABASSUM, E. T.; ABBAS, T.; RASOOL, T. Influence of water soluble phenolics of *Vicia sativa* L. on germination and seedling growth of pulse crops. **Sci. Agri.**, v. 8, n. 3, p. 148-151, 2014. Doi: 10.15192/PSCP.SA.2014.4.3.148151.

ZOHAIB, A.; ABBAS, T.; TABASSUM, T. Weeds cause losses in field crops through allelopathy. **Not. Sci. Biol.**, v. 8, p. 47-56, 2016. Doi: 10.15835/nsb.8.1.9752.