

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

FRANCIELE CAMARGO DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DE CAPIM PÉ DE
GALINHA (*Eleusine indica*) SOBRE A GERMINAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea
mays*) E TRIGO (*Triticum aestivum*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2021

FRANCIELE CAMARGO DE SOUZA

AVALIAÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DE CAPIM PÉ DE GALINHA (*Eleusine indica*) SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays*) E TRIGO (*Triticum aestivum*)

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Bacharelado em Agronomia – da Coordenação de Agronomia – COAGR – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção de título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Valério Dutra Moraes

DOIS VIZINHOS
2021



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DE CAPIM PÉ DE GALINHA (*Eleusine indica*) SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays*) E TRIGO (*Triticum aestivum*)

por

FRANCIELE CAMARGO DE SOUZA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 17 de agosto de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Orientador:

Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, câmpus Dois Vizinhos

Membro titular:

Prof. Dr. Alfredo de Gouvêa
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, câmpus Dois Vizinhos

Membro titular:

Prof. Dr. Celso Eduardo Ramos
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, câmpus Dois Vizinhos

Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso:

Prof^a. Dr^a. Angélica Signor Mendes
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, câmpus Dois Vizinhos

Coordenador(a) do Curso:

Prof. Dr. Alessandro Jaquiel
Waclawovsky
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, câmpus Dois Vizinhos

RESUMO

SOUZA, Franciele Camargo. AVALIAÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DE *Eleusine indica* SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Zea mays* e *Triticum aestivum*. (40p.) Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, 2021.

A alelopatia é o conceito utilizado para descrever a influência positiva ou negativa que uma planta exerce sobre outra. Os aleloquímicos são sintetizados pelo metabolismo secundário das plantas e, ao serem liberados no ambiente, interagem favorecendo ou prejudicando a germinação e o desenvolvimento de plantas próximas. Com a utilização do Sistema de Plantio Direto e rotação de culturas, tem sido observados problemas no estabelecimento de culturas sobre restos vegetais que podem estar relacionados a substâncias alelopáticas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito alelopático do extrato de *E. indica* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de milho e de trigo. Foram utilizadas sementes de milho e de trigo não tratadas para montagem do teste de germinação em rolo de papel germinativo. O experimento foi composto por 5 tratamentos (concentrações do extrato) sendo T1 (0,0%), T2 (1,0%), T3 (2,5%), T4 (5,0%) e T5(10,0%). Para as sementes de milho foram realizadas oito repetições com 25 sementes para cada tratamento. Para o trigo foram realizadas 4 repetições com 50 sementes devido ao menor tamanho das mesmas. Os rolos de papel contendo as sementes foram colocados em caixas plásticas perfuradas e permaneceram sob condições controladas de temperatura e luminosidade por oito dias. Os parâmetros avaliados foram Germinação (%), Plântulas Fortes (%), Plântulas Intermediárias (%), Plântulas Fracas (%), Plântulas Anormais (%), Plântulas Mortas (%) e para o desenvolvimento de plântulas foram avaliados Comprimento de Parte Aérea (cm), Comprimento de radícula (cm) e Massa Verde (g). Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% e a análise de regressão utilizando o Minitab Statistical Software. Os resultados obtidos permitem demonstrar que o extrato apresenta efeito alelopático sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de milho e trigo.

Palavras-chave: Alelopatia, capim-pé-de-galinha, milho, trigo, germinação.

ABSTRACT

SOUZA, Franciele Camargo. ALLELOPATHIC'S EFFECT EVALUATION OF *Eleusine indica* ON THE GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT OF *Zea mays* and *Triticum aestivum*. (40p.) Undergraduate Thesis (Agronomy Bachelor Degree), Federal Technological University of Paraná, Dois Vizinhos Campus, 2021.

Allelopathy is the concept used to describe positive or negative influence that a plant has on another. Allelochemicals are synthesized by the plant's secondary metabolism and, when released into the environment, they interact, favoring or harming the germination and development of nearby plants. With the use of the no-tillage system and crop rotation, problems have been observed in the establishment of crops on vegetable remainings that may be related to allelopathic substances. This work aimed to evaluate the allelopathic effect of *E. indica* extract on germination and initial development of corn and wheat. Untreated corn and wheat seeds were used to construct the germination test on a germinative roll paper. The experiment was composed by 5 treatments (extract concentrations) being T1 (0.0%), T2 (1.0%), T3 (2.5%), T4 (5.0%) and T5 (10.0 %). For corn seeds, eight replicates with 25 seeds for each treatment were performed. For wheat, 4 replicates with 50 seeds were performed in reason of their smaller size. The paper rolls containing the seeds were placed in perforated plastic boxes and remained under temperature and light controlled conditions for eight days. The evaluated parameters were Germination (%), Strong Seedlings (%), Intermediate Seedlings (%), Weak Seedlings (%), Abnormal Seedlings (%), Dead Seedlings (%) and for seedlings desenvolvimento were evaluated Air Part Length (cm), Length of radicle (cm) and Green Mass (g). Data were submitted to Tukey's methods at 5% and regression analysis using Minitab Statistical Software. The achieved results allow to demonstrate that the extract has allelopathic effect on germination and development of corn and wheat seedlings.

Keywords: Allelopathy, goose grass, corn, wheat, germination.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo geral.....	9
2.2	Objetivos específicos	9
3	REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1	Cultura do milho.....	10
3.2	Cultura do trigo	10
3.3	Capim-pé-de-galinha	11
3.4	Alelopatia.....	12
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	Obtenção do extrato aquoso de <i>E. indica</i>	16
4.2	Obtenção das sementes de milho e trigo	16
4.3	Procedimento experimental	17
4.4	Avaliação de comprimento de plântulas	18
4.5	Avaliação de massa verde de plântulas.....	18
4.6	Análises estatísticas.....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6	CONCLUSÕES	36
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

Muitos são os fatores que influenciam na produtividade das culturas como temperatura, luminosidade, precipitação, fertilidade do solo, ataque de pragas, ocorrência de doenças e competição com plantas daninhas. Além dos prejuízos gerados pela competição, a presença de plantas daninhas em densidades populacionais muito altas pode causar danos a máquinas e implementos e servir como ponte verde para pragas e doenças, causando redução no potencial produtivo da cultura (AGOSTINETTO et al., 2008).

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn) é uma espécie de planta daninha que ocorre em muitas culturas no Brasil e no mundo, inclusive em áreas cultivadas com milho e com trigo. A espécie apresenta rápido crescimento e alta produção de sementes que são dispersadas principalmente pela ação do vento. Já existem no Brasil casos de populações de *E. indica* resistentes a alguns gramínicos e ao glifosato o que torna fundamental o manejo adequado dessa espécie buscando evitar a disseminação de populações resistentes em novas áreas (ANDRADE JUNIOR et al., 2018).

Além da competição, as plantas podem liberar no ambiente substâncias que interferem em alguma fase do ciclo de vida de outras plantas. A esse fenômeno, dá-se o nome de Alelopatia e essa interferência pode afetar positiva ou negativamente o desenvolvimento de plantas próximas. O efeito alelopático pode ocorrer tanto entre plantas da mesma espécie, quanto entre plantas de espécies distintas. As substâncias envolvidas na alelopatia são sintetizadas pelo metabolismo secundário vegetal e são liberadas no ambiente como uma estratégia de defesa contra o ataque de pragas, doenças e como uma vantagem competitiva em relação as demais plantas que ocupam o mesmo local (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

A grande maioria das áreas cultivadas no Brasil utilizam o Sistema de Plantio Direto (SPD) que preconiza o mínimo revolvimento, a presença de palhada na superfície do solo e rotação de culturas. O SPD proporciona melhorias na fertilidade e na estrutura do solo através do incremento dos teores de matéria orgânica, aumento da atividade biológica do solo, redução na erosão laminar, e supressão de plantas daninhas. Por outro lado, os restos vegetais de cultivos anteriores ou de plantas daninhas presentes na área podem liberar substâncias químicas que prejudicam o estabelecimento da cultura atual afetando seu crescimento e produtividade (FERREIRA; AQUILA, 2000).

A alelopatia vem sendo objeto de estudos que buscam identificar e agrupar os compostos envolvidos assim como compreender as relações alelopáticas que ocorrem entre plantas, suas consequências e possibilidades de uso dentro dos sistemas produtivos. Entretanto pouco se sabe quanto a alelopatia deixada por restos de plantas daninhas em áreas infestadas após seu manejo. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito alelopático do extrato de *E. indica* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de milho e de trigo em condições de laboratório.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito alelopático do extrato de *Eleusine indica* (Capim pé de galinha) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Zea mays* (milho) e de *Triticum aestivum* (trigo).

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre a porcentagem de plântulas fortes de *Z. mays* e *T. aestivum*.

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre a porcentagem de plântulas intermediárias de *Z. mays* e *T. aestivum*.

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre a porcentagem de plântulas fracas de *Z. mays* e *T. aestivum*.

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre a porcentagem de plântulas anormais de *Z. mays* e *T. aestivum*.

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre a porcentagem de sementes mortas de *Z. mays* e *T. aestivum*.

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre o comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de *Z. mays* e *T. aestivum*.

Avaliar o efeito do extrato de *E. indica* sobre a massa verde (g) de plântulas de *Z. mays* e *T. aestivum*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta monocotiledônea que pertence à família das poáceas, herbácea, de ciclo anual que tem como região de origem a América Central, havendo relatos de sua utilização há mais de 7000 anos. Tem sua origem no teosinto (*Zea mays*) e graças a grande adaptabilidade dos diferentes genótipos desenvolvidos ao longo do tempo, o milho pode ser cultivado em diferentes regiões do mundo e em climas tropicais, subtropicais e temperados e em altitudes que variam desde o nível do mar até 3600m (BARROS; CALADO, 2014).

É uma espécie monoica, apresentando sexos separados na mesma planta, alógama, que realiza fecundação cruzada, características que favorecem o seu constante melhoramento genético, sendo atualmente a planta cultivada que mais sofreu modificações através do melhoramento genético. Atinge em média 2 m de altura, geralmente apresenta um único colmo, folhas alternadas, inflorescência masculina (boneca) e feminina (espiga) separadas na mesma planta e sistema radicular fasciculado (MAGALHÃES et al., 2003).

O milho é o cereal mais produzido no mundo e o Brasil ocupa atualmente o 3º lugar no ranking de países produtores, ficando atrás apenas dos EUA e China. Amplamente disseminada no Brasil, a cultura milho atingiu em 2020 uma área plantada de 18,4 milhões de hectares com uma produção de 102,5 milhões de toneladas e uma produtividade média 5500 kg/ha. O consumo interno de milho foi de 68,7 milhões de toneladas, o volume importado 1,1 milhão de toneladas e as exportações foram cerca de 34,5 milhões de toneladas. Do montante produzido, 84% é destinado ao arraçamento animal, principalmente na alimentação de aves e suínos, 11% é utilizado pela indústria para produção de alimentos, elementos espessantes, óleos e colantes e 5% para o consumo humano no preparo de diversos pratos da culinária nacional. (CONAB, 2020).

3.2 Cultura do trigo

Assim como o milho, o trigo é uma planta herbácea, de ciclo anual, pertencente à família Poaceae. É um cereal de inverno com grande importância na alimentação humana. Seu sistema radicular fasciculado, folhas alternadas, colmo cilíndrico com 4 a 7 entrenós. A inflorescência do trigo é uma espiga, composta, formada por espiguetas alternadas e

opostas no raquis. As espiguetas são formadas por flores alternadas fixas a raquis. Os grãos são do tipo cariopse, pequenos, secos e indeiscentes. Os estádios de desenvolvimento do trigo se dividem em plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro (SCHEEREN, 2015).

Existem relatos de seu cultivo há cerca de 10 mil anos. O trigo tem como região de origem na Mesopotâmia, numa região que atualmente abrange os territórios do Egito ao Iraque. A partir dali a espécie foi se espalhando para outros locais como a China e a Europa. No Brasil, o trigo foi introduzido por volta de 1500, trazido pelos colonizadores europeus, porém, a espécie não se adaptou bem ao clima e somente em 1920 o trigo ganhou força nos estados do Sul do país (MACIEL et al., 2017).

O país importa grande quantidade de trigo para suprir a demanda interna já que o produzido aqui representa pouco mais da metade do que é consumido. A região sul lidera a produção e é responsável por 89% do total com 5,4 milhões de toneladas, na liderança estão os estados do Paraná e Rio Grande do Sul. Em segundo lugar vem a região sudeste com 500 mil toneladas, seguida pelas regiões Centro-oeste com 186 mil toneladas e nordeste com 17 mil toneladas (Conab, 2020).

Atualmente, o trigo tem ganhado espaço nas outras regiões do país graças ao melhoramento genético e o desenvolvimento de cultivares adaptadas a locais mais quentes. Para essas regiões o cultivo é realizado sob irrigação. Segundo dados da Conab (2020), a produção de trigo na safra 19/20 foi de 6,8 milhões de toneladas em 2,3 milhões de hectares, sendo o Brasil o 6º produtor mundial do cereal. O trigo tem grande importância na alimentação humana, sua farinha é amplamente utilizada no preparo de pães, massas e biscoitos, a qualidade do trigo produzido define qual o uso industrial adequado para a produção (MACIEL et al, 2017).

3.3 Capim-pé-de-galinha

A produtividade das espécies cultivadas pode sofrer influência de diversos fatores abióticos relacionados ao clima como temperatura, disponibilidade hídrica, umidade do ar e bióticos como ocorrência de doenças, pragas e plantas daninhas. As plantas daninhas podem reduzir significativamente o potencial produtivo das lavouras. Além dos prejuízos gerados pela competição por espaço, água, nutrientes e luminosidade, elas ainda podem

causar danos a máquinas e implementos e servir como hospedeiros secundários para doenças e pragas (AGOSTINETTO et al., 2008).

Plantas daninhas que pertencem à mesma família que as plantas cultivadas tornam o manejo muito mais desafiador, uma vez que nem todas as culturas apresentam resistência aos herbicidas que são eficazes no manejo das plantas daninhas. O tamanho e a diversidade da população da planta daninha na lavoura estão entre as principais questões que devem ser levadas em consideração, uma vez que o manejo inadequado faz com que o número de plantas daninhas aumente a cada ano.

Dentre as diversas plantas daninhas que ocorrem nas áreas agrícolas, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn) vem ganhando importância nos últimos anos podendo ser encontrado em todas as regiões do país em mais de 50 culturas. O capim-pé-de-galinha é uma espécie pertencente à família das Poaceae, é uma planta monocotiledônea, anual com ciclo de vida de 120 a 180 dias, com hábito de crescimento cespitoso, prostrado ou ereto e aproximadamente 30 -70 cm de altura. É uma espécie autógama, com ciclo fotossintético do tipo C4 e reprodução via sementes onde cada planta produz, em média, 40 mil sementes (ANDRADE JUNIOR et al., 2018).

Já existem no Brasil casos de populações de capim-pé-de-galinha resistentes a herbicidas. O primeiro caso registrado ocorreu em 2003 no Rio Grande do Sul, onde foi identificada uma população resistente a alguns inibidores da enzima ACCase (graminídeos). Em 2016, devido à grande expansão das culturas resistentes ao Roundup Ready (RR), houve registro de populações resistentes ao glifosato no estado do Paraná. No ano seguinte, houve o primeiro caso de resistência múltipla a inibidores da ACCase e ao glifosato para a espécie. No entanto, a resistência não está disseminada em todo o território nacional, portanto o manejo de herbicidas depende do histórico da área em questão (ANDRADE JUNIOR et al., 2018; ULGUIM et al., 2013).

3.4 Alelopatia

Segundo Ferreira e Aquila (2000), o efeito de uma planta sobre outra é chamado de interferência e competição e alelopatia são tipos diferentes de interferência. Ao ocuparem determinado espaço, as plantas competem por luz, água e nutrientes, o que causa uma redução ou remoção desses fatores ambientais. Já a alelopatia envolve a liberação de substâncias químicas no ambiente que são produzidas através do metabolismo secundário das plantas que influenciam o desenvolvimento de outras

plantas. Não sendo fenômenos que ocorrem de forma isolada, e sim, simultaneamente ou em sequência na natureza.

Desde a antiguidade esse fenômeno vem sendo observado a campo, onde determinadas plantas afetam positiva ou negativamente o desenvolvimento de outras plantas próximas ou que são cultivadas em sequência e os primeiros registros foram feitos por Democritus (500 a.C.) na Grécia Antiga, que observou que em áreas onde o grão de bico era cultivado, a cultura seguinte não apresentava bom desenvolvimento (GOMIDE, 1993).

O termo alelopatia somente foi definido em 1937 por Molisch como “a capacidade das plantas superiores ou inferiores produzirem substâncias químicas que liberadas no ambiente de outras, influenciam de forma favorável ou desfavorável, o seu desenvolvimento”. Desde então, a alelopatia tem sido redefinida e para Rice (1993) corresponde a liberação de substâncias químicas por um organismo que interagem com outro organismo presente no mesmo ambiente, estimulando ou inibindo seu crescimento e desenvolvimento. Este fenômeno pode ocorrer entre plantas, microrganismos, entre microrganismos e plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas daninhas e entre plantas daninhas e plantas cultivadas (FRANÇA, 2007 apud RICE, 1993).

O efeito alelopático pode ser classificado de como sendo de dois tipos: autotoxicidade e heterotoxicidade. A autotoxicidade ou autoalelopatia ocorre quando uma determinada planta libera substâncias químicas no ambiente que afetam inibindo ou retardando a germinação e o crescimento de plantas da mesma espécie. Já a heterotoxicidade ocorre quando há a liberação de substâncias químicas por determinada planta que afeta a germinação e o crescimento de plantas de outras espécies (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

As substâncias envolvidas nos processos alelopáticos podem ser chamadas de aleloquímicos, fitotoxinas ou produtos secundários. Os metabólitos secundários possuem como função principal a defesa das plantas, sua reprodução e armazenamento de substâncias de reserva, que apesar de autotróficas, são imóveis e suscetíveis ao ataque de fitopatógenos, pragas e a competição com outras plantas. Essas substâncias podem ser encontradas em diferentes partes vegetais como folhas, caules, inflorescências, flores, raízes e sementes em diferentes concentrações dependendo da espécie, do estágio fenológico e das condições edafoclimáticas as quais são submetidas. A liberação das substâncias aleloquímicas pode ocorrer na fase líquida do solo através dos processos de

exsudação, lixiviação e decomposição de restos vegetais ou através da volatilização de compostos gasosos no ar que circunda as plantas (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas buscando identificar e agrupar as substâncias aleloquímicas sintetizadas pelas plantas, segundo Almeida (1990), os aleloquímicos podem pertencer a diferentes grupos: compostos fenólicos, terpenóides, flavonóides, alcalóides, cumarinas, glicosídeos cianogênicos, taninos, quinonas complexas e derivados do ácido benzóico. Atualmente, cerca de 10 mil metabólitos secundários com propriedade alelopáticas são conhecidos, uma pequena parte considerando a grande diversidade de plantas existentes.

O Sistema de Plantio Direto (SPD) tem sido utilizado na maioria das áreas cultivadas no Brasil. O SPD tem como práticas o mínimo revolvimento do solo, a presença de restos vegetais como cobertura do solo e a rotação de culturas e tem sido uma boa estratégia para o aumento da produtividade dos cultivos, uma vez que proporciona otimização do tempo necessário as operações agrícolas, aumenta o teor de matéria orgânica e estimula a atividade biológica do solo, contribui para que a temperatura do solo não sofra grandes oscilações, reduz a erosão laminar, reduz perdas de fertilizante e defensivos que podem ser carregados para mananciais e contribui para a redução de populações de plantas daninhas na lavoura (OLIVEIRA et al. 2001).

Com o SPD, a palhada sofre lenta decomposição e proporciona melhoria na fertilidade e estrutura do solo. A presença de restos culturais pode influenciar o desenvolvimento de outras plantas através de processos físicos, biológicos e químico que atuam simultaneamente e interagem entre si. No processo físico, a palhada serve como uma barreira que dificulta a ou impede a germinação e o desenvolvimento de outras plantas. A matéria orgânica contribui fornecendo substrato para que diversos microrganismos se desenvolvam e atuem na decomposição de restos vegetais, liberando nutrientes que serão aproveitados pelas culturas. Já os processos químicos envolvem a imobilização e ciclagem de nutrientes e as relações alelopáticas (CORREIA et al., 2006).

A alelopátia vem ganhando importância ecológica e agrônômica. Da perspectiva agrícola, as pesquisas para identificar os compostos, suas interações e as espécies vegetais envolvidas no processo são de grande importância, tendo em vista que o conhecimento sobre as relações alelopáticas entre plantas cultivadas e plantas daninhas permite a melhoria dos sistemas de cultivo através de técnicas como a rotação de culturas, o manejo integrado de plantas daninhas, a escolha de cultivares e época de semeadura adequadas (FRANÇA, 2007 apud GOMIDE, 1993).

Entretanto o inverso pode ocorrer, ou seja, efeito alopático das plantas daninhas em plantas cultivadas, fato nem sempre explorado. Em virtude da ocorrência problemas recorrentes de estabelecimento da cultura do milho sobre restos de capim-pé-de-galinha como mostra a Imagem 01, em uma área de produção da fazenda Ouro Branco, na cidade de Paracatu, Minas Gerais, buscou-se com este trabalho avaliar o efeito alelopático do extrato aquoso feito a partir de plantas de capim-pé-de-galinhas sobre a germinação de sementes e sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de milho e de trigo afim de esclarecer tais duvidas para buscar a campo melhores resultados de manejo da planta daninha.

Imagem 01. Área de produção de milho sobre restos vegetais de capim-pé-de-galinha na fazenda Ouro Branco, Paracatu – MG.



Fonte: A autora, 2021.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes da Fazenda Ouro Branco, na cidade de Paracatu – MG, no qual se avaliou o efeito alelopático do extrato aquoso de *E. indica* sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de milho e trigo.

4.1 Obtenção do extrato aquoso de *E. indica*

Realizou-se a coleta de touceiras inteiras de capim-pé-de-galinha nas áreas de lavoura da Fazenda Ouro Branco no dia 15 de março de 2021. O material coletado foi higienizado em água corrente e desidratado para melhor conservação e concentração dos princípios ativos. Foram separadas as folhas e caules, inflorescências e raízes para facilitar o processo de desidratação. Fez-se a desidratação do material de forma natural, na qual as plantas foram colocadas em bandejas plásticas e acondicionadas em uma sala com boa ventilação durante 20 dias. Após a secagem, as plantas foram colocadas em embalagens de papel e armazenadas no laboratório de controle de qualidade.

Para o preparo do extrato, as plantas secas foram trituradas em liquidificador até formarem um pó de textura fina e homogênea. Preparou-se primeiramente o extrato a 10,0% utilizando 100 gramas da planta seca submersas em 900 ml de água destilada por 48 horas de repouso. A partir do extrato a 10,0%, fez-se a diluição nas concentrações de 5,0%, 2,5% e 1,0%.

4.2 Obtenção das sementes de milho e trigo

Foram utilizadas para o experimento sementes de milho híbrido simples MG711 não tratadas da Morgan Sementes obtidas através de doação de sementeira da região. O híbrido a ser utilizado é um material que apresenta ciclo precoce, altamente produtivo e indicado para produção de grãos. Apresenta arquitetura semiereta, com 2,30 m de altura de planta. O colmo apresenta alta resistência ao acamamento e alta sanidade, suas espigas possuem formato cilíndrico com 18 a 22 fileiras de grãos. Os grãos apresentam coloração amarelo-alaranjado e textura semiduro. O material é indicado para cultivo de verão e safrinha.

Também foram utilizadas sementes de trigo BRS 264 da Embrapa, cedidas pela Fazenda Ouro Branco. A BRS 264 é uma cultivar desenvolvida para a região do Cerrado, indicada para cultivo irrigado nos estados de GO, MT, DF e MG. A cultivar apresenta ciclo superprecoce, sendo o espigamento aos 40 dias e a maturação aos 110 dias, além de ser um material produtivo, apresenta boa aceitação pela indústria. Tem como características altura média de planta de 0,8m e produtividade média de 6000 kg/ha. Possui moderada resistência ao acamamento e resistência a debulha. O plantio é indicado no período de 20/04 a 30/05 sob irrigação.

4.3 Procedimento experimental

O efeito do extrato de *E. indica* sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de milho e trigo foi avaliado através do método Rolo de Papel (RP), seguindo os procedimentos descritos na Regras para Análise de Sementes (RAS). A montagem do experimento se deu em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos, sendo T1: água destilada, T2: extrato a 1,0%, T3: extrato a 2,5%, T4: 5,0% e T5: extrato a 10,0%. Os papéis Germitest foram contados, utilizando três folhas de papel para cada repetição, pesados e umedecidos com o extrato de *E. indica* em suas diferentes concentrações, com a quantidade de 2,5 vezes o valor do peso dos papéis secos, segundo as instruções contidas na Regras para Análise de Sementes.

Para as sementes de milho foram utilizadas oito repetições contendo 25 sementes e para as sementes de trigo, que são menores, foram utilizadas quatro repetições contendo 50 sementes, a fim de obter um melhor desenvolvimento das plântulas, totalizando 200 sementes para cada tratamento. As sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel Germitest e foram cobertas com a terceira folha, em seguida as folhas contendo as sementes foram enroladas e suas extremidades presas com elásticos resultando em uma repetição.

Os rolos de papel contendo as sementes de milho foram colocados em caixas plásticas e acondicionadas em sala climatizada com temperatura de 25 °C e luminosidade contínua, já as sementes de trigo, foram acondicionadas em sala climatizada a uma temperatura de 18 °C e luz contínua, conforme as indicações contidas na RAS.

Foram avaliadas a germinação (%), plântulas normais (%) compostas por plântulas fortes, intermediárias e fracas, plântulas anormais (%) compostas por deformadas e infectadas e sementes mortas (%) no 8º dia após a montagem. São

consideradas plântulas normais àquelas que apresentam potencial para prosseguir seu desenvolvimento, dando origem a plantas normais, quando manejadas em condições favoráveis (BRASIL, 2013). De acordo com a RAS, as plântulas normais podem ser classificadas no teste de germinação como: a) plântulas intactas – consideradas como fortes, apresentando todas as suas estruturas essenciais desenvolvidas, completas, proporcionais e saudáveis; b) plântulas com pequenos defeitos – consideradas como intermediárias, são plântulas que exibem poucas deformidades em suas estruturas, o crescimento é satisfatório e equilibrado; e c) plântulas com infecção secundária – consideradas como fracas, são aquelas plântulas que estão deterioradas devido à presença de patógenos, mas que mesmo assim são classificadas como normais por apresentarem infecção secundária que não tem a semente como fonte e que apresente as estruturas essenciais. Os rolos de papel contendo as sementes foram abertos e foi realizada a contagem e classificação das plântulas seguindo as orientações do Regras para Análise de Sementes – RAS.

4.4 Avaliação de comprimento de plântulas

Após a realização das avaliações de germinação, as plântulas classificadas como normais foram medidas com o auxílio de um escalímetro na escala de 1:100. Realizou-se a medição do comprimento de parte aérea (cm) e do comprimento de radícula (cm) das plântulas medindo-se a parte mais longa do sistema radicular.

4.5 Avaliação de massa verde de plântulas

Para avaliação da Massa Verde (g) de plântulas foi realizada a separação da cariopse das plântulas com o auxílio de uma tesoura e feita a pesagem da parte aérea e do sistema radicular das plântulas de cada repetição. As plântulas sem a cariopse foram colocadas em uma caixa Gerbox e a pesagem foi realizada em balança semi analítica.

4.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos nas avaliações foram tabulados e como o experimento foi constituído por variáveis quantitativas, efetuou-se a análise de regressão para cada variável avaliada, considerando 5% de probabilidade. Também foi realizado o teste de

Tukey a 5% para comparação de médias. O software utilizado para as análises foi o Minitab Statistical Software.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

RESULTADOS MILHO

A Germinação (%) das sementes de milho foi negativamente afetada pelo extrato aquoso de *E. indica* em todas as concentrações avaliadas, com exceção da menor concentração o T2 (1,0%), que não diferiu estatisticamente da testemunha, como pode-se observar na Tabela 01.

Tabela 01. Comparação de médias das variáveis avaliadas com sementes e plântulas de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*. UTFPR- Campus Dois Vizinhos, 2021.

CON (%)	GER (%)	PFT (%)	PIN (%)	PFC (%)	PAN (%)	PMO (%)	CPA (cm)	CRA (cm)	MVP (g)
0,0	95,5 A	46,5 A	35,5 A	13,5 C	4,5 C	1,0 A	7,7 A	17,2 A	17,08 A
1,0	94,0 A	32,0 B	41,5 A	20,5 C	5,5 C	0,5 A	7,2 B	16,8 A	16,82 A
2,5	84,0 B	21,0 C	25,0 B	38,0 B	14,5 B	1,5 A	5,7 C	15,1 B	15,21 B
5,0	79,0 B	5,0 D	25,0 B	49,0 A	17,5 B	3,5 A	5,0 D	13,8 B	13,79 C
10,0	71,0 C	4,0 D	33,0 A	34,0 B	26,0 A	3,0 A	4,5 D	10,8 C	10,82 D

*Médias que não compartilham letras iguais na coluna, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CON= Concentração do extrato; GER= Germinação; PFT= Plântulas fortes; PIN= Plântulas intermediárias; PFC= Plântulas fracas; PAN= Plântulas anormais; PMO= Plântulas mortas; CPA= Comprimento de parte aérea; CRA= Comprimento de radícula; MVP= Massa verde de plântulas.

Fonte: A autora, 2021.

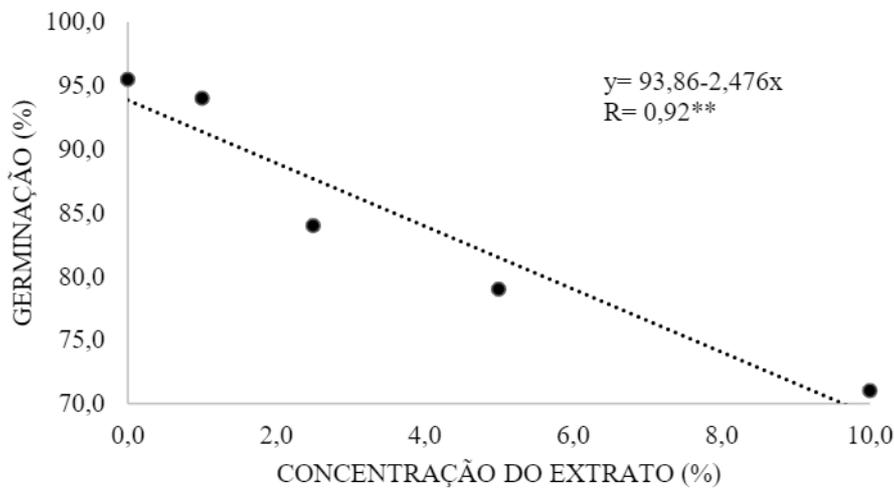
À medida em que se aumentou a concentração do extrato como pode ser observado na Imagem 02, seguindo modelo linear de regressão apresentado na Figura 01, houve a diminuição da Germinação (%). Pode-se observar uma redução de 25,6% na germinação das sementes submetidas ao T5 (10,0%) em comparação a T1 (água).

Imagem 02. Rolos de germinação de sementes de milho submetidos a diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



Fonte: A autora, 2021.

Figura 01. Percentual de Germinação de sementes de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



Fonte: A autora, 2021.

**Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$)

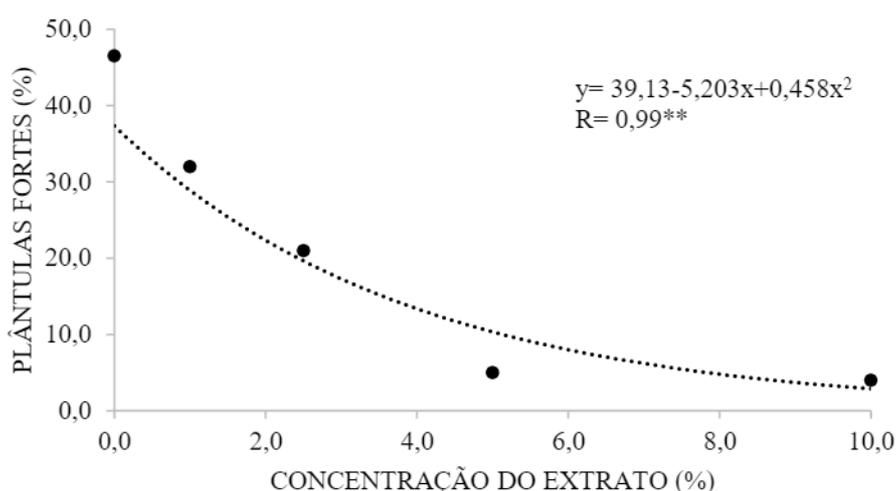
Em trabalho semelhante com gramíneas, Sonogo et al. (2012) verificaram que extratos de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) nas concentrações de 1,0%, 2,5%, 5,0% e 10,0% apresentaram efeito alelopático retardando de forma linear a velocidade de germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

Estudos realizados por Muniz et al. (2007) com extratos feito a partir de bulbos de *Cyperus rotundus* L. na concentração de 10 g L⁻¹ demonstraram que houve interferência

sobre a qualidade fisiológica e a atividade de enzimas envolvidas no processo germinativo de sementes de milho, entre elas houve a redução da atividade da α -amilase, importante para o fornecimento de energia necessária durante o desenvolvimento embrionário.

Na Tabela 01 pode-se observar que os valores percentuais obtidos para variável PFT, os tratamentos T2 (1,0%), T3 (2,5), T4 (5,0%) e T5 (10,0%) apresentaram diferença significativa em relação a testemunha (T1). O percentual de Plântulas Fortes (PFT) também apresentou interação significativa em relação as concentrações testadas, onde houve uma redução da variável a medida em houve aumento da concentração do extrato como mostra o modelo de regressão quadrático na Figura 02. As sementes submetidas ao extrato a 10,0% deram origem a apenas 4,0% de plântulas fortes, uma redução de 91,4% em relação a testemunha que originaram em média 46,5%.

Figura 02. Percentual de Plântulas Fortes de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



Fonte: A autora, 2021.

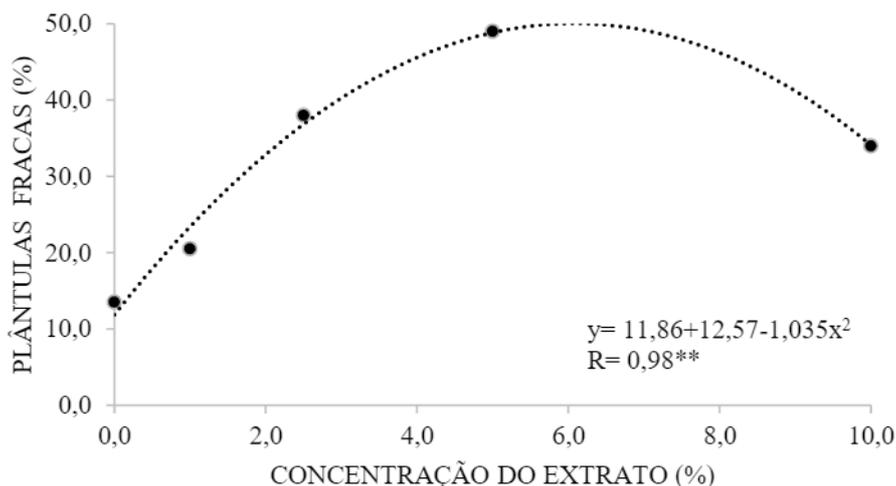
** Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$).

Para a variável Plântulas Intermediárias (PIN) de milho, apenas os tratamentos com extratos a 2,5% e 5,0% apresentaram diferença significativa da testemunha (0%) como mostra a Tabela 01. Não houve também equação de regressão ajustável para a variável em questão nas probabilidades de erro de 1% e 5%.

O percentual de Plântulas Fracas para as plântulas de milho aumentou a medida em que houve aumento da concentração do extrato, sendo as concentrações a partir de 2,5% diferiram da testemunha. A concentração de 5,0% foi a que proporcionou o maior % de

plântulas fracas, comparativamente a testemunha de plântulas de milho como mostra o modelo quadrático de regressão na Figura 03. As sementes submetidas ao T4 (5,0%) resultaram em um percentual de plântulas fracas 3,6 vezes maior em relação a testemunha.

Figura 03. Percentual de Plântulas Fracas de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

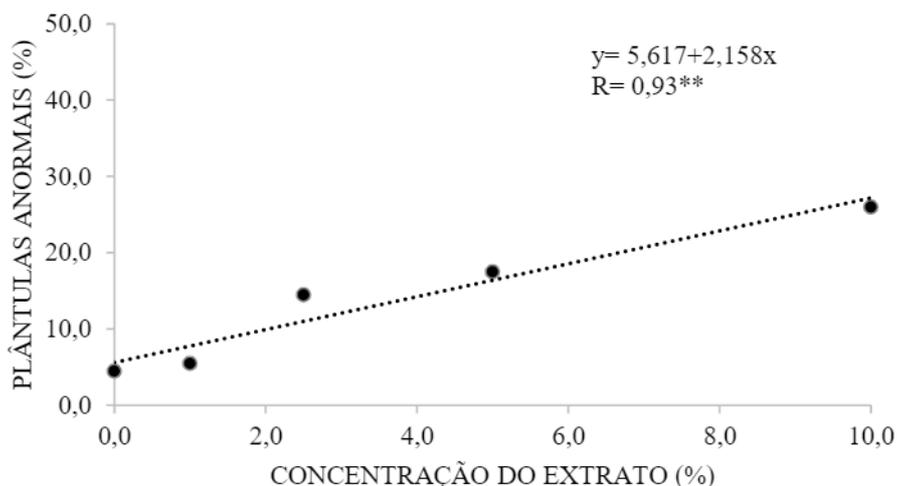


Fonte: A autora, 2021.

** Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Pôde-se observar um aumento significativo no % de Plântulas Anormais nas plântulas submetidas ao extrato em comparação a testemunha para as plântulas de milho, os valores percentuais apresentados na Tabela 01 mostram que todos os tratamentos apresentaram diferença significativa em relação a testemunha. O extrato a 10,0% aumentou em 5,7 vezes o percentual de plantas anormais quando comparado a testemunha. A variável apresentou valores maiores conforme houve aumento na concentração do extrato, seguindo modelo linear de regressão que pode ser observado na Figura 04

Figura 04. Percentual de Plântulas Anormais de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



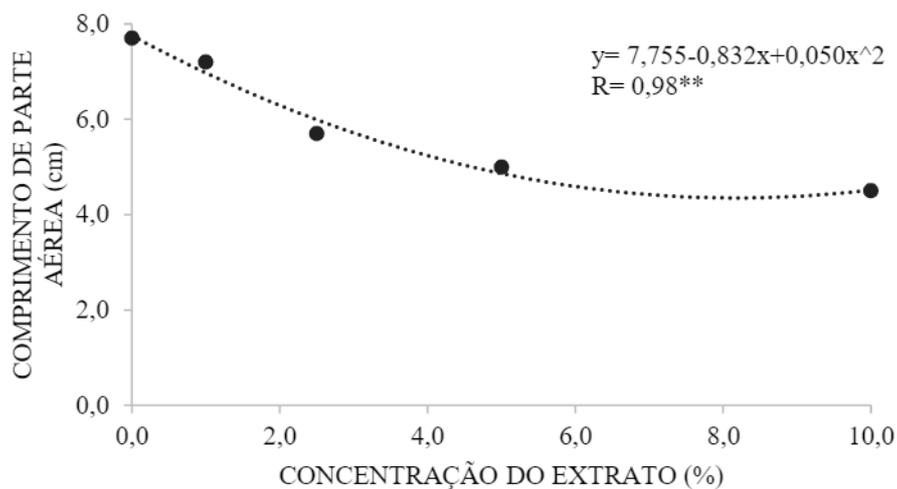
Fonte: A autora, 2021.

**Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$).

Para a variável Plântulas Mortas (PMO) de milho, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados como pode ser observado na Tabela 01. A análise de regressão mostrou que não houve uma interação significativa entre as médias obtidas e os tratamentos avaliados e nem uma equação de regressão ajustável para essa variável na probabilidade de erro de 1% e 5%.

O Comprimento de Parte Aérea (CPA) das plântulas de milho reduziu a medida em que se aumentou a concentração do extrato, seguindo o modelo de regressão quadrático que pode ser observado na Figura 05. A Tabela 01, mostra que todas as concentrações testadas diferiram significativamente da testemunha e é possível observar que as sementes submetidas ao T1 deram origem a plântulas com altura média de 7,7 cm enquanto que para as submetidas ao T5, a altura média foi de apenas 4,5 cm, uma redução de 41,6%.

Figura 05. Comprimento de parte aérea de plântulas de milho em função de diferentes concentrações do extrato de E. indica.

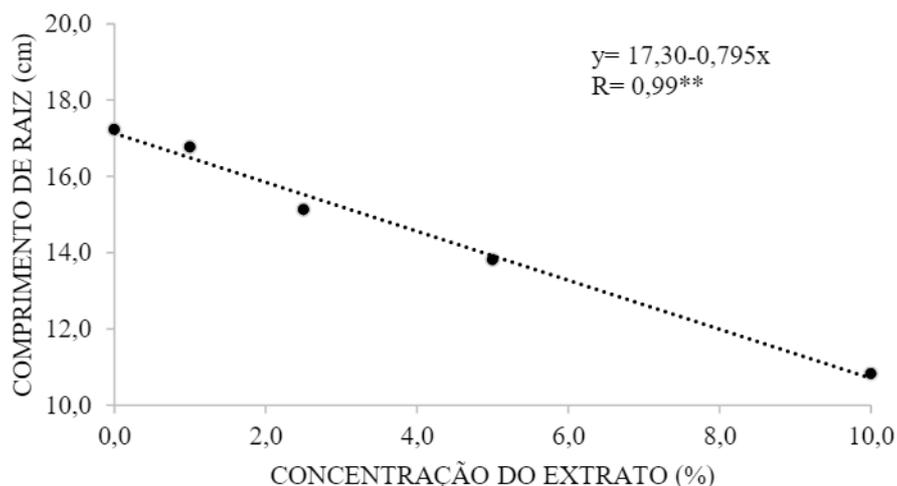


Fonte: A autora, 2021.

** Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Para o Comprimento de Radícula (cm) das plântulas de milho, os extratos a 2,5%, 5,0% e 10,0% apresentaram diferença significativa da testemunha, segundo dados apresentados na Tabela 01. Pôde-se observar que o extrato promoveu uma redução no comprimento médio da radícula a medida em que houve aumento da concentração utilizada de forma linear como mostra o gráfico apresentado na Figura 06. Quando comparados os valores de comprimento de radícula de plântulas obtidas a partir das sementes tratadas com água (T1) com as tratadas com o extrato a 10,0%, pode-se observar uma redução de 24% para a variável analisada.

Figura 06. Comprimento de raiz de plântulas de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

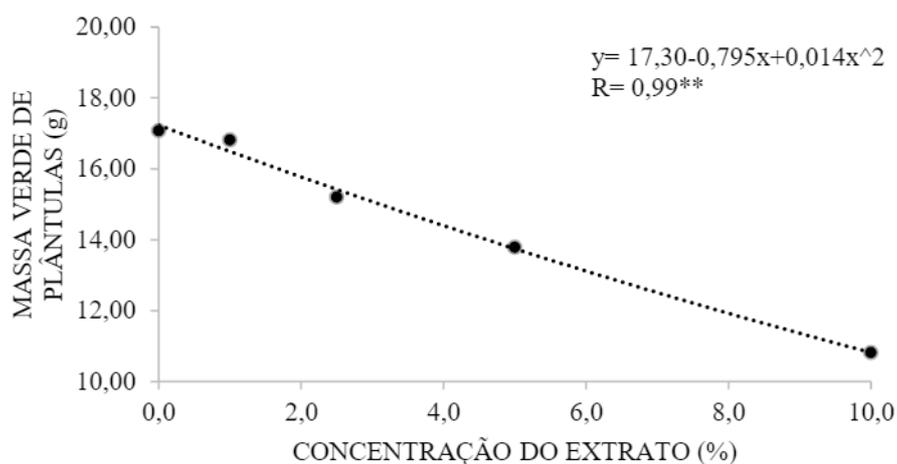


Fonte: A autora, 2021.

**Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$).

Já para o parâmetro Massa Verde de plântulas (MVP), houve diferença significativa a partir da concentração de 2,5% em relação a testemunha como mostra a Tabela 01. A análise de regressão mostrou uma redução linear na massa verde (g) média para as plântulas de milho de acordo com o aumento da concentração do extrato utilizado representada pelo gráfico na Figura 07. O extrato a 10,0% proporcionou uma redução de 36,6% na massa verde das plântulas em comparação a testemunha.

Figura 07. Massa Verde de plântulas de milho em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



Fonte: A autora, 2021.

**Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$)

Em estudo semelhante, Scheren et al. (2014) avaliaram o efeito do extrato aquoso de bulbos, rizomas e parte aérea de plantas de *Cyperus rotundus* L. nas concentrações de 7,5%, 15,0% e 30,0% sobre o desenvolvimento de plântulas de milho e constataram que o extrato a 30,0% inibiu significativamente o crescimento da radícula e da parte aérea das plântulas, no entanto a germinação não foi afetada pelas diferentes concentrações testadas.

RESULTADOS TRIGO

Para as sementes de trigo, quando submetidas ao extrato a 10,0% sofreram efeito negativo na germinação, apresentando percentual médio de 90,5% enquanto a testemunha foi de 98,0%, uma redução de 5,6%, porém as demais concentrações não apresentaram diferença significativa da testemunha como mostram os dados da Tabela 02.

Tabela 02. Comparação de médias das variáveis avaliadas com sementes e plântulas de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

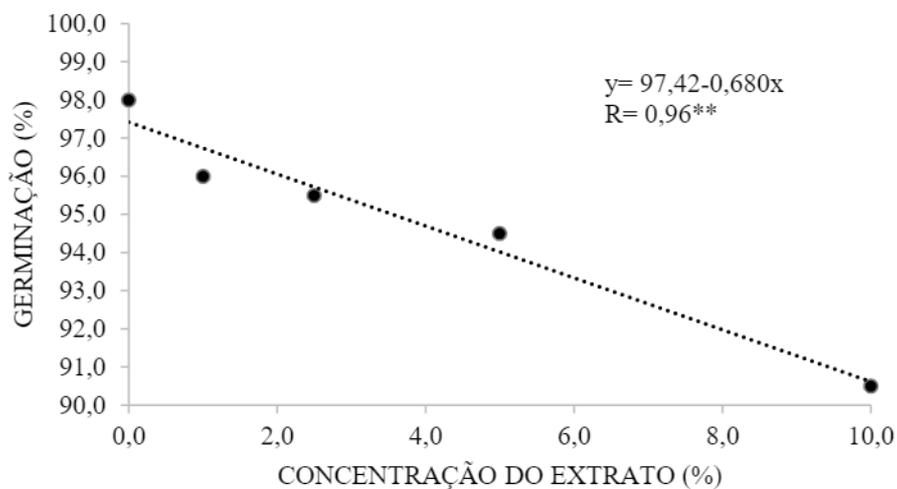
CON (%)	GER (%)	PFT (%)	PIN (%)	PFC (%)	PAN (%)	PMO (%)	CPA (cm)	CRA (cm)	MVP (g)
0,0	98,0 A	72,0 A	24,0 B	2,0 C	2,0 B	0,0 B	8,3 A	8,2 A	5,7 A
1,0	96,0 A	46,5 B	44,5 A	5,0 C	3,0 B	1,0 AB	7,3 B	7,5 B	5,5 A
2,5	95,5 A	29,0 C	58,5 A	8,0 BC	3,0 B	1,5 AB	6,7 BC	6,5 C	4,9 AB
5,0	94,5 A	18,0 CD	59,0 A	17,5 A	4,0 AB	1,5 AB	6,3 CD	6,2 C	4,1 BC
10,0	90,5 B	14,0 D	60,0 A	16,5 AB	6,5 A	3,0 A	6,0 D	6,1 C	3,7 C

* Médias que não compartilham letras iguais na coluna, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CON= Concentração do extrato; GER= Germinação; PFT= Plântulas fortes; PIN= Plântulas intermediárias; PFC= Plântulas fracas; PAN= Plântulas anormais; PMO= Plântulas mortas; CPA= Comprimento de parte aérea; CRA= Comprimento de radícula; MVP= Massa verde de plântulas.

Fonte: A autora, 2021.

As análises mostraram que houve uma relação significativa entre as concentrações avaliadas e os valores percentuais de germinação obtidos para as sementes de trigo, onde quanto maior a concentração, menores foram os valores observados como indica o modelo linear de regressão representado na Figura 08, porém, como pode ser observado na Imagem 03, essa redução não foi tão perceptível quanto para as sementes de milho.

Figura 08. Percentual de Germinação de sementes de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



Fonte: A autora, 2021.

**Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$).

Imagem 03. Rolos de germinação de sementes de milho submetidos a diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



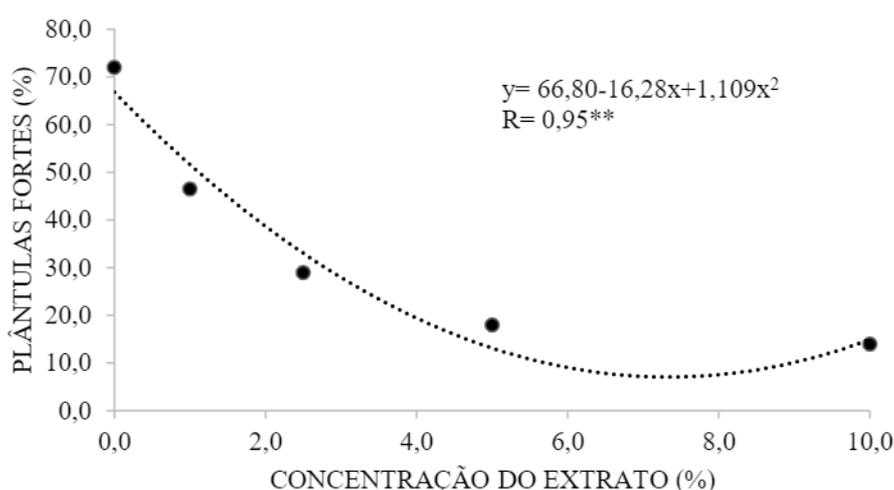
Fonte: A autora, 2021.

Em trabalho realizado por Faria Junior e Bido (2019), o efeito alelopático de extratos de *Brachiaria ruziziensis* sobre a germinação e desenvolvimento de trigo e aveia,

contatou-se que os extratos influenciaram negativamente a germinação o desenvolvimento das plântulas de trigo e aveia.

De acordo com dados apresentados na Tabela 02 para a variável PFT de trigo, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha. Pode-se observar na Figura 09, que há uma redução nos valores percentuais para PFT a medida em que há o aumento da concentração do extrato, sendo o T5 responsável por uma redução de 80,5% no percentual de plântulas fortes em relação a testemunha.

Figura 09. Percentual de Plântulas Fortes de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



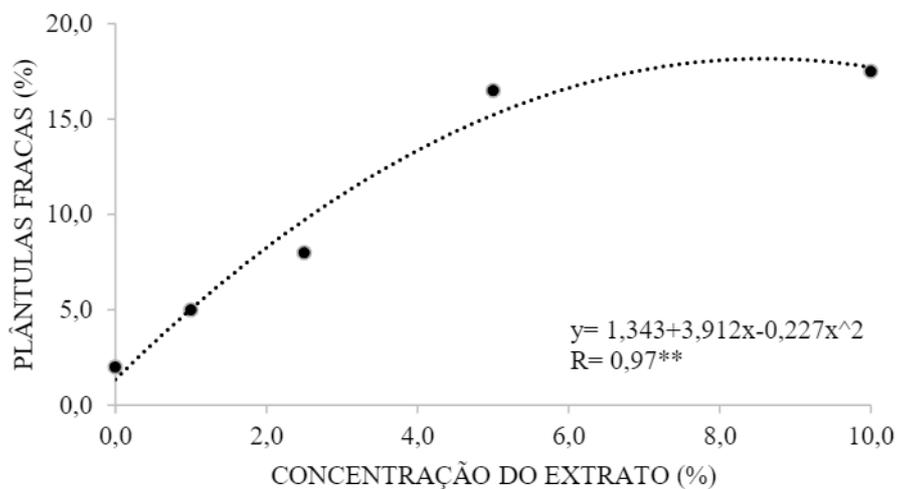
Fonte: A autora, 2021.

**Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Para a variável PIN de trigo, os dados da Tabela 02, mostram que todos os tratamentos diferiram da testemunha. Não houve equação de regressão ajustável para a variável nas probabilidades de erro de 1% e 5%.

Na Tabela 02, pode-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos com extratos a 5 e 10% em comparação a testemunha para a variável plântulas fracas (PFC) de trigo. Segundos os resultados observados na análise de regressão, houve significância entre a variável e os tratamentos utilizados. O percentual de PFC aumentou conforme houve aumento da concentração do extrato seguindo modelo apresentado na Figura 10. Pode-se observar que as sementes de trigo submetidas ao extrato de 5,0% apresentaram percentual de plântulas 8,7 vezes maior em comparação a testemunha.

Figura 10. Percentual de Plântulas Fracas de trigo em função das diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

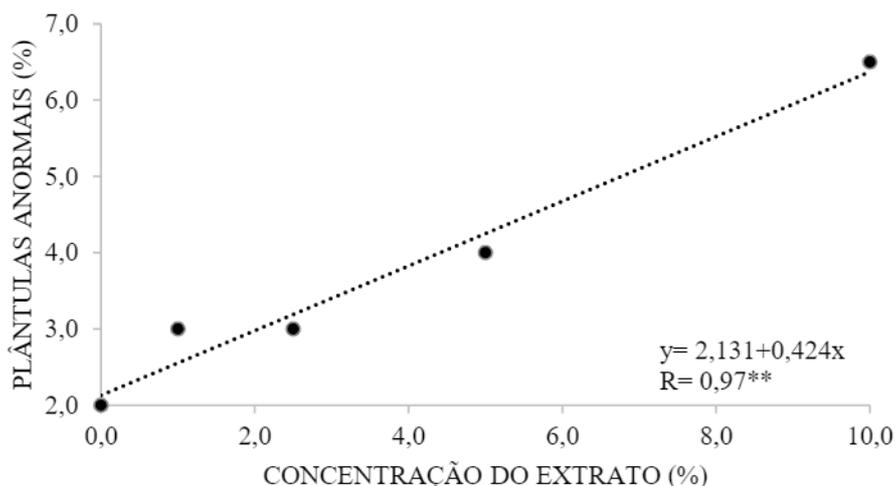


Fonte: A autora, 2021.

**Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

De acordo com as médias para a variável PAN de trigo apresentadas na Tabela 02, todas as concentrações, não diferiram da testemunha. Observou-se um aumento linear significativo no percentual de plântulas anormais (PAN) a medida em que houve aumento na concentração do extrato como mostra o modelo de regressão da Figura 11. As sementes tratadas com o extrato a 10,0% (T5) deram origem a um número de plântulas anormais 3,25 vezes superior ao obtido com a testemunha (T1).

Figura 11. Porcentagem de Plântulas Anormais de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

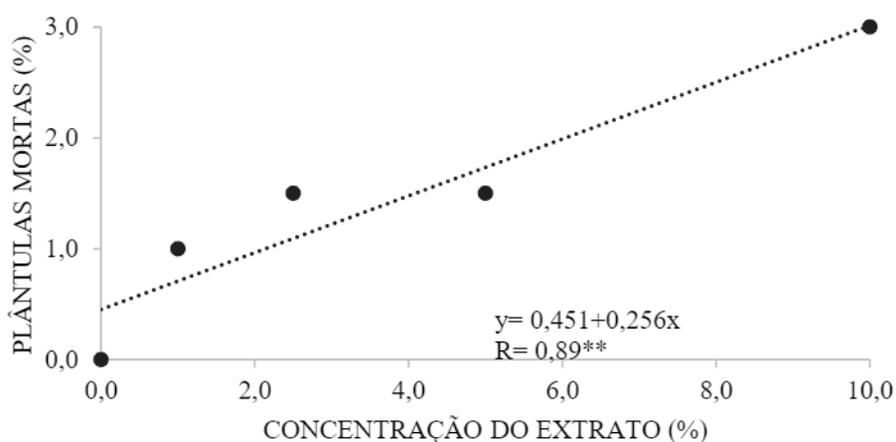


Fonte: A autora, 2021.

**Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$).

O trigo apresentou aumento no percentual de plântulas mortas (PMO) a medida em que se aumentou a concentração do extrato seguindo modelo de regressão linear apresentado na Figura 12. Como pode ser observado na Tabela 02, somente a concentração de 10,0% (T5) diferiu significativamente da testemunha (T1). O uso da concentração a 10,0% deu origem a um número de plântulas mortas 3 vezes superior em relação a testemunha.

Figura 12. Percentual de Plântulas Mortas de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

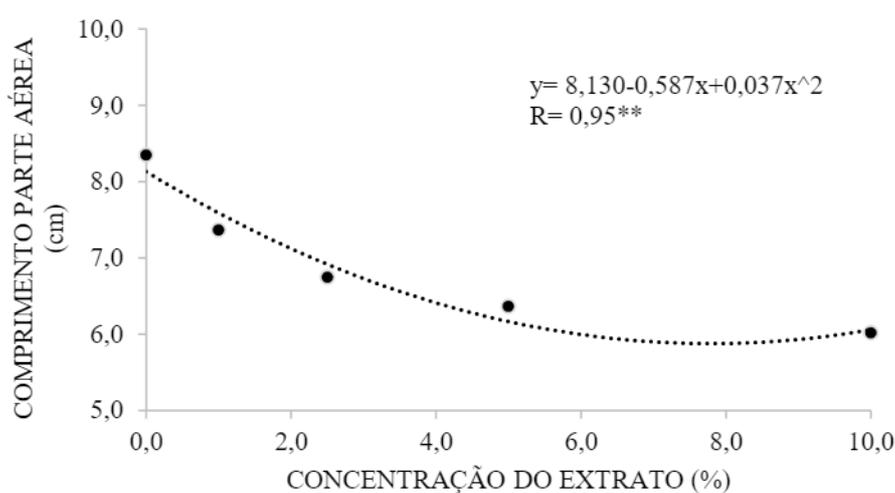


Fonte: A autora, 2021.

**Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

O extrato promoveu uma redução no comprimento de parte aérea (CPA) das plântulas de trigo em todas as concentrações testadas. A Figura 13 traz o modelo de regressão que representa o aumento da concentração do extrato, que foi inversamente proporcional. Na Tabela 02, pode-se observar que os valores obtidos em todas as concentrações utilizadas apresentaram diferença significativa em relação a testemunha. O uso do extrato a 10,0% provocou uma redução de 27,8% no CPA das plântulas quando comparado a testemunha.

Figura 13. Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

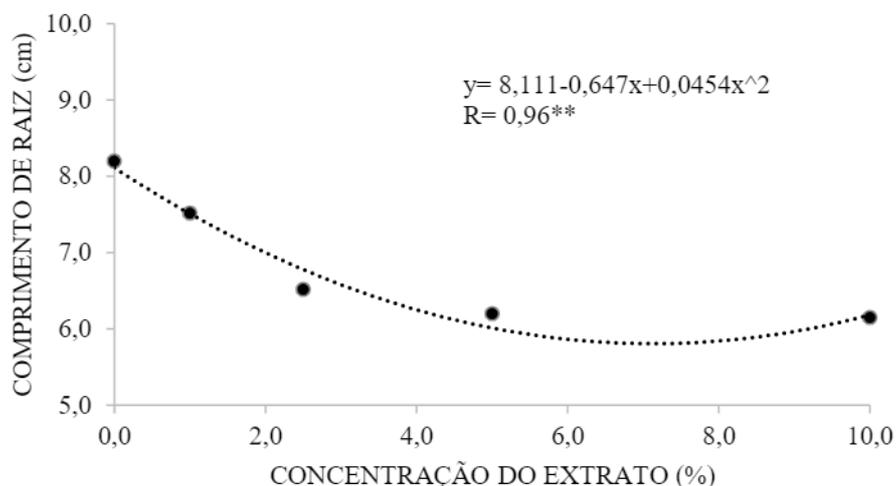


Fonte: A autora, 2021.

**Significante ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Para o comprimento de radícula (CRA) das plântulas de trigo, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 apresentaram diferença significativa da testemunha, como mostra a Tabela 02. Pôde-se observar na Figura 14 que o extrato promoveu uma redução no comprimento médio das raízes das plântulas a medida em que houve aumento da concentração utilizada como mostra o modelo linear de regressão apresentado. Pode-se observar uma redução de 25% no CRA de plântulas submetidas ao extrato a 10,0% (T5) em comparação a testemunha.

Figura 14. Comprimento de raiz de plântulas de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.

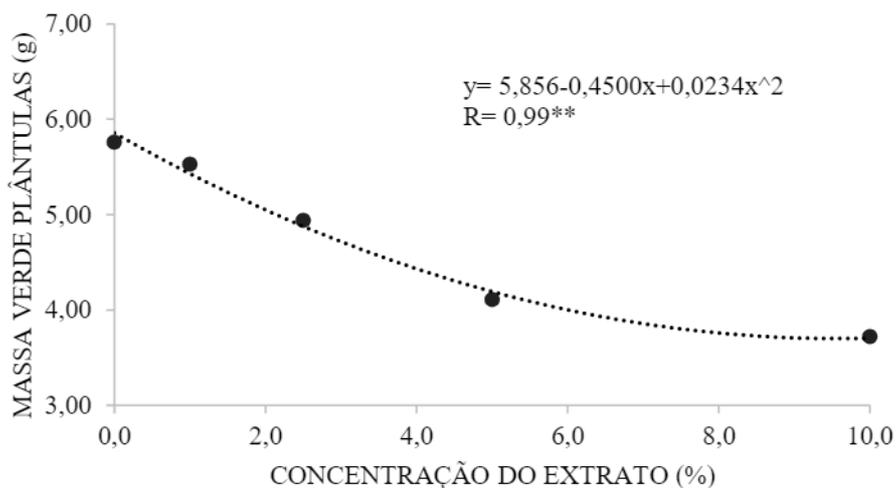


Fonte: A autora, 2021.

**Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Já para a massa verde das plântulas de trigo (MVP), a Tabela 02 mostra que os tratamentos T4 e T5 diferiram significativamente da testemunha. A análise de regressão apresentada na Figura 15 mostra uma redução na massa verde média conforme aumentou-se a concentração do extrato. A redução provocada pelo uso do extrato a 10,0% foi de 35% em relação aos valores obtidos com a testemunha.

Figura 15. Massa Verde de plântulas de trigo em função de diferentes concentrações do extrato de *E. indica*.



Fonte: A autora, 2021.

**Significativo ao nível de probabilidade ($p \leq 0,01$).

Ao avaliarem o efeito de extratos feitos a partir de *Pinus*, mucuna e milho sobre a germinação e crescimento inicial de milho, soja e feijão, Faria, Gomes Junior e Sá (2009) constataram que para a soja, os extratos de mucuna e milho diminuíram o comprimento do hipocótilo e da radícula e os de *Pinus* aumentaram esses comprimentos. Em feijão, o extrato de *Pinus* diminuiu o comprimento do hipocótilo e da radícula, mas os extratos de mucuna e milho aumentaram-no. O extrato do milho reduziu a percentagem e a velocidade de germinação em feijão.

Com base neste estudo e muitos outros trabalhos da literatura, nota-se que a germinação é menos sensível ao efeito dos aleloquímicos do que o crescimento inicial das plântulas, no passo que a sua quantificação experimental é muito mais simples, já que a semente germina ou não. Assim, os aleloquímicos podem ocasionar um aumento no aparecimento de plântulas anormais, principalmente devido a necroses radiculares, o que torna as avaliações de desenvolvimento e normalidade de plântulas instrumentos importantes nos trabalhos envolvendo a alelopatia (FERREIRA; AQUILA, 2000).

As substâncias alelopáticas podem atuar mais fortemente sobre a velocidade de germinação do que sobre a germinação propriamente dita e provocar alterações no padrão de germinação através da alteração de rotas metabólicas e modificações de processos fisiológicos importantes para o desenvolvimento embrionário. Essas alterações podem resultar de efeitos sobre a permeabilidade de membranas, a transcrição de tradução do material genético, a respiração, a conformação de enzimas e receptores ou ainda pela combinação destas condições (FERREIRA; AQUILA, 2000).

O modo de ação dos aleloquímicos pode ser classificado como indireto, quando provoca alterações nas propriedades do solo, sobre sua fertilidade e sobre a atividade dos microrganismos presentes nele, e direto quando as substâncias aleloquímicas se ligam as membranas ou penetram nas células das plantas, alterando de forma direta seu metabolismo (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Os aleloquímicos podem agir sobre o crescimento vegetal interferindo sobre a divisão e alongamento celular, alterando a concentração e balanço hormonal, agindo sobre as membranas e sua permeabilidade, prejudicando a absorção de nutrientes, interferindo nos processos de abertura e fechamento dos estômatos, interferindo sobre síntese de pigmentos e fotossíntese, sobre a síntese proteica, sobre a respiração, a atividade enzimática, sobre as relações hídricas, alterando o metabolismo lipídico e induzindo alterações no DNA e RNA das plantas, sendo que muitos desses processos

ocorrem por estresse oxidativo (ALMEIDA et al.,2008; FERREIRA; AQUILA, 2000; REZENDE et al., 2003).

A campo, o efeito negativo dos aleloquímicos sobre a germinação e o desenvolvimento da cultura resulta em desuniformidade no estande de plantas (ALMEIDA et al.,2008). Para culturas altamente sensíveis a competição intraespecífica e interespecífica, como o milho, um estande desuniforme dificulta o aproveitamento eficiente dos recursos ambientais e faz com que ocorra uma relação de dominância das plantas mais desenvolvidas sobre as menos desenvolvidas, prejudicando sua produtividade (MEROTO et al., 2001).

Para a cultura do trigo, o efeito alelopático promovido pela planta daninha também pode resultar em germinação desuniforme, provocando falhas no estande de plantas favorecendo o desenvolvimento de plantas daninhas, prejudicando a produtividade da cultura. As perdas estimadas pela competição com plantas daninhas podem chegar em média a 13%, além disso, aumentam o custo de produção, dificultam o processo de colheita, depreciam a qualidade do produto e podem servir como hospedeiros alternativos para pragas e doenças (MEROTO et al., 2001).

6 CONCLUSÕES

O extrato de *Eleusine indica* (Capim pé de galinha) apresentou efeito alelopático sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de milho e de trigo.

O extrato de *E. indica* promoveu redução sobre a porcentagem de plântulas fortes das culturas testadas.

O extrato de *E. indica* promoveu aumento sobre a porcentagem de plântulas intermediárias de trigo, porém não influenciou para milho.

O extrato de *E. indica* promoveu aumento sobre a porcentagem de plântulas fracas de milho e trigo.

O extrato de *E. indica* promoveu aumento sobre a porcentagem de plântulas anormais de milho e trigo.

O extrato de *E. indica* não apresentou influência sobre a porcentagem de sementes mortas de milho, entretanto aumentou a porcentagem de sementes mortas de trigo.

O extrato de *E. indica* promoveu redução sobre o comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de milho e trigo.

O extrato de *E. indica* promoveu redução da massa verde (g) de plântulas milho e trigo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação dos aleloquímicos está envolvida na inibição e modificação do crescimento ou desenvolvimento das plantas e essas substâncias podem ser seletivas em suas ações e as plantas podem ser seletivas em suas respostas e a complexidade dessas relações dificulta a identificação do modo de ação destes compostos.

Em condições de laboratório, extrato de *E. indica* apresentou efeito alelopático negativo sobre as culturas do milho e do trigo, no entanto, novos trabalhos em condição de campo são fundamentais para a comprovação da atividade alelopática observada, uma vez que, ao serem expostos ao ambiente, os aleloquímicos podem sofrer modificações e se transformarem em compostos quimicamente diferentes e sua ação sobre as culturas pode diferir dos resultados obtidos no presente trabalho. Também são necessárias outras pesquisas envolvendo avaliações sobre a composição química do extrato, buscando identificar as principais substâncias presentes e sua ação sobre a fisiologia das culturas em questão.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. **Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.

ALMEIDA, G. D. et al. **Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos**. R. Fac. Nac. Agron., v. 61, n. 1, p. 4237-4247, 2008.

ANDRADE JUNIOR, E.; CAVENAGHI, A.L.; GUIMARÃES, S.C.; SCOZ, L.B. **Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em Mato Grosso: resistência a herbicidas inibidores da ACCase e indicação de sítios de ação alternativos**. Circular Técnica n. 38. Insituto Mato-grossense do Algodão, MT. 2018. Disponível em:< https://imamt.org.br/wp-content/uploads/2018/09/circular_tecnica_edicao38_bx.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

BARROS, J. F. C; CALADO, J. G. A. **Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2019/2020**. 1. ed. Brasília: Conab, 2020. 86 p. Disponível em: Acesso em: 18 abr. 2021.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. **Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas**. Planta Daninha, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 245-253, abr./jun. 2006.

FARIA, T. M.; GOMES JÚNIOR, F. G.; SÁ, M. E. **Efeitos alelopáticos de extratos vegetais na germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho, soja e feijão**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 1625-1633, 2009.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. **Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.12, (Edição Especial), p.175-204, 2000.

FRANÇA, André Cabral. **Potencial alelopático de híbridos de milho no desenvolvimento inicial de cafeeiros (*Coffea arabica* L.)**. 2007. 69 p. Dissertação (Mestrado) – UFLA, Lavras, MG. Disponível em:< http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3960/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Potencial%20alel%C3%B3patico%20de%20h%C3%ADbridos%20de%20milho%20no%20desenvolvimento%20inicial%20de%20cafeeiros%20%28Coffea%20arabica%20L.%29.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

GOMIDE, M. B. **Potencialidades alelopáticas dos restos culturais de dois cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), no controle de algumas plantas daninhas.** 1993. 96 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GUSMAN, G. S.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. **Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 30, n. 2, p. 119- 125, 2008.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: BASF, 1991. t. 1. 608 p. Biblioteca(s): Embrapa Algodão; Embrapa Amazônia Oriental; Embrapa Arroz e Feijão; Embrapa Meio Ambiente; Embrapa Soja; Embrapa Trigo.

MACIEL, JC, et al. **Interferência de plantas daninhas no crescimento da cultura do trigo.** Revista de Agricultura Neotropical. 2017.

MEROTTO JR, A.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. **Variação da competição interespecífica em milho em função do controle de plantas daninhas em faixas.** Planta Daninha, v. 19, n. 2, p. 287-294, 2001.

MUNIZ, F. R.; CARDOSO, M. G.; VON PINHO, E. V. R.; VILELA, M. **Qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca.** Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 29, n. 2, p. 195-204, 2007.

OLIVEIRA, M. F.; COLONNA, I.; PRATES, H. T.; MANTOVANI, E. C.; GOMIDE, R. L.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S. **Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n.1, p. 37-41, jan. 2001.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo** Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 145-185. Disponível em:

REZENDE, C de P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. **Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens plantas forrageiras.** Lavras: UFLA, 2003. 18 p. (Boletim Agropecuário).

SONEGO, E. T.; CUZZI, G.; VILLANI, A.; FREDDO, A. R.; SANTOS, I. D. **Extratos alelopáticos de capim Tanzânia no desenvolvimento inicial de plântulas de milho.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 61-72, 2012.

SCHEREN, M.A.; RIBEIRO, V.M. & NOBREGA, L.H.P. (2014) – **Efeito alelopático de *Cyperus rotundus* L. no desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.).** Varia Revista Scientia Agrária, vol. 4, n. 1, p. 105-116.

TOKURA, L.K.; NÓBREGA, L.H.P. **Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho.** Acta Scientiarum Agronomy, v.27, n.2, p.287-292, 2005.

ULGUIM, A.R.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; MAGRO, T.D.; WESTENDORFF, N.R.; HOLZ, M.T. **Manejo de capim-pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.48, n.1, p.17-24, 2013.