

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA

Daniela Sponchiado

**ESTUDO ALELOPÁTICO E FITOQUÍMICO DE *Eragrostis lugens*  
Nees. (POACEAE)**

Santa Maria, RS, Brasil  
2019

**Daniela Sponchiado**

**ESTUDO ALELOPÁTICO E FITOQUÍMICO DE *Eragrostis lugens* Nees.  
(POACEAE)**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agrobiologia**

Orientadora: Profa Juçara Terezinha Paranhos

Santa Maria, RS, Brasil  
2019

Sponchiado, Daniela  
ESTUDO ALELOPÁTICO E FITOQUÍMICO DE *Eragrostis lugens* Nees. (POACEAE) / Daniela Sponchiado.- 2019.  
82 p.; 30 cm

Orientadora: Juçara Terezinha Paranhos  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, RS, 2019

1. Alelopatia 2. Fitoquímica 3. Plantas daninhas 4. Metabólitos secundários 5. Cultura do arroz I. Paranhos, Juçara Terezinha II. Título.


**Daniela Sponchiado**

**ESTUDO ALELOPÁTICO E FITOQUÍMICO DE *Eragrostis lugens* Nees.  
(POACEAE)**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agrobiologia**

**Aprovado em 22 de março de 2019:**

  
\_\_\_\_\_  
**Juçara Terezinha Paranhos, Dra. (UFSM)**  
Presidente/Orientadora

  
\_\_\_\_\_  
**Hilda Hildebrand Soriani, Dra. (UFSM)**

  
\_\_\_\_\_  
**Kelly Cristine da Silva Rodrigues-Corrêa, Dra. (UFRGS) –  
Videoconferência**

Santa Maria, 22 de março de 2019

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais, responsáveis por tudo o que eu sou hoje,  
fontes de inspiração, força de vontade, sabedoria e paciência.

E a todos os meus colegas cientistas, graduandos ou pós-graduandos, que ainda  
acreditam na ciência e na possibilidade de um Brasil/mundo melhor, apesar de  
todas as adversidades.

## AGRADECIMENTOS

O processo de escrita é complexo, composto por períodos de profunda inspiração, em que as páginas em branco se preenchem rapidinho e por períodos de total bloqueio, em que nenhuma vírgula é escrita. Dias em que se acorda inspirado, dias em que o que mais se quer é que o computador exploda em mil pedaços e desapareça. Apesar de tudo isso, lá no fundo da mente/ coração existem pequenos motivos que inconscientemente fazem continuar, responsáveis pelo resultado final por um sentimento bom, a GRATIDÃO.

Esse trabalho não seria possível sem algumas pecinhas fundamentais, e eu gostaria de agradecer:

Pai e mãe, nada disso estaria se realizando agora sem vocês. Obrigada pelo apoio, desde quando eu estava estudando para a seleção do Mestrado até agora. Em todo o trajeto até aqui, vocês foram meu porto seguro, mesmo de longe, fontes de inspiração, das palavras de incentivo, dos pedidos de paciência, e dos ouvidos atentos às minhas reclamações. Obrigada por serem abrigo e amor nesses dois anos. Eu amo vocês.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Juçara, por todos ensinamentos transmitidos nesses dois anos, pelas ideias, pelas correções detalhadíssimas em cada vírgula dos meus trabalhos, pela paciência diante da minha teimosia (que eu sei que foram muitas vezes). Muito obrigada!

À minha colega de laboratório, e agora amiga de vida, Jéssica Cassol: nenhum experimento teria sido realizado com êxito sem a tua ajuda. Por muitas vezes fomos sozinhas, uma dependendo da outra. Ninguém disse que foi fácil, mas a tua presença, tuas histórias, risadas, nossas conversas sem fim, com certeza amenizaram, e muito todo o cansaço dos experimentos. Obrigada por estar sempre comigo, por sempre estar disponível, pelos áudios sem fim no WhatsApp, pelas palavras de apoio, por me fazer rir quando eu queria jogar tudo pro alto. Eu já te disse, e te direi sempre: fostes uma das maiores alegrias que o mestrado trouxe, e sempre será minha lembrança feliz destes dois anos. Obrigada!

Aos demais colegas do Laboratório de Cultura de Tecidos: Douglas de Lima Righi, Lucas Menezes Jorge, Eduarda Mena Barreto e Elisiane Vendrusculo pela mão de obra sempre que possível. Vocês são parte disso.

Aos professores Sylvio Henrique Bidel Dornelles pelo auxílio nas coletas e identificação do material, Melânia Palermo Manfron por ceder o laboratório e os

equipamentos para a realização da análise fitoquímica e Hilda Hildebrand Soriani, pela disponibilidade em me auxiliar com as avaliações da área foliar, muito obrigada! À Rafaela Dornelles e a Maiara Maziero do Laboratório de Farmacognosia por toda a paciência comigo, por me ensinarem as análises em espectrofotômetro e por toda a dedicação ao meu trabalho. Ao GIPHE e todos os bolsistas pelo auxílio com as avaliações e com o cuidado das plantas enquanto estavam na estufa. Eu serei sempre grata!

Àqueles envolvidos indiretamente com o trabalho:

Thaís Cibele André, eu não sei se algum dia existirão palavras pra te agradecer, como tu sempre diz: Pra amigo não se agradece, a gente faz por amor. Obrigada por ser meu ombro amigo e por me deixar ser o teu, pelos desabafos, pelas tardes de chá e comilança sempre que possível, por cuidar dos meus bichinhos (que são teus também), as jantas (ah que saudade). Tu foste conforto, apoio (até pra aguar as plantas e lavar placa de Petri) e amor nesses dois anos turbulentos. Obrigada por fazer com que eu termine o mestrado com uma sanidade mental aceitável. Estar perto de ti nesse tempo tornou tudo possível, tudo tolerável. Obrigada! Eu te amo, sua chata.

Ao Victor e os meus bichinhos (minha família), pelo apoio constante. É difícil expressar o que eu sinto quando penso em vocês, gratidão, amor, paz. Vocês foram meu porto seguro, meus risos no meio do desespero. A força pra continuar sempre, aquele empurrãozinho quando dava vontade de desistir, a xícara de chá depois de horas no computador, o abraço apertado no fim do dia e aquele: “Eu tô aqui, e vou te ajudar”. Eu não teria chego até aqui sem vocês. Eu amo vocês!

À minha segunda família Jussara, Mauro, Beatrice e Alan por toda a atenção e carinho comigo, por me acolherem como parte da família. Muito obrigada!

À Manoela e a Gil, pela amizade, pela compreensão sempre, por estarem sempre presentes quando eu precisei, pelos conselhos, pelas risadas, pelas bebidas. Por serem sempre meu refúgio quando eu precisei sorrir. Minhas amigas pós-graduandas, sempre ferradas, mas felizes. Amo vocês duas!

À minha segunda mãezinha Kelly, por ser a minha torcedora e apoiadora nº 1. Sempre que eu pensei que não era capaz, tu estavas ali pra dizer o contrário. Saiba que se hoje eu estou aqui, a culpa é tua (não sei se isso é bom ou ruim). Te amo, e tu sabes.

Aos demais amigos e familiares, minhas duas afilhadas, obrigada por tudo. Todos vocês são responsáveis, direta ou indiretamente pela minha conquista.

**MUITO OBRIGADA!**

*“Estradas sempre em frente vão, sob nuvens e estrelas  
a passar, mas os pés que percorrem os caminhos, um  
dia para casa vão voltar.”*

J. R. R. Tolkien – O Hobbit.



## RESUMO

### ESTUDO ALELOPÁTICO E FITOQUÍMICO DE *Eragrostis lugens* Nees. (POACEAE)

AUTORA: Daniela Sponchiado

ORIENTADORA: Juçara Terezinha Paranhos

A interação entre organismos mediada pela liberação de compostos químicos no ambiente é denominada alelopatia. Este conceito descreve a influência de um organismo sobre o outro, podendo este ser prejudicial ou benéfico, e sugere que este efeito é devido à liberação de aleloquímicos. Muitas culturas comerciais sofrem a interferência de diversos fatores durante o ciclo biológico, com impacto negativo na produtividade, sendo o principal deles a presença de plantas daninhas, conhecidas por seu potencial alelopático. No Rio Grande do Sul, nos últimos anos, espécies invasoras gramíneas ou poáceas têm sido encontradas nos quadros onde se cultiva o arroz irrigado, causando prejuízos no crescimento, desenvolvimento e produtividade dessa cultura. Entre elas, destacam-se as espécies do gênero *Eragrostis*, nas quais se inclui *Eragrostis lugens*. Extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* provenientes de duas coletas (primavera e verão) foram preparados nas concentrações 4,0, 8,0 e 16 % (p/v) com o objetivo de avaliar o potencial alelopático, a germinação e crescimento de *Oryza sativa* (arroz). Para os bioensaios de germinação e crescimento de *Lactuca sativa* (alface), foram utilizados apenas os extratos do verão nas mesmas concentrações. Foram realizados bioensaios de germinação e crescimento, montados em placas de Petri com duas camadas de papel germitest e a cada 24 h após a inoculação dos diásporos, foi verificado o número de sementes germinadas e então obtidas a percentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Nas mesmas condições de germinação do estudo anterior, para avaliação do crescimento inicial, os diásporos de arroz e alface foram colocados previamente em água destilada para a germinação das sementes e quando a radícula estava com 1,0 mm, foram transferidos para as placas contendo os extratos. As culturas foram mantidas em câmara de crescimento com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  por sete dias. Após decorridos estes, o comprimento (cm) da radícula e da parte aérea foi mensurado, para as plântulas de arroz e de alface. Para avaliar efeitos residuais dos tratamentos no arroz, após a primeira avaliação, as plântulas foram transferidas para bandejas plásticas contendo mistura de substrato comercial/vermiculita, e mantidas por 15 dias em câmara de crescimento, para aclimatação, sendo regadas diariamente com 100 mL de água. Ao final destes, dados de comprimento da parte aérea (cm) e número de folhas foram coletados e as bandejas foram transferidas para casa de vegetação, onde receberam lâmina d'água de 2,0 cm por um período de 15 dias. Ao final deste período, foram avaliados os parâmetros de comprimento da parte aérea (cm), número de folhas, número de perfilhos, comprimento radicular (cm), área foliar e massa seca de partes aéreas e radiculares (g). O conteúdo de polifenóis totais e flavonoides dos extratos foi obtido por espectrofotometria. Para polifenóis, as absorvâncias foram lidas no comprimento de onda de 730 nm, utilizando uma curva padrão desenvolvida para ácido gálico e o resultado expresso em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de amostra. Para flavonoides totais as absorvâncias foram lidas em 420 nm, e os teores destes foram calculados utilizando a curva de quercetina. Os resultados foram expressos em miligrama de quercetina por grama de extrato. Os extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* provenientes das duas coletas apresentaram potencial alelopático, tendo efeito negativo na germinação das sementes e nos parâmetros de crescimento vegetativo do arroz. No que diz respeito à alface, os extratos do verão mostraram efeitos negativos, tanto na germinação quanto no crescimento, principalmente radicular, causando necrose e deformidades nas raízes. As partes aéreas de *E. lugens* apresentam metabólitos com este potencial alelopático em seus tecidos, possivelmente responsáveis pelos efeitos negativos nas variáveis estudadas, com maior ênfase para as coletas efetuadas na primavera.

**Palavras-chave:** planta daninha; sazonalidade; metabólitos secundários; aleloquímicos, arroz, alface.

## ABSTRACT

### ALLELOPATHIC AND PHYTOCHEMICAL STUDY OF *Eragrostis lugens* Nees. (POACEAE)

AUTHOR: Daniela Sponchiado

ADVISOR: Juçara Terezinha Paranhos

Interactions between organisms mediated by the release of chemical compounds into the environment is named allelopathy. This concept describes the influence of one organism on the other, which may be harmful or beneficial, and suggests that this effect is due to the release of allelochemicals. Many commercial crops suffer interference from several factors during the biological cycle, with negative impacts on productivity, the main one being the presence of weeds, known for their allelopathic potential. In the state of Rio Grande do Sul, in recent years, invasive grass species have been found in the areas where irrigated rice is cultivated, causing losses in the growth, development and productivity of this crop. Among them, are the species of genus *Eragrostis*, which includes *Eragrostis lugens*. Aqueous and hydroethanolic extracts of aerial parts of *E. lugens* from two collections (spring and summer) were prepared at the concentrations 4,0, 8,0 e 16 % (p/v) with the objective of evaluating the allelopathic potential in de germination and initial growth of *Oryza sativa*. For the germination and initial growth bioassays of *Lactuca sativa*, only the summer extracts were used in the same concentrations. Germination and growth bioassays were carried out on 150 mm diameter Petri dishes with two layers of germitest paper and every 24 h after inoculation of the diaspores the number of germinated seeds were checked and the percentage of germination (%G) and the germination rate index (IVG) were obtained. Under the same conditions of the germination of the previous study, for the initial growth evaluation, the rice and lettuce diaspores were previously placed in distilled water for seed germination and when the radicle was 1.0 mm were transferred to the plates containing the extracts. The cultures were maintained in a growth chamber with photoperiod of 16 h and temperature of 25 °C ± 1 for seven days. After these, the length (cm) of the radicle and shoot was measured, for rice and lettuce seedlings. To evaluate the residual effect of the treatments on the rice, after the first evaluation the seedlings were transferred to plastic trays containing commercial substrate/vermiculite mixture and maintained for 15 days in a growth chamber for acclimatization, being watered daily with 100 mL of water. At the end of these, data of shoot length (cm) and number of leaves were collected, and the trays were transferred to a greenhouse, where they received a water depth of 2.0 cm, kept daily for a period of 15 days. After this period, the parameters of leaf length (cm), number of leaves, number of tillers, leaf area (cm<sup>2</sup>) and dry mass (g) were evaluated. The content of polyphenols and flavonoids of the extracts was obtained by spectrophotometry. For polyphenols, the absorbances were read at the wavelength of 730 nm using a standard curve developed for gallic acid and the results expressed in milligrams equivalent of gallic acid per gram of sample. For total flavonoids the absorbances were read at 420 nm and calculated using the quercetin curve. The results were expressed in milligrams of quercetin per gram of extract. The aqueous and hydroethanolic extracts of aerial parts of *E. lugens* from the two collections presented allelopathic potential, having a negative effect on seed germination and on the parameters of vegetative growth of rice. About lettuce, summer extracts showed negative effects on both germination and root growth, mainly root necrosis and deformities. The aerial parts of *E. lugens* accumulated metabolites with this allelopathic potential, such as phenolic and / or flavonoid compounds, possibly responsible for the negative effects on the studied variables, with a greater emphasis on the spring collections.

**Keywords:** weed; seasonality; secondary metabolites; allelochemicals, rice, lettuce.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1** - Ensaio de germinação em câmara de crescimento.....43
- Figura 2** - Plantas de arroz em processo de aclimação em sala de crescimento .....45
- Figura 3** - Plantas de arroz sob lâmina d'água em casa de vegetação .....46
- Figura 4** - Porcentagem de germinação das sementes de arroz sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais.....48
- Figura 5** - Índice de velocidade de germinação das sementes de arroz sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais.....50
- Figura 6** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta da primavera..... 51
- Figura 7** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta do verão .....52
- Figura 8** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos hidroetanólicos provenientes da coleta da primavera .....53
- Figura 9** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos hidroetanólicos provenientes da coleta do verão ..... 53

### CAPÍTULO II

- Figura 1** - Porcentagem de germinação das sementes de alface sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão.....73
- Figura 2** - Índice de velocidade de germinação das sementes de alface sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão. ....74
- Figura 3** - Crescimento inicial de plântulas de alface sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão.....75
- Figura 4** - Plântulas de alface submetidas aos extratos aquosos de *Eragrostis lugens* 76
- Figura 5** - Plântulas de alface submetidas aos extratos hidroetanólicos de *Eragrostis lugens*..... 76

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1** - Crescimento inicial das plântulas de arroz sob efeito de extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos sete dias de experimento. ....51
- Tabela 2** - Parâmetros de crescimento das plantas de arroz sob efeito de extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos 15 dias de experimento.....55
- Tabela 3** - Parâmetros de crescimento das plantas de arroz sob efeito de extratos aquosos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos 30 dias de experimento. ....56
- Tabela 4** - Parâmetros de crescimento das plantas de arroz sob efeito de extratos hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos 30 dias de experimento.....57
- Tabela 5** - Teores de Polifenóis totais ( $\mu\text{g/mL}$ ) e Flavonoides ( $\mu\text{g/mL}$ ) por espectrofotometria em extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *Eragrostis lugens* provenientes de duas estações sazonais .....59

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>14</b>
1.1	OBJETIVOS .....	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
2.1	ALELOPATIA.....	17
<b>2.1.1</b>	<b>Métodos de avaliação alelopática</b> .....	<b>18</b>
2.2	PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E MODO DE AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS .....	20
2.3	MECANISMOS DE LIBERAÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS .....	21
2.4	METABÓLITOS COM POTENCIAL ALELOPÁTICO.....	23
2.5	PLANTAS DANINHAS .....	24
2.6	POACEAE: DIVERSIDADE E CARACTERÍSTICAS .....	25
2.7	GÊNERO ERAGROSTIS: CARACTERÍSTICAS, DIVERSIDADE E POTENCIAL INVASOR .....	26
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO I: ALELOPATIA E FITOQUÍMICA DE <i>Eragrostis lugens</i> Nees. NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES E NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE <i>Oryza sativa</i> L. ....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO II: ALELOPATIA DE EXTRATOS AQUOSOS E HIDROETANÓLICOS DE <i>Eragrostis lugens</i> Nees SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Lactuca sativa</i> L.....</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A interação entre organismos mediada pela liberação de compostos químicos no ambiente é denominada alelopatia (BITTENCOURT et al., 2018). Este conceito descreve a influência de um organismo (planta ou microrganismo) sobre o outro, podendo este ser prejudicial ou benéfico, e sugere que este efeito é devido à liberação de biomoléculas (aqui denominadas aleloquímicos) no ambiente, capazes de, por meio de reações bioquímicas afetar a germinação e o crescimento de plantas relativamente próximas (RIZVI et al., 1992; INDERJIT; DUKE, 2003).

Os aleloquímicos, produtos do metabolismo secundário, são produzidos em diferentes órgãos da planta, sendo que a concentração é variável entre tecidos e dependente de fatores ambientais (DELACHIAVE et al. 1999). Nas plantas nas quais são produzidos, eles desempenham diversas funções, sendo responsáveis pela prevenção da decomposição das sementes, interferem na dormência de gemas e sementes, influenciam as relações com outras plantas, com microrganismos, insetos e mesmo com o homem (VIECELLI et al., 2009). Já no que se refere aos mecanismos de ação desses aleloquímicos, um determinado metabólito secundário pode ter diferentes efeitos, prejudiciais ou benéficos, dependendo do seu tipo, grupo funcional, propriedade química e concentração no meio que está atuando (GOLDFARB et al., 2009). Podem agir sobre a fisiologia das plantas, principalmente sobre a divisão, alongamento e ultraestrutura celular; interferem nos mecanismos hormonais de indução de crescimento, na permeabilidade das membranas celulares, abertura estomática, fotossíntese, respiração, síntese proteica e metabolismo de lipídios e ácidos graxos (PEDROL et al., 2006; SILVA, 2007).

Diversas classes de aleloquímicos podem ser encontradas nas plantas, no entanto, os mais comuns são os compostos fenólicos e os terpenoides (SU; YU, 1992), cuja variação responde a fatores ambientais, uma vez que são derivados do metabolismo secundário (ÇIRAK et al., 2008). A produção e liberação destes compostos pode ser decisiva no domínio de algumas plantas invasoras sobre outras, exercendo efeitos diretamente no crescimento da planta, como no solo com o qual elas interagem, (CALLAWAY; RIDENOUR, 2004), podendo, além disso, influenciar a sucessão vegetal primária e secundária (REIGOSA et al. 1999), a estrutura e composição das comunidades vegetais (RIZVI et al. 1992), a dominância de certas espécies de plantas que afetam a

biodiversidade local (REIGOSA et al. 1999) e a agricultura, que é o alvo da maioria dos estudos (CHOU, 1989) principalmente no que diz respeito aos efeitos de plantas daninhas sobre as culturas de interesse econômico (MEEKINS; McCARTHY, 2001).

Muitas culturas comerciais sofrem a interferência de diversos fatores durante o ciclo biológico, com impacto negativo na produtividade, sendo o principal deles a presença de plantas daninhas (FLECK, 2000). No Rio Grande do Sul, nos últimos anos, espécies gramíneas ou poáceas têm sido encontradas nos quadros onde se cultiva o arroz irrigado, causando prejuízos no crescimento, desenvolvimento e produtividade dessa cultura (BITTENCOURT, 2017). Entre elas, destacam-se as espécies do gênero *Eragrostis* (CANTO-DOROW, 2011), nas quais se inclui *Eragrostis lugens*, conhecida popularmente como eragrostis, pasto-ilusão ou pasto-mosquito. Esta espécie é uma planta perene que se desenvolve tanto em áreas de coxilha, quanto em áreas de várzea, reproduzindo-se por sementes (LORENZI, 2008) e vem aumentando consideravelmente sua população a partir da supressão de espécies vizinhas, possivelmente em função do seu potencial alelopático, já comprovado na espécie do mesmo gênero, *E. plana*, conhecida popularmente por capimannoni, uma das principais plantas invasoras da cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul (COELHO, 1986; FIORENZA, et al., 2016).

Diante disso, ressalta-se a importância do conhecimento das propriedades alelopáticas, em especial das plantas daninhas, que possibilita o entendimento dos mecanismos de interferência que essas plantas exercem sobre aquelas de interesse agrônomo e econômico, indicando ainda, a importância do desenvolvimento de estratégia eficiente e constante para o controle das espécies com tais características (SOUZA FILHO, 2006).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos e hidroetanólicos de *Eragrostis lugens* provenientes de duas estações sazonais, na germinação das sementes e crescimento de *Oryza sativa* (arroz) e *Lactuca sativa* (alface), bem como realizar análises fitoquímicas nestes extratos.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os efeitos alelopáticos de diferentes extratos de partes aéreas de *E. lugens* provenientes de duas estações sazonais sobre a germinação das sementes, crescimento inicial e desenvolvimento do arroz;
- Avaliar os efeitos alelopáticos de diferentes extratos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão na germinação das sementes e o crescimento inicial de alface;
- Determinar o acúmulo de polifenóis totais e flavonoides nos extratos aquosos e hidroetanólicos das partes aéreas de *E. lugens* por espectrofotometria.



## 2 REVISÃO DELITERATURA

### 2.1 ALELOPATIA

O termo alelopatia é empregado para caracterizar as interações mediadas por biomoléculas existentes entre planta–planta, planta–microrganismos e microrganismos–planta (MECINA, 2014). De origem grega, o termo alelopatia foi criado com a junção das palavras gregas *alléton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo) (FERNANDES et al., 2007). Este termo foi enunciado pelo pesquisador alemão Hans Molisch em 1937 e empregado como o efeito prejudicial e/ou benéfico entre as plantas através de interações bioquímicas, incluindo microrganismos.

Tais interações ocorrem devido à liberação de substâncias químicas (aleloquímicos) produzidas via metabolismo das plantas (BORELLA et al., 2009) sendo consideradas uma forma de adaptação defensiva química das plantas, além de ser um fator de estresse ambiental para muitas espécies (MARCO et al., 2012; VIDAL, 2010). O fenômeno da alelopatia explica, em âmbito ecológico, os mecanismos de sucessão vegetal, onde espécies invasoras podem excluir espécies nativas a partir de resíduos e substâncias liberadas para o ambiente, interferindo em populações vegetais tanto em sistemas agrícolas, quanto nos naturais (ALMEIDA, 2006). Em ambientes naturais a alelopatia desempenha um importante papel na dominância, sucessão e formação de comunidades vegetais, sendo responsável por alterações na densidade, diversidade e desempenho das espécies, além de ser uma das estratégias de colonização de muitas plantas exóticas sobre a comunidade natural (OLIVEIRA et al., 2012; GUSMAN, et al., 2012).

Os aleloquímicos podem agir sobre as plantas próximas de forma direta ou indireta. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Ações indiretas, podem incluir alterações nas propriedades do solo, condições nutricionais e populações e/ou atividade dos microrganismos. De acordo com Rizvi e Rizvi (1992) os aleloquímicos podem afetar: estruturas citológicas, mecanismos hormonais, membranas e sua permeabilidade, absorção de minerais, movimento estomático, síntese de pigmentos, fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, atividade enzimática, relações hídricas e o material

genético, induzindo alterações no DNA e RNA. Os efeitos observados são resultado de uma interação complexa entre fatores genéticos e ambientais (TUR et al., 2010).

### 2.1.1 Métodos de avaliação alelopática

Ao longo dos anos, foram elaborados procedimentos experimentais que permitiram o isolamento e a identificação de compostos químicos envolvidos na alelopátia das plantas. Técnicas de avaliação da atividade alelopática, principalmente em relação aos efeitos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas, de espécies cultivadas ou de plantas daninhas, foram estabelecidas, possibilitando a identificação e quantificação de aleloquímicos em diferentes frações de plantas doadoras, bem como a caracterização de propriedades alelopáticas (SOUZA FILHO et al., 2010).

Há diversos métodos que podem ser utilizados na identificação de substâncias alelopáticas e, muitos destes em laboratório, são baseados na obtenção de extratos de plantas, onde podem ser empregados solventes, como o etanol, metanol ou acetato de etila, e a água, sendo um dos mais utilizados (VIDAL, 2010). Em estudos de exploração inicial, quando não há informação sobre a espécie, o ideal é que se preparem dois tipos de extrato: um com baixa polaridade, utilizando extração exaustiva, e outro de alta polaridade. Esse procedimento permitirá avaliação mais realista das potencialidades da planta como fornecedora de agentes alelopáticos (SOUZA FILHO et al., 2010).

Na seleção de espécies receptoras para os testes alelopáticos, é comum deparar-se com características favoráveis, ou não, das mesmas. A espécie ideal seria aquela que responde aos aleloquímicos presentes no ambiente, de forma mais próxima possível com a situação real de campo (DA SILVA, 2009). Em trabalhos encontrados na literatura, observa-se a utilização de uma única espécie receptora; em outros, duas ou mais espécies, sendo que, a mais utilizada, é a alface (*Lactuca sativa*), principalmente, por ser sensível à ação dos aleloquímicos, apresentando inibição dose-dependente, como em trabalho verificado por Wandscheer e Pastorini (2008).

A resistência aos aleloquímicos é de média especificidade, existindo espécies receptivas mais sensíveis que outras (PELEGRINI; CRUZ-SILVA, 2012). O uso de mais de uma planta receptora permite melhor dimensionamento das potencialidades

alelopáticas das doadoras, bem como possibilitar maiores interferências e mais próximas da realidade (SOUZA FILHO et al., 2010).

A germinação de sementes é um bom indicativo das potencialidades de um aleloquímico, sendo muito utilizado em bioensaios de atividades alelopáticas e fazendo uso de semeadura em placas de Petri. Pode-se avaliar os efeitos sobre a germinação total, bem como, o índice de velocidade de germinação. Este bioensaio é realizado em câmaras de germinação, em condições controladas de temperatura e luz, em tempo variável em torno de 7 a 10 dias. Em alguns casos, contam-se as sementes germinadas ao final do período de incubação e calcula-se os efeitos; em outros casos, a contagem se dá diariamente, onde as germinadas são eliminadas (SOUZA FILHO et al., 2010). Nestes procedimentos, considera-se germinadas, as sementes cuja extensão radicular seja igual ou superior a 1,0 mm (TREZZI, 2002).

Os bioensaios de crescimento inicial envolvem a incubação em placas de Petri ou caixas gerbox, em determinado período de tempo, onde, ao final, realiza-se a contagem de sementes germinadas e mede-se as raízes e a parte aérea da espécie receptora do aleloquímicos (ALVES et al., 2004). A parte aérea e a radícula são originadas a partir do eixo embrionário que é a parte vital da semente, este contém tecidos em suas duas extremidades, apresentando condições de crescimento para dois sentidos, com condições de fixação ao solo e de fotossintetizar substâncias necessárias (SASAKI, 2008).

Nestes estudos é necessário isolar e identificar as substâncias que provocam o efeito tóxico, a fim de se conhecer a composição dos extratos e associar aos efeitos (ALMEIDA, 2006). Uma vez que os aleloquímicos são comuns nos vegetais e comprovadamente tóxicos para as plantas, mas de ação seletiva, admite-se a possibilidade de, conhecida a estrutura química dos componentes ativos envolvidos, se obter a partir destes produtos, herbicidas com a vantagem ecológica dos produtos naturais (OLIVEIRA JR., 2011).

Diversos são os aleloquímicos que podem ser utilizados que podem ser utilizados como herbicidas naturais, em substituição aos químicos, com destaques para os alcaloides, derivados do ácido cinâmico, cumarinas e compostos cianogênicos, pelo elevado potencial alelopáticos destes compostos (PUTNAM, 1988). Uma vez determinada essa característica em uma espécie, seja em testes de laboratório ou de campo, esta poderá servir como mais uma opção no controle de plantas infestantes. Na agricultura, os efeitos alelopáticos possuem várias utilizações, tais como: redução no uso de herbicidas sintéticos, busca de novos defensivos, manejo e controle de espécies daninhas (SILVEIRA et al., 2012).

## 2.2 PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E MODO DE AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS

Todas as plantas produzem metabólitos secundários, que variam em qualidade e quantidade de espécie para espécie. A produção de todos os metabólitos especializados das plantas depende da existência e da expressão de genes específicos (FANG et al., 2013) e é influenciada por diversos fatores como temperatura, umidade, índice de precipitação, radiação, variação sazonal, fertilidade do solo, densidade de plantas, idade e estágio metabólico (TAIZ et al., 2017 ; KOHLI et al., 2006), ou seja, muitos destes aleloquímicos têm sua síntese desencadeada por eventuais intempéries as quais as plantas estão expostas (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Estes compostos são sinais químicos transmitidos ao ambiente, geralmente em pequena quantidade, sendo responsáveis pelas interações químicas positivas ou negativas entre diferentes organismos (ALMEIDA, 2006), seja na fase aquosa do solo ou do substrato ou pelas substâncias gasosas volatilizadas no ar que cercam as plantas terrestres (FERNANDES et al., 2007). Não estão relacionados diretamente com nenhuma função do metabolismo primário, porém, estão associados a mecanismos químicos de adaptação às condições ambientais, pois representam vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos, e outros predadores, inibindo ou estimulando o crescimento ou desenvolvimento das plantas (SILVA; SILVA, 2007). As substâncias do metabolismo primário originam, através de rotas bioquímicas e com uso de energia, os metabólitos secundários (VIDAL, 2010).

Cada espécie pode produzir um conjunto diferente de aleloquímicos, com ação sobre os componentes da comunidade em que está inserida (INOUE et al., 2010). Ecologicamente, existem alguns fatores que afetam de forma direta e indireta a produção de substâncias químicas com atividade alelopática pelas plantas, como: efeitos da radiação (qualidade da luz, intensidade de luz visível, comprimento do dia), deficiência mineral, condições ambientais, idade dos órgãos da planta, genética, patógenos e predadores (BORELLA et al., 2009).

As interferências atribuídas à alelopatia são o resultado não só da ação de um único, mas de diferentes aleloquímicos, que são liberados para o ambiente em concentrações, quantidades e épocas distintas (SOUZA FILHO et al., 2010). O potencial de ação destas moléculas está diretamente relacionado com o seu grupo funcional e suas propriedades químicas. Alguns atuam somente quando em presença de outros, sendo específicos em

combinação e proporção, onde apenas um composto secundário não atinge a concentração mínima necessária para exercer efeito na planta receptora (DA SILVA et al, 2012).

Na maioria das vezes, os aleloquímicos são seletivos em suas ações e também as plantas apresentam seletividade em suas respostas (OLIVEIRA et al., 2011). Os efeitos dos compostos alelopáticos dependem de sua concentração e quantidade total de fitotoxina disponível para absorção (SILVA; SILVA, 2007). Dentre os principais compostos com atividades alelopáticas, destacam-se: taninos, glicosídeos, alcaloides, terpenos, flavonoides e ácidos fenólicos (TUR et al., 2010).

Vários aleloquímicos suspeitos de inibirem a germinação e o crescimento têm sido identificados em tecidos de plantas e em diferentes tipos de solo (AMBROSANO, 1999). A localização de um aleloquímico está relacionada a dois aspectos: facilidade de liberação da planta para o meio e a função que exerce, sendo os aleloquímicos, provavelmente, encontrados nos tecidos mais externos das plantas, quando envolvidos em processos de defesa contra herbívoros e patógenos, constituindo, assim, uma barreira contra invasão desses agentes. Uma vez localizados em tecidos mais internos, quando estão envolvidos em processos de competição por fatores essenciais como água, nutrientes, luz e espaço físico, são liberados no ambiente quando a sobrevivência das plantas estiver comprometida (SOUZA FILHO et al. 2011).

Apesar de a maioria dos trabalhos com alelopatia abordarem as folhas (ou partes aéreas) como principal fonte para a obtenção dos extratos, as substâncias alelopáticas podem apresentar uma distribuição desuniforme nos diferentes órgãos e tecidos ao longo da vida da planta (SOUZA FILHO et al., 2011). Esta tendência pode ser atribuída ao fato de que muitos trabalhos avaliando a alocação de aleloquímicos, como os de Chon e Kim (2002), Rashid et al. (2010) e Favaretto et al. (2015) tenham apontado maior concentração de aleloquímicos nas folhas do que em outras partes da planta. No entanto, esta não é uma regra geral, pois algumas espécies apresentam maiores concentrações de aleloquímicos em locais menos estudados, como raízes (NETZLY; BUTLER, 1986), frutos (SHAO et al., 2012) e sementes (SOUZA FILHO, 2002).

### 2.3 MECANISMOS DE LIBERAÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS

A liberação dos aleloquímicos pelas plantas no ecossistema pode ocorrer por volatilização de substâncias provenientes de plantas em estado vegetativo, por lixiviação

através da parte aérea ou de tecidos subterrâneos, de tecidos em decomposição e por exsudação do sistema radicular (FERREIRA et al., 2008), podendo o efeito alelopático persistir no ciclo de cultivos como nos ciclos subsequentes (TEIXEIRA et al., 2004).

A degradação destas substâncias no solo é resultado de ionização, absorção em solo das sementes, absorção pela raiz e transformação ou utilização pelos microrganismos (ZHANG et al., 2010). O efeito desses compostos pode ser influenciado pelas características de cada espécie e idade da planta (GUSMAN et al., 2012).

A taxa da liberação destas substâncias depende da forma em que ocorre esta liberação, da concentração nos tecidos e de condições ambientais (TREZZI, 2002). Esta liberação deve ser contínua e seus efeitos persistentes até os cultivos subsequentes (SILVEIRA et al., 2012). As células de plantas que sintetizam estes produtos, normalmente, possuem mecanismos específicos de transporte especializado dentro das células vegetais para mover estes compostos em torno e para fora da célula (WESTON et al., 2012). São sintetizados e armazenados em diferentes células das plantas, na forma livre ou conjugada com outras moléculas e, que, liberadas no ambiente, atuam como uma resposta a fatores de estresse biótico e abiótico (OLIVEIRA et al., 2012).

Os aleloquímicos são liberados e chegam ao ambiente de diferentes formas:

- Volatilização: os aleloquímicos liberados de forma volátil são de difícil detecção, identificação e quantificação, ocorrendo, frequentemente, em regiões áridas e com temperaturas elevadas (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2001). Os compostos aromáticos são volatilizados pelas folhas, flores, caules e raízes e podem ser absorvidos por outras plantas, atuando por meio dos próprios vapores ou condensados no orvalho e, quando alcançam o solo, são absorvidos pelas raízes (ALMEIDA et al., 2008).
- Lixiviação: as fitotoxinas solúveis em água são lixiviadas pela parte aérea e raiz da planta, bem como pela chuva ou orvalho e carregadas até o solo (ALMEIDA et al., 2008).
- Decomposição de resíduos vegetais: a liberação dos aleloquímicos por decomposição pode ocorrer das partes aéreas e subterrâneas e pela ação de micro-organismos responsáveis pelo processo de decomposição. Perdas de integridade da membrana celular permite a liberação de um alto número de compostos tóxicos aos organismos vizinhos (ALMEIDA et al., 2008). Em alguns casos, os agentes decompostos são mais tóxicos do que o produto original (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2001).

- Exsudação radicular: as plantas exsudam aleloquímicos através das raízes, porém é difícil saber precisamente se as substâncias encontradas no solo são provenientes diretamente das raízes, ou produzidas por micro-organismos a elas associadas pela decomposição de resíduos orgânicos (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2001). Como resultado, os exsudatos podem repelir herbívoros e/ou micróbios, alterar as propriedades do solo, e inibir o crescimento de espécies competidoras. A exsudação radicular é variável ao longo do eixo da raiz (WESTON et al., 2012).

É possível, em alguns casos, que um aleloquímico liberado em grande quantidade pela planta doadora apresente efeito reduzido sobre a planta alvo, devido a sua atuação depender da ação no ambiente e na planta. Não há consenso em relação a velocidade da decomposição destas substâncias no ambiente, uma vez que se acredita que as substâncias contidas no metabolismo primário das espécies seriam degradadas mais rapidamente do que as do metabolismo secundário, devido sua maior complexidade (DA SILVA, 2009).

#### 2.4 METABÓLITOS COM POTENCIAL ALELOPÁTICO

Os metabólitos secundários desempenham diversas funções, dentre as quais: proteção contra herbívoros e patógenos, comunicação planta-planta ou planta- microrganismo e alelopatia (FILHO, 2010; OOTANI et al., 2013; WINK, 2013). Um determinado metabólito secundário pode ter diferentes efeitos, prejudiciais ou benéficos, dependendo do seu tipo, grupo funcional, propriedade química e concentração no meio que está atuando (GOLDFARB et al., 2009).

Os compostos secundários das plantas são habitualmente classificados de acordo com a sua rota biossintética (HARBONE, 1999). As famílias de moléculas principais são geralmente consideradas: compostos fenólicos, terpênicos, esteroides e alcalóides. Os compostos fenólicos, comuns a todas as plantas vasculares, estão relacionados com a síntese das ligninas e de produtos atrativos aos seres humanos devido ao odor, sabor e coloração agradáveis, bem como aos animais, os quais são atraídos para polinização ou dispersão de sementes. Também são importantes na proteção das plantas contra os raios ultravioleta, insetos, fungos, vírus e bactérias (CROTEAU et al., 2000).

Compostos fenólicos são bem conhecidos como substâncias fungitóxicas, antibacterianas e antiviróticas (LO; NICHOLSON, 2008). O efeito inibitório de compostos fenólicos na germinação de esporos, crescimento micelial e

produção/atividade de enzimas microbianas varia entre os diferentes grupos de fenóis. Dessa forma, os compostos fenólicos podem estar envolvidos nos mecanismos bioquímicos e estruturais de resistência em plantas (NICHOLSON; HAMMERSCHMIDT, 1992; NICHOLSON, 1995). Pode-se afirmar, portanto, que os metabólitos secundários são a forma encontrada pelas plantas para se comunicar ou responder a estímulos externos (PAVARINI et al., 2012).

Diante disso, estudos fitoquímicos ganham grande importância, visto que envolvem, extração, separação e purificação de constituintes químicos, o esclarecimento, a caracterização estrutural, a avaliação das propriedades biossintéticas e o registro de substâncias naturais produzidas pelas plantas (RODRIGUES et al., 2009; FILHO, 2010). Barbosa (2007), realizando estudos fitoquímicos preliminares das folhas de espécies de Poaceae *Cymbopogon densiflorus* (Steud.) Stapf e *Cymbopogon nardus* (L.), relatou a presença de flavonoides, saponinas, cumarinas e traços de heterosídeos cardioativos. Também em Poaceae, Gomes et al. (2011), realizaram testes fitoquímicos com extratos de capim santo (*Cymbopogon citratus*) e identificaram a presença de taninos, alcaloides e flavonoides como, flavonas e flavonóis. Fiorenza et al. (2016) e Vargas et al. (2015), em estudo fitoquímico de extratos de *Eragrostis plana* (Capimannoni), também Poaceae, relataram a presença de compostos fenólicos, taninos e flavonoides.

## 2.5 PLANTAS DANINHAS

Plantas daninhas são espécies vegetais que são capazes de se desenvolver em ambientes que não são de sua origem e competir com as demais (geralmente plantas cultivadas) por recursos naturais, causando prejuízos (MAGNUSSON, 2006). Essas plantas são capazes de perturbar a estrutura do ecossistema invadido, caracterizando uma invasão biológica, atualmente tratada como a principal ameaça à biodiversidade do planeta (SCHNEIDER, 2007).

Dentre as principais características das plantas daninhas estão: rápida germinação e crescimento inicial, sistema radicular abundante, grande capacidade de absorver água e nutrientes do solo, alta eficiência no uso da água, além de elevada produção e eficiente disseminação de propágulos (OLIVEIRA JR. et al., 2011). Além disso, essas plantas são capazes de promover competições por recursos ambientais, geralmente com maior eficiência que os cultivos, principalmente por apresentarem alta rusticidade, com um ciclo



vegetativo normalmente mais acelerado e entrando em ciclo reprodutivo anteriormente à cultura, possibilitando assim a geração de um grande número de sementes (VASCONCELOS et al., 2012).

A infestação crescente destas espécies nos sistemas agrícolas é um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores, elevando o custo de produção por causar prejuízos às lavouras, com decréscimos na produtividade, seja pela competição direta por fatores de produção ou pelos compostos alelopáticos liberados no meio (FORMAGIO et al., 2011). A consequência dessas interferências é o menor rendimento final da cultura e o prejuízo ao produtor (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

Quanto maior a população da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recursos do meio e, mais intensa será esta competição com a cultura (SOARES et al., 2010). Quando não manejadas adequadamente, estas plantas interferem diretamente no processo produtivo, competindo pelos recursos do meio, principalmente por água, luz e nutrientes, liberando, assim, compostos alelopáticos, atuando como hospedeiras de pragas e doenças, provocando interferência nas colheitas. Essa competição acontece quando o ambiente não consegue suprir as quantidades de compostos essenciais para o crescimento normal de uma população de plantas (SANTOS et al., 2010). Quando as daninhas e espécies cultivadas convivem numa mesma área, há redução dos recursos do meio, de forma que ambas sejam prejudicadas, sendo a água o primeiro recurso a se tornar limitante ao crescimento destes indivíduos (VIDAL, 2010). Várias plantas daninhas apresentam atividade alelopática, podendo contribuir para o controle de outras plantas daninhas através de exsudatos, lixiviados e compostos voláteis. No entanto, esta influência pode afetar não somente as daninhas, como também as culturas por meio de atrasos de germinação de sementes ou redução do crescimento das culturas (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2001). Diante disso, a alelopatia vem sendo reconhecida como um importante mecanismo ecológico, influenciando o tipo de vegetação existente em um ecossistema, a dominância e sucessão de plantas, o manejo e produtividade de culturas (OLIVEIRA et al., 2011).

## 2.6 POACEAE: DIVERSIDADE E CARACTERÍSTICAS

Popularmente conhecida como a “família das gramíneas”, Poaceae é constituída por cerca de 10.000 espécies distribuídas em torno de 793 gêneros (SOUZA; LORENZI, 2012). No Brasil ocorrem cerca de 1.486 espécies distribuídas em 225 gêneros (FILGUEIRAS et al., 2015). No RS ocorrem 110 gêneros com mais ou menos 450 espécies (SOUZA; LORENZI, 2012).

Em geral, representantes da família Poaceae são consideradas colonizadoras primárias, predominando em ambientes abertos, além de possuírem a capacidade de sobreviver e prosperar em solos tanto secos quanto alagados (CARLOTTO, 2016). Muitas são as espécies capazes de adaptar-se a novos ambientes e, em geral produzir grande número de descendentes, com uma dispersão de população a grandes distâncias, podendo ser enquadradas como plantas invasoras (MAGNUSSON, 2006). Além disso, se destacam pela grande diversidade específica e dominância fisionômica das áreas onde habitam, sendo as principais espécies integrantes do Bioma Pampa (BOLDRINI et al., 2005).

Morfológicamente, espécies pertencentes a essa família possuem o caule tipo colmo, com nós e entrenós bem marcados. As folhas são alternas dísticas, paralelinérveas, compostas por bainha e limbo foliar. A unidade florar é a espiguetas, constituída por: ráquila, duas glumas e flor em número variado conforme a espécie, podendo ser unissexual, hermafrodita ou neutra. A flor está formada de lodículas, androceu e gineceu. Apresentam brácteas: a lema e a pálea, que protegem o androceu e o gineceu, podem ser férteis ou estéreis (JUDD et al., 2009). O fruto é uma cariopse, porém podem ocorrer exceções (KISSMAN, 1997; BOLDRINI et al., 2005; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). Apesar de apresentarem caracteres marcantes na fase reprodutiva, existe grande dificuldade na diferenciação entre as espécies, principalmente quando analisadas plantas no estágio inicial do desenvolvimento (CARLOTTO, 2016).

Espécies de Poaceae são majoritariamente encontradas em regiões campestres, sendo pouco observadas em regiões florestais (WELKER; LONGHI-WAGNER, 2007). São importantes economicamente, sendo essenciais na alimentação, além de possuírem papel na construção civil, ornamentação, produção de biodiesel, entre outros (BOLDRINI et al, 2008).

## 2.7 GÊNERO ERAGROSTIS: CARACTERÍSTICAS, DIVERSIDADE E POTENCIAL INVASOR

*Eragrostis* Wolf é um gênero cosmopolita com cerca de 300 espécies de regiões tropicais e subtropicais, algumas das quais cultivadas como forrageiras em várias partes do mundo (BOECHAT et al., 2001). Pertencente à subfamília Chloridoideae Kunth ex Beilshn (SORENG et al., 2015), *Eragrostis* possui dois centros de diversidade específica, o continente africano onde são encontradas cerca de 150 espécies e a América (IBRAHIM; KABUYE, 1987; OUTDTSHOORN et al., 1992; ZON, 1992). Na América do Sul são registradas cerca de 88 espécies de *Eragrostis* nativas. O Brasil apresenta o maior número de táxons nativos (38), sendo sete exclusivos. A região Centro-Oeste é o principal centro de diversidade do gênero (BOECHAT; LONGHI-WAGNER, 2000).

No Brasil a área invadida por espécies do gênero é extensa e ocorre em diversos estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul) (MEDEIROS et al., 2009), existindo a ameaça iminente da expansão para regiões próximas. Esta preocupação é maior para aquelas que apresentam condições bioclimáticas ótimas para o estabelecimento de populações de espécies de *Eragrostis*. Isso porque, além do fato de várias regiões do continente Sul Americano apresentarem características similares àquelas do local de origem, na África do Sul, estas espécies também podem sofrer adaptações às condições edafoclimáticas distintas e não possui inimigos naturais para conter sua expansão em novas regiões (BARBOSA et al., 2013).

No Rio Grande do Sul, foram registradas cerca de 22 espécies do gênero (LONGHI-WAGNER, 2011), comuns em áreas de coxilhas e também têm sido encontradas infestando solos de terras baixas, onde normalmente se cultiva arroz irrigado (CANTO-DOROW, 2011). Estas espécies apresentam capacidade de adaptação a diferentes ambientes, principalmente com relação ao regime hídrico, uma vez que são plantas com características versáteis e com variabilidade biológica adaptando-se às pressões impostas pelo meio em que se encontram (CARLOTTO, 2016).

Depois de invadir nova área, espécies do gênero tendem a se tornar dominantes sobre outras espécies da comunidade vegetal (MEDEIROS; FOCHT, 2007). Esta dominância pode ser atingida poucos anos após a sua introdução e é atribuída às suas características de elevada prolificidade, mecanismos de defesa e preservação bem desenvolvidos. O grande poder de dispersão das sementes, especialmente devido à zoocoria, elevada competitividade por água, luz e nutrientes com outras espécies vegetais e a inexistência de inimigos naturais também contribuem para a dominância dessas espécies (REIS; COELHO, 2000). Além disso, algumas espécies de *Eragrostis*,

como *E. lugens* não são nutritivas e os animais se recusam a ingerí-las, facilitando ainda mais sua disseminação (SEBASTIÃO et al., 2010).

Dentro do gênero, algumas espécies possuem importância agrícola, e têm sido encontradas infestando lavouras de arroz irrigado, causando prejuízos, são exemplos : *Eragrostis pilosa* P. Beauv. popularmente conhecida como capim barbicha-de-alemão, de origem europeia a qual foi introduzida no Brasil como planta forrageira e é muito apreciada pelo gado (BOECHAT; LONGHI-WAGNER, 2001); *Eragrostis plana* Nees., conhecida por capim annoni-2, trazida da África para o Rio Grande do Sul na década de 1950, também com o objetivo forrageiro (MEDEIROS et al., 2004) e *Eragrostis lugens* Nees., conhecida popularmente como eragrostis, pasto-ilusão ou pasto-mosquito, recentemente encontrada infestando áreas de cultivo de arroz no Rio Grande do Sul (CANTO-DOROW, 2011; LORENZI, 2008).

Apesar de não existirem trabalhos investigando a atividade alelopática de *E. lugens*, trabalhos realizados com espécies congênicas, como *E. plana* (COELHO, 1986; FIORENZA, et al., 2016) e *E. curvula* (GHEBREHIWOT et al., 2013; CHOU; YOUNG 1975), já demonstraram a existência de potencial alelopático dentro do gênero. Tais estudos demonstram que a agressividade das espécies pertencentes a esse gênero como invasoras, pelo menos em parte se deve às substâncias alelopáticas por elas produzidas. Este fato somado à capacidade de *E. lugens* em formar populações densas e dominantes (LORENZI, 2008), torna necessária a investigação do potencial alelopático dessa espécie, sendo esta, uma possível estratégia que contribui no estabelecimento dessas populações.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. F. R. **Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae)**. 2006. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2006.
- ALMEIDA, G. D. et al. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Ver.Fac.Nal.Agr.** Medellin. 61(1):4237-4247. 2008.
- ALVES, M. C. S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.
- AMBROSANO E. **Agricultura ecológica**. 2º Simpósio de agricultura ecológica e 1º encontro de agricultura orgânica. GUAIBA: Agropecuária, 398p., 1999.
- BARBOSA, F. G. et al. Predicting the current distribution and potential spread of the exotic grass *Eragrostis plana* Nees in South America and identifying a bioclimatic niche shift during invasion. **Austral Ecology**, v. 38, n. 3, p. 260–267, 2013.
- BARBOSA, L. C. S. Morfoanatomia e fitoquímica de *Cymbopogon densiflorus* (Steud.) Stapf e *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Poaceae: Panicoideae). **Rev. Biol. Neotrop.**, v. 4, n. 1, p. 80-81, 2007.
- BITTENCOURT, H. H. **Ecologia da germinação e potencial alelopático de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees)**. 2017. 174 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
- BITTENCOURT, H. V.H.; TREZZI, M. M.; TEIXEIRA, S. D. et al. Chemical ecology of *Eragrostis plana* helps understanding of the species' invasiveness in an agroecosystem community. **Crop & Pasture Science** 69, 1050-1060, 2018.
- BOECHAT, S.C., GUGLIERI, A.; LONGHI-WAGNER, H.M. Tribo Eragrostidae. In: LONGHI-WAGNER, H.M., BITTRICH, V., WANDERLEY, M.G.; SHEPERD, G.J. (Eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, HUCITEC. v. 1 (Poaceae), 292 p., 2001.
- BOECHAT, S. C.; LONGHI-WAGNER, H. M. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 177-194, 2000.
- BOECHAT, S.C.; LONGHI-WAGNER, H.M. O gênero *Eragrostis* (Poaceae) no Brasil. **Iheringia, Série Botânica**. v.55, p.23-169., 2001.
- BOLDRINI, I. L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.D. **Morfologia e taxonomia de Gramíneas Sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: Editora da Universidade /UFRGS. 2 ed. 87p., 2008.

- BOLDRINI, I.L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.D. **Morfologia e taxonomia de gramíneas Sul Riograndenses**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 45-47, 2005.
- BORELLA, J. et al. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 260-265, 2009.
- CALLAWAY R.M., RIDENOUR W.M. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased ability. **Front Ecol Environ.** 2:436-43, 2004.
- CANTO-DOROW, T. S. **Caracterização de espécies de poáceas infestantes em lavoura de arroz**. In: I Seminário sobre manejo de plantas daninhas de difícil controle, UFSM, 2011.
- CARLOTTO, B. W. **Alterações fenotípicas de duas espécies de *Eragrostis* Wolf. (Poaceae) sob diferentes condições de umidade do solo**. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, 2016.
- CHON, S.-U.; KIM, J.-D. Biological Activity and Quantification of Suspected Allelochemicals from Alfalfa Plant Parts. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 188, n. 4, p. 281–285, 2002.
- CHOU, C. H. **The role of allelopathy in phytochemical ecology**. In: Chou, C. H. & Waller, G. R. (Eds), *Phytochemical Ecology: Allelochemicals, mycotoxins and insect pheromones and allomones*, pp. 81–99. Institute of Botany: Academia Sinica Monograph Series No. 9, Taipei, ROC. 535 pp., 1989.
- CHOU, C.H.; YOUNG, C.C. Phytotoxic substances in twelve subtropical grasses. **J. Chem. Ecol.**, 1: 183-193, 1975.
- ÇIRAK C., RADUSIENE J., CAMASS N. Pseudohypericin and hyperforin in two Turkish *Hypericum* species: Variation among plant parts and phenological stages. **Biochem Syst Ecol.** 36:377-82, 2008.
- COELHO, R.W. Substâncias fitotóxicas presentes no capimannoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 21:255-263, 1986.
- CROTEAU R., KUTCHAN T.M., LEWIS N.G. Natural Products (Secondary Metabolites). In: Buchanan B., Gruissem W., Jones R. (Eds.) *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, Rockville: **American Society of Plant Physiologists**, p.1250-131, 2000.
- DA SILVA, H. L. **Potencial alelopático da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.
- DA SILVA, J. E. N. et al. Efeito alelopático de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. sobre germinação e desenvolvimento inicial de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14, 2012.

DELACHIAVE, M.E.A., RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Efeitos alelopáticos de losna (*Artemisia absinthium* L.) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate. **Revista Brasileira de Sementes** **21**(1): 265-269, 1999.

FANG, C. et al. Changes in Rice Allelopathy and Rhizosphere Microflora by Inhibiting Rice Phenylalanine Ammonia-lyase Gene Expression. **Journal of Chemical Ecology**, v. 39, n. 2, p. 204–212, 2013.

FAVARETTO A. et al. Pattern of allelochemical distribution in leaves and roots of tough lovegrass (*Eragrostis plana* Nees). **Austr J Crop Sci.** 8:1119-25, 2015.

FERNANDES, L. A. V., MIRANDA, D. L. C., SAQUETTA, C. R. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* Hackel sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (BERT) Kuntze. **Rev. Acad.**, Curitiba, v.5, n.2, p.139-146, 2007.

FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p.175-204, 2000.

FERREIRA, N. R.; MEDEIROS, R. B.; SOARES, G. L.G. Potencial alelopático do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na germinação de sementes de gramíneas perenes estivais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 043-050, 2008.

FILGUEIRAS, T.S. et al. *Poaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em:<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193>>. Acesso em: 04 Fev. 2019.

FIORENZA, M. et al. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia Série Botânica** **71**(2):193-200, 2016.

FLECK, N.G. **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado através da aplicação de herbicidas com ação seletiva**. Porto Alegre: Ed. do autor, 2000.

FORMAGIO, A. S. N. et al. Potencial alelopático de *Tropaeolum majus* L. na germinação e crescimento inicial de plântulas de picão-preto. **Ciência Rural**. Santa Maria, 2011.

GHEBREHIWOT, M.; AREMU, A.O.; VAN STADEN, J. Evaluation of the allelopathic potential of five South African mesic grassland species. **Plant Growth Regulation**, **72** (2): 155-162, 2013.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

GOMES, R. V. R. S. et al. Análise Fitoquímica de Extratos Botânicos Utilizados no Tratamento de Helmintoses Gastrointestinais de Pequenos Ruminantes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 172-177, 2011.

GUSMAN, G. S., VIEIRA, L. R., VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. **Biotemas**, 25 (4), 37-48, 2012.

HARBONE J. B. **Classes and functions of secondary products**, In: Walton NJ, Brown DE (Ed.). *Chemicals from plants, perspectives on secondary plant products*. London: Imperial College, p.1-25, 1999.

IBRAHIM, K.M.; KABUYE, C.H.S. **An illustrated manual of Kenya grasses**. FAO, Rome. p. 457-493, 1987.

INDERJIT, S.; DUKE, S.O. **Ecophysiological aspects of allelopathy**. *Planta* 217: 529-539, 2003.

JUDD, W.S. et al. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3ed. Porto Alegre: Artmed. 612 p., 2009.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. Ed.2. São Paulo, Basf Brasileira, 1997.

KOHLI, R. K.; BATISH, D. R.; SINGH, H. P. Allelopathic interactions in agroecosystems. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Eds.). . **Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications**. 1st. ed. Dordrecht: Springer, 2006. p. 465–493, 2006.

LO, S-C C.; NICHOLSON, R.L. Compostos fenólicos e a importância nas doenças em plantas. In: Pascholati, S.F.; Leite, B.; Stangarlin, J.R. & Cia, P. **Interação planta-patógeno. Fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. Piracicaba, Fealq. p. 285-303, 2008.

LONGHI-WAGNER, H.M. **Eragrostis**. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13197>>. Acesso em: 04 Fev 2019.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640 p., 2008.

MAGNUSSON, W.E. **Homogeneização biótica**, 211-229. In: ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; SLUYS, M.V. & ALVES, M.A.S. (Organizadores). *Biologia da conservação: essências* RiMa Editora, São Carlos, 582 p., 2006.

MARCO, C. A. et al. Chemical composition and allelopathic activity of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. **Chilean Journal of Agricultural**, research 72 (1), 2012.

MECINA, G. F. **Investigação das atividades alelopática, fitotóxica e antioxidante de extratos e frações de *Tridax procumbens* L. (ASTERACEAE) e *Ouratea spectabilis* (MART. EX. ENGL.) ENGL. (OCHNACEAE)**. Dissertação (Mestrado em Biociências) Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, São Paulo, 2014.



- MEDEIROS, R. B. DE; FOCHT, T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 13, n. 1–2, p. 105–114, 2007.
- MEDEIROS, R. B. DE; SAIBRO, J. C. DE; FOCHT, T. Invasão de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) no bioma Pampa do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. D. P. et al. (Eds.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - Brasil, 2009. p. 317–330, 2009.
- MEDEIROS, R. B.; PILLAR, V. P.; REIS, J. C. R.. **Expansão de *Eragrostis plana* Ness. (capim-annoni) no Rio Grande do Sul e indicativos de controle**. In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONO SUR EM MEJORAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORRAJEROS DEL ÁREA TROPICAL Y SUBTROPICAL – GRUPO CAMPOS, 30., 2004, Salto. **Anais...** Salto: Universidad de la República, p. 211-212, 2004.
- MEEKINS J.F.; MCCARTHY B.C. “Effect of environmental variation on the invasive success of a nonindigenous Forest herb”, **Ecological Applications**, vol. 11, pp. 1336-1348, 2001.
- MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. **Manual de Plantas Infestantes: Arroz**. São Paulo, FMC Agricultural Products, 2010.
- NETZLY, D. H.; BUTLER, L. G. Roots of Sorghum Exude Hydrophobic Droplets Containing Biologically Active Components1. **Crop Science**, v. 26, n. 4, p. 775, 1986.
- NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopatology**. v.30, p.369-389, 1992.
- NICHOLSON, R. L. Events in resistance expression in maize and sorghum: Molecular and biochemical perspectives. **Summa Phytopathologica**. v.21, p.95-99, 1995.
- OLIVEIRA, S. C. C. et al. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta Botanica Brasílica** 26(3): 607-618, 2012.
- OLIVEIRA, L. G. A. et al. Alelopatia de *Emilia sonchifolia* (L.) DC. (Asteraceae) na germinação e crescimento inicial de sorgo, pepino e picão preto. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** – Goiânia, vol.7, n.12, 2011.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. 362 p. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Alelopatia. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora. p.141-192, 2011.
- OOTANI, M. A. et al. **Use of Essential Oils in Agriculture**. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 4, n.2, p. 162-174, 2013

- PAVARINI, D. P. et al. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, p. 5– 16, 2012.
- PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L.; REIGOSA, M. J. Allelopathy and abiotic stress. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Ed). **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Springer, Dordrecht, NL, v.13, n.3, p.171-209, 2006.
- PELEGRINI, L. L., CRUZ-SILVA, C. T. A. Variação sazonal na alelopatia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.2, p.376-382, 2012.
- RASHID, M. H.; ASAEDA, T.; UDDIN, M. N. The Allelopathic Potential of Kudzu (*Pueraria montana*). **Weed Science**, v. 58, n. 1, p. 47–55, 2010.
- REIGOSA M. J.; SANCHÉZ-MOREIRAS A, GONZÁLEZ L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Crc Rev Plant Sci** 18(5):577–608, 1999.
- REIS, J. C. L.; COELHO, R. W. **Controle do capim-annoni-2 em campos naturais e pastagens**. Pelotas: Embrapa, 2000.
- RIZVI, S. J. N.; RIZVI, V. Allelopathy: basic and applied aspects. London: **Chapman & Hall**. 480 p., 1992.
- RIZVI, S.J.H. et al. A discipline called allelopathy. In: Rizvi, S.J.H. & Rizvi, V. (Eds.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall, 1992.
- RODRIGUES, I.M.C.; SOUZA FILHO, A.P.S.; FERREIRA, F.A. Estudo Fitoquímico de *Senna alata* por duas metodologias. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, 2009.
- SANTOS, J.B. et al. **Interferências de plantas daninhas na cultura do quiabo**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.255-262, 2010.
- SASAKI, C. M. **Estudo fitoquímico e avaliação das atividades alelopáticas e antimicrobianas das partes aéreas de *Pterocaulon Iorentzii* Malme (Asteraceae)**. 2008. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- SCHNEIDER, A. A. A flora naturalizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subspontâneas. **Biociências**, v. 15, n. 2, p. 257-268, 2007.
- SEBASTIÃO, N. N. et al. 8,15-Epoxyabdane and norlabdane diterpenoids from *Eragrostis viscosa*. **Phytochemistry** 71, 798-803, 2019
- SHAO, H. et al. Phytotoxic Effects and a Phytotoxin from the Invasive Plant *Xanthium italicum* Moretti. **Molecules**, v. 17, n. 12, p. 4037–4046, 2012.
- SILVA, W. A. **Potencial alelopático de extratos do cumarú (*Amburana cearensis* A. C. Smith) e da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) na germinação e crescimento de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), milho (*Zea mays* L.) e feijão gandu**

(*Cajanus cajan* L.). Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2007.

SILVA, A.A., SILVA J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 367 p. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. de F. B.. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. Na germinação de *Lactuca sativa* L. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 472-477, 2012.

SOUZA FILHO, A.P.S. **Alelopatia e as plantas**. Belém: Embrapa. 159pp. 2006.

SOUZA FILHO, A.P.S., GUILHON, G.M.S.P., SANTOS, L.S. Metodologias empregadas em estudos da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SOUZA FILHO, A. P. S., TREZZI, M. M., INOUE, M. H. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v.29, n.3, p.709-716, 2011.

SOUZA FILHO, A. P. S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 357–364, 2002.

SORENG R. J. et al. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). **J. Syst. Evol.** 53:117–137, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p., 2017.

TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. B. S. CARVALHO, G. J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciências e Agrotecnologia**. Lavras, v.28, n.3, p. 691-695, 2004.

TREZZI, M. M. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo**. 132 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Revista Biotemas**, v. 23, n.2, p.13-22, 2010

VARGAS, J. D. et al. Análise fitoquímica de *Eragrostis plana* Nees e de *Desmodium incanum* DC. **Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão** – Universidade Federal do Pampa, 2015.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecu. Cient. Semi-Árido**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2012.

VIDAL, R. A. **Interação negativa entre plantas: Inicialismo, Alelopatia e Competição**. UFRGS. Porto Alegre, 2010.

VIECELLI, C. A.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de Sálvia. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 1, p. 39-46, 2009.

WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. *Ciência Rural* 38(4): 949-953, 2008.

WELKER, C. A. D.; LONGHI-WAGNER, H. M. A família Poaceae no Morro Santana, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 53-92, 2007.

WESTON, L. A., RYAN, P. R., WATT, M. Mechanisms for cellular transport and release of allelochemicals from plant roots into the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 63, N. 9, p. 3445–3454, 2012.

WINK, M. Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, v. 89, p. 164–175, 2013.

ZHANG, Z.-Y., PAN, L.-P., LI, H.-H. Isolation, identification and characterization of soil microbes which degrade phenolic allelochemicals. *Journal of Applied Microbiology* 108: 1839–1849. China, 2010.

ZON, A. P. M. van der. Graminees du Cameroun. Flore. *Agricultural University Wageningen*, the Netherlands. v. 2., 1992.

### 3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Sabe-se que as plantas daninhas constituem um dos fatores que mais influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, dada sua capacidade de competição por recursos, e demais mecanismos de interferência, dentre eles a alelopatia, o que se reflete na redução quantitativa e qualitativa da produção.

A presente dissertação tem como objetivo a investigação do potencial alelopático da espécie *Eragrostis lugens*, planta daninha infestante de lavouras de arroz irrigado, bem como realizar análise fitoquímica por espectrofotometria nos extratos desta espécie. Para tal, foram utilizados extratos obtidos a partir da parte aérea provenientes de duas estações sazonais: primavera e verão (compreendidas entre plantio e colheita do arroz) e aplicados sobre as sementes das plantas alvo, arroz (*Oryza sativa* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) (somente extratos do verão), a fim de verificar possíveis efeitos destes sobre a germinação (porcentagem e índice de velocidade) e o crescimento inicial destas duas espécies.

A presente pesquisa busca entender os mecanismos utilizados por *E. lugens* para infestar as lavouras de arroz, se ela é capaz de interferir alelopaticamente nas plantas de arroz e em qual fase de desenvolvimento destas o efeito é mais evidente (germinação ou crescimento), bem como comparar as duas estações sazonais quanto ao potencial alelopático. A alface foi utilizada por ser a planta modelo, visto que é amplamente utilizada em estudos alelopáticos, dada sua sensibilidade aos aleloquímicos, servindo como comprovação do potencial alelopático da planta teste. Através do entendimento das propriedades alelopáticas das plantas daninhas, é possível entender os mecanismos do potencial invasor, tornando mais fácil o desenvolvimento de estratégias eficientes e constantes para o controle das plantas com essas propriedades.

Os resultados obtidos, bem como a discussão destes estão apresentados a seguir em dois capítulos formatados como artigos completos:

**CAPÍTULO I:** ALELOPATIA E FITOQUÍMICA DE *Eragrostis lugens* Nees. NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES E NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE *Oryza sativa* L.

**CAPÍTULO II:** ALELOPATIA DE EXTRATOS AQUOSOS E HIDROETANÓLICOS DE *Eragrostis lugens* SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Lactuca sativa* L.

**4 CAPÍTULO I: ALELOPATIA E FITOQUÍMICA DE *Eragrostis lugens* Nees.  
NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES E NO CRESCIMENTO  
VEGETATIVO DE *Oryza sativa* L.**

**ALELOPATIA E FITOQUÍMICA DE *Eragrostis lugens* Nees. NA  
GERMINAÇÃO DAS SEMENTES E NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE  
*Oryza sativa* L.**

**RESUMO**

As plantas produzem metabólitos secundários que podem afetar a germinação e o crescimento de outras plantas, mecanismo este definido como alelopatia. As plantas daninhas, além de possuírem características de planta invasora, também são conhecidas pelo seu potencial alelopático. Nos últimos anos, espécies de Poaceae têm sido encontradas como invasoras nos quadros onde se cultiva o arroz no Rio Grande do Sul. Entre elas destacam-se as espécies do gênero *Eragrostis*, nas quais se inclui *Eragrostis lugens* Nees. Extratos aquosos e hidroetanólicos de folhas de *E. lugens* provenientes de duas coletas foram preparados nas concentrações 4,0, 8,0 e 16 % (p/v) com o objetivo de avaliar o potencial alelopático destes na germinação e crescimento de *Oryza sativa* (arroz). Foram realizados bioensaios de germinação e crescimento, montados em placas de Petri de 150 mm de diâmetro com duas camadas de papel germitest. Para o ensaio de germinação número de sementes germinadas foi aferido a cada 24 h, sendo então obtidas a percentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Para avaliação do crescimento inicial os diásporos de arroz pré-germinados em água com 1,0 mm de radícula emitida foram transferidos para as placas contendo os extratos. As culturas foram mantidas em câmara de crescimento com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1$  por sete dias. Após decorridos estes, o comprimento (cm) da radícula e da parte aérea foi mensurado. Para avaliar efeitos residuais dos tratamentos, após a primeira avaliação, as plântulas foram transferidas para bandejas plásticas contendo mistura de substrato comercial/vermiculita, e mantidas por 15 dias em câmara de crescimento, para aclimação, sendo regadas diariamente com 100 mL de água. Ao final destes dados de comprimento da parte aérea (cm) e número de folhas foram coletados e as bandejas foram transferidas para casa de vegetação, onde receberam lâmina d'água de 2,0 cm, mantida todos os dias por um período de 15 dias. Ao final deste período, foram avaliados os parâmetros de comprimento da parte aérea (cm), número de folhas, número de perfilhos, comprimento radicular (cm), área foliar (cm<sup>3</sup>) e massa seca (g). O conteúdo de polifenóis totais e flavonoides dos extratos foi obtido por espectrofotometria. Para polifenóis, as absorbâncias foram lidas no comprimento de onda de 730 nm, utilizando uma curva padrão desenvolvida para ácido gálico e o resultado expresso em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de amostra. Para flavonoides totais as absorbâncias foram lidas em 420 nm em espectrofotômetro, e os teores destes foram calculados utilizando a curva padrão da quercetina. Os resultados foram expressos em miligrama de quercetina por grama de extrato. Os extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* provenientes das duas coletas apresentaram potencial alelopático, tendo efeito negativo na germinação das sementes e nos parâmetros de crescimento vegetativo do arroz. As partes aéreas de *E. lugens* apresentam metabólitos com este potencial alelopático em seus tecidos, possivelmente responsáveis pelos efeitos negativos nas variáveis estudadas, com maior ênfase para as coletas efetuadas na primavera.

**Palavras-chave:** planta daninha; sazonalidade; metabólitos secundários; arroz.

## ALLELOPATHY AND PHYTOCHEMISTRY OF *Eragrostis lugens* Nees. ON SEED GERMINATION AND VEGETATIVE GROWTH IN *Oryza sativa* L.

### ABSTRACT

Plants produce secondary metabolites that can affect the germination and growth of other plants, a mechanism defined as allelopathy. The weeds, besides possessing characteristics of invading plant, are also known for their allelopathic potential. In the last years, Poaceae species have been found as invaders of the cultivation tables of rice at Rio Grande do Sul State. Among them, the species of genus *Eragrostis* are highlighted, which includes *Eragrostis lugens* Nees. Aqueous and hydroethanolic extracts of *E. lugens* leaves from two samples were prepared at concentrations 4.0, 8.0 and 16 % (p/v) with the objective of evaluating their allelopathic potential in the germination and growth of *Oryza sativa* (rice). Germination and growth bioassays were carried out on 150 mm diameter Petri dishes with two layers of germitest paper. For the germination assay the number of germinated seeds was measured every 24 h, and the percentage of germination (% G) and germination rate index (IVG) were obtained. In order to evaluate the initial growth, the rice diaspores pre-germinated in water with 1.0 mm of emitted radicle were transferred to the plates containing the extracts. Cultures were maintained in a growth chamber with photoperiod of 16 hours and temperature of  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  for seven days. After these, the length (cm) of the radicle and aerial part were measured. To evaluate residual effects of the treatments, after the first evaluation, the seedlings were transferred to plastic trays containing commercial substrate / vermiculite mixture and kept for 15 days in a growth chamber for acclimatization, being watered daily with 100 mL of water. At the end of the study, leaf length data (cm) and number of leaves were collected, and the trays were transferred to a greenhouse, where they received 2.0 cm water depth, kept daily for a period of 15 days. After this period, the parameters of aerial parts length (cm), number of leaves, number of tillers, root length (cm), leaf area (cm<sup>2</sup>) and dry mass (g) were evaluated. The content of total polyphenols and flavonoids of extracts was obtained by spectrophotometry. For polyphenols the absorbances were read at the wavelength of 730 nm using a standard curve developed for gallic acid and the result expressed in milligrams of gallic acid equivalent per gram of sample. For total flavonoids the absorbances were read at 420 nm in a spectrophotometer and calculated using the quercetin curve. The results were expressed in milligrams of quercetin per gram of extract. The aqueous and hydroethanolic extracts of aerial parts of *E. lugens* from the two collections presented allelopathic potential, having a negative effect on seed germination and on the parameters of vegetative growth of rice. The aerial parts of *E. lugens* accumulated metabolites with this allelopathic potential, such as phenolic and / or flavonoid compounds, possibly responsible for the negative effects on the studied variables, with a greater emphasis on the spring samples.

**Keywords:** weed; seasonality; secondary metabolites; rice.



## INTRODUÇÃO

As plantas produzem metabólitos secundários, os quais podem afetar a germinação e o crescimento de outras plantas em um mecanismo definido como alelopatia (INDERJIT; DUKE 2003), termo este, empregado para caracterizar as interações mediadas por biomoléculas existentes entre planta-planta e planta-microrganismos (MECINA, 2014). Rice (1984) definiu alelopatia como: “qualquer efeito direto ou indireto, nocivo ou benéfico que uma planta exerce sobre outra através da produção e liberação de compostos químicos no ambiente”.

As plantas daninhas, além de possuírem características de planta invasora, tais como: rápido crescimento, longa fase reprodutiva e banco de sementes no solo persistente, são conhecidas pelo seu potencial alelopático (MEDEIROS et al., 2004) e constituem um dos fatores que mais influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, além de competirem por luz, nutrientes e água, o que se reflete na redução quantitativa e qualitativa da produção (SILVA; DURIGAN, 2006).

Nos últimos anos, espécies de Poaceae que ocorrem comumente em áreas no entorno das lavouras têm sido encontradas nos quadros onde se cultiva o arroz no Rio Grande do Sul. Entre elas destacam-se as espécies do gênero *Eragrostis* (CANTO-DOROW, 2011; BOECHAT; LONGHI-WAGNER, 2001), nas quais se inclui *Eragrostis lugens* Nees, conhecida popularmente como eragrostis, pasto-ilusão ou pasto-mosquito. Esta espécie é uma planta perene que se desenvolve tanto em áreas de coxilha, quanto em áreas de várzea, e reproduz-se por sementes (LORENZI, 2008).

Todas as plantas produzem metabólitos secundários, que variam em qualidade e quantidade de espécie para espécie. Diversos são os compostos atualmente conhecidos e com efeitos alelopático (RIZVI et al. 1992; PEDROL et al. 2006), sendo os glicosídeos cianogênicos, alcaloides, sesquiterpenos, flavonoides e ácidos fenólicos os principais responsáveis por tais propriedades (KING; AMBIKA, 2002). A produção de aleloquímicos está, provavelmente, relacionada com a defesa da planta, e muitos deles têm sua síntese desencadeada por eventuais intempéries as quais elas estão expostas (FERREIRA; AQUILA, 2000), como por exemplo, temperatura, umidade, precipitação, radiação solar e variação sazonal. A variação sazonal engloba variações bruscas de temperatura e umidade do solo, provocando desvios das rotas biossintéticas dos metabólitos secundários, podendo ser observados efeitos alelopáticos mais evidentes em uma estação do que na outra (TAIZ et al., 2017).

São encontrados na literatura trabalhos relacionados à influência alelopática de espécies do gênero *Eragrostis* sobre culturas ou forrageiras, indicando que sua agressividade como invasora, pelo menos em parte, deve-se às substâncias alelopáticas por elas produzidas (COELHO, 1986; FIORENZA et al., 2016; GHEBREHIWOT et al. 2013). Apesar dos avanços feitos nos últimos anos no isolamento, identificação e quantificação de compostos com bioatividade, lacunas permanecem no entendimento da interação alelopática entre espécies do gênero *Eragrostis* e espécies cultivadas em áreas infestadas e suas dinâmicas no meio ambiente, que são passos fundamentais para entender melhor o papel ecológico da espécie em campos invadidos (BITTENCOURT et al., 2018).

O conhecimento das propriedades alelopáticas, em especial das plantas daninhas, permite o entendimento dos mecanismos de interferência que essas plantas exercem sobre aquelas de interesse agrônomo e econômico, indicando, ainda, a importância do desenvolvimento de estratégia eficiente e constante para o controle das espécies de plantas daninhas com tais características (SOUZA FILHO, 2006).

Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* provenientes de duas estações sazonais sobre a germinação e crescimento vegetativo de *Oryza sativa*, bem como realizar estudo fitoquímico destes extratos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações do ano, primavera e verão, em lavoura de arroz irrigado, localizadas na região de Santa Maria- RS (29°39'46,4''S 54°28'33,0''W). Em laboratório, o material foi lavado e seco em estufa a 40 °C por sete dias e posteriormente triturado em moinho de facas tipo Wyllie (Modelo:CE-430) para a preparação dos extratos vegetais. Para os bioensaios de germinação e crescimento inicial, foram utilizados diásporos de arroz (cariopse: fruto concrecido com a semente), da cultivar Guri Inta CL, coletadas em São Vicente do Sul em 2017.

Os extratos aquosos (água destilada) e hidroetanólicos (70 % etanol: 30 % água destilada) provenientes das duas coletas foram preparados nas concentrações de 4,0; 8,0 e 16 % (p/v) e mantidos por 24 h no escuro, em temperatura controlada (25 °C). Após, foram filtrados em algodão. O tratamento controle foi água destilada. Para ambos os tipos

de extrato e tratamento controle, o pH foi ajustado para  $5,8 \pm 1$  e o potencial osmótico mensurado através do método de Chardakov (1953).

Para os estudos sobre a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas, os diásporos de arroz foram desinfestados em etanol 70 % por um minuto, seguido de solução de hipoclorito de sódio 2 % acrescida de duas gotas de Tween, por 20 minutos e três lavagens em água destilada segundo protocolo citado por Paranhos et al. (2017).

## GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE ARROZ

Conforme protocolo proposto por Ferreira e Aquila (2000), os diásporos de arroz foram inoculados em placas de Petri (150 mm de diâmetro), contendo duas camadas de papel germitest e pré-embebidas com 20 mL das diferentes concentrações dos extratos. Para os extratos hidroetanólicos, foram pipetados 20 mL das concentrações dos extratos nas placas e estas foram deixadas abertas, dentro da câmara de fluxo laminar, até a total evaporação da água e do álcool. Em seguida, foram pipetados 20 mL de água destilada em cada placa para posterior inoculação dos diásporos. Após as placas foram vedadas com plástico parafilm e mantidas em câmara de crescimento com fotoperíodo de 16 horas (R.F.A de  $\sim 73 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ , por sete dias (Fig. 1)

**Fig. 1** - Ensaio de germinação em câmara de crescimento



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

As três concentrações de extrato de *E. lugens* (e respectivos controles) constituíram os tratamentos com cinco repetições cada um, e cada repetição constou de duas placas contendo 20 diásporos. O número de sementes germinadas foi aferido a cada 24 h durante o período de sete dias. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram no mínimo 1,0 mm de radícula emitida, sendo então obtida a percentagem de germinação (%G), conforme Labouriau e Valadares (1976) e o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Maguire (1962).

## CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ

Para o experimento de crescimento inicial foi efetuada previamente a padronização do tamanho das plântulas a serem submetidas aos extratos, sendo que para isso, os diásporos de arroz foram inoculados em placas de Petri pré-embebidas em água destilada e mantidos em câmara de crescimento por um período de 72 h, com fotoperíodo de 16 horas (R.F.A de  $\sim 73 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Ao final deste período, os diásporos que apresentaram 1,0 mm de radícula emitida foram transferidos para placas de Petri (150 mm de diâmetro) contendo duas camadas de papel germitest e pré-embebidas com 20 mL das diferentes concentrações dos extratos (aquosos ou hidroetanólicos) seguindo a mesma metodologia utilizada no estudo de germinação das sementes e as culturas mantidas em câmara de crescimento nas mesmas condições acima, por sete dias. Ao final destes, os dados do crescimento inicial das plântulas foram coletados, sendo que o comprimento, em centímetros da radícula e da parte aérea foi mensurado com o auxílio de uma régua.

Com o objetivo de avaliar efeitos residuais dos tratamentos no desenvolvimento inicial das plantas de arroz, após a primeira avaliação, as plântulas foram transferidas para bandejas plásticas (Medidas: 30x13x11 cm) contendo mistura de substrato comercial Mecplant®/vermiculita (2:1) previamente autoclavados. As bandejas contendo 40 plântulas (dispostas em 4 fileiras, e 3 cm de distância umas das outras) foram aclimatadas utilizando-se de tampas plásticas transparentes por 15 dias em câmara de crescimento com temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$  e fotoperíodo de 16 horas (R.F.A de  $\sim 73 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), sendo regadas todos os dias com 100 mL de água destilada (Fig. 2).

**Fig. 2** - Plantas de arroz em processo de aclimação em sala de crescimento



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

Ao final dos 15 dias, dados de comprimento da parte aérea (cm) e número de folhas foram coletados e as bandejas contendo as plantas de arroz foram então transferidas para casa de vegetação, contendo bancadas de 1,20 m de largura x 4 m de comprimento, a uma distância de 90 cm do solo, permitindo a acomodação de duas fileiras de bandejas por bancada. A casa de vegetação era recoberta com filme de polietileno de baixa densidade, de 150  $\mu\text{m}$  de espessura. Nestas condições, as plantas de arroz foram mantidas em lâmina d'água de 2,0 cm, por um período de 15 dias, com temperatura dentro da casa de vegetação variando entre 28 e 33 °C (Fig. 3).

Ao final deste período, foram avaliados os parâmetros de comprimento da parte aérea (cm), número de folhas, número de perfilhos, comprimento radicular (cm) e área foliar ( $\text{cm}^2$ ) (utilizando-se o aparelho AM350). Partes aéreas e radiculares foram separadas e colocadas em estufa por sete dias para determinação da massa seca (g).

O delineamento experimental para os bioensaios foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, e cinco repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi efetuada através do

teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

**Fig. 3-** Plantas de arroz sob lâmina d'água em casa de vegetação



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

### ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS DE PARTES AÉREAS DE *Eragrostis lugens*

O conteúdo de polifenóis totais dos extratos aquosos foi determinado pelo método descrito por Boligon et al. (2009). Assim, 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu 2 N foi adicionado a 1,0 mL dos extratos foliares de *E. lugens*, na concentração de 0,15 mg mL<sup>-1</sup>. Essa solução foi deixada em repouso por cinco minutos sendo então adicionado 2,0 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 20 %, e após 10 minutos feita a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 730 nm. O teor de polifenóis foi calculado utilizando-se uma curva padrão desenvolvida para ácido gálico e o resultado expresso em mg equivalentes de ácido gálico por grama de amostra.

A determinação do teor de flavonoides totais foi realizada segundo o método descrito por Woisky e Salatino (1998), com o uso de 1,0 mL de cloreto de alumínio 2,0 % adicionado em 1,0 mL de solução da amostra (extratos da parte aérea). Após 15 minutos, as absorvâncias foram lidas em 420 nm em espectrofotômetro. Para o cálculo da concentração de flavonoides foi utilizada a curva de quercetina. Os teores de flavonoides foram então determinados em mg de quercetina por grama de extrato.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química dos extratos aquosos revelou variação de potencial osmótico na faixa entre -0,01 e -0,03 Mpa. Os valores de potencial osmótico encontrados nos extratos utilizados no presente trabalho consideram-se adequados para a germinação das sementes e crescimento inicial das plântulas de arroz (ver CAMPOS; ASSUNÇÃO, 1990). Assim, elimina-se a influência do pH (ajustado a  $5,8 \pm 1$ ) e do potencial osmótico nos resultados alcançados.

### GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE ARROZ

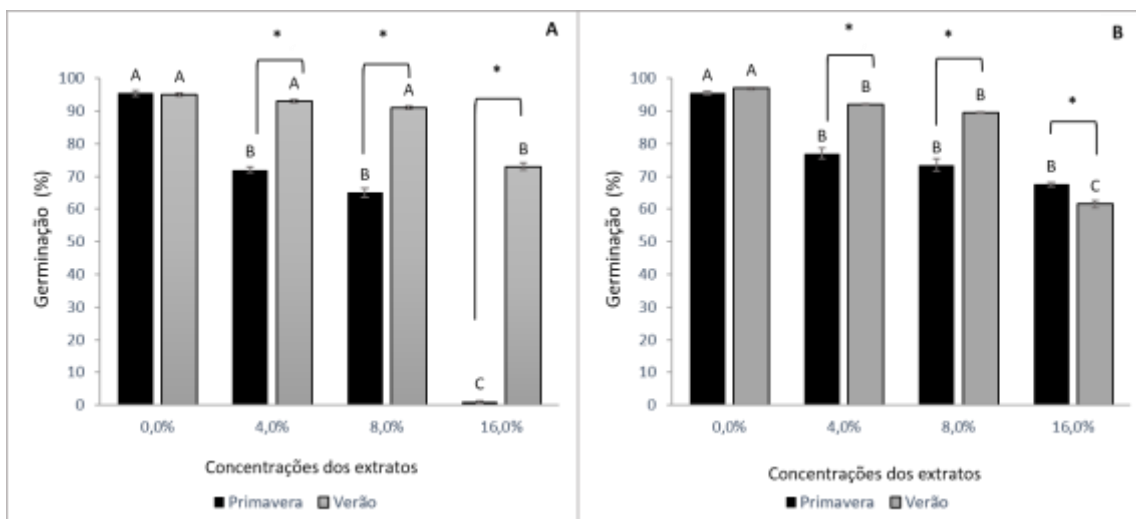
O processo germinativo das sementes de arroz foi influenciado negativamente pelos extratos da parte aérea de *E. lugens* quando comparados ao tratamento controle em ambas as coletas (Fig. 4). A percentagem de germinação das sementes de arroz submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta da primavera foi afetada em uma relação concentração dependente, ou seja, quanto maior a concentração do extrato, maior o efeito observado. Este fato é bem evidente na concentração mais elevada (16 %), na qual foram registrados os menores valores de germinação. Já para as sementes submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta do verão, não foram observadas diferenças significativas entre o tratamento 4,0 e 8,0 % quando comparados ao controle, havendo uma redução apenas no tratamento 16 % (Fig. 4-A). Resultados semelhantes foram verificados por Fiorenza et al. (2016), testando o potencial alelopático de uma espécie do mesmo gênero, *Eragrostis plana* na germinação de espécies forrageiras, com efeitos mais evidentes nas concentrações mais elevadas de extrato (50, 70 e 100 %), em que foram registrados os menores valores de germinação ou parada completa do processo de germinação das sementes. Apesar de no presente trabalho terem sido testados extratos em

concentrações menores, os resultados aqui apresentados ainda mostram efeitos alelopáticos intensificados com o aumento da concentração. As concentrações mais baixas aqui utilizadas se devem à pequena quantidade de matéria vegetal resultante da moagem, em função do tamanho diminuto do limbo foliar da espécie em estudo.

As sementes de arroz submetidas aos extratos hidroetanólicos também apresentaram redução na percentagem de germinação em comparação ao tratamento controle, porém, menor do que a observada para os extratos aquosos, não havendo diferença significativa entre os tratamentos, para os extratos provenientes da coleta da primavera (Fig. 4-B). Resultados semelhantes foram observados para os extratos provenientes da coleta do verão, porém observou-se redução mais significativa no tratamento 16 %.

As diferenças observadas entre os resultados das duas coletas e dos dois tipos de extratos podem ser devidas ao fato de que diferentes solventes podem extrair diferentes substâncias que podem ou não ter efeito no desenvolvimento de espécies alvo. Ainda, algumas substâncias podem ter modificações na sua produção dependendo da época do ano e de eventuais estresses a que possam ser submetidas (GOMES, 2013). Além disso, a atividade biológica de um determinado aleloquímico depende tanto da concentração do mesmo, como do limite de resposta da espécie afetada (REIGOSA et al., 1999).

**Fig. 4** - Percentagem de germinação das sementes de arroz sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais.



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \*Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

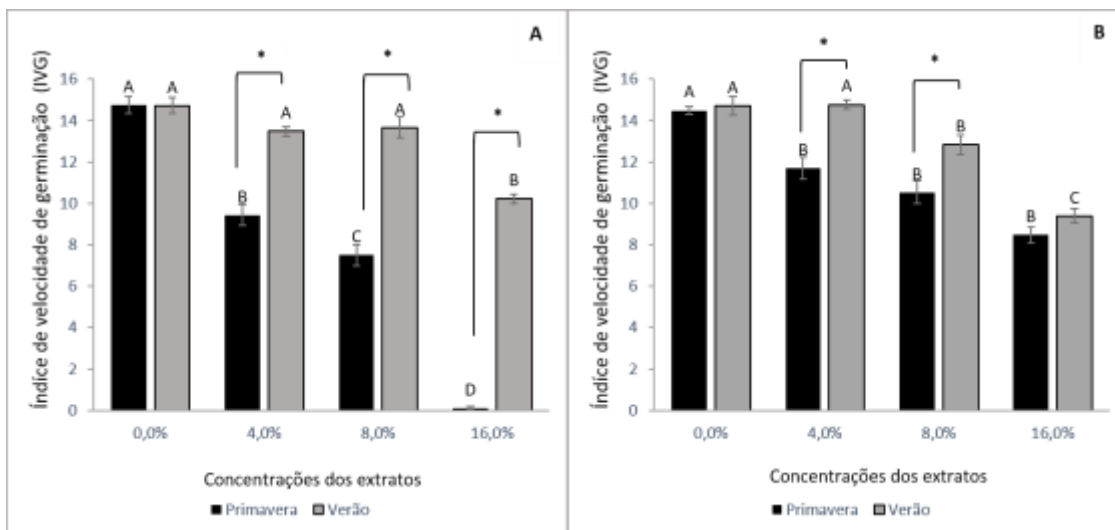


Os valores do IVG apresentaram uma relação de proporcionalidade com os da porcentagem de germinação (Fig. 5). Para as sementes submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta da primavera, observou-se diferenças significativas entre todos os tratamentos, tanto quando comparados ao controle, quanto entre si sendo que a redução do IVG foi intensificada com o aumento da concentração dos extratos. Já para as submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta do verão, a diferença significativa pode ser observada apenas para a concentração 16 % (Fig. 5-A). Tais resultados vão ao encontro dos observados por Ghebrehiwot et al. (2013) e Chou e Young (1975), testando o efeito alelopático de extratos aquosos de *Eragrostis curvula* nos quais os mesmos apresentaram efeitos negativos no índice de velocidade de germinação das sementes de alface. Estes autores identificaram altas concentrações de ácidos fenólicos nestes extratos de *E. curvula*, podendo estes serem responsáveis pelos efeitos observados.

O IVG das sementes de arroz submetidas aos extratos hidroetanólicos também foi reduzido com o aumento da concentração do extrato (Fig. 5-B). Para os extratos provenientes da coleta da primavera, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apenas entre estes e o controle. Para os extratos provenientes da coleta do verão, observou-se diferenças significativas entre todos os tratamentos, e entre estes e o tratamento controle, com exceção do 4,0 %. De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), quanto maior o IVG, maior é o vigor das sementes. No presente trabalho, extratos das partes aéreas obtidos nas duas coletas diminuíram este parâmetro, evidenciando o efeito alelopático de *E. lugens* sobre a germinação do arroz para os dois tipos de extrato. A polaridade dos extratos aquosos pode explicar os resultados mais expressivos observados para estes, sendo mais efetivos quanto à ação alelopática em comparação aos extratos hidroetanólicos (CONDESSA, 2011).

Quando comparados, os resultados das duas coletas apresentaram diferenças significativas, sendo que os extratos provenientes da coleta da primavera mostraram efeito alelopático mais pronunciado que os provenientes da coleta do verão, para ambos os tipos de extrato. Em geral, as espécies apresentam épocas específicas em que contêm maior quantidade de princípios ativos em seus tecidos, podendo essa variação ocorrer tanto no período de um dia, como em épocas do ano (SIMÕES et al., 2003). Além da época do ano e condições ambientais, a atividade alelopática pode ser influenciada por fatores genéticos ou mesmo pela idade da planta ou do órgão (RICE, 1984; LARCHER, 1995).

**Fig. 5** - Índice de velocidade de germinação das sementes de arroz sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais.



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \*Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

## CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ

Os extratos aquosos de *E. lugens* provocaram redução no comprimento da parte aérea e da radícula das plântulas de arroz, sendo os efeitos inibitórios mais conspícuos com o aumento das concentrações de extratos utilizados (Tab. 1).

Para as plântulas submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta da primavera, observa-se redução no comprimento da parte aérea com diferença significativa entre todos os tratamentos. Para o comprimento radicular se observa reduções acentuadas nas duas concentrações mais elevadas dos extratos (8,0 e 16 %, 0,47 cm – 0,08 cm, respectivamente), em relação ao controle (4,80 cm) (Fig. 6). O efeito de aleloquímicos presentes em uma planta no desenvolvimento radicular é relevante, uma vez que o crescimento normal das raízes é de primordial importância para a absorção de nutrientes no período inicial de crescimento pós-germinativo (RICE, 1984), uma redução no crescimento radicular pode comprometer o processo de desenvolvimento normal da planta afetada.

**Tab. 1** - Crescimento inicial das plântulas de arroz sob efeito de extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos sete dias de experimento.

	Concentrações dos extratos (%)	Coleta primavera		Coleta verão	
		Comprimento (cm)		Comprimento (cm)	
		Parte aérea	Parte radicular	Parte aérea	Parte radicular
Extratos Aquosos	Controle	4,71 A *	4,80 A *	5,65 A *	3,55 A *
	4,0	4,49 B *	3,23 B *	5,13 AB *	3,54 A *
	8,0	3,53 C *	0,47 C *	5,03 B *	3,47 A *
	16,0	1,05 D *	0,08 D *	3,79 C *	1,38 B *
	CV (%)	1,69	0,71	6,15	4,55
Extratos Hidroetanólicos	Controle	4,14 A *	4,26 A	5,56 A *	4,64 A
	4,0	2,55 B *	1,48 B *	5,48 A *	4,47 A *
	8,0	2,42 C *	1,00 C *	5,36 A *	4,25 A *
	16,0	2,01 D *	0,85 D *	0,98 B *	0,42 B *
	CV (%)	1,17	2,20	4,88	8,46

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \*Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

**Fig. 6** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta da primavera.

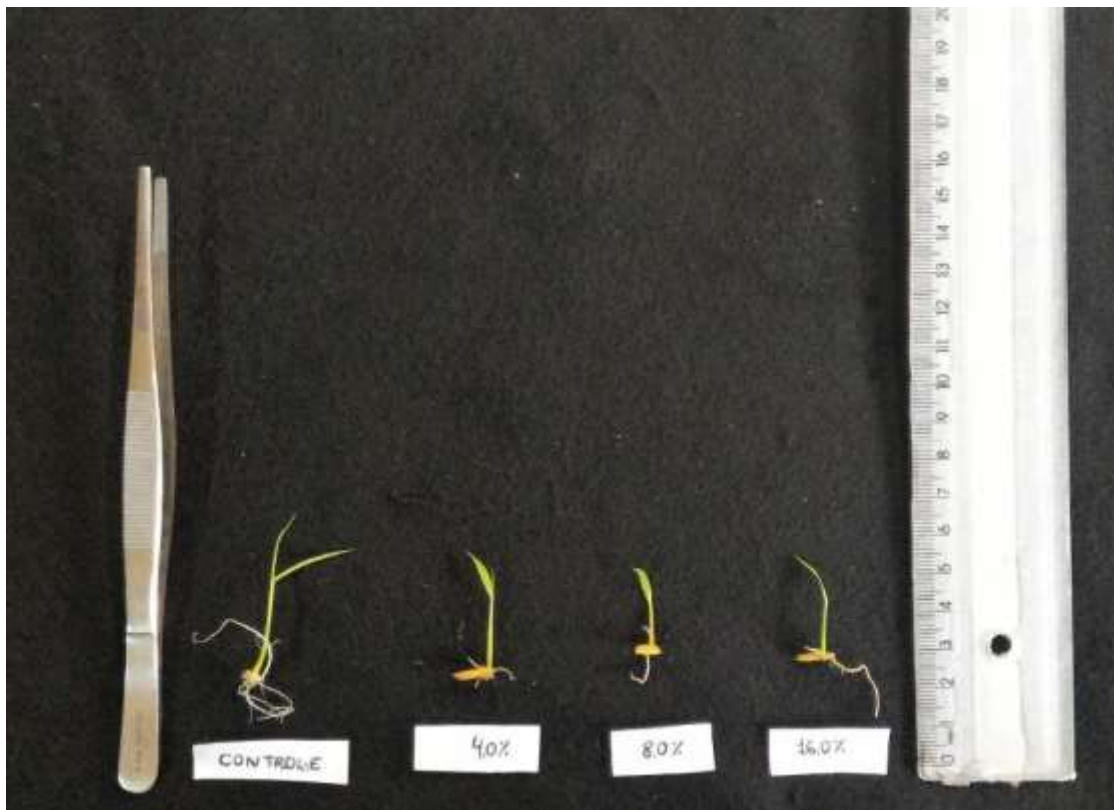


FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

Já as plântulas submetidas aos extratos aquosos obtidos das partes aéreas coletadas no verão apresentaram redução no crescimento, porém não tão evidentes quanto às expostas aos extratos do material vegetal coletado na primavera, havendo diferenças

significativas apenas no tratamento com concentração de 16 %, também com redução expressiva para o comprimento radicular (Fig. 7).

**Fig. 7.** Plântulas de arroz submetidas aos extratos aquosos provenientes da coleta do verão



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

Resultados semelhantes podem ser observados para as plântulas submetidas aos extratos hidroetanólicos, em ambas as coletas (Fig. 8 e 9). Tais resultados são semelhantes com os observados por Borges et al. (2016), nos quais extratos aquosos de partes aéreas de *Eragrostis plana* interferiram negativamente no crescimento inicial de feijão-miúdo (*Vigna unguiculata* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.), com redução e/ou inibição no comprimento da parte aérea e do sistema radicular, sendo o segundo mais sensível aos aleloquímicos, o que pode ser devido ao fato de que seu alongamento depende das divisões celulares, que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal (HOFFMANN et al. 2007).

**Fig. 8** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos hidroetanólicos provenientes da coleta da primavera.



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

**Fig. 9** - Plântulas de arroz submetidas aos extratos hidroetanólicos provenientes da coleta do verão



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

Apesar de utilizarem extratos em concentrações maiores que as do presente trabalho, Ghebrehiwot et al. (2013) testando o efeito alelopático de extratos aquosos de *Eragrostis curvula*, observaram efeitos negativos dos mesmos sobre o crescimento inicial de alface em todas as concentrações testadas (2,0; 10; 25 e 40 %), sendo que, nas concentrações mais altas (25 e 40 %), ocorreu a completa inibição do crescimento radicular. Os efeitos alelopáticos podem variar quanto à sua intensidade, visto que a ação dos aleloquímicos é condicionada por diversos fatores, tais como concentração, temperatura e outras condições ambientais. Geralmente, os efeitos causados tendem a ser dependentes da concentração dos aleloquímicos, ou seja, tendem a ser mais acentuados em concentrações mais altas, sendo essa tendência observada nos bioensaios de crescimento (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006).

No que diz respeito aos efeitos residuais dos extratos foliares sobre o desenvolvimento das plantas de arroz, os resultados seguem uma relação de proporcionalidade com os observados para o crescimento inicial (Tab. 2). Para as plantas de arroz submetidas aos extratos aquosos de partes aéreas coletadas na primavera e avaliadas aos 15 dias após a transferência para substrato com solo e vermiculita, pode-se observar redução significativa em ambos os parâmetros analisados em relação ao controle, sendo esta proporcional ao aumento da concentração do extrato, havendo diferença estatística significativa entre todos os tratamentos. As plantas submetidas aos extratos a 16 %, por estarem em tamanho reduzido por ocasião do transplante para o substrato, não chegaram a se desenvolver. Para as submetidas aos extratos de partes aéreas coletadas no verão, podem ser observadas reduções significativas no comprimento da parte aérea, principalmente nas concentrações mais elevadas (8,0 e 16 %), e nenhuma diferença significativa para o número de folhas. Estes resultados vão de encontro aos observados por Coelho e Schmidt (2001) para extratos aquosos de folhas de *Eragrostis curvula*, os quais suprimiram significativamente o crescimento de plantas de *Trifolium repens* (Trevo-branco) e *Agrostis* sp. Favaretto et al. (2011) observaram efeitos similares em que extratos aquosos de folhas de *E. plana* (capim-annoni) causaram redução no crescimento de plantas de trevo-branco, necrose da raiz e outros sintomas de toxicidade.

No que se refere aos efeitos dos extratos hidroetanólicos os mesmos foram semelhantes aos observados para os extratos aquosos. Os provenientes da coleta da primavera exerceram efeitos negativos, para ambos os parâmetros, resultando em reduções proporcionais ao aumento na concentração do extrato. Os extratos provenientes da coleta do verão exerceram efeitos negativos, porém menos evidentes do que os da

primavera, não ocorrendo reduções significativa entre os tratamentos para o número de folhas. Os efeitos de extratos aquosos e hidroetanólicos sobre o desenvolvimento de plântulas são frequentemente explicados em termos individuais de alguns dos principais constituintes ou mesmo de determinadas classes químicas presentes nestes extratos. Ambos os tipos de extratos são misturas de diferentes componentes químicos em proporções variadas e é frequentemente desconhecido se e como esses constituintes interagem entre si e promovem seus efeitos sobre outros organismos (TARAYRE et al., 1995). Esses aspectos implicam maior ou menor atividade alelopática de um ou outro tipo de extrato.

**Tab. 2.** Parâmetros de crescimento das plantas de arroz sob efeito de extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos 15 dias de experimento.

	Concentrações dos extratos (%)	Coleta primavera		Coleta verão	
		Comprimento Parte aérea (cm)	Número de folhas	Comprimento Parte aérea (cm)	Número de folhas
Extratos Aquosos	Controle	15,79 A *	3,54 A *	19,49 A *	2,86 A *
	4,0	10,85 B *	3,16 B *	14,15 B *	2,46 A *
	8,0	8,58 C *	1,63 C *	11,05 C *	2,72 A *
	16,0	0 D *	0 D *	11,22 C *	2,47 A *
	CV (%)	2,30	1,77	1,03	10,85
Extratos Hidroetanólicos	Controle	16,66 A *	3,46 A *	17,43 A *	2,85 A *
	4,0	5,74 B *	1,50 B *	15,09 B *	2,53 B *
	8,0	1,75 C *	0,74 C *	15,11 B *	2,34 B *
	16,0	0,93 D *	0,36 D *	13,03 C *	2,39 B *
	CV (%)	0,71	3,38	1,93	5,55

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \* Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

Assim como para as plantas avaliadas aos 15 dias, os extratos aquosos mostraram efeitos residuais negativos sobre as plantas de arroz avaliadas aos 30 dias de experimento (Tab. 3). Plantas submetidas aos extratos provenientes da coleta da primavera apresentaram reduções significativas, com diferença estatística entre todos os tratamentos para comprimento (parte aérea e radicular) e números de folhas e perfilhos. Para parâmetros como massa seca (tanto de folhas quanto raízes) e área foliar, não houve diferença significativa entre os tratamentos 4,0 e 8,0 %. Para as plantas submetidas aos extratos aquosos do material coletado no verão, observam-se efeitos residuais negativos, porém, assim como para as demais avaliações, menos evidentes do que os observados

para os extratos da primavera, com diferenças significativas visíveis apenas na concentração mais elevada (16 %) para a maioria dos parâmetros, com exceção da área foliar, na qual não houve diferença significativa para nenhum tratamento.

De acordo com Vicelli (2005), os efeitos alelopáticos podem apresentar variações quanto à intensidade e a característica de estímulo ou inibição, dependentes da concentração do material e/ou extrato vegetal utilizado sobre a planta receptora. Estes efeitos podem ser dependentes também da época de coleta do material vegetal, visto que nem a quantidade, nem a natureza dos compostos químicos produzidos é constante durante o ano (GLOBBONETO; LOPES, 2007). Além disso, a faixa em que ocorrem as variações anuais, mensais e diárias na temperatura é um dos fatores que exerce maior influência no desenvolvimento das plantas, afetando, portanto, a produção de metabólitos secundários desta (EVANS, 1996).

**Tab. 3.** Parâmetros de crescimento das plantas de arroz sob efeito de extratos aquosos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos 30 dias de experimento.

	Concentrações dos extratos (%)	Comprimento Parte aérea (cm)	Nº de Folhas	Nº de Perfilhos	Comprimento radicular (cm)	Massa seca (g)		Área foliar (cm <sup>2</sup> )
						Folhas	Raízes	
Coleta Primavera	Controle	40,74 A *	9,12 A *	2,92 A	16,53 A *	2,58 A *	0,82 A *	14,63 A *
	4,0	34,46 B	6,68 B *	1,92 B *	13,63 B *	2,48 B *	0,6 B *	12,55 B
	8,0	33,83 C *	6,28 C *	1,58 C *	12,71 C *	2,44 B *	0,54 B *	11,32 B *
	16,0	0 D *	0 D *	0 D *	0 D *	0 C *	0 C *	0 C *
	CV (%)	0,37	1,83	4,51	0,70	2,92	12,50	9,96
Coleta Verão	Controle	35,52 A *	3,04 AB*	2,98 A	14,66 A *	2,42 A *	0,72 A *	13,22 A *
	4,0	34,62 B	2,96 A *	2,82 A *	14,59 A *	2,04 B *	0,5 B *	13,23 A
	8,0	34,53 B *	3,18 B *	3 B *	14,31 A *	1,96 B *	0,36 C *	13,19 A *
	16,0	31,28 C *	3,12AB *	2,84AB *	11,25 B *	1,38 C *	0,28 C *	12,13 A *
	CV (%)	0,38	3,45	3,31	0,85	4,44	11,16	6,70

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \* Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

Os resultados observados para as plantas submetidas aos extratos hidroetanólicos foram semelhantes àsquelas submetidas aos extratos aquosos (Tab. 4.). Observam-se efeitos residuais negativos para todos os parâmetros, em ambas as coletas, porém, para as plantas submetidas aos extratos da primavera, ocorreram reduções significativas com diferença estatística entre todos os tratamentos, proporcionais ao aumento da



concentração do extrato. Já para as submetidas aos extratos do verão, reduções evidentes podem ser observadas apenas na concentração mais elevada (16 %).

De acordo com Alves et al. (2002), uma vez que as atividades biológicas apresentadas por extratos vegetais são geradas pela sua composição química, a qual pode ser alterada por fatores bióticos e abióticos, alterações na intensidade dessas bioatividades poderão ocorrer de acordo com a época de coleta. Para extratos hidroetanólicos, atividades inibitórias, como as verificadas neste trabalho, podem ser indício da presença de compostos fenólicos, que são o maior grupo de compostos secundários das plantas e os mais frequentemente identificados como agentes alelopáticos (XUAN et al., 2003).

**Tab. 4.** Parâmetros de crescimento das plantas de arroz sob efeito de extratos hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas em duas estações sazonais aos 30 dias de experimento.

	Concentrações dos extratos (%)	Comprimento Parte aérea (cm)	Nº de Folhas	Nº de Perfilhos	Comprimento radicular (cm)	Massa seca (g)		Área foliar (cm <sup>2</sup> )
						Folhas	Raízes	
Coleta Primavera	Controle	27,28 A *	5,42 A	1,90 A *	10,34 A *	2,10 A *	0,40 A *	6,00 A *
	4,0	20,87 B *	3,54 B *	0,98 B *	9,47 B *	2,02 AB *	0,27 B *	4,63 B *
	8,0	9,57 C *	2,52 C *	0,62 C *	4,03 C *	1,96 B	0,25 B *	1,73 C *
	16,0	5,19 D *	1,32 D *	0,24 D *	2,14 D *	1,46 C	0,20 C *	1,24 D *
	CV (%)	0,37	2,15	8,79	1,20	3,02	9,37	3,97
Coleta verão	Controle	31,51 A *	4,94 A	2,20 B *	15,07 A *	2,45 A *	0,75 A *	11,90 A *
	4,0	31,06 A *	3,18 B *	2,58 A *	14,33 AB *	2,10 B *	0,58 B *	10,65 B *
	8,0	30,53 A *	3,14 B *	1,90 B *	13,32 B *	2,00 B	0,40 C *	10,68 B *
	16,0	26,59 B *	3,16 B *	1,06 C *	13,39 B *	1,42 C	0,30 D *	9,42 C *
	CV (%)	3,83	8,81	9,49	5,60	2,86	8,40	2,86

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \* Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

Comparando-se as duas coletas, os extratos provenientes da coleta da primavera causaram reduções no crescimento inicial e desenvolvimento mais evidentes do que os provenientes da coleta do verão, havendo diferença significativa entre as duas. Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que muitas das substâncias consideradas alelopáticas são sintetizadas desde os primeiros estádios de crescimento das plantas, ou sua produção pode ser desencadeada por algum estímulo externo. Assim, a época ou

estação do ano, por apresentarem condições ambientais diferentes, podem afetar a produção dos metabólitos, alterando assim a intensidade dos efeitos destes sobre as outras plantas (EINHELLING, 2004; OLIVEROS-BASTIDA, 2008). Além disso, a magnitude do efeito alelopático pode ser específico da espécie e pode variar de acordo com a densidade de indivíduos que recebem os compostos (WEIDENHAMER et al., 1989; ORR et al.; 2005).

## ANÁLISE FITOQUÍMICA

Entre as várias classes de compostos conhecidos pelo potencial alelopático, os compostos fenólicos são um dos mais estudados (INDERJIT, 1996). Estes compostos apresentam uma variedade de tamanhos e complexidade de moléculas e são amplamente encontrados na natureza (DAI; MUMPER, 2010).

O efeito alelopático observado nos ensaios de germinação e crescimento no presente trabalho possivelmente seja devido ao acúmulo de polifenóis e flavonoides nas partes aéreas de *E. lugens* (Tab. 5). Os teores de polifenóis totais foram maiores nos extratos aquosos provenientes da coleta da primavera do que os provenientes da coleta do verão, principalmente na concentração mais elevada. Pode ser observado o aumento dos teores com o aumento da concentração dos extratos em ambas as coletas. Sabendo-se que a variação sazonal pode ser responsável por desvios nas rotas biossintéticas dos metabólitos secundários, (TAIZ et al., 2017) estudos envolvendo sazonalidade relatam por exemplo que em algumas plantas a composição e a concentração de compostos fenólicos variam consideravelmente com a sazonalidade, aumentando a diversidade e teor desses compostos entre as estações do ano (JALAL et al. 1982). Reigosa et al. (1999) também encontraram relação entre as concentrações de compostos fenólicos e a inibição da germinação e do crescimento das plântulas.

Os fenóis são altamente distribuídos nos vegetais apresentando propriedades de sabor, odor e coloração. Adicionalmente é evidenciado que devido a essas propriedades apresentadas, estes compostos possuem características de defesa nas plantas, na interação com animais e vegetais, na atividade de inibição da germinação de sementes, no crescimento de fungos (HARBONE, 1997), além de alelopátia como é evidenciado no presente estudo. Favaretto et al. (2015), em processos de isolamento, identificação e quantificação de compostos bioativos, utilizando o HPLC em extratos de *E. plana*,

registraram a presença de fenóis (90 µg/mL). Além de estarem presentes no metabolismo de *E. plana*, estes compostos também foram identificados em tecidos de várias outras espécies da família Poaceae (BRAVO et al., 2013).

A quantificação de polifenóis nos extratos hidroetanólicos não pôde ser realizada em função de uma reação entre os reagentes, e o álcool presente nos extratos.

No que diz respeito aos teores de flavonoides estes foram menores para os extratos aquosos provenientes da coleta da primavera quando comparados à coleta do verão. Para os extratos hidroetanólicos os teores se mostraram equivalentes para as duas coletas. Observa-se uma maior extração de flavonoides nos extratos hidroetanólicos quando comparados aos aquosos. Segundo Fiorenza et al. (2016), este resultado já era esperado devido ao etanol possuir polaridade intermediária enquanto que a água apresenta elevada polaridade, dificultando a extração destes compostos.

**Tab. 5.** Teores de Polifenóis totais (µg/mL) e Flavonoides (µg/mL) por espectrofotometria em extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *Eragrostis lugens* provenientes de duas estações sazonais.

	Concentrações dos extratos (%)	Coleta primavera		Coleta verão	
		Teor (µg/mL)		Teor (µg/mL)	
		Polifenóis totais	Flavonoides	Polifenóis totais	Flavonoides
Extratos Aquosos	4,0	30 A	50 A	30 A	60 A
	8,0	60 B	80 B *	50 AB	110 B *
	16,0	130 C*	120 C *	60 B*	180 C *
Extratos Hidroetanólicos	4,0	-	60 A	-	60 A
	8,0	-	110 B	-	100 B
	16,0	-	210 C *	-	260 C *

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). \* Indicam diferenças estatísticas significativas entre as estações sazonais no mesmo tratamento pelo teste T ( $P \leq 0.05$ ).

Esses resultados indicam que a velocidade e a forma com que a espécie de estudo invade e domina as lavouras de arroz irrigado podem estar associadas, dentre outros fatores, ao seu potencial alelopático pelo acúmulo de polifenóis e flavonoides verificados em seus tecidos. Contudo, deve-se considerar que nem sempre essas substâncias podem atuar como aleloquímicos, mesmo estando presentes nas plantas (MARASCHIN-SILVA;

AQUILA, 2006). De acordo com Einhellig (1996), os efeitos alelopáticos resultam da ação de várias substâncias que atuam em conjunto, visto que, em geral, os aleloquímicos são encontrados em baixas concentrações no meio ambiente.

Vale ressaltar que os extratos vegetais são misturas que podem conter substâncias de várias classes como terpenoides, fenólicos, alcaloides, aminoácidos não proteicos, dentre outras, e que apresentam efeitos complexos sobre as plantas alvo, ainda não completamente elucidados. Adicionalmente, resultados positivos para alelopatia, obtidos em laboratório, podem não se repetir em condições naturais, devido à ocorrência simultânea de diversos fatores bióticos e abióticos que podem mascarar este fenômeno (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006). Assim, para confirmar a ocorrência de atividade alelopática é interessante verificar se, em condições naturais, os compostos são liberados e acumulados no ambiente em níveis que poderiam realmente afetar os indivíduos próximos (PUTNAM; TANG, 1986; INDERJIT; CALLAWAY, 2003). Isso enfatiza a importância de experimentos de campo para a compreensão de como uma espécie alelopática pode afetar uma comunidade (HARBONE, 1997; INDERJIT; WESTON, 2000).

## CONCLUSÃO

Extratos de partes aéreas de *Eragrostis lugens*, coletados tanto na primavera quanto no verão, exercem efeitos negativos na germinação das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) bem como no crescimento e desenvolvimento da planta jovem. Os materiais vegetais de *E. lugens* coletados na primavera e verão apresentam metabólitos secundários com conhecido potencial alelopático em seus tecidos, possivelmente responsáveis pela redução na germinação das sementes e no crescimento do arroz observados no presente trabalho, com efeito residual visível, principalmente quanto aos extratos obtidos das coletas efetuadas na primavera.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Laboratórios de Cultura de Tecidos Vegetais e Farmacognosia (UFSM) pelo fornecimento de equipamento e suporte técnico para a realização do

trabalho, bem como ao Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Herbologia (GIPHE – UFSM) pela permissão para uso da estufa. Este trabalho foi apoiado por bolsa de pesquisa da CAPES.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, S.M.; ARRUDA, M.S.P.; SOUZA FILHO, A.P.S. Biossíntese e distribuição de substâncias alelopáticas. In: SOUZA FILHO, A.P.S; ALVES, S.M (eds). **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 79-109, 2002.
- AOKI, T. et al. Biologically active clerodane-type diterpene glycosides from the root-stalks of *Dicranopteris pedata*. **Phytochemistry**, New York, v. 46, n. 5, p. 839-844, 1997.
- BITTENCOURT, H. V.H. et al. Chemical ecology of *Eragrostis plana* helps understanding of the species' invasiveness in an agroecosystem community. **Crop & Pasture Science** 69, 1050-1060, 2018.
- BOECHAT, S. C.; LONGHI-WAGNER, H. M. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 177-194, 2000.
- BOLIGON, A.A. et al. Antioxidant activities of flavonol derivatives from the leaves and stem bark of *Scutia buxifolia* Reiss. **Bioresource Technology** 100(1):6592-6598, 2009.
- BORGES, B. T. et al. Efeito alelopático de *Eragrostis plana* Nees na germinação e no crescimento de duas forrageiras. **Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa**, 2016.
- BRAVO H. R.; COPAJA, S. V.; LAMBOROT, M. Phytotoxicity of phenolic acids from cereals. In 'Herbicides—Advances in Research'. pp. 37–49, 2013.
- CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.25, n.6, p.837-843, 1990.
- CANTO-DOROW, T. S. Caracterização de espécies de poáceas infestantes em lavoura de arroz. In: **I Seminário sobre manejo de plantas daninhas de difícil controle**, UFSM, 2011.
- CHARDAKOV, S. Regime hydrique du cotonnier et determination des heures optimales d'irrigation. **Acad. Sci. Uzbek** (S. S. S. R.), Tashkent, 1953.
- CHOU, C.H.; YOUNG, C.C. Phytotoxic substances in twelve subtropical grasses. **J. Chem. Ecol.**, 1: 183-193, 1975.

- COELHO, R.W; SCHMIDT, R. E. Allelopathic influence of *Eragrostis curvula* water extract on seed germination and seedling growth of two other species. In: **International Grassland Congress 19**, Sao Paulo, Brazil, 2001.
- COELHO, R.W. Substâncias fitotóxicas presentes no capim annoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 21:255-263, 1986.
- CONDESSA, M. B. **Avaliação da atividade antioxidante e alelopática de plantas medicinais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, 15(10), 7313-7352, 2010.
- EINHELLING, F. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: MACIAS, F.; GALINDO, J.; MOLINILLO J.; GUTTER, H. Allelopathy, Chemistry and Mode of action of allelochemicals. **Boca Ratón: CRC Press**. p.372, 2004.
- EINHELLIG, F.A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**. 88: 886-893, 1996.
- EVANS, W. C. Trease and Evans' Pharmacognosy, 14th ed., **WB Saunders Company**: London, cap. 7, 1996.
- FAVARETTO A. Pattern of allelochemical distribution in leaves and roots of tough lovegrass (*Eragrostis plana* Nees). **Austr J Crop Sci**. 8:1119-25, 2015.
- FAVARETTO A. Growth of white clover seedlings treated with aqueous extracts of leaf and root of tough lovegrass. **Rev Bras Zootecn** 40:1168–1172, 2011.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p.175-204, 2000.
- FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323 p, 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FIORENZA, M. et al. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia Série Botânica** 71(2):193-200, 2016.
- GHEBREHIWOT, M.; AREMU, A.O.; VAN STADEN, J. Evaluation of the allelopathic potential of five South African mesic grassland species. **Plant Growth Regulation**, 72 (2): 155-162, 2013.
- GOBBO-NETO, L; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2017.
- GOMES, A. S. **Atividade fitotóxica de extratos foliares de *Pouteria torta* (Mart.) Radlk.** 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

- HARBORNE, J.B. Recent advances in chemical ecology. **Natural Product Reports Articles** 14(1):83-98, 1997.
- HOFFMANN, C.E.F. et al. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 6(1):11-21, 2007.
- INDERJIT, S. **Plant phenolics in allelopathy**. Bot. Rev. 62 186– 202, 1996.
- INDERJIT, S.; CALLAWAY, R.M. Experimental designs for the study of allelopathy. **Plant and Soil** 256: 1-11, 2003.
- INDERJIT, S.; DUKE, S.O. Ecophysiological aspects of allelopathy. **Planta** 217: 529-539, 2003.
- INDERJIT, S.; WESTON, L.A. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? **Journal of Chemical Ecology** 26: 2111-2118, 2000.
- JALAL, M.A.F.; READ, D.J.; HASLAM, E. Phenolic composition and its seasonal variation in *Calluna vulgaris*. **Phytochemistry** 21: 1397-1401, 1982
- KING, S.R.; AMBIKA, R. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L.). **Allelopathy Journal** 9: 35-41, 2002.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. 1976. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995.
- LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. R.; CRUZ, A. V. M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 71-77, 2003.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640 p, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb.176-177 p., 1962.
- MARASCHIN-SILVA F; AQUILA MEA. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta bot. bras.** 20(1): 61-69, 2006.
- MECINA, G. F. 2014. **Investigação das atividades alelopática, fitotóxica e antioxidante de extratos e frações de *Tridax procumbens* L. (ASTERACEAE) e *Oureatea spectabilis* (MART. EX. ENGL.) ENGL. (OCHNACEAE)**. Dissertação (Mestrado em Biociências). Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, São Paulo, 2014.

- MEDEIROS, R.B., PILLAR, V.P.; REIS, J.C.L. **Expansão de *Eragrostis plana* Ness (capim-annoni-2) no Rio Grande do Sul.** In Anais Reunión Del Grupo Técnico Regional Del Cono Sur En Mejoramiento y Utilización de Los Recursos Forrajeros Del Área Tropical y Subtropical, Uruguai, Salto, p.211-21, 2004.
- OLIVEROS-BASTIDAS, A.J. El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en La búsqueda de herbicidas naturales. **Química Viva.** (7)1:2-34, 2008.
- ORR, S.P.; RUDGERS, J.A.; CLAY, K. Invasive plants can inhibit native tree seedlings: testing potential allelopathic mechanisms. **Plant Ecology** 181: 153-165, 2005.
- PARANHOS, J. T. et al. *In vitro* propagation of *Casearia silvestris* Swartz (Salicaceae). **Ciênc. Florest.** v. 27. P.1191-1199, 2017.
- PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L.; REIGOSA, M. J. Allelopathy and abiotic stress. In: Reigosa, M. J.; Pedrol, N. ; González, L. (Eds). **Allelopathy: A physiological process with ecological implications.** Dordrecht: Springer, 2006.
- PUTNAM, A. R. Allelochemicals from plants as herbicides. **Weed technol.** 2: 510-518, 1988.
- PUTNAM, A. R.; TANG, C. S. **The Science of Allelopathy.** New York, EUA: John Wiley & Sons. p. 171-188, 1986.
- REIGOSA, M.J.; SANCHEZ-MOREIRA, A.; GONZALES, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Crit. Rev. Plant. Sci.**, v.18, n.5, p.577-608, 1999.
- RICE, E.L. **Allelopathy.** 2nd ed., New York: Academic Press, 1984.
- RIZVI, S.J.H., HAQUE, H., SINGH, V.K.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: Rizvi, S.J.H. & Rizvi, V. (Eds.). **Allelopathy: basic and applied aspects.** London, Chapman & Hall, 1992.
- SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 685-694, 2006.
- SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento.** 5. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.
- SOUZA FILHO, A.P.S. **Alelopatia e as plantas.** Belém: Embrapa. 159pp, 2006.
- SOUZA, L. S. et al. Desinfestação de sementes e multiplicação *in vitro* de guabijuzeiro a partir de segmentos apicais juvenis (*Myrcianthes pungens* O.Berg) D. Legrand. **Rev. Bras. Frutic.**v.33, n.3, pp.691-697, 2011.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p., 2017.



TARAYRE, M. et al. Intraspecific variation in the inhibition effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. **Oecologia**, v. 101, n. 1, p. 110-118, 1995.

VIECELLI, C.A. **Efeito alelopático de *Salvia officinalis* coletadas em três estações do ano sobre o desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.).** Monografia (Graduação do curso de Ciências Biológicas) Universidade Paranaense, Cascavel, Paraná, 2005.

WEIDENHAMER, J.D.; HARTNETT, D.C.; ROMEO, J.T. Density-dependent phytotoxicity: distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. **Journal of Applied Ecology** 26: 613-624, 1989.

WOISKY, R.G.; SALATINO, A. Analysis of própolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research** 37(1):99-105, 1998.

XUAN, T. D. et al. Correlation between growth inhibitory exhibition and suspected allelochemicals in alfafa (*Medicago sativa* L.). **Plant. Prod. Sci.**, 6: 165-171, 2003.

**5 CAPÍTULO II: ALELOPATIA DE EXTRATOS AQUOSOS E  
HIDROETANÓLICOS DE *Eragrostis lugens* Nees SOBRE A GERMINAÇÃO  
E CRESCIMENTO INICIAL DE *Lactuca sativa* L.**

**ALELOPATIA DE EXTRATOS AQUOSOS E HIDROETANÓLICOS DE  
*Eragrostis lugens* Nees. SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL  
DE *Lactuca sativa* L.**

**RESUMO**

As plantas daninhas são demasiadamente invasivas e várias são as características que as tomam um dos mais sérios problemas da agricultura, interferindo negativamente na produção das culturas, um dos fatores responsáveis por essa interferência é a alelopatia. *Eragrostis lugens* Nees (Poaceae) é uma espécie encontrada recentemente como infestante nas lavouras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul e espécies do mesmo gênero já estudadas apresentam potencial alelopático comprovado. Diante disso, extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão foram preparados nas concentrações 4,0, 8,0 e 16 % (p/v) com o objetivo de avaliar o potencial alelopático na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L. (alface), utilizada neste trabalho como planta teste. Foi utilizada água destilada como testemunha. Para isso, 20 diásporos de alface foram inoculados em cada placa de Petri de 150 mm de diâmetro com duas camadas de papel germitest, totalizando duas placas por repetição e cinco repetições por tratamento. A cada 24 horas após a inoculação, foram obtidas a percentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Para avaliação do crescimento inicial os diásporos de alface germinados em água com 1,0 mm de radícula emitida foram transferidos para as placas contendo os extratos. As culturas foram mantidas em câmara de crescimento com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de 25 °C ± 1 por sete dias. Ao final destes, o comprimento (cm) da radícula e da parte aérea foi mensurado. Extratos de partes aéreas de *E. lugens* possuem potencial alelopático, exercendo efeitos negativos tanto na germinação das sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), quanto no crescimento inicial das plântulas, sendo estes intensificados com o aumento da concentração dos extratos. As raízes mostraram-se mais sensíveis aos aleloquímicos em comparação com as partes aéreas, além disso, em concentrações mais elevadas estas estruturas apresentaram-se anormais e necróticas.

**Palavras-Chave:** aleloquímicos; planta daninha; alface; metabolismo secundário; interação planta-planta.

**ALLELOPATHY OF AQUEOUS AND HYDROETHANOLIC  
EXTRACTS OF *Eragrostis lugens* Nees. LEAVES ON *Lactuca sativa* L.  
GERMINATION AND INITIAL GROWTH**

**ABSTRACT**

Weeds are overly invasive, and several are the characteristics that make them one of the most serious problems of agriculture, interfering negatively in crop production, one of the factors responsible for this interference is allelopathy. *Eragrostis lugens* Nees (Poaceae) is a species recently found as weeds in irrigated rice plantations in Rio Grande do Sul and species of the same genus already studied have proven allelopathic potential. Therefore, aqueous and hydroethanolic extracts from aerial parts of *E. lugens* collected in the summer were prepared at concentrations of 4.0, 8.0 and 16% (w / v) to evaluate the allelopathic potential in the germination and growth of *Lactuca sativa* L. (lettuce), used in this work as a test plant. Distilled water was used as a control. To this end, 20 lettuce diaspores were inoculated into each 150 mm diameter Petri dish with two layers of germitest paper, totaling two plates per replicate and five replicates per treatment. The percentage of germination (% G) and the rate germination index (IVG) were obtained every 24 hours after inoculation. For evaluation of the initial growth the lettuce diaspores germinated in water with 1.0 mm emitted radicle were transferred to the plates containing the extracts. Cultures were maintained in a growth chamber with photoperiod of 16 hours and temperature of  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  for seven days. At the end of these, the length (cm) of the radicle and shoot was measured. Extracts of aerial parts of *E. lugens* have an allelopathic potential, exerting negative effects on germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.), as well as on the initial growth of the seedlings, which are intensified with the increase of extracts concentration. The roots were more sensitive to the allelochemicals compared to the aerial parts, moreover, in higher concentrations these structures were abnormal and necrotic.

**Keywords:** allelochemicals; weed; lettuce; secondary metabolism; plant-plant interaction.

## INTRODUÇÃO

Nas comunidades vegetais, as plantas podem interagir de maneira positiva ou negativa. É mais comum que, plantas relativamente próximas entre si, interajam de maneira negativa, de modo que a emergência e/ou o crescimento de outras plantas seja inibido/prejudicado. Essa interferência, quando causada pela produção e liberação de compostos químicos no ambiente é chamada de alelopatia (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011; RICE, 1984).

Um dos mais sérios problemas da agricultura moderna é a perda de produção das culturas causada pelas plantas daninhas (ALTIERI; LIEBMAN, 1988). As plantas daninhas são demasiadamente agressivas, principalmente por possuírem elevada capacidade de produção de sementes viáveis e adaptações especiais para disseminá-las; capacidade de competição e atributos específicos que asseguram a perpetuação, tais como dormência e germinação desuniforme. Além da competição, muitas plantas daninhas são conhecidas por interferirem alelopaticamente sobre as plantas cultivadas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). De fato, este processo é de suma importância na compreensão das interações vegetais em ambientais naturais e agroecossistemas (FRITZ et al., 2007).

*Eragrostis lugens* Nees, conhecida popularmente como eragrostis, pasto-ilusão ou pasto-mosquito é uma planta daninha pertencente à família Poaceae e tem sido encontrada recentemente como infestante das lavouras de arroz no Rio Grande do Sul. (CANTO-DOROW, 2011; BOECHAT; LONGHI-WAGNER, 2001). Esta espécie é uma planta perene que se desenvolve tanto em áreas de coxilha, quanto em áreas de várzea, e reproduz-se por sementes (LORENZI, 2008). Estudos alelopáticos vêm sendo realizados com espécies pertencentes ao gênero *Eragrostis*, as quais tiveram seu potencial alelopático comprovado, mostrando que a agressividade como invasoras, pelo menos em parte se deve a substâncias alelopáticas por elas produzidas (COELHO, 1986; FIORENZA et al., 2016; GHEBREHIWOT et al. 2013).

Diante do carácter invasor apresentado por espécies do gênero e os prejuízos causados pelas mesmas sobre aquelas de interesse econômico e agrônomo, ressalta-se a necessidade do estudo das suas propriedades, visando o entendimento dos mecanismos de interferência e o desenvolvimento de estratégias de controle (SOUZA FILHO, 2006). Para esses fins, normalmente são realizados bioensaios laboratoriais envolvendo investigações alelopáticas, principalmente por permitirem o controle de condições ambientais (INDERJIT; DAKSHINI, 1995). A alface (*Lactuca sativa*) constitui-se uma

ótima espécie indicadora nesse tipo de estudo, e vem sendo utilizada pelos pesquisadores já há vários anos, como planta teste, pela resposta aos aleloquímicos mesmo em baixas concentrações, além da germinação rápida, crescimento linear em ampla faixa de variação de pH e baixa sensibilidade aos potenciais osmóticos dos extratos (MORAES et al., 2015; RICE, 1984; SIMÕES et al., 2013).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a atividade alelopática de diferentes concentrações de extratos aquosos e hidroetanólicos de partes aéreas de *E. lugens* sobre a germinação e o crescimento inicial de alface.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão (20/02/2018), em lavouras de arroz irrigado na região de Santa Maria-RS (29°39'46,4''S 54°28'33,0''W). Em laboratório, o material vegetal foi lavado e seco em estufa a 40 °C por sete dias e posteriormente triturado em moinho de facas tipo Wyllie (Modelo:CE-430) para a preparação dos extratos vegetais. Para os bioensaios de germinação e crescimento inicial, foram utilizados diásporos de *Lactuca sativa* (Alface crespa Grand Rapids - ISLA®).

Os extratos aquosos (água destilada) e hidroetanólicos (70 % etanol/ 30 % água destilada) foram preparados nas concentrações 4,0, 8,0 e 16 % (p/v) de partes (secas e previamente trituradas). Posteriormente foram mantidos durante 24 h no escuro e em temperatura controlada (25 °C). Após, foram filtrados em algodão, sendo o pH ajustado para  $5,8 \pm 1$  e o potencial osmótico mensurado através do método de Chardakov (1953). O tratamento controle foi água destilada.

### GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Lactuca sativa* L.

Conforme protocolo proposto por Ferreira e Aquila (2000), para o bioensaio de germinação das sementes de alface, os diásporos de alface (cipsela: fruto concrecido com a semente) foram inoculados em placas de Petri (150 mm de diâmetro), contendo duas camadas de papel germitest e pré-embebidos com 20 mL das diferentes concentrações dos extratos.

Para os extratos hidroetanólicos, foram pipetados 20 mL das concentrações dos extratos nas placas e estas foram deixadas abertas, dentro da câmara de fluxo laminar, até a total evaporação da água e do álcool. Em seguida, foram pipetados 20 mL de água destilada

em cada placa para posterior colocação dos diásporos de alface. Após as placas foram vedadas com plástico parafilm e as culturas foram mantidas em câmara de crescimento com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de 25 °C por sete dias.

As três concentrações de extrato de *E. lugens* (mais o tratamento controle) constituíram os tratamentos com cinco repetições cada um, e cada repetição constou de duas placas contendo 20 diásporos. O número de sementes germinadas foi verificado a cada 24 h durante o período de sete dias. Foram considerados germinados os inóculos que apresentaram no mínimo 1,0 mm de radícula emitida, sendo então obtidas a percentagem de germinação (%G), conforme Labouriau e Valadares (1976) e índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Maguire (1962).

#### CRESCIMENTO INICIAL DE *Lactuca sativa* L.

Para o bioensaio de crescimento inicial foi efetuada a padronização do tamanho das plântulas a serem submetidas aos extratos, sendo que para isso, anteriormente, os diásporos de alface foram inoculados em placas de Petri pré-embebidos em água destilada e mantidos em câmara de crescimento (R.F.A de  $\sim 73 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e temperatura de 25 °C $\pm$ 1 por um período de 36 h. Ao final deste período, os diásporos que apresentaram 1,0 mm de radícula emitida foram transferidos para placas de Petri (150 mm de diâmetro) contendo duas camadas de papel germitest e pré-embebidas com 20 mL das diferentes concentrações dos extratos (aquosos e hidroetanólicos) seguindo a mesma metodologia utilizada no bioensaio de germinação. As culturas foram mantidas em câmara de crescimento com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de 25 °C por sete dias. Ao final destes, os dados do crescimento inicial das plântulas foram coletados, sendo que o comprimento, em centímetros da radícula e da parte aérea foi mensurado com o auxílio de uma régua.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi efetuada através do teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de potencial osmótico encontrados nos extratos utilizados no presente trabalho variaram entre -0,01 e -0,03 MPa e são considerados adequados para a germinação e crescimento inicial das sementes de alface (BASKIN; BASKIN 2014; ELAKOVICH, 1999), o que elimina a influência do pH (ajustado a  $5,8\pm 1$ ) e do potencial osmótico nos resultados alcançados.

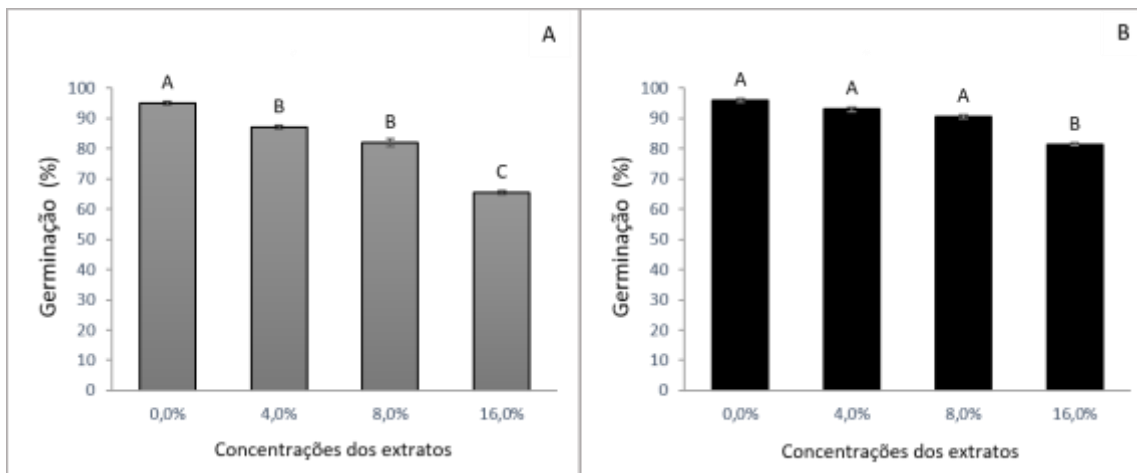
### GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

O processo germinativo das sementes de alface foi influenciado negativamente pelos extratos das partes aéreas de *E. lugens* (Fig. 1). Observa-se redução na percentagem de germinação das sementes de alface submetidas aos extratos aquosos quando comparados ao controle (Fig. 1-A), com efeitos mais pronunciados na concentração mais elevada (16 %), não havendo diferença significativa entre os tratamentos 4,0 e 8,0 %. Tais resultados corroboram com os relatados por Ghebrehiwot et al. (2013), testando o efeito alelopático de extratos aquosos de folhas de *Eragrostis curvula*, nos quais os extratos de menor concentração (2,0 %) não causaram redução significativa na germinação das sementes de alface em comparação com as concentrações mais elevadas (a partir de 10,0 %).

Já para as sementes submetidas aos extratos hidroetanólicos (Fig. 1-B), efeitos significativos podem ser observados apenas para as sementes submetidas ao extrato a 16,0 %, não havendo diferenças significativas entre os demais tratamentos e o tratamento controle. A germinação de sementes é amplamente utilizada nos bioensaios alelopáticos e, na literatura o uso desse bioensaio é em geral adequado para a determinação da atividade alelopática (LEATHER; EINHELLING, 1986; INDERJIT; DAKSHINI, 1995; ROMEO; WIDENHAMER, 1988). Porém, muitas vezes o efeito alelopático não é observado na percentagem da germinação das sementes, mas sim na velocidade em que elas germinam ou outro parâmetro durante o processo (BORGHETTI; PESSOA, 1997). O tempo médio de germinação é um parâmetro mais sensível à presença de aleloquímicos porque muitos deles permitem que a semente germine, mas com um pequeno atraso (OLIVEIRA et al., 2004).



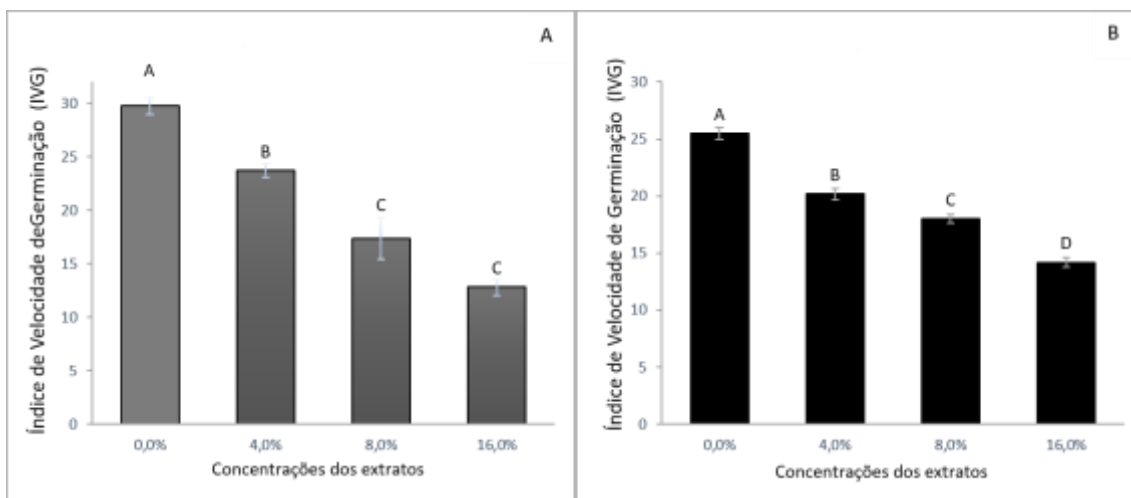
**Fig. 1-** Porcentagem de germinação das sementes de alface sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão.



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

No que diz respeito ao índice de velocidade de germinação (IVG), observam-se resultados mais evidentes do que aqueles obtidos para a porcentagem de germinação (Fig. 2). Pode-se notar uma relação concentração-dependente entre a velocidade de germinação e os extratos, uma vez que, ao aumentar a concentração dos extratos, ocorreu redução significativa na velocidade de germinação das sementes de alface, possivelmente relacionada ao aumento na quantidade de aleloquímicos na solução. Resultados semelhantes são observados para ambos os tipos de extratos: aquosos (Fig. 2-A) e hidroetanólicos (Fig. 2-B). Resultados semelhantes foram registrados para espécies do mesmo gênero por Coelho e Schmidt (2001), que reportaram efeitos negativos de extratos aquosos de *Eragrostis curvula* no índice de velocidade de germinação de *Trifolium repens* (Fabaceae) e *Agrostis* sp. (Poaceae). Além disso, o índice de velocidade de germinação também foi verificado por Coelho (1986), utilizando extratos de Capimannoni-2 (*Eragrostis plana*) sobre trevo-branco (*Trifolium repens*) e cornichão (*Lotus corniculatus* - Fabaceae), mostrando resultados análogos. Atrasos na germinação das sementes de qualquer espécie podem afetar a captação de recursos vitais como luz, água e nutrientes, tendo implicações biológicas importantes podendo afetar o estabelecimento das plântulas em condições naturais (ESCUDEIRO et al., 2000; CHAVES et al., 2001) e diminuir suas chances de competir por recursos com espécies vizinhas (XINGXINAG, 2009).

**Fig. 2.** Índice de velocidade de germinação das sementes de alface sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão.



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

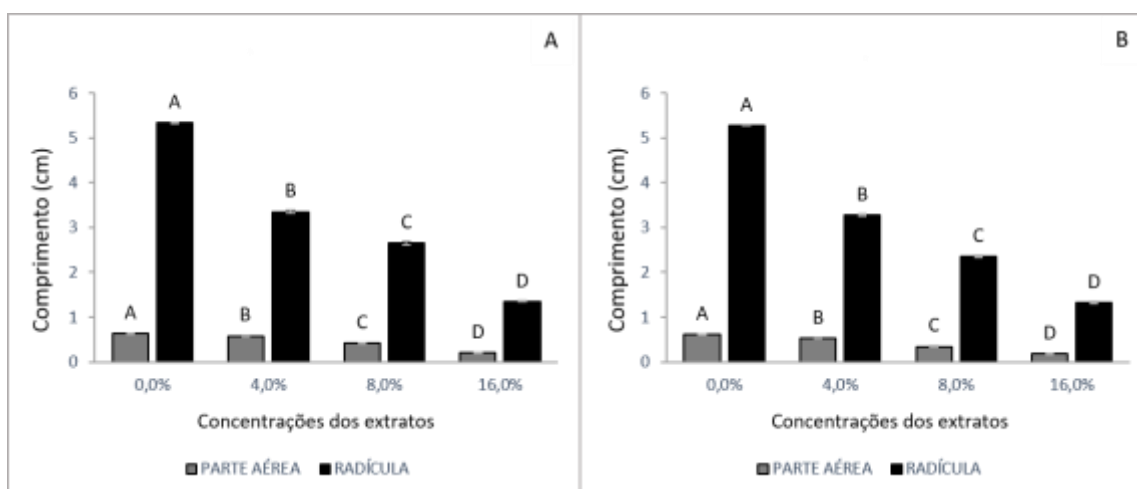
Segundo Ferreira e Aquila (2000), nos estudos alelopáticos, a percentagem de germinação (índice final de sementes germinadas) é um índice muito usado, embora não demonstre outros aspectos do processo de germinação, como atrasos, já que envolve apenas resultados finais, ignorando períodos de germinação inativa no decorrer do bioensaio. Como citado anteriormente, em decorrência disso, muitas vezes o efeito alelopático não é observado sobre a percentagem final, mas sim, sobre a velocidade de germinação (CHIAPUSIO et al.1997), provocando, por exemplo, alterações na curva de distribuição da germinação, que passa de distribuição normal para uma curtose, o que pode resultar em efeitos sobre a permeabilidade das membranas, transcrição e tradução do DNA, respiração, ou ainda pela combinação destes fatores (FERREIRA; AQUILA, 2000). Tais resultados podem ser observados no presente trabalho, no qual o IVG apresentou resultados mais significativos do que os obtidos para percentagem de germinação.

## CRESCIMENTO INICIAL DE ALFACE

Comparando as diferentes concentrações dos dois extratos (aquosos e hidroetanólicos), observou-se interferência negativa no crescimento inicial das plântulas

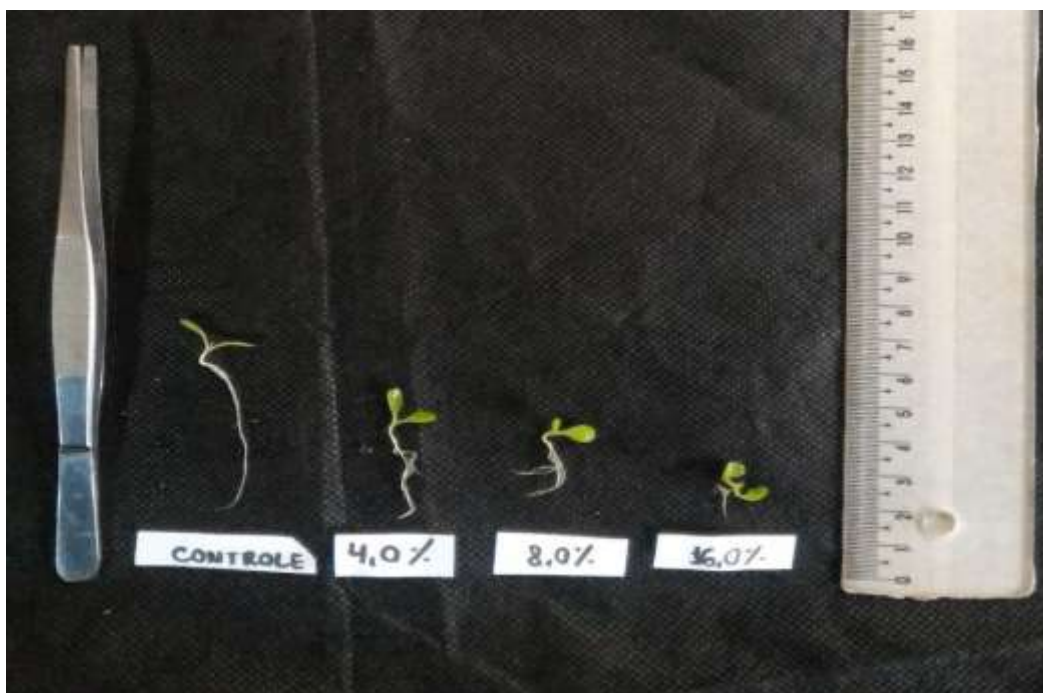
de alface para o comprimento tanto da parte aérea quanto da parte radicular com diferenças significativas para todos os tratamentos (Fig. 3). Isto foi verificado tanto quando comparados com o controle quanto entre si, com reduções proporcionais ao aumento da concentração dos extratos, para ambos os parâmetros, sendo que os efeitos sobre o crescimento da radícula mostraram-se mais evidentes. Além disso, ao final do bioensaio as radículas apresentaram-se necróticas. A redução tanto da parte aérea quanto da radicular foi semelhante para ambos os tipos de extrato: aquosos (Fig. 4) e hidroetanólicos (Fig. 5). Favaretto et al. (2011), avaliando o potencial alelopático de *Eragrostis plana* sobre *Trifolium repens* obtiveram resultados semelhantes, com redução no comprimento radicular, além de necrose e ausência de raízes secundárias. Alguns autores sugerem um efeito mais acentuado sobre as raízes devido ao contato mais íntimo destas com a solução de aleloquímicos (CHUNG et al., 2001). Assim, interferências no crescimento da radícula bem como a necrose radicular são os melhores indicadores para se avaliar os efeitos negativos alelopáticos (FERREIRA, 2004; SOUZA FILHO et al., 1997).

**Fig. 3.** Crescimento inicial de plântulas de alface sob efeito de extratos aquosos (A) e hidroetanólicos (B) de partes aéreas de *E. lugens* coletadas no verão.



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações de extrato dentro da mesma coleta pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

**Fig. 4** - Plântulas de alface submetidas aos extratos aquosos de *Eragrostis lugens*.



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

**Fig. 5** - Plântulas de alface submetidas aos extratos hidroetanólicos de *Eragrostis lugens*.



FONTE: SPONCHIADO, D., 2018.

Gatti et al. (2004) observaram que, para o crescimento inicial, as substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas, ausência de raízes secundárias e necrose radicular, bem como disparidade no tamanho estrutural das plântulas, o que corrobora com o presente estudo, no qual nas concentrações mais altas as radículas se apresentaram anormais, bem como com necrose, efeitos estes também observados neste trabalho. Em geral, as raízes são mais sensíveis às substâncias presentes nos extratos quando comparadas com as demais estruturas das plântulas (CHON et al., 2000). Isso se deve ao fato de as raízes estarem em contato direto e prolongado com o extrato (aleloquímicos) em relação às demais estruturas das plântulas (CHUNG et al., 2001) e/ ou a um reflexo da fisiologia distinta entre as estruturas (AQUILA et al., 1999).

Segundo Maraschin-Silva e Aquila (2006), os efeitos alelopáticos podem variar quanto à sua intensidade, visto que a ação dos aleloquímicos é condicionada por diversos fatores, tais como concentração, tipo de extrato, temperatura e outras condições ambientais. Geralmente os efeitos causados tendem a ser dependentes da concentração dos aleloquímicos, ou seja, tendem a ser mais acentuados em concentrações mais elevadas, sendo essa tendência observada no presente trabalho, tanto no bioensaio de germinação quanto no de crescimento.

Em espécies no gênero *Eragrostis* foi detectada a liberação de compostos fenólicos e ácido glutâmico, todas com reconhecido potencial alelopático (BRAVO et al, 2013; FAVARETTO et al, 2015), podendo estes serem os responsáveis pelos efeitos aqui observados. Diante disso, o potencial invasivo e dominante de *E. lugens* pode estar relacionado, entre outros fatores com a alelopatia, tendo como principal consequência a redução na produtividade e da longevidade das plantas da cultura afetada, bem como o aumento da infestação desta, além do custo de manutenção e renovação da cultura. Essa constatação aponta para a importância dos estudos alelopáticos sob o ponto de vista da agricultura, indicando, ainda, a possibilidade do desenvolvimento de estratégia eficiente e constante para o controle das espécies de plantas daninhas com tais características (SOUZA FILHO, 2006). Uma vez que os aleloquímicos são comuns nos vegetais e comprovadamente tóxicos para as plantas, mas de ação seletiva (OLIVEIRA JR. et al., 2011), admite-se a possibilidade de, conhecida a estrutura química dos componentes ativos envolvidos, se obter a partir destes, herbicidas com as vantagens ecológicas dos produtos naturais.

## CONCLUSÃO

Partes aéreas de *Eragrostis lugens* possuem potencial alelopático, exercendo efeitos negativos tanto na germinação das sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), quanto no crescimento inicial das plântulas. O efeito negativo é intensificado com o aumento da concentração dos extratos aquosos e/ou hidroetanólicos das partes aéreas. As raízes mostram-se mais sensíveis aos aleloquímicos em comparação com as partes aéreas. Além disso, em concentrações mais elevadas ocorreram plantas anormais e necróticas.

## REFERÊNCIAS

- AQUILA, M. E. A.; UNGARETTI, J. A. C.; MICHELIN, A. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureoides* (Lam.) DC. **Acta Horticulturae**, 502: 383-388, 1999.
- ALTIERI, A. M.; LIEBMAN, M. **Weed management in agrossystems: ecological approaches**. Boca Raton, EUA: CRC Press, 354 p, 1988.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego, Academic Press. 666 p, 2014.
- BOECHAT, S. C.; LONGHI-WAGNER, H. M. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 177-194, 2000.
- BORGHETTI, F.; PESSOA, D.M.A. 1997. Autotoxicidade e alelopatia em sementes de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae). Pp. 54-58. In: L.L. Leite & C.H. Saito (orgs.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado**. Editora da UnB, Brasília, DF, 1997.
- BRAVO H. R.; COPAJA, S. V.; LAMBOROT, M. Phytotoxicity of phenolic acids from cereals. In '**Herbicides—Advances in Research**'. pp. 37–49, 2013.
- CANTO-DOROW, T. S. **Caracterização de espécies de poáceas infestantes em lavoura de arroz**. In: I Seminário sobre manejo de plantas daninhas de difícil controle, UFSM, 2011.
- CHARDAKOV, S. Regime hydrique du cotonnier et determination des heures optimales d'irrigation. **Acad. Sci. Uzbek** (S. S. S. R.), Tashkent, 1953.
- CHAVES, N., SOSA, T.; ESCUDERO, J.C. 2001. Plant growth inhibiting flavonoids in exudate of *Cistus ladanifer* and in associated soils. **Journal of Chemical Ecology** 27: 623-631, 2001.
- CHIAPUSIO, G. et al. Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process? **Journal of Chemical Ecology** 23(1):2445-2453, 1997.

- CHON, S. U.; COUTTS, J. H.; NELSON, C. J. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, 92: 715-720, 2000.
- CHUNG, I.M., AHN, J.K.; YUN, S.J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-gall*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection** 20: 921-928, 2001.
- COELHO, R.W. Substâncias fitotóxicas presentes no capimannoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 21:255-263, 1986.
- COELHO, R.W.; SCHMIDT, R. E. Allelopathic influence of *Eragrostis curvula* water extract on seed germination and seedling growth of two other species. In: **International Grassland Congress**, Sao Paulo, Brazil, 2001.
- ELAKOVICH, S.D. Bioassays applied to allelopathic herbaceous vascular hydrophytes. Pp. 45-56. In: Inderjit; K.M.M. Dakshini; C.L. Foy (eds.). **Principles and Practices in Plant Ecology**. Boca Raton, CRC Press, 1999.
- ESCUADERO, A. et al. Inhibitory effects of *Artemisia herba-alba* on the germination of the gypsophyta *Helianthemum squamatum*. **Plant Ecology** 148: 71-80, 2000.
- FAVARETTO A. et al. Pattern of allelochemical distribution in leaves and roots of tough lovegrass (*Eragrostis plana* Nees). **Austr J Crop Sci.** 8:1119-25, 2015.
- FAVARETTO A. et al. Growth of white clover seedlings treated with aqueous extracts of leaf and root of tough lovegrass. **Rev Bras Zootecn** 40:1168–1172, 2011.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p.175-204, 2000.
- FERREIRA, A. G. Interferência: competição e alelopatia, In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. cap. 16., 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FIORENZA, M. et al. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia Série Botânica** 71(2):193-200, 2016.
- FRITZ, D. et al. Germination and growth inhibitory effects of *Hypericum myrianthum* and *H. polyanthum* extracts on *Lactuca sativa* L. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.17, n.1, p.44-48, 2007.
- GATTI, A.B., PEREZ, S.C.J.G.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica** 18(3): 459-472, 2004.
- GHEBREHIWOT, M.; AREMU, A.O.; VAN STADEN, J. Evaluation of the allelopathic potential of five South African mesic grassland species. **Plant Growth Regulation**, 72 (2): 155-162, 2013.

- HOFFMANN, C.E.F. et al. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 6(1):11-21, 2007.
- INDERJIT, S.; DAKSHINI, K.M.M. On laboratory bioassays in allelopathy. **The Botanical Review** 61:28-44, 1995.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LEATHER, G.R.; EINHELLIG, F.A. Bioassays in the study of allelopathy. Pp. 133-145. In: Putnam, A.R. & Tang, C.S. (eds.). **The science of allelopathy**. New York, John Wiley & Sons, 1986.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640 p., 2008.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan. /feb.176-177 p., 1962.
- MARASCHIN-SILVA, F; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica**, v.20, n.1, p.61-69, 2006.
- MORAES, R. M. et al. 2015. Effects of copper on physiological and cytological aspects in *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2., 2015.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Alelopatia. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora. p.141-192, 2011.
- OLIVEIRA, S.C.C.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botanica Brasilica** 18(3): 401-406, 2004.
- RICE, E.L. 1984. **Allelopathy**. 2nd ed., New York: Academic Press, 1984.
- ROMEO, J. T.; WEIDENHAMER, J. D. 1998. Bioassays for allelopathy in terrestrial plants. In *Methods in Chemical Ecology*, vol. II. pp. 179-211. **Chapman & Hall**, 1998.
- SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.
- SOUZA FILHO, A.P.S. **Alelopatia e as plantas**. Belém: Embrapa. 159pp., 2006.
- SOUZA FILHO, A.P.S. et al. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.2, p.165-170, 1997.



VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 26 (11/12): 1957-1968, 1991.

VISSER, E. J. W. et al. An ethylene-mediated increase in sensitivity to auxin induces adventitious root formation in flooded soil *Rumex palustris* Sm. **Plant physiology** v. 112, p.1678-1692, 1996.

XINGXINAG, G. et al. Allelopathic effects of *Hemisterpa lyrata* on the germination and growth of wheat, sorghum, cucumber, rape and radish seeds. **Weed Biology and Management** 9: 243 – 249, 2009.

## 6 CONCLUSÃO GERAL

Extratos de partes aéreas de *Eragrostis lugens*, coletados tanto na primavera quanto no verão, exercem efeitos negativos na germinação das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), alterando tanto a porcentagem final de sementes germinadas, quanto o índice de velocidade de germinação. Efeitos semelhantes são observados para o crescimento e desenvolvimento da planta jovem, com efeitos residuais visíveis, para todos os parâmetros observados.

Para *Lactuca sativa*, os extratos aquosos e hidroetanólicos da parte aérea de *E. lugens*, coletadas no verão, tem efeito mais expressivo em todas as concentrações, e influencia negativamente a germinação das sementes, o índice de velocidade de germinação, bem como o crescimento inicial das plantas, necrosando e deformando as raízes. Tais resultados comprovam a sensibilidade da alface aos aleloquímicos, quando comparada ao arroz, mesmo quando estes se encontram em menores concentrações nos extratos utilizados.

Os materiais vegetais de *E. lugens* coletados na primavera e verão apresentam metabólitos secundários com conhecido potencial alelopático em seus tecidos, possivelmente responsáveis pela redução na germinação das sementes e no crescimento do arroz observados no presente trabalho, principalmente quanto aos extratos obtidos das coletas efetuadas na primavera.

Esses resultados indicam que a velocidade e a forma com que a espécie de estudo invade e domina as lavouras de arroz irrigado podem estar associadas, dentre outros fatores, ao seu potencial alelopático pelo acúmulo de polifenóis e flavonoides verificados em seus tecidos. Porém, vale ressaltar que, resultados obtidos em laboratório, podem não se repetir em condições naturais, devido à ocorrência simultânea de diversos fatores bióticos e abióticos que podem mascarar este fenômeno. Assim, para confirmar a ocorrência desta atividade é interessante verificar se, em condições naturais, os compostos são liberados e acumulados no ambiente em níveis que poderiam realmente afetar os indivíduos próximos.