

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Bianca Motta Dolianitis

**ALELOPATIA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Eragrostis plana* Ness
E HIDRÓLISE DA SUA BIOMASSA PARA PROSPECÇÃO DE
COMPOSTOS QUÍMICOS**

Santa Maria, RS
2022

Bianca Motta Dolianitis

**ALELOPATIA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Eragrostis plana* Ness E
HIDRÓLISE DA SUA BIOMASSA PARA PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS
QUÍMICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área Agroambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Leone Zabot
Coorientadora: Profa. Dra. Viviane Dal-Souto Frescura

Santa Maria, RS
2022

Dolianitis, Bianca

ALELOPATIA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE Eragrostis
plana Ness E HIDRÓLISE DA SUA BIOMASSA PARA PROSPECÇÃO DE
COMPOSTOS QUÍMICOS / Bianca Dolianitis.- 2022.

70 p.; 30 cm

Orientador: Giovani Leone Zobot

Coorientadora: Viviane Dal-Souto Frescura

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2022

1. Controle da invasora capim-annoni 2. Extratos
Vegetais 3. Hidrólise com água subcrítica 4. Quantificação
de açúcares e compostos químicos I. Leone Zobot, Giovani
II. Dal-Souto Frescura, Viviane III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, BIANCA DOLIANITIS, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Bianca Motta Dolianitis

**ALELOPATIA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Eragrostis plana* Ness E
HIDRÓLISE DA SUA BIOMASSA PARA PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS
QUÍMICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área Agroambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau **de Mestre em Engenharia Agrícola**.

Aprovada em 26 de agosto de 2022.

Giovani Leone Zobot, Dr. (UFSM)

(Presidente/Orientador)

(Por videoconferência)

Viviane Dal-Souto Frescura, Dra. (UFSM-CS)

(Coorientadora)

(Por videoconferência)

Ana Paula Moreira Rovedder, Dra. (UFSM)

(Por videoconferência)

Naylor Bastiani Perez, Dr. (Embrapa/CCPSul)

(Por videoconferência)

Santa Maria, RS

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para concretização deste estudo, em especial agradeço:

Ao meu orientador Dr. Giovani Leone Zobot por todos ensinamentos, pela disponibilidade e por todo auxílio prestado.

À minha coorientadora Dr. Viviane Dal-Souto Frescura pelo auxílio e ensinamentos prestados.

A todos os membros do Laboratório de Engenharia de Processos Agroindustriais (LAPE) pelo auxílio nos processos.

Ao Prof. Ederson Rossi Abaide pela ajuda na análise de quantificação de açúcares da biomassa de capim-annoni.

À Embrapa Pecuária Sul por terem cedido as sementes utilizadas no experimento.

À toda minha família pelo apoio prestado.

RESUMO

ALELOPATIA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Eragrostis plana* Ness E HIDRÓLISE DA SUA BIOMASSA PARA PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS QUÍMICOS

AUTORA: Bianca Motta Dolianitis

ORIENTADOR: Prof. Dr. Giovani Leone Zabet

COORIENTADORA: Profa. Dra. Viviane Dal-Souto Frescura

A espécie *Eragrostis plana* Ness (capim-annoni) é conhecida como uma planta invasora de difícil controle devido às características que apresenta como rápida disseminação das suas sementes, resistência à geada e à seca e potencial alelopático prejudicial ao desenvolvimento de muitas espécies vegetais nativas. A principal forma de controle desta espécie é por meio do uso de herbicidas. Porém, o uso de herbicidas químicos causa diversos problemas ambientais. Sendo assim, esse estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de extratos vegetais no controle do capim-annoni, além de realizar o processo de hidrólise para obter açúcares e outros compostos orgânicos contidos na biomassa. Para isto, foram obtidos extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) por três métodos de extração: infusão, extração com líquido pressurizado e extração assistida por ultrassom. Os extratos foram aplicados na pré e pós-emergência da espécie invasora em experimentos realizados utilizando o método de germinação em rolo e também em experimentos utilizando substrato. Para a hidrólise da biomassa de capim-annoni foram utilizadas as condições de temperatura de 180 e 220°C, razão mássica solvente/sólidos de 5 e 10 g/g e tempos de coleta de 1, 2, 3, 4, 5, 8 e 10 minutos. Após, os açúcares contidos nos hidrolisados foram quantificados por cromatografia líquida. Os extratos de folhas falso-boldo e eucalipto reduziram a germinação e o crescimento do capim-annoni, sendo os extratos com folhas de eucalipto os que foram mais eficientes no controle da invasora, chegando a reduzir a germinação em 63,33%, o comprimento da parte aérea em 52,23% e o comprimento da raiz em 45,55% em relação à testemunha. Os extratos obtidos das folhas de leucena, dependendo do método utilizado para obtenção, não apresentaram efeito significativo na germinação e aumentaram o índice de velocidade de germinação do capim-annoni quando obtidos pelo método de extração com líquido pressurizado em 38,53% em relação à testemunha. Por meio da análise cromatográfica identificou-se e quantificou-se açúcares como glicose, xilose, arabinose e celobiose, além dos ácidos acético, fórmico e levulínico, e inibidores 5-hidroximetilfurfural e furfural. Encontrou-se em maiores quantidades nos hidrolisados os açúcares glicose e xilose e os ácidos fórmico e acético.

Palavras-chave: Planta invasora. Controle. Herbicidas. Açúcares.

ABSTRACT

ALLELOPATHY OF PLANT EXTRACTS ON *Eragrostis plana* Ness AND HYDROLYSIS OF BIOMASS FOR PROSPECTING CHEMICAL COMPOUNDS

AUTHOR: Bianca Motta Dolianitis

ADVISOR: Prof. Dr. Giovanni Leone Zabet

COADVISOR: Profa. Dra. Viviane Dal-Souto Frescura

The *Eragrostis plana* Ness (annoni grass) is known as an invasive plant of difficult controlling due to its characteristics as rapid spread of its seeds, drought, and allelopathic potential detrimental to the development of many native plant species. The main form of control of this species is through the use of herbicides. However, the use of herbicides causes several environmental problems. Therefore, this study aims to evaluate the efficiency of plant extracts in the control of annoni grass, in addition to performing subcritical water hydrolysis to obtain sugars and other organic compounds contained in the biomass. Leaf extracts were obtained from faux-billet (*Coleus barbatus*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) by three extraction methods: infusion, extraction with pressurized liquid, and ultrasound-assisted extraction. The extracts were applied in the pre-and post-emergence of the species in experiments carried out using the germination method in roll and using a substrate. For the hydrolysis of annoni grass biomass, temperatures of 180 and 220°C and solvent to solids mass ratio of 5 and 10 g/g were evaluated for collection times of 1, 2, 3, 4, 5, 8, and 10 minutes. The sugars and other organic compounds contained in the hydrolysates were quantified by liquid chromatography. The extracts from faux-billet and eucalyptus reduced the germination and growth of annoni grass, and the extracts with eucalyptus leaves were the most efficient in the control of this grass, reducing the germination by 63.33%, shoot length by 52.23%, and root length by 45.55% when compared to the control. The extracts obtained from leucaena leaves, depending on the method used, did not present significant effect on germination, while the germination speed index increased in 38.53% when using extract obtained by pressurized liquid. Sugars such as glucose, xylose, arabinose, and cellobiose, acids such as acetic, formic, and levulinic, and inhibitors such as 5-hydroxymethylfurfural and furfural were quantified in the hydrolysates. Glucose and xylose and formic and acetic acids were found in higher amounts in the hydrolysates.

Keywords: Invasive plant. Control. Herbicides. Sugars.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 MORFOLOGIA DO CAPIM-ANNONI.....	12
2.2 HISTÓRIA DO CAPIM-ANNONI.....	13
2.3 DADOS SOBRE A INVASÃO DA ESPÉCIE NO BRASIL	14
2.4 EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	14
2.5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO	16
2.5.1 Método de infusão	16
2.5.2 Método de extração com solventes pressurizados	17
2.5.3 Método de extração assistida por ultrassom	18
2.6 CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA DE CAPIM-ANNONI	18
3 METODOLOGIA	20
3.1 EXPERIMENTAÇÃO COM EXTRATOS VEGETAIS	20
3.1.1 Coleta de processamento do material vegetal	20
3.1.2 Obtenção dos extratos	20
3.1.2.1 Extração por Infusão	20
3.1.2.2 Extração com solventes pressurizados (PLE).....	21
3.1.2.3 Extração assistida por ultrassom (UAE)	22
3.1.3 Ensaio de Aplicação	23
3.1.3.1 Aplicação em pré-emergência entre papéis.....	23
3.1.3.2 Aplicação em pré-emergência com substrato.....	25
3.1.3.3 Aplicação em pós-emergência com substrato	25
3.1.4 Análise Estatística	26
3.2 EXPERIMENTO PARA QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES E COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NA BIOMASSA DE CAPIM-ANNONI	26
3.2.1 Coleta e processamento do material vegetal	26
3.2.2 Hidrólise	27
3.2.3 Análise por HPLC	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 USO DE EXTRATOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA ENTRE PAPÉIS	30
4.2 EXPERIMENTO EM PRÉ-EMERGÊNCIA COM SUBSTRATO.....	35
4.3 EXPERIMENTO PÓS-EMERGÊNCIA COM SUBSTRATO.....	40

4.4 QUANTIFICAÇÃO DOS AÇÚCARES E COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NA BIOMASSA DE CAPIM-ANNONI	44
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A - EXEMPLO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA	57
APÊNDICE B – TABELAS COM RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS	61

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de buscar alternativas para controle da espécie *Eragrostis plana* Nees, a qual é uma planta invasora de difícil controle conhecida popularmente como capim-annoni. O motivo da espécie estar sendo cada vez mais estudada atualmente está relacionado com os graves danos que sua presença gera nas áreas utilizadas para atividades agrícolas e agropecuárias (MEDEIROS et al., 2009).

Os danos causados pela espécie ocorrem devido às características que ela possui, tais como rápida disseminação das sementes, pois o tamanho destas é extremamente pequeno, possuindo dimensões de 0,1 mm x 0,5 mm (TWARDOWSKI, 2019). A planta invasora também possui rusticidade e elevada quantidade de fibras, o que faz com que seja rejeitada para consumo pelos animais e possui resistência à seca, à geada e também ao pisoteio animal (MEDEIROS, FOCHT 2007).

A invasão de capim-annoni atualmente é preocupante. No Brasil, segundo registros de herbários virtuais a espécie já foi encontrada no Distrito Federal e nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul e Espírito Santo (DOLIANITIS, 2019). Conforme Medeiros e Focht (2007), 20% das áreas de pastagem nativa do bioma Pampa estão invadidas pela presença da espécie. Em pesquisa realizada por Ávila et al. (2020) com produtores rurais, demonstrou-se que a maioria dos produtores relataram que seus campos foram substituídos por capim-annoni, demonstrando preocupação com a invasão de capim-annoni em suas áreas de produção. Além disso, os produtores afirmam que perceberam mudança no campo nativo com a presença de capim-annoni, sendo a diminuição da riqueza e diversidade das espécies forrageiras a principal mudança relatada. A Secretaria estadual do Meio Ambiente (SEMA), na Portaria SEMA n° 79 de 31 de outubro de 2013, descreve o capim-annoni como uma das espécies invasoras do Rio Grande do Sul, proibindo seu transporte e cultivo, estabelecendo medidas que evitem a invasão de áreas pela espécie.

O motivo pelo qual o capim-annoni pode ser muito prejudicial aos campos nativos é porque este pode provocar efeito alelopático sobre outras espécies que se encontram no mesmo local, sendo que este efeito alelopático interfere na germinação e no desenvolvimento de outras espécies (FREITAS, et al., 2018). A forma mais eficaz de controle da espécie atualmente é o uso de herbicidas. Porém, os herbicidas químicos geram diversos problemas ao ambiente. Então, vêm sendo realizados estudos com extratos vegetais para controlar o capim-annoni, como o estudo realizado por Freitas et al. (2018), onde os autores estudaram o efeito de marcela-

do-campo (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) na germinação” in vitro” de capim-annoni e concluíram que os extratos da espécie reduziram a porcentagem de germinação da invasora. Ainda são poucos os estudos que tratam sobre o efeito dos extratos vegetais na germinação e pós-germinação do capim-annoni. Adicionalmente, várias outras espécies de plantas ainda podem ser testadas para este fim. Também é necessário propor uma alternativa de uso da biomassa do capim-annoni para que o mesmo não interfira no desenvolvimento de outras espécies. Uma proposta para isto seria a quantificação de açúcares e compostos químicos presentes na biomassa da espécie para que se possa verificar qual a finalidade poderá ser adotada para biomassa da espécie invasora à partir das concentrações encontradas de açúcares e compostos químicos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência de extratos de folhas de leucena, falso-boldo e eucalipto para controle do capim-annoni e realizar o processo de hidrólise de sua biomassa para quantificar açúcares e outros compostos orgânicos contidos na biomassa da espécie invasora.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Obter extratos de folhas de falso-boldo, leucena e eucalipto através de três métodos de extração: infusão (IF), extração com líquidos pressurizados (PLE) e extração assistida por ultrassom (UAE);
2. Testar a eficiência dos extratos na germinação e no desenvolvimento inicial do capim-annoni através de ensaios em laboratório;
3. Realizar o processo de hidrólise da biomassa (colmos e folhas) de capim-annoni utilizando água subcrítica;
4. Analisar e quantificar os açúcares, compostos orgânicos e inibidores presentes na biomassa de capim-annoni.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MORFOLOGIA DO CAPIM-ANNONI

O capim-annoni é uma gramínea invasora que pertence à família Poaceae. A espécie possui ciclo de vida perene e é estival. Este capim apresenta crescimento cespitoso, ou seja, seus colmos crescem de forma aglomerada (Figura 1).

Figura 1- Planta de capim-annoni com colmos agrupados



Fonte: (AUTORA, 2022).

Estes colmos são eretos, lisos e floríferos na parte superior quando a planta está em período de floração, sendo que este período acontece no fim da primavera e se estende até a primeira geada. O período em que se tem maior produção de sementes é de dezembro até o final de março. As folhas apresentam bainhas comprimidas e lisas e seu sistema radicular é do tipo fasciculado. A espécie pode chegar a atingir altura de até 110 cm (REIS, 1993). As sementes desta invasora, conhecidas como cariopses, possuem tamanho reduzido, sendo extremamente pequenas com aproximadamente 1 mm de comprimento (Figura 2).

Figura 2 - Cariopses de capim-annoni



Fonte: (AUTORA, 2022).

2.2 HISTÓRIA DO CAPIM-ANNONI

A gramínea capim-annoni é uma espécie originária da África do Sul que foi introduzida acidentalmente no Brasil, quando um lote de outras espécies de sementes que foi trazido para o país estava contaminado com sementes de capim-annoni. Os primeiros registros da espécie no Brasil foram no estado do Rio Grande do Sul na década de 1950 numa fazenda do Grupo Rural Annoni. Por isso, a espécie passou a ser conhecida popularmente como capim-annoni (REIS 1993).

Após sua chegada no estado, a gramínea começou a ser comercializada como forrageira. Porém, percebeu-se que ela apresentava características de planta invasora de difícil controle como resistência à seca, à geada e ao pisoteio animal, à rápida disseminação e à proliferação. Outro fator que contribuiu para que a gramínea fosse considerada invasora foi a rejeição da espécie pelos animais devido à grande quantidade de fibras que ela possui. Sendo assim, foi proibida a comercialização, o transporte, a importação e a exportação através da Portaria n° 205 de 1979 do Ministério da Agricultura (BITTENCOURT, 2017). Em 2006 foi instituído um projeto de lei com intuito de combater o capim-annoni, impedindo sua disseminação e invasão nas áreas de pastagens naturais.

2.3 DADOS SOBRE A INVASÃO DA ESPÉCIE NO BRASIL

A invasão de capim-annoni atingiu proporções críticas em todo país. Segundo dados obtidos dos herbários virtuais Re flora e *speciesLink*, a presença de capim-annoni já foi registrada em diversas unidades federativas do país como São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná, Distrito Federal, Santa Catarina, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul. O Rio Grande do Sul é o estado com mais registros de invasão pela espécie. Como o estado possui áreas de pastagem, a presença de capim-annoni pode prejudicar estas áreas que são usadas para atividades com fins agrícolas e agropecuários (DOLIANITIS, 2019). Em outros países como Argentina e Uruguai também já foram relatados registros desta espécie invasora (MEDEIROS; FOCHT, 2007).

As principais áreas consideradas vulneráveis à invasão de capim-annoni são os ecossistemas abertos como campos de cultivo abandonados, áreas degradadas e margens de rodovias (GONZÁLES; DA FONSECA; PEREZ, 2020). Em estudo realizado por Piccinini et. al (2012) para estimar a viabilidade polínica de capim-annoni, considerando como um fator importante para estabelecer mecanismos de controle da espécie, concluiu-se que o capim-annoni possui alta viabilidade polínica, o que contribui para adaptabilidade da invasora às condições ambientais do Sul do Brasil.

2.4 EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O surgimento de plantas daninhas em áreas agrícolas é um dos principais problemas que causam baixos rendimentos na produção. Para o controle destas plantas invasoras, herbicidas são utilizados, os quais são a principal e mais eficiente forma de controle até o momento. Porém, os herbicidas químicos apresentam diversos problemas ao meio ambiente, podendo afetar humanos e animais devido aos compostos tóxicos presentes em sua composição (SCAVO et al., 2020).

Sendo assim, extratos vegetais vêm sendo utilizados em estudos para o controle de plantas daninhas, uma vez que algumas plantas apresentam alelopatia sobre outras, ou seja, produzem compostos metabólicos que interferem de forma positiva ou negativa no desenvolvimento de outras plantas (NEIS; CRUZ-SILVA, 2013). Algumas plantas possuem em sua composição aleloquímicos que podem ser extraídos das mesmas e causar inibição na germinação ou interferência no desenvolvimento de outras plantas. Alguns estudos vêm sendo realizados com intuito de avaliar a influência de extratos aquosos e óleos essenciais sobre outras

plantas. Na Tabela 1 apresenta-se estudos realizados com plantas que foram utilizadas para testar sua alelopátia sobre outras plantas.

Tabela 1 - Plantas utilizadas como extrato para testar sua influência sobre a germinação e desenvolvimento de outras plantas

(continua)		
Plantas	Estudo	Autor(es)
Açoita cavalo (<i>Luehea divaricata</i> Martius)	Inibição da germinação e crescimento de plântulas de capim-annoni	Frescura et al. (2017)
Carqueja (<i>Baccharis trimera</i> Less)	Alelopátia sobre capim- annoni	Gonçalves (2014)
Eucalipto, Neem (<i>Azadirachta indica</i>), Graviola (<i>Annona</i> <i>muricata</i>) e Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Efeito alelopático em capim-amargoso e picão- preto	Andreani Junior, Otero e Silva (2018)
Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> <i>staigeriana</i> F. Muell)	Efeito fitotóxico do óleo de eucalipto na germinação e crescimento inicial de capim-annoni	Franco, Beskow e Pawlowski (2018)
Falso-Boldo (<i>Coleus barbatus</i>)	Alelopátia de diferentes espécies de boldo no desenvolvimento de sementes de trigo	Neis e Cruz-Silva (2013)
Boldo (<i>Plectranthus barbatus</i> , <i>Plectranthus amboinicus</i> e <i>Vernonia condensata</i>)	Extrato aquoso de boldo sobre a germinação de alho	Iganci et al. (2006)
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e desenvolvimento do milho	Teixeira Prates et al. (2000)

(conclusão)

Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Leucena no controle de picão-preto	Peron e Bonini (2012)
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>), tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) e sabugueiro (<i>Sambucus australis</i> cham eschlecht)	Extratos de tabaco, leucena e sabugueiro sobre a germinação de capim- colonião	Rosa et al. (2007)
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>), Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth)	Alelopatia sobre a emergência e crescimento inicial do sorgo	Neto (2010)

Fonte: Autora (2022).

2.5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Os métodos de extração são utilizados com o intuito de proporcionar a obtenção de produtos e compostos a partir de determinadas matérias-primas. Os métodos de extração fazem com que seja possível obter compostos ativos de diferentes partes das plantas como folhas, caule, raiz, flores e casca, dentre outras. Os compostos ou misturas obtidas das plantas são denominados extratos e podem ser usados na indústria de perfumaria, farmacêutica e alimentícia, dentre outras (JACQUES, 2005). Os métodos de obtenção de extratos variam desde técnicas convencionais, como por exemplo o método de infusão, até técnicas emergentes como a extração com solventes pressurizados e a extração assistida por ultrassom.

2.5.1 Método de infusão

O método de infusão consiste em um método simples de extração de compostos de plantas, sendo bastante utilizado no preparo de chás, onde uma parte vegetal de plantas é colocada em contato com água quente, deixando por determinado tempo para que ocorra a extração. Após, espera-se o resfriamento do extrato para posterior uso (MORAES-DE-SOUZA, 2007). O método de extração de compostos por infusão foi utilizado por Sobota (2016) em estudo para determinar o perfil físico-químico do chá de *Hibiscus sabdariffa* L., os teores de polifenóis e flavonoides, e a atividade antioxidante da espécie. Concluiu-se que os

rendimentos extrativos foram maiores nos extratos obtidos por infusão do que nos obtidos por decocção.

O efeito alelopático de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) obtidos pelo método de infusão foram testados sobre a germinação e desenvolvimento inicial da alface (*Lactuca sativa* L.). Não houve efeito alelopático sobre a germinação das sementes da espécie, mas houve efeito no desenvolvimento das plântulas de alface (PELEGRINI; CRUZ-SILVA, 2012).

2.5.2 Método de extração com solventes pressurizados

O método de extração com solventes pressurizados (PLE) consiste em submeter solventes pressurizados a elevadas pressões e temperaturas amenas ou moderadas com o objetivo da obtenção de compostos presentes em uma matéria-prima de maneira rápida e eficiente. Temperaturas maiores reduzem a viscosidade do solvente, proporcionando melhor solubilização dos compostos desejados (MENDOZA, 2016).

O método de extração com solventes pressurizados é considerado uma tecnologia verde, já que pode usar solventes GRAS (*Generally Recognized As Safe*), como a água, além de ser uma alternativa para extração de produtos naturais. Os principais fatores que influenciam neste método são a temperatura, a quantidade de solvente e o número de vezes que o solvente passa pela matriz de extração, sendo que os principais solventes utilizados são a água e o etanol (OLIVEIRA, 2015).

Em estudo realizado por Jacques (2005) utilizou-se a extração com solventes pressurizados para extrair compostos das folhas de erva-mate, avaliando diferentes variáveis como temperatura e tempo de extração, além da quantidade de amostra para verificar qual a melhor variável. Esta técnica de extração mostrou-se eficiente na separação e caracterização dos compostos de erva-mate. Em outro estudo, desenvolvido por De Souza (2019), a extração com solventes pressurizados foi usada para obter extratos de folhas de bardana (*Arctium lappa*), determinando a influência das variáveis temperatura e pressão. Concluiu-se que os extratos obtidos a 15 MPa e 80°C apresentaram maiores atividades biológicas, demonstrando que o processo de extração é eficiente para a obtenção de extratos biologicamente ativos a partir das folhas de *Arctium lappa*.

2.5.3 Método de extração assistida por ultrassom

O método de extração assistida por ultrassom (UAE) ocorre a partir da propagação de ondas mecânicas de baixa frequência em meios sólidos, líquidos e gasosos. A propagação gera um processo de cavitação que provoca a formação de microbolhas (FREITAS, 2019). Neste tipo de extração, as forças produzidas pela cavitação das bolhas causam um aumento elevado da pressão. Com isso, ocorre o aumento da transferência de massa, fazendo com que ocorra rompimento das paredes celulares da matéria-prima. Isto facilita a penetração do solvente, proporcionando melhor rendimento de extração (KLEIN et al., 2015).

Em estudo realizado por Lima (2014) utilizou-se UAE com o intuito de otimizar o processo de extração da casca do caule de cumaru (*Amburana cearensis*). Para isso foram usadas as frações de potência máxima do equipamento (500 W) igual a 50, 75 e 100%. Os resultados alcançados foram que o fator potência foi o mais significativo no processo de extração. Além disso, extratos das folhas de *Senecio brasiliensis* foram obtidos utilizando os métodos UAE, PLE e hidrodifusão e gravidade por micro-ondas (MHG) com o intuito de extrair compostos químicos desta espécie. Todas as técnicas mostraram-se eficientes para extração de compostos, sendo os métodos PLE e o UAE os que extraíram maior número de compostos (CONFORTIN, 2021).

2.6 CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA DE CAPIM-ANNONI

A biomassa de capim-annoni possui em sua composição a presença de aleloquímicos que interferem na germinação e desenvolvimento de outras plantas. Folhas de capim-annoni possuem aleloquímicos como ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido p-cumárico, ácido vanílico, catequina e epicatequina. A influência destes aleloquímicos foi testada sobre a germinação da alface, sendo o ácido vanílico o aleloquímico que apresentou maior influência na germinação da alface. Contudo, os ácidos cafeico e p-cumárico reduziram o índice de velocidade de germinação (IVG) da hortaliça (FAVARETTO, 2018a).

Lipídeos totais também foram encontrados nas folhas de capim-annoni, assim como fenóis, que são considerados substâncias alelopáticas, e lignina. Na raiz da espécie encontra-se a ocorrência de lignina nos feixes vasculares e fenóis nos espaços intercelulares da medula. Nos feixes vasculares, tanto das folhas quanto das raízes, há presença de alcaloides que possuem potencial alelopático e atuam na função de defesa de herbívoros (FAVARETTO et al., 2013b).

Em estudo realizado com folhas e colmos de capim-annoni hidrolisados, foi possível quantificar a presença de glicose na biomassa da invasora (DOLIANITIS, 2019). Em outras biomassas agrícolas residuais como a casca e palha de *Oriza sativa* (arroz) também já foram identificados açúcares como arabinose, celobiose, glicose e xilose (DRASZEWSKI et al., 2018a).

3 METODOLOGIA

3.1 EXPERIMENTAÇÃO COM EXTRATOS VEGETAIS

3.1.1 Coleta de processamento do material vegetal

As matérias-primas utilizadas para a obtenção dos extratos aplicados sobre a invasora capim-annoni foram folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*), coletada no bairro Barcelos no município de Cachoeira do Sul, RS e falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), os quais foram coletados no interior do município de Cachoeira do Sul, RS, na localidade do Seringa. As folhas das espécies foram secas em estufa de secagem e esterilização (LUCA-80/27 a 336 L, LUCADEMA, Brasil) a 40°C por 5 dias, moídas em liquidificador e armazenadas em refrigerador (aproximadamente 7°C) para posterior preparo dos extratos. Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Engenharia de Processos Agroindustriais (LAPE) da UFSM-CS, localizado no município de Cachoeira do Sul.

3.1.2 Obtenção dos extratos

A obtenção dos extratos foi realizada por três métodos de extração diferentes, sendo eles infusão, PLE e UAE. Para o preparo destes extratos, utilizou-se as folhas das três espécies vegetais coletadas: falso-boldo, leucena e eucalipto. A razão de biomassa/solvente (m/v) utilizada para todos os métodos de obtenção dos extratos foi de 1:10 e os solventes usados foram água destilada e etanol. Todos os extratos etanólicos foram evaporados em evaporador rotativo (SKL-25A, EVEN, Inglaterra) com vácuo a 60°C.

3.1.2.1 Extração por Infusão

Para o preparo dos extratos por infusão, as folhas secas de falso-boldo, leucena e eucalipto foram trituradas em liquidificador e colocadas em água destilada ou etanol na temperatura 80°C (dependendo do tipo de extrato que estava sendo obtido, sendo extrato etanólico ou aquoso) e deixadas infundir por 15 minutos, como mostrado na Figura 3. Após, os extratos foram filtrados com auxílio de papel filtro. Os ensaios foram realizados em duplicata para cada solvente utilizado (água destilada e etanol).

Figura 3 – Folhas de falso-boldo, leucena e eucalipto no processo de infusão



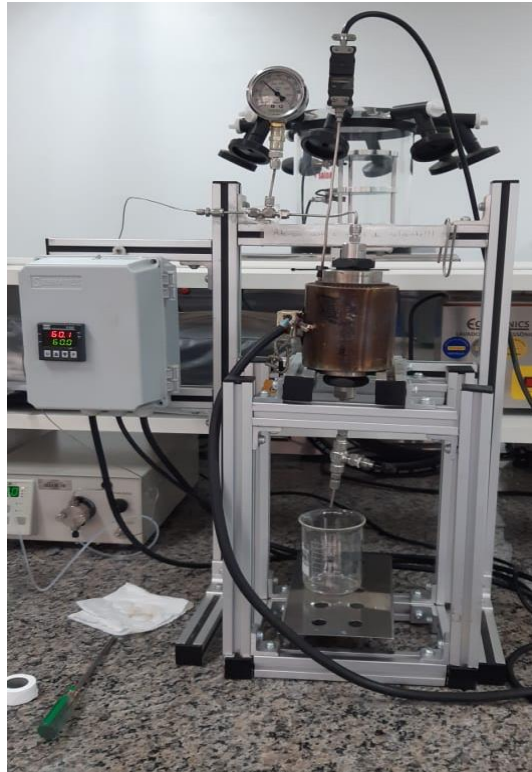
Fonte: (AUTORA, 2022).

3.1.2.2 Extração com solventes pressurizados (PLE)

A obtenção dos extratos por PLE foi realizada na unidade de extração do Laboratório de Engenharia de Processos Agroindustriais, sendo composta pelos seguintes componentes: reservatório de solvente, bomba, manômetro, vaso reator e manta de aquecimento, controlador de temperatura e válvula micrométrica, conforme apresentado na Figura 4.

O início do preparo dos extratos ocorreu através da inserção das biomassas secas (15 g) e moídas no reator de 50 mL. Após, foi colocada a manta de aquecimento em torno do reator e o mesmo foi montado na unidade de extração, conectando-o com as tubulações de entrada e saída de solvente e também ao controlador de temperatura. Então, a bomba (Serie III, RoHS, USA) foi ligada, definiu-se a vazão de 8 mL/min e o reator foi preenchido com solvente (água destilada ou etanol). Em seguida foi ajustada a temperatura de 60°C para a célula de extração. Assim, a válvula micrométrica foi aberta e definiu-se a pressão de 10 MPa. Quando a temperatura de 60°C foi atingida, contabilizou-se 20 minutos como tempo estático e, posteriormente, iniciou-se a coleta do extrato através da abertura da válvula micrométrica, mantendo através da mesma a pressão sempre no valor desejado até o final da extração. Os ensaios foram realizados em duplicata para cada solvente utilizado (água destilada e etanol).

Figura 4 - Unidade de extração PLE



Fonte: (AUTORA, 2021).

3.1.2.3 Extração assistida por ultrassom (UAE)

Para a obtenção dos extratos por UAE, utilizou-se o equipamento desruptor/sonicador ultrassônico (Modelo QR 750, micro ponteira de titânio 4 mm, ECO SONICS, Brasil) de 20 kHz e potência máxima nominal de 500 W, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Equipamento ultrassônico realizando a obtenção de extratos



Fonte: (AUTORA, 2021).

As biomassas secas e moídas (folhas de falso-boldo, leucena e eucalipto) foram adicionadas a béqueres e, em seguida, foi adicionado o solvente (água destilada ou etanol), adotando-se uma razão de sólido/solvente (m/v) de 1:10. Foi obtida uma mistura de biomassa e solvente que foi levada ao equipamento, ajustando o béquer no suporte de apoio do equipamento de maneira que a sonda ultrassônica ficasse submersa na mistura por pelo menos 5 mm. As variáveis de extração foram ajustadas, sendo: fração de potência máxima de 50%, pulso de 0 (contínuo, sem pulsador) e tempo de extração de 20 minutos. A ponta da sonda utilizada no processo foi a microponta com espessura de 4 mm. Os ensaios foram realizados em duplicata para cada solvente utilizado (água destilada e etanol).

3.1.3 Ensaios de Aplicação

3.1.3.1 Aplicação em pré-emergência entre papéis

As sementes de capim-annoni utilizadas nesse experimento foram coletadas no ano de 2020 e cedidas pela Embrapa Pecuária Sul de Bagé. Foi realizado um teste de germinação prévio das sementes, onde 25 sementes de capim-annoni foram colocadas para germinar em 55 recipientes plásticos com substrato, obtendo-se uma porcentagem de germinação média de 65%. Para o ensaio entre papéis as sementes da invasora foram colocadas para germinar em papel filtro com dimensões de 10 x 10 cm esterilizado em estufa a 105°C por 2 horas, sendo

colocadas 25 sementes para germinar entre duas folhas de papel que foram embrulhadas na forma de rolos, método conhecido como RP (Rolo de papel). Após, os rolos foram colocados em sacos plásticos para manutenção da umidade. A quantidade de extrato aplicado foi de 2 vezes a massa do papel filtro. Após, os rolos foram colocados em sacos plásticos para conservar a umidade e levados para câmara climática (MA 402, Marconi, Brasil) para germinação e estudos de plantas com fotoperíodo na temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas por 21 dias (Figura 6).

Figura 6 – Sementes de capim-annoni colocadas para germinar pelo método de germinação em rolo



Fonte: AUTORA (2022).

A aplicação dos extratos foi realizada uma vez por semana e foi aplicado o antifúngico cetoconazol na primeira e na última semana para evitar o aparecimento de mofo no experimento. Foi realizada a contagem das sementes germinadas (foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram radícula igual ou superior a 2 mm) todos os dias até o final do experimento analisando-se, no final, as variáveis porcentagem de germinação, porcentagem de sementes com radícula aparente e IVG (Índice de velocidade de germinação) que é obtido através da Equação 1.

$$IVG = \sum \left(\frac{ti}{ni} \right) \quad (1)$$

Em que: n_i = número de sementes que germinaram no tempo “ i ”; t_i = tempo após instalação do teste.

O experimento foi conduzido em Delineamento inteiramente casualizado (DIC) trifatorial ($3 \times 3 \times 2 + 1$) com 3 repetições, sendo tratamentos do Fator A diferentes plantas (falso-falso-boldo, leucena e eucalipto), Fator C os métodos de obtenção dos extratos (IF, PLE e UAE) e fator D os solventes utilizados na extração (água destilada e etanol). A testemunha adicional foi a água destilada.

3.1.3.2 Aplicação em pré-emergência com substrato

Recipientes plásticos com dimensões de 2,5 cm de altura e diâmetro de 4,3 cm foram preenchidos com substrato para plantas (Turfa Fértil Agro S/A), identificados com o tratamento e a repetição correspondente. Na sequência, foram colocadas 25 sementes de capim-annoni para germinar em cada um dos recipientes, sendo estes levados para câmara de germinação já descrita anteriormente com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas por 21 dias.

A aplicação de 4 mL de extrato foi realizada três vezes por semana até o final do experimento. Em todos os dias foi contabilizado o número de sementes germinadas. As variáveis analisadas ao final do experimento foram porcentagem de germinação e comprimento da raiz e da parte aérea.

O experimento foi conduzido em DIC trifatorial ($2 \times 3 \times 2 + 1$) com 3 repetições, sendo tratamentos do Fator A diferentes plantas (falso-boldo e eucalipto), Fator C os métodos de obtenção de extratos (IF, PLE e UAE) e fator D os solventes utilizados na extração (água destilada e etanol), com tratamento controle sendo água destilada. Optou-se por realizar este experimento apenas com folhas falso-boldo e eucalipto (2 níveis para o fator A) devido a estas biomassas terem apresentado melhores resultados no experimento em rolo de papel.

3.1.3.3 Aplicação em pós-emergência com substrato

As sementes de capim-annoni, na quantidade de 25 por recipiente, foram colocadas para germinar em recipientes plásticos com dimensões de 2,5 cm de altura e diâmetro de 4,3 cm sendo preenchidos com substrato para plantas (Turfa Fértil Agro S/A), identificados com o tratamento e a repetição correspondente. Após, os recipientes foram levados para câmara de germinação com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde ficaram pelo período de 15 dias. Após os 15 dias, foi realizado o desbaste das plantas para que todos os recipientes ficassem com a mesmo número de plantas, deixando 10 plantas por recipiente.

Na sequência, iniciou-se a aplicação de 4 mL de extrato por recipiente três vezes por semana através de um recipiente borrifador, durante 21 dias, com os recipientes mantidos em câmara de germinação. Ao final do experimento foram avaliadas as variáveis porcentagem de senescência das plantas e comprimento da raiz e da parte aérea. O experimento foi conduzido da mesma forma que o experimento com substrato em pré-emergência, com os mesmos tratamentos e repetições.

3.1.4 Análise Estatística

Os resultados dos três experimentos foram analisados no software Sisvar sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) com as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3.2 EXPERIMENTO PARA QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES E COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NA BIOMASSA DE CAPIM-ANNONI

3.2.1 Coleta e processamento do material vegetal

Para analisar os açúcares presentes na biomassa de capim-annoni, foi realizado o processo de hidrólise com água subcrítica para a obtenção de hidrolisados de folhas e colmos da invasora. Para isso, plantas de capim-annoni foram coletadas no estágio vegetativo no mês de maio de 2022 nos campos de uma propriedade rural do interior do município de Cachoeira do Sul, RS na localidade do Seringa. Após a coleta, as folhas e colmos foram separados como mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Colmos (E) e folhas (D) de capim-annoni



Fonte: (AUTORA, 2022).

Posteriormente, as folhas e colmos da espécie foram levadas a estufa à 50°C para secagem, permanecendo por 5 dias. Depois de seco, o material vegetal foi moído.

3.2.2 Hidrólise

O processo de hidrólise foi realizado conforme metodologia adotada por Draszewski et al. (2018a). Iniciou-se com a introdução de 10 g de biomassa (colmos ou folhas) no reator. Para este processo de hidrólise, as condições utilizadas foram vazão de 5 e 10 mL/min, temperaturas de 180 e 220°C e razão mássica de solventes/sólidos de 5 e 10 g água/g biomassa. As soluções hidrolisadas foram coletadas nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 8 e 10 minutos. Estes parâmetros adotados no processo podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros utilizados no processo de hidrólise com a biomassa de capim-annoni

Partes da biomassa de capim-annoni	Temperatura (°C)	Razão mássica (g água/g capim-annoni)	Vazão de água (mL/min)
Colmos	180	5	5
Colmos	180	10	10
Colmos	220	5	5
Colmos	220	10	10
Folhas	180	5	5
Folhas	180	10	10
Folhas	220	5	5
Folhas	220	10	10

Fonte: Autora (2022).

3.2.3 Análise por HPLC

Com os hidrolisados obtidos a partir do processo de hidrólise, efetuou-se a quantificação dos açúcares e compostos orgânicos contidos nas folhas e colmos de capim-annoni por meio de cromatografia líquida usando HPLC (High-Performance Liquid Chromatography). Esta análise foi realizada conforme a metodologia estabelecida por Draszewski et al. (2021). Cada amostra de hidrolisados foi condicionada em micro tubos de 2 mL e centrifugada a 15.000 rpm por 5 minutos, sendo a parte fluante filtrada em uma membrana de polivinida de 0,22 µm (PVDF) para análise cromatográfica. O conteúdo de glicose, xilose, arabinose, celobiose, ácido fórmico, ácido acético e ácido levuníco foi analisado no equipamento Proeminence UFLCXR, Shimadzu, Japan equipado com um detector de índice refrativo (RID 10A, Shimadzu, Japão) e uma coluna Hi-Plex H (300 mm x 7,7 mm) (Agilent, EUA) utilizada a 55°C.

Como fase móvel foi utilizada uma solução de H₂SO₄ 5 mM (pH 2,6) preparada com água ultrapura obtida de um sistema de produção de água Mili-Q (Milipore, EUA). Após a preparação, a fase móvel foi filtrada sob vácuo usando ésteres de celulose (Milipore, USA) de 0,45 µm e 47 mm de diâmetro e desgaseadas em um banho ultrassônico (USC-1400, Unique, Brasil). A vazão da fase móvel foi de 0,5 mL/min e o volume de injeção de amostras foi de 20 µL. Os compostos foram separados na fase estacionária e monitorados com um detector de índice refrativo (IR) a 30°C por um tempo de execução de 20 minutos. As concentrações de cada componente foram obtidas pela correlação entre as áreas dos cromatogramas e curvas padrão previamente determinadas por padrões de celobiose, D-glicose, D-xilose e D-arabinose, ácido fórmico, ácido acético e ácido levulínico.

Para a determinação dos inibidores furfural e 5-hidroximetilfurfural (HMF), conhecidos como compostos derivados do furano que inibem a fermentação de açúcares (MOON; LIU, 2012), foi usada outra metodologia, a qual está descrita na sequência. As amostras filtradas foram analisadas em um sistema HPLC (Proeminence UFLCXR, Shimadzu, Japão) equipado com um detector de matriz de fotodiodo (PDA 20-A, Shimadzu, Japão), com coluna Shim-Pak ODS C18 (Shimadzu, Japão). Uma solução de acetonitrila:água (1:4 com ácido acético, v/v) filtrada em polivinilideno-fluoreto (PVDF) de 25 mm de diâmetro com porosidade de 0,22 µm (Milipore, EUA) e desgaseado em um banho de ultrassom (USC – 1400, Unique, Brasil) foi usada como fase móvel. As condições para a análise foram: 10 µL de volume de injeção, vazão de 0,5 mL/min, temperatura da coluna de 30°C, comprimento de onda de 280 nm, temperatura do detector de 30°C, e tempo de execução de 10 min. As concentrações de cada componente foram obtidas pela correlação entre as áreas cromatográficas e as curvas padrão previamente determinadas por padrões furfural e HMF. As áreas dos picos correspondentes ao furfural e HMF foram utilizadas para calcular sua concentração nas amostras.

O rendimento de açúcares fermentáveis (Y_{FS}) foi determinado de acordo com a Equação 2.

$$Y_{FS} = \frac{m_{FS}}{m_f} \times 100 \quad (2)$$

Onde: m_{FS} é a massa (g) de açúcares fermentáveis na solução hidrolisada composta por glicose, celobiose, xilose e arabinose; e m_f é a massa (g) de biomassa de capim-annoni utilizada no ensaio de hidrólise com água subcrítica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 USO DE EXTRATOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA ENTRE PAPÉIS

Na tabela 3 são apresentados os dados de porcentagem de sementes de capim-annoni germinadas entre papéis embebidos com diferentes extratos.

Tabela 3 – Porcentagem de germinação de sementes de capim-annoni entre papéis submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos de IF, PLE e UAE

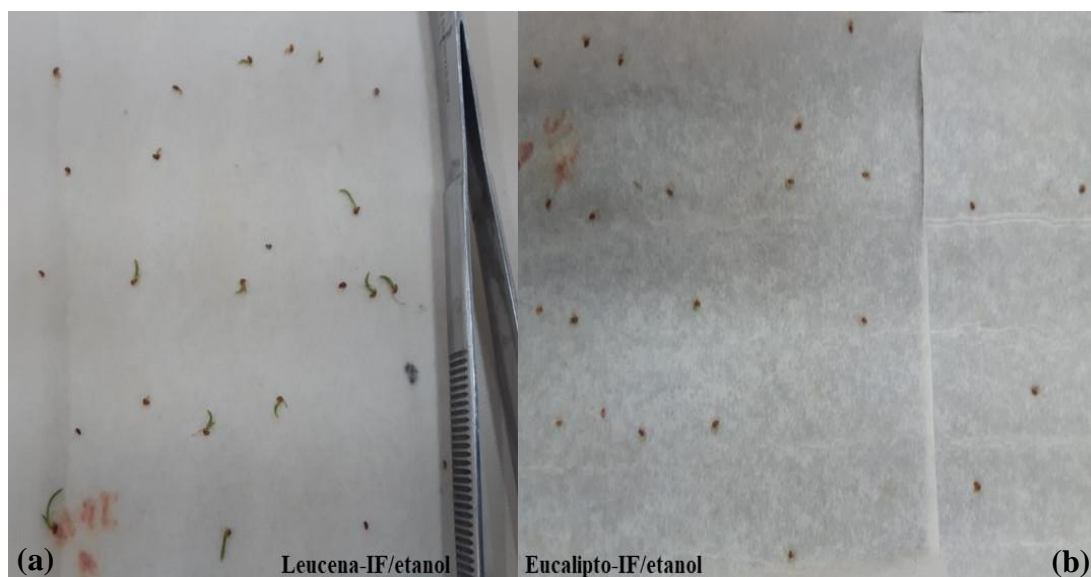
TIPO DE EXTRATO	GERMINAÇÃO (%)			
	IF	PLE	UAE	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	18,67 bB	25,33 bB	7,33 aA	65,33 C
Leucena	46,67 cA	70,00 cB	53,33 bA	65,33 B
Eucalipto	3,33 aA	3,33 aA	2,00 aA	65,33 B
Testemunha	65,33 d	65,33 c	65,33 c	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Quando se utilizou folhas de falso-boldo para o preparo dos extratos aplicados sobre as sementes de capim-annoni, todos os métodos reduziram o número de sementes germinadas em relação à testemunha. Porém, o método UAE foi o que proporcionou menor porcentagem de germinação das sementes de capim-annoni, reduzindo 89% em relação à germinação da testemunha. Quando foram usadas folhas de eucalipto no preparo dos extratos, não houve diferenças entre os métodos, reduzindo em 96% a porcentagem de germinação das sementes de capim-annoni relação à testemunha.

Na Figura 8 é possível perceber a diferença na germinação entre as sementes de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de leucena e obtidos pelo método de infusão com etanol e as folhas de eucalipto obtidas pelo mesmo método e com o mesmo solvente.

Figura 8 – Comparação fotográfica da germinação das sementes submetidas à aplicação de extratos obtidos por infusão (IF) de: folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*) (a) x folhas de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) (b) em experimento entre papéis



Fonte: AUTORA (2022).

Em estudo realizado por Frescura et al. (2017) foi testado o efeito de extratos aquosos de *Luehea divaricata* Martius (açoita-cavalo) preparados por infusão sobre a germinação e crescimento inicial de capim-annoni, chegando à conclusão de que os extratos não interferiram na porcentagem de germinação e no IVG da espécie. Os resultados obtidos naquele trabalho foram diferentes daqueles apresentados no presente estudo, onde os extratos obtidos por infusão com folhas de eucalipto, leucena e falso-boldo reduziram significativamente a porcentagem de germinação e o IVG de capim-annoni.

Para as folhas de leucena, os métodos de infusão e UAE reduziram a porcentagem de germinação. No entanto, o método PLE não diferiu da testemunha para esta variável-resposta. Quando aplicado o método de infusão e PLE, as menores porcentagens de germinação foram obtidas quando foram utilizadas folhas de eucalipto. Para o método UAE, as menores porcentagens de germinação foram obtidas quando foram usadas folhas de falso-boldo e eucalipto.

Na Tabela 4 são apresentadas as porcentagens de germinação das sementes de capim-annoni em relação aos solventes utilizados.

Tabela 4 - Porcentagem de germinação de sementes de capim-annoni entre papéis submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos com diferentes tipos de solvente

TIPO DE EXTRATO	GERMINAÇÃO (%)		
	ÁGUA	ETANOL	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	24,00 bB	10,22 aA	65,33 C
Leucena	48,00 cA	65,33 bB	65,33 B
Eucalipto	2,22 aA	3,55 aA	65,33 B
Testemunha	65,33 d	65,33 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Para os extratos de falso-boldo, as menores porcentagens de germinação das sementes de capim-annoni ocorreram quando foi usado o solvente etanol. Para os extratos de leucena usando o método PLE, o solvente etanol proporcionou elevada porcentagem de germinação das sementes de capim-annoni, diferentemente de quando foi usada a água com o mesmo método. Isto indica que o etanol pode proporcionar a extração de compostos na leucena que resultam em aumento na germinação das sementes de capim-annoni. Para os extratos de folhas de eucalipto, o solvente utilizado não interferiu na porcentagem de germinação, sendo eficiente na redução do número de sementes germinadas tanto usando água quanto etanol.

Extratos aquosos e etanólicos de cardo cultivado (*Cynara cardunculus* L. var. *altilis* DC) foram aplicados em quatro plantas daninhas: caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus* L.), beldroega (*Portulaca oleracea* L.), erva-estrela (*Stellaria media* L.) e morrião (*Anagallis arvensis* L.). Foi testado o efeito inibitório da espécie sobre as plantas daninhas, concluindo que os extratos etanólicos inibiram completamente a germinação das sementes das plantas daninhas estudadas (SCAVO et al., 2020). No presente estudo realizado com extratos de folhas de falso-boldo, leucena e eucalipto aplicados sobre sementes de capim-annoni, demonstra-se que extratos etanólicos também foram eficientes quando foram utilizados o falso-boldo e o eucalipto. Para leucena, o solvente etanol não foi eficiente na redução da germinação das sementes de capim-annoni.

Na Tabela 5 são apresentados os dados de porcentagem de sementes de capim-annoni que apresentaram radícula aparente quando submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo, leucena e eucalipto.

Tabela 5 – Porcentagem de sementes de capim-annoni com radícula aparente submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos por diferentes métodos e tipos de solvente

TIPO DE EXTRATO	SEMENTES COM RADÍCULA APARENTE (%)						
	IF/ÁGUA	IF/ETANOL	PLE/ÁGUA	PLE/ETANOL	UAE/ÁGUA	UAE/ETANOL	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	45,33 aB	37,33 aAB	41,33 aAB	60,00 bC	26,67 aA	48,00 aBC	78,67 D
Leucena	66,67 bA	89,33 dB	85,33 cB	81,33 cAB	66,67 bA	76,00 bA	78,67 AB
Eucalipto	46,67 aAB	53,33 bB	49,33 aAB	44,00 aAB	37,33 aA	52,00 aAB	78,67 C
Testemunha	78,67 c	78,67 c	78,67 b	78,67 c	78,67 b	78,67 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

As folhas de boldo proporcionaram redução do número de sementes com radícula aparente quando o extrato foi obtido pelo método de infusão usando como solvente o etanol e pelos métodos PLE e UAE usando o solvente água destilada. Contudo, para as folhas de leucena, o número de sementes com radícula aparente não diferiu da testemunha. Para as folhas de eucalipto, todos os métodos e solventes foram eficientes na redução do número de sementes com radícula aparente, chegando a apresentar redução desta variável igual a 52,55% quando utilizado o método UAE com o solvente água destilada.

Para a variável porcentagem de sementes de capim-annoni com radícula aparente, o eucalipto foi eficiente para redução do número de sementes com radícula aparente, independentemente do método ou solvente que foi usado no preparo do extrato. Para o método de infusão utilizando etanol e o método UAE utilizando água, mais uma vez o falso-boldo se mostrou eficiente, assim como para a variável porcentagem de germinação, reduzindo também o número de sementes com radícula aparente. Quando foi usado extrato de folhas de leucena, independentemente do método ou solvente, não houve diferença na redução da porcentagem de sementes com radícula aparente quando comparada com a testemunha.

Na Tabela 6 são apresentados os dados de porcentagem de sementes com radícula aparente em relação aos solventes utilizados no preparo dos extratos.

Tabela 6 - Porcentagem de sementes de capim-annoni com radícula aparente submetidas à aplicação de extratos aquosos e etanólicos, obtidos com diferentes plantas e métodos

TIPO DE EXTRATO	SEMENTES COM RADÍCULA APARENTE (%)								
	BO/IF	BO/PLE	BO/UAE	LE/IF	LE/PLE	LE/UAE	EU/IF	EU/PLE	EU/UAE
Água	45,33 a	41,33 a	26,67 a	66,67 a	85,33 a	66,67 a	46,67 a	49,33 a	37,33 a
Etanol	37,33 a	60,00 b	48,00 b	89,33 b	81,33 a	76,00 a	53,33 a	44,00 a	52,00 b
Testemunha	78,67 b	78,67 c	78,67 c	78,67 a	78,67 a	78,67 a	78,67 b	78,67 b	78,67 c

BO – Falso-Boldo; LE - Leucena; EU - Eucalipto. Médias seguidas pela mesma letra, comparações na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Os extratos das folhas de falso-boldo, quando obtidos com os métodos PLE ou UAE, apresentaram menor número de sementes com radícula aparente quando foi usado o solvente água destilada. Para os extratos das folhas de leucena, independentemente do solvente utilizado, não houve diferença em relação à testemunha, mostrando que folhas de leucena não são eficientes no controle do capim-annoni. Não houve diferença na porcentagem de sementes com radícula aparente quando foi usado o solvente etanol ou água destilada com os extratos das folhas de eucalipto combinadas com os métodos IF e PLE. Os dois solventes proporcionaram redução do número de sementes com radícula aparente quando comparados à testemunha.

O IVG de sementes de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo, leucena e eucalipto é apresentado nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – IVG de sementes de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos IF, PLE e UAE

TIPO DE EXTRATO	IVG (adimensional)		
	IF	PLE	UAE
Falso-Boldo	3,93 b	4,95 b	1,73 a
Leucena	9,94 c	21,75 d	11,77 b
Eucalipto	0,67 a	0,71 a	0,39 a
Testemunha	15,70 d	15,70 c	15,70 c

Médias seguidas pela mesma letra, comparações na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Para os três métodos testados (IF, PLE e UAE), os extratos das folhas de falso-boldo e eucalipto reduziram o IVG das sementes de capim-annoni em relação à testemunha. Contudo, a redução do IVG foi maior quando foram utilizados extratos de folhas de eucalipto. Dentre as

três plantas usadas no preparo dos extratos, o eucalipto foi o que apresentou maior influência sobre a espécie invasora capim-annoni, reduzindo o IVG do capim-annoni em 97,52% quando comparado à testemunha.

Em relação aos solventes usados, a planta mais eficiente foi o eucalipto quando usou-se água destilada no preparo dos extratos. Quando foi usado etanol como solvente de extração, as plantas mais eficientes para reduzir o IVG de capim-annoni foram o eucalipto e o falso-boldo. No caso da leucena, o uso de etanol acelerou o IVG das sementes da espécie invasora (Tabela 8).

Tabela 8 – IVG de sementes de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos por diferentes solventes

TIPO DE EXTRATO	IVG (adimensional)	
	ÁGUA	ETANOL
Falso-Boldo	4,81 b	2,26 a
Leucena	11,59 c	17,38 c
Eucalipto	0,46 a	0,73 a
Testemunha	15,70 d	15,70 b

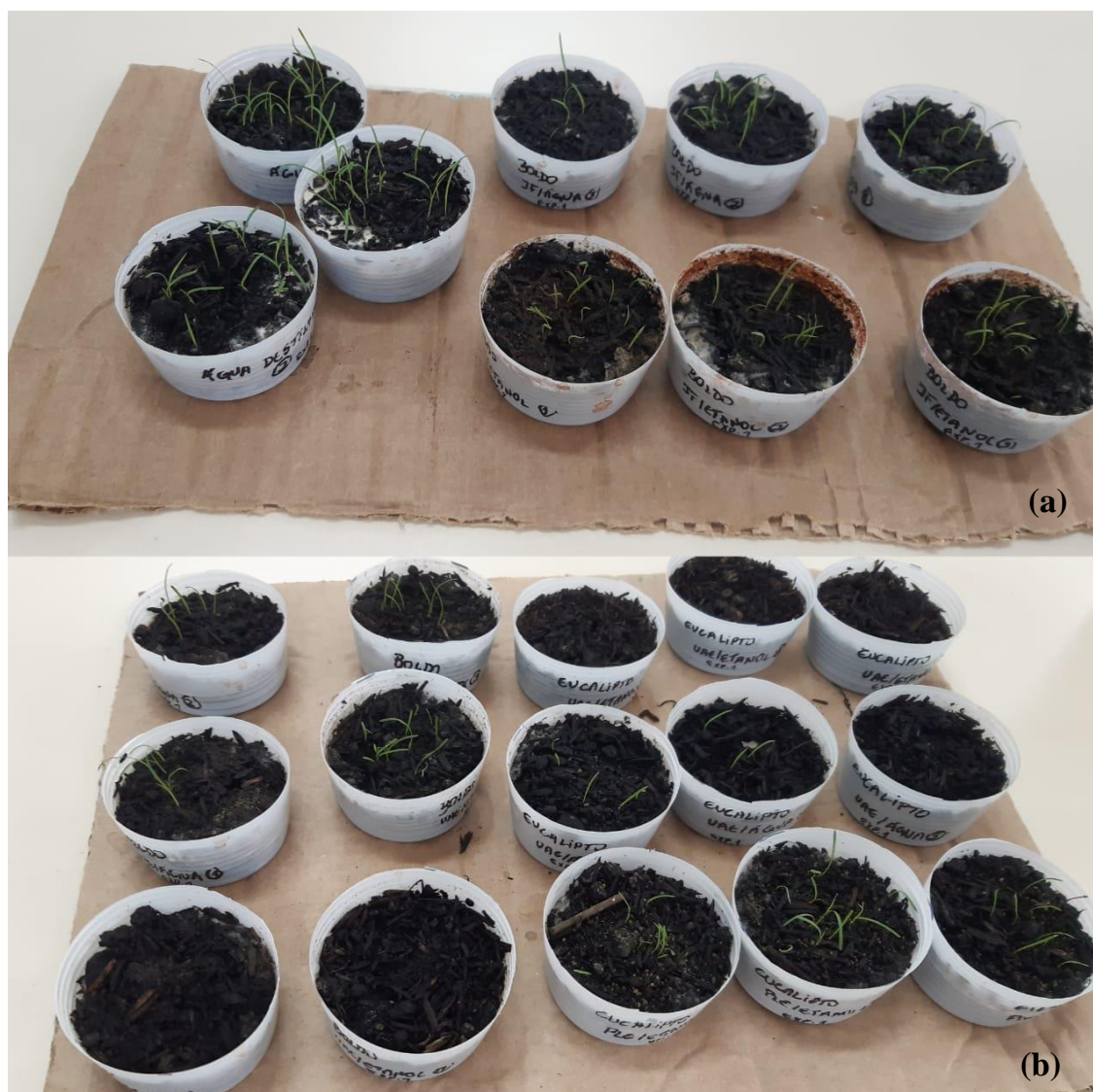
Médias seguidas pela mesma letra, comparação na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Estudos anteriores mostraram que a leucena interferiu negativamente na germinação de picão-preto (ANDREANI JUNIOR, OTERO, SILVA, 2018; PERON, 2012), capim-colonião (ROSA, 2007), sorgo (NETO, 2010) e milho (PIRES, 2001). Porém, neste estudo, extratos de leucena obtidos pelo método PLE usando o solvente etanol aumentaram o IVG das sementes de capim-annoni em 38,53% em relação à testemunha e não diferiram da testemunha quando avaliado a porcentagem de germinação.

4.2 EXPERIMENTO EM PRÉ-EMERGÊNCIA COM SUBSTRATO

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os dados de porcentagem de germinação de sementes de capim-annoni que foram colocadas em recipientes com substrato e submetidas à aplicação de extratos de falso-boldo e eucalipto. Na Figura 9 é possível visualizar as plântulas de capim-annoni que germinaram.

Figura 9 – Plântulas de capim-annoni germinadas após aplicação de água destilada (testemunha), extratos de folhas de falso-boldo (a) e extratos de folhas de eucalipto (b) no ensaio em pré-emergência com substrato



Fonte: AUTORA (2022).

Tabela 9 – Porcentagem de germinação de sementes de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos de extração IF, PLE e UAE

TIPO DE EXTRATO	GERMINAÇÃO (%)			
	IF	PLE	UAE	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	48,00 aB	57,33 aB	25,33 bA	58,67 B
Eucalipto	61,33 aB	52,67 aB	6,67 aA	58,67 B
Testemunha	58,67 a	58,67 a	58,67 c	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Quando os extratos foram obtidos de folhas de falso-boldo e de eucalipto, o método mais eficiente para reduzir o número de sementes germinadas foi o UAE, proporcionando redução de 56,86% e 88,63% respectivamente. Ressalta-se, assim, que extratos obtidos pelo método UAE, dentre os métodos avaliados, são mais eficientes no controle da invasora capim-annoni, sobretudo o eucalipto.

Tabela 10 – Porcentagem de germinação de sementes de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos com diferentes solventes

TIPO DE EXTRATO	GERMINAÇÃO (%)		
	ÁGUA	ETANOL	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	36,00 aA	51,11 bB	58,67 B
Eucalipto	43,55 aA	36,89 aA	58,67 B
Testemunha	58,67 b	58,67 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Extratos de folhas de falso-boldo obtidos utilizando água destilada se mostraram mais eficientes no controle de capim-annoni. Os extratos de folhas de eucalipto se mostraram eficientes tanto com água destilada como com etanol. Quando se utilizou água destilada como solvente, não houve diferença entre os extratos das folhas de falso-boldo e eucalipto na redução do número de sementes germinadas. Os extratos das duas plantas reduziram a germinação das sementes de capim-annoni. Quando foi usado o etanol como solvente, os extratos de eucalipto apresentaram maior redução no número de sementes germinadas.

Gonçalves (2014) testou o efeito dos extratos aquosos de *Baccharis trimera* Less (carqueja) em capim-annoni e comprovou a eficiência destes extratos na redução do número de sementes germinadas e emergência das plântulas da invasora, assim como o falso-boldo e eucalipto que reduziram o número de sementes germinadas de capim-annoni no presente estudo. Porém, no experimento em que foram utilizados extratos de folhas carqueja, a redução foi mais significativa daquela no presente estudo.

Na Tabela 11 são apresentados os dados de comprimento da parte aérea (cm) das plântulas de capim-annoni que se desenvolveram após a aplicação de extratos de folhas de falso-boldo e eucalipto durante 21 dias.

Tabela 11 – Comprimento da parte aérea de plântulas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos IF, PLE e UAE com diferentes solventes

PLANTAS	COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (cm)
Falso-Boldo	1,58 b
Eucalipto	1,07 a
Testemunha	2,24 c
MÉTODOS	
IF	1,32 ab
PLE	1,79 bc
UAE	0,87 a
Testemunha	2,24 c
SOLVENTES	
Água	1,49 a
Etanol	1,16 a
Testemunha	2,24 b

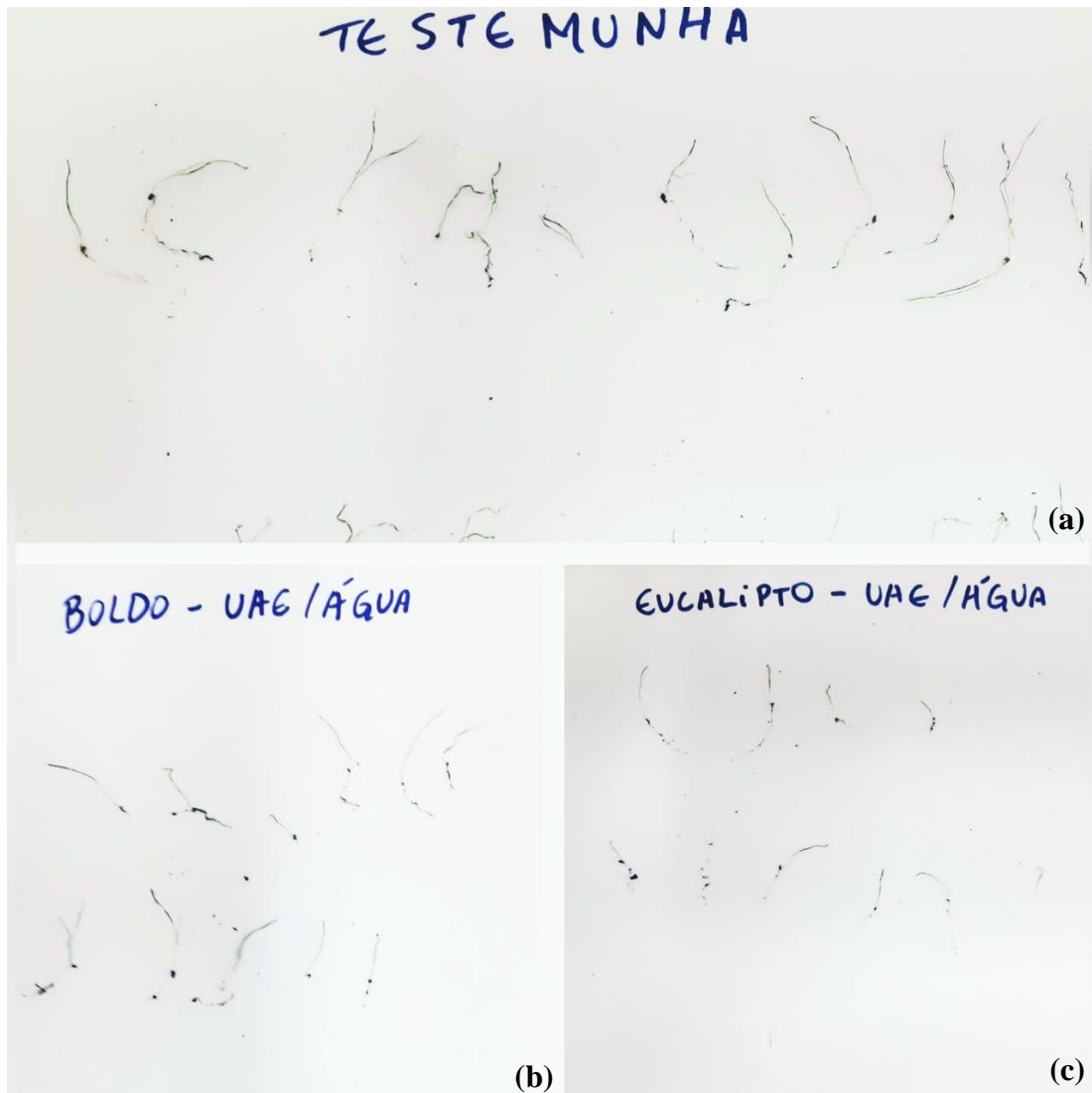
Médias seguidas pela mesma letra em cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Extratos de folhas de falso-boldo e eucalipto reduziram o comprimento da parte aérea das plântulas de capim-annoni em relação à testemunha (água destilada) em 29,46% e 52,23% respectivamente. Porém, os extratos das folhas de eucalipto foram mais eficientes quando comparados aos das folhas de falso-boldo. Na Figura 10 é possível visualizar a comparação entre plântulas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos obtidos pelo método UAE com água utilizando folhas de boldo e eucalipto e as plântulas que receberam o tratamento testemunha (água destilada).

O método de extração PLE não foi eficiente na redução do comprimento da parte aérea das plântulas, visto que o mesmo não diferiu da testemunha. Não houve diferença entre os solventes usados no preparo dos extratos. Desse modo, tanto a água destilada quanto o etanol se mostraram eficientes na redução do comprimento da parte aérea das plântulas de capim-annoni. De modo geral, na literatura científica também são mostrados que nem sempre extratos naturais apresentam efeitos fitotóxicos. Por exemplo, extratos de erva-cidreira-brasileira (*Lippia alba* Mill.) e capim-limão (*Cymbopogon citratus* Stapf.) foram aplicados sobre amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) em experimento em casa de vegetação. Após 21 dias de aplicação dos extratos não tiveram efeito no crescimento da parte aérea das plantas não

diferindo da testemunha (BELANDA, 2015). Logo, deve-se valorizar quando extratos naturais ou caldos fermentados de fungos ou bactérias são eficientes no controle de plantas invasoras.

Figura 10 – Comparação entre plântulas de capim-annoni submetidas ao tratamento testemunha água (a) e plântulas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) (b) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) (c) obtidos pelo método UAE com água no ensaio em pré-emergência



Fonte: AUTORA (2022).

Na Tabela 12 são apresentados os dados de comprimento da raiz das plântulas de capim-annoni que se desenvolveram após a aplicação de extratos de folhas de falso-boldo e eucalipto durante 21 dias.

Tabela 12 – Comprimento da raiz de plântulas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos com diferentes solventes

TIPO DE EXTRATO	COMPRIMENTO DA RAIZ (cm)		
	ÁGUA	ETANOL	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	1,13 aA	1,54 abAB	1,91 B
Eucalipto	1,48 abAB	1,04 aA	1,91 B
Testemunha	1,91 b	1,91 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Quando a água destilada foi usada como solvente de extração. Os extratos de folhas de falso-boldo reduziram em 40,84% o comprimento das raízes das plântulas de capim-annoni comparado à testemunha. Quando foi usado o solvente etanol os extratos de folhas de eucalipto reduziram o comprimento das raízes das plântulas em 45,55% em relação à testemunha. Pierobon (2017) testou o efeito de extratos de canjarana (*Cabranea canjerana* (Vell.) Mart.) sobre a planta daninha conhecida como picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e verificou que o comprimento da raiz da invasora foi afetado pelos extratos etanólicos aplicados. Neste estudo desenvolvido com extratos de folhas de falso-boldo e eucalipto é possível identificar que também houve influência no comprimento da raiz após aplicação dos extratos. Houve, portanto, ação de compostos bioativos contra o desenvolvimento da espécie invasora.

Pawlowski et al. (2021) utilizaram óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus* Stapf), citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) e lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) contra a germinação e crescimento inicial do capim-annoni. Os autores concluíram que os óleos essenciais apresentaram efeito alelopático sobre a invasora, sendo o crescimento das plântulas a principal variável-resposta afetada.

4.3 EXPERIMENTO PÓS-EMERGÊNCIA COM SUBSTRATO

O número de plantas de capim-annoni em senescência foi elevado quando utilizadas folhas de eucalipto no preparo dos extratos obtidos pelos métodos de infusão e PLE com água e pelo método UAE com etanol, provocando redução de 100% quando utilizado esses métodos

combinados com estes solventes. Entretanto, para o falso-boldo, nenhum método combinado por qualquer um dos dois solventes provocou senescência das plantas de capim-annoni (Tabela 13).

Tabela 13 – Porcentagem de senescência de plantas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos IF, PLE e UAE com diferentes tipos de solvente

TIPO DE EXTRATO	SENESCÊNCIA (%)						
	IF/ÁGUA	IF/ETANOL	PLE/ÁGUA	PLE/ETANOL	UAE/ÁGUA	UAE/ETANOL	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	3,33 bB	3,33 bB	40,00 bAB	66,67 aA	56,67 aA	13,33 bB	26,67 AB
Eucalipto	60,00 aAB	76,67 aA	100,00 aA	26,67 aB	63,33 aAB	100,00 aA	26,67 B
Testemunha	26,67 ab	26,67 b	26,67 b	26,67 a	26,67 a	26,67 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Folhas de eucalipto obtidas pelos métodos de infusão e PLE com água e pelo método UAE com etanol causaram maior porcentagem de senescência das plantas. Consequentemente, na variável comprimento da parte aérea, os extratos desta planta obtidos por esses métodos e solventes também reduziu o comprimento da parte aérea da invasora capim-annoni. Os extratos de eucalipto obtidos pelo método de infusão com água também reduziram o comprimento da raiz das plântulas da invasora em 50,62% (Tabela 14).

Tabela 14– Comprimento da parte aérea de plantas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos IF, PLE e UAE com diferentes solventes

TIPO DE EXTRATO	COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (cm)						
	IF/ÁGUA	IF/ETANOL	PLE/ÁGUA	PLE/ETANOL	UAE/ÁGUA	UAE/ETANOL	TESTEMUNHA
Falso-Boldo	2,64 bA	1,57 aA	2,75 bA	2,15 aA	2,85 aA	2,98 bA	2,43 A
Eucalipto	1,20 abA	1,92 aB	0,00 aA	2,04 aB	1,94 aB	0,00 aA	2,43 B
Testemunha	2,43 b	2,43 a	2,43 b	2,43 a	2,43 a	2,43 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Consequentemente, a variável-resposta comprimento da raiz seguiu a mesma tendência. Folhas de eucalipto obtidas pelos métodos de infusão e PLE com água e pelo método UAE com

etanol causaram maior redução no comprimento da raiz das plantas de capim-annoni (Tabela 15).

Tabela 15– Comprimento da raiz (cm) de plantas de capim-annoni submetidas à aplicação de extratos de folhas de falso-boldo (*Coleus barbatus*) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), obtidos pelos métodos IF, PLE e UAE com diferentes solventes

TIPO DE EXTRATO	COMPRIMENTO DA RAIZ (cm)						TESTEMUNHA
	IF/ÁGUA	IF/ETANOL	PLE/ÁGUA	PLE/ETANOL	UAE/ÁGUA	UAE/ETANOL	
Falso-Boldo	1,90 bA	1,03 aA	1,50 bA	1,68 aA	1,64 aA	1,78 bA	1,33 A
Eucalipto	0,86 aB	1,28 aB	0,00 aA	1,65 aB	1,12 aB	0,00 aA	1,33 B
Testemunha	1,33 ab	1,33 a	1,33 b	1,33 a	1,33 a	1,33 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2022).

Extratos de *Eucalyptus camaldulensis* foram aplicados sobre a cobertura de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.), apresentando resultados satisfatórios na eliminação de plantas daninhas e aumentando a produtividade do milho (KHAN, et al., 2020). Nesse estudo, extratos de folhas da mesma espécie de eucalipto foram utilizadas no controle da planta daninha capim-annoni, os quais também apresentaram resultados positivos no controle da espécie.

As folhas da espécie de eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill foram utilizadas na obtenção de extratos aquosos para aplicação em pré e pós-emergência de alface (*Lactuca sativa*) e erva-fina (*Agrostis stolonifera*). Neste caso, foi reportada a inibição da germinação de ambas as espécies, além de na pós-emergência os extratos afetarem o estado fotoquímico das plantas (PUIG et al., 2018). Nesse estudo, extratos de folhas de eucalipto também apresentaram alelopatia quando testados na planta daninha capim-annoni tanto em pré como em pós-emergência. Porém, a espécie de eucalipto utilizada foi *Eucalyptus camaldulensis*.

Extratos etanólicos da espécie *Eucalyptus erythocorys* L. foram testados sobre a germinação e crescimento da mostarda-dos-campos (*Sinapis arvensis* L.), do alpiste (*Phalaris canariensis*) e do trigo (*Triticum durum* L.). Os extratos apresentaram efeito inibitório na germinação e influência no crescimento das plantas daninhas e do trigo (GHNAYA et al., 2015). Em estudo realizado para controlar plantas daninhas presentes na ervilha foram testados extratos de folhas espécie *Eucalyptus citriodora*, comprovando que os extratos foram eficientes no controle das plantas daninhas, aumentando o rendimento das sementes de ervilha (EL-METWALLY; EL-ROKIEK, 2019). Isto demonstra, assim como no presente estudo, que

extratos de eucalipto apresentam alelopatia sobre plantas daninhas. É possível perceber que extratos de eucalipto, independente da espécie utilizada na obtenção dos extratos, apresentam potencial para utilização como bioherbicidas.

É possível identificar que os extratos com folhas de falso-boldo mostraram-se eficientes quando aplicados nas sementes de capim-annoni em experimento com rolo de papel e em experimento utilizando substrato na pré-emergência das sementes. Entretanto, esses extratos não foram eficientes quando aplicados após a emergência das plantas de capim-annoni. Isso pode ocorrer devido às folhas do falso-boldo não apresentarem compostos suficientes para causar alelopatia nas plantas de capim-annoni após já estarem desenvolvidas, sendo que seus compostos devem ser eficientes apenas para inibir a germinação do capim-annoni.

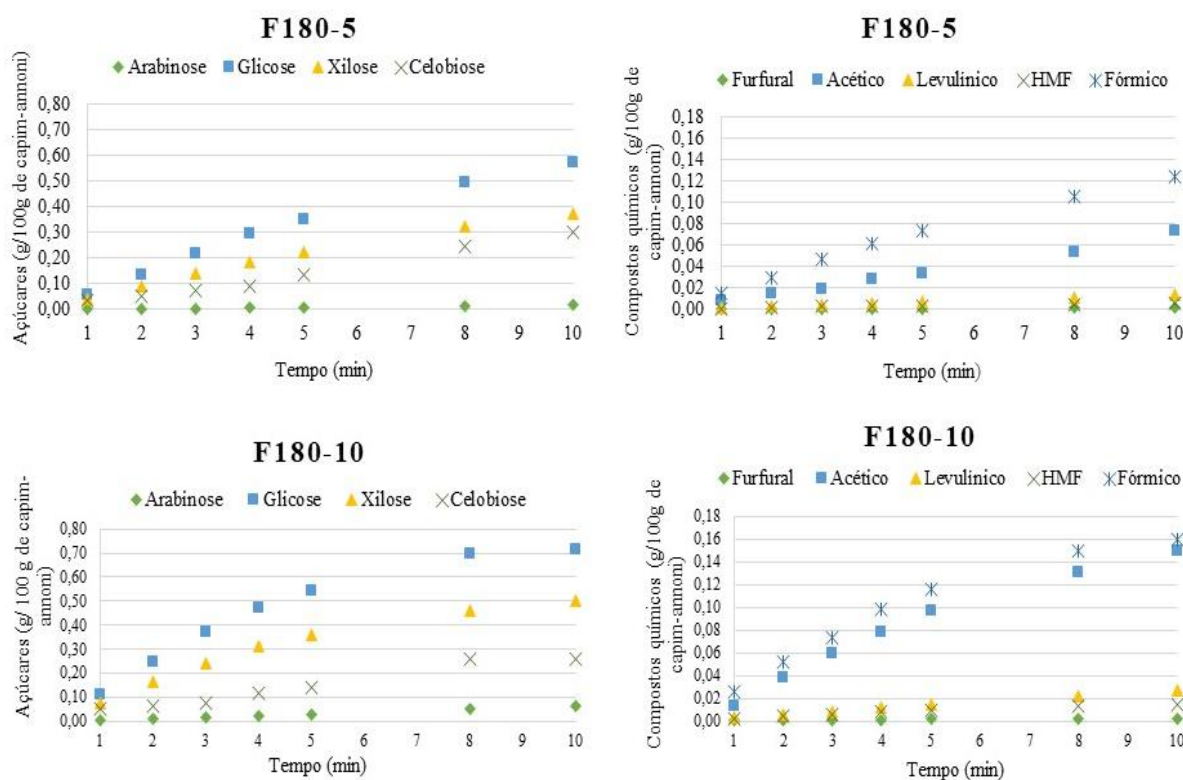
Após a obtenção dos resultados dos experimentos realizados pelo método de germinação em rolo de papel e experimentos realizados com substrato, é possível perceber que o experimento em rolo de papel apresentou resultados diferentes do que os demais experimentos realizados com substrato, demonstrando maior inibição na germinação das sementes de capim-annoni. Isto pode ser explicado com base em conhecimentos práticos obtidos com o desenvolvimento do estudo. No experimento em rolo de papel havia somente as sementes de capim-annoni e o papel filtro e, então, o extrato tinha mais contato com as sementes. Todavia, nos demais experimentos havia os recipientes com substrato. Então, no experimento em pré-emergência, o extrato levava mais tempo para atingir as sementes e, também, tinha mais variáveis externas interferindo nesse processo de aplicação dos extratos como penetração do extrato no substrato e microrganismos que poderiam estar presentes no substrato. No experimento em pós-emergência, uma vez que as plantas já estavam estabelecidas, realizou-se a aplicação dos extratos com recipiente *spray*, o que gerou um pouco de perda dos extratos no momento da aplicação, o que se aproxima de situações práticas em escalas maiores.

Em estudo realizado por Pires et al. (2001), o mesmo comportamento ocorreu quando extratos de leucena foram aplicados sobre *Desmodium purpureum* (desmódio), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Amaranthus hybridus* (caruru) em dois experimentos: um em laboratório utilizando papel filtro e outro em casa de vegetação utilizando solo e areia. O extrato de leucena teve maior efeito quando aplicado em papel filtro.

4.4 QUANTIFICAÇÃO DOS AÇÚCARES E COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NA BIOMASSA DE CAPIM-ANNONI

Os principais açúcares encontrados no líquido hidrolisado da biomassa de capim-annoni foram xilose, glicose, celobiose e arabinose. Outros compostos orgânicos, geralmente considerados como plataformas químicas, foram encontrados, sendo ácido acético, ácido fórmico, ácido levulínico, furfural e 5-hidroximetilfufural (HMF). Os resultados da quantidade de açúcares e compostos químicos encontrados nas folhas de capim-annoni na temperatura de 180°C e diferentes razões mássicas de solvente são apresentados na Figura 13.

Figura 13 – Concentrações de açúcares e compostos químicos nas folhas de capim-annoni submetidas à temperatura de 180°C e razão de 5 e 10 g de água / g de biomassa



Fonte: AUTORA (2022).

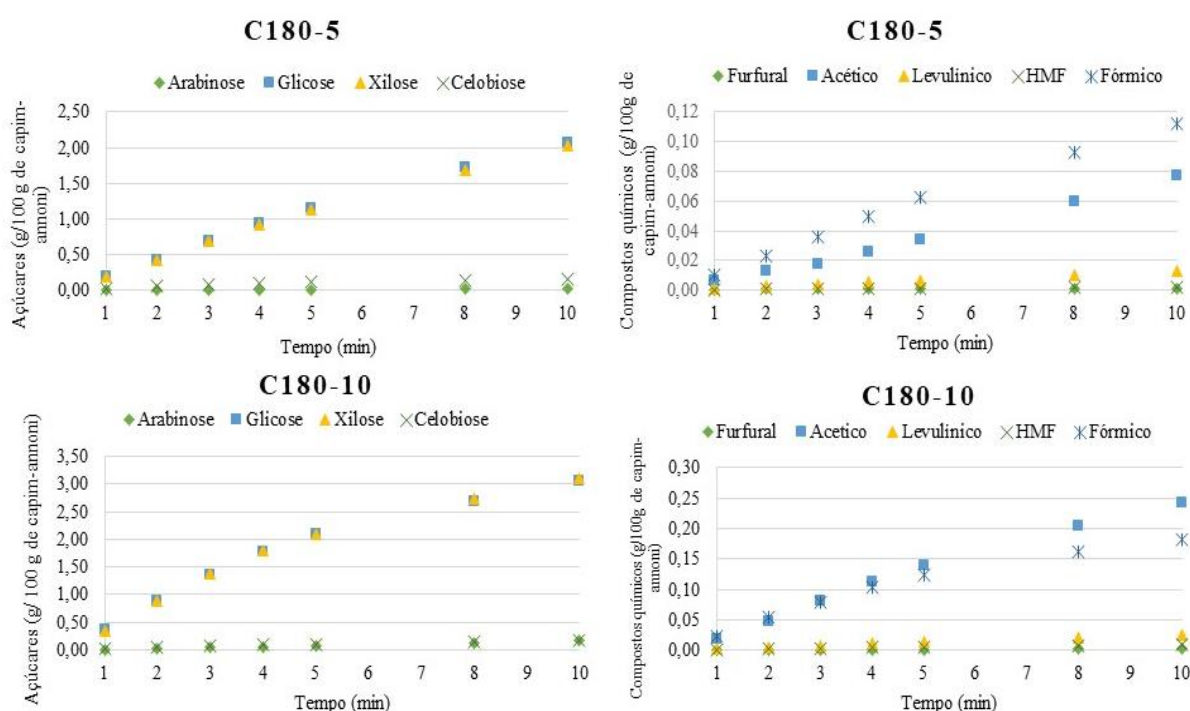
Em todos os tempos de coleta dos hidrolisados, a glicose foi o açúcar quantificado em maior quantidade nas folhas de capim-annoni nas condições de hidrólise de 180°C e razão de 5 g de água / g de biomassa, seguida por xilose e celobiose, respectivamente. O ácido orgânico encontrado em maior quantidade foi o ácido fórmico no tempo de coleta de 10 minutos.

Para as folhas de capim-annoni hidrolisadas na temperatura de 180°C e razão mássica de 10 g de água / g de biomassa, os açúcares encontrados em maior concentração também foram

glicose e xilose, indicando que a razão mássica não interferiu na tendência de comportamento dos resultados. Para os compostos orgânicos, o ácido fórmico foi encontrado em maior quantidade, seguido pelo ácido acético.

Os resultados da quantidade de açúcares e compostos químicos encontrados nos colmos de capim-annoni na temperatura de 180°C e diferentes razões mássicas de solvente são apresentados na Figura 14.

Figura 14 - Concentrações de açúcares e compostos químicos nos colmos de capim-annoni submetidos à temperatura de 180°C e razão de 5 e 10 g de água / g de biomassa



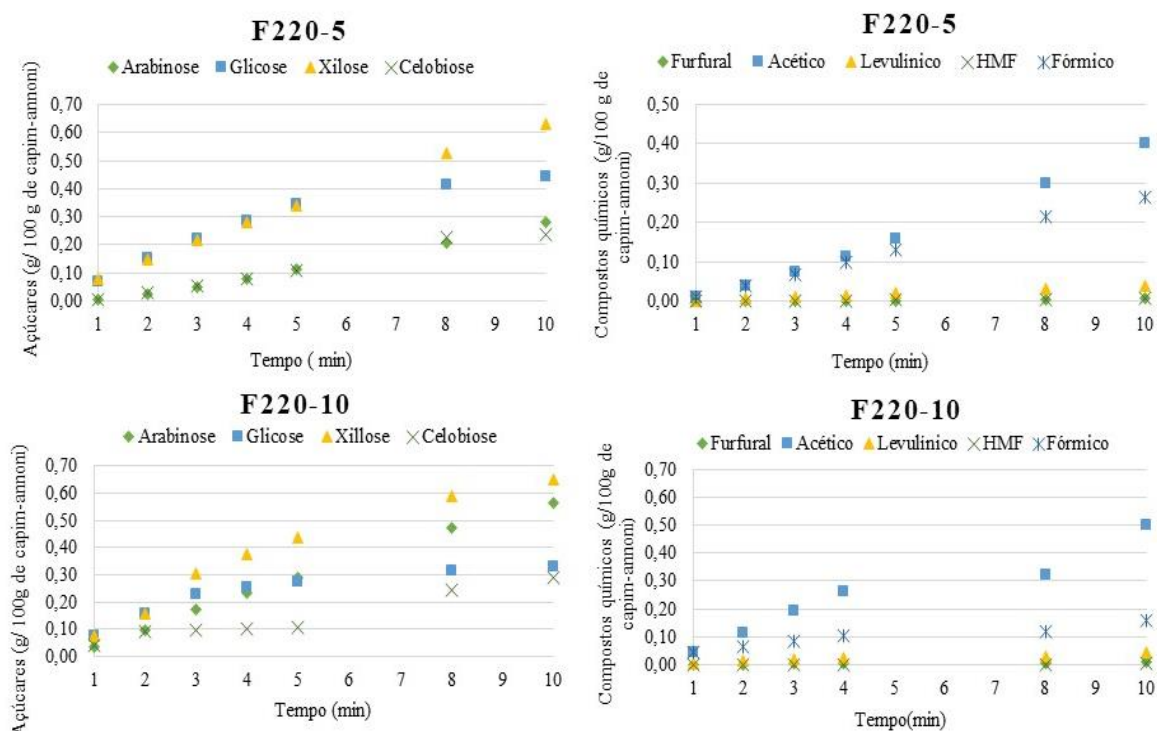
Fonte: AUTORA (2022).

Em relação aos compostos orgânicos, o ácido fórmico foi o encontrado em maior quantidade. A partir destes resultados é possível perceber que não houve diferença nos açúcares encontrados em maior quantidade nas folhas e colmos de capim-annoni na mesma temperatura e razão mássica, sendo que os mesmos açúcares foram encontrados em maiores quantidades. Porém, nos colmos foram encontradas concentrações mais altas de glicose e xilose do que nas folhas da espécie invasora, sendo aproximadamente até 5 vezes maior. Este comportamento pode ser atribuído à composição dos colmos, os quais podem conter maior quantidade de polissacarídeos que são dissociáveis em sacarídeos de cadeias menores nas condições avaliadas neste estudo.

Para os hidrolisados de colmos de capim-annoni, na mesma temperatura, mas razão mássica de 10 g de água / g de biomassa, os açúcares encontrados em maior quantidade foram xilose e glicose, apresentando diferença mínima entre eles. O ácido acético foi encontrado em maior quantidade dentre os compostos orgânicos, diferentemente do que ocorreu para hidrolisados dos colmos de capim-annoni na mesma temperatura. Contudo, esta diferença ocorreu razão de 5 g de água / g de biomassa, onde o ácido fórmico foi encontrado em maior concentração. Para hidrolisados das folhas de capim-annoni, nesta mesma temperatura e razão, o ácido fórmico foi obtido na maior concentração, demonstrando que, conforme a parte vegetal de capim-annoni utilizada (colmos ou folhas), ocorre mudança no açúcar encontrado em maior concentração. Este comportamento se deve à diferença nas composição lignocelulósica das diferentes partes botânicas.

Os resultados da quantidade de açúcares e compostos químicos encontrados nas folhas de capim-annoni a temperatura de 220°C e diferentes razões mássicas de solvente são apresentados na Figura 15.

Figura 15 - Concentrações de açúcares e compostos orgânicos nas folhas de capim-annoni submetidos à temperatura de 220°C e razão de 5 e 10 g de água / g de biomassa



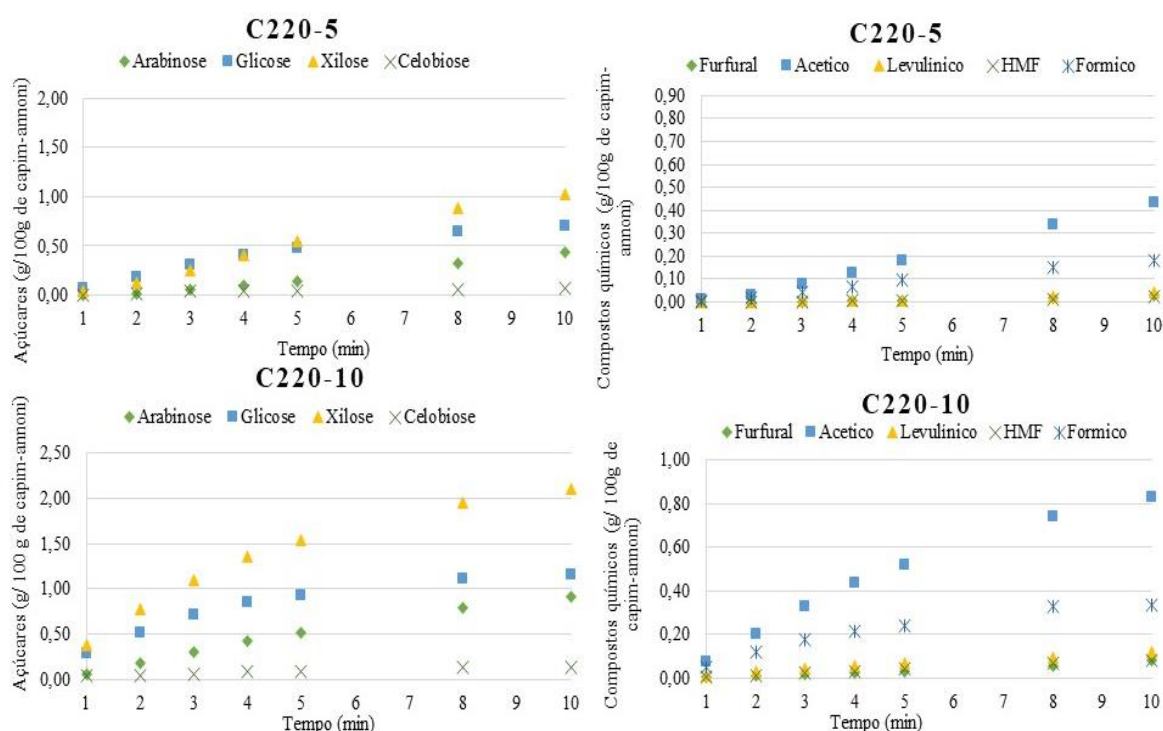
Fonte: AUTORA (2022).

Para os hidrolisados das folhas de capim-annoni na temperatura de 220°C e razão mássica de 5 g de água / g de biomassa e para 220°C com razão mássica de 10 g de água / g de biomassa, o açúcar encontrado em maior concentração foi a xilose, seguido pela glicose. Isto demonstra que a temperatura de 220°C provoca maior dissociação da hemicelulose em xilose em relação aos demais açúcares.

O ácido acético, dentre os compostos orgânicos quantificados, foi o composto encontrado em maior concentração tanto nos hidrolisados de folhas de capim-annoni em condições de temperatura de 220°C e razão mássica de 5 g de água / g de biomassa quanto em 220°C e razão mássica de 10 g de água / g de biomassa. Constatou-se que a razão mássica utilizada na hidrólise não interfere nesse fator.

Os resultados da quantidade de açúcares e compostos químicos encontrados nos colmos de capim-annoni a temperatura de 220°C e diferentes razões mássicas de solvente são apresentados na Figura 16.

Figura 16 - Concentrações de açúcares e compostos orgânicos nos colmos de capim-annoni submetidos à temperatura de 220°C e razão de 5 e 10 g de água / g de biomassa



Fonte: AUTORA (2022).

Para os hidrolisados dos colmos de capim-annoni em condições de hidrólise igual a 220°C e razão mássica de 5 g de água / g de biomassa, o açúcar obtido em maior concentração

nos tempos de coleta de 1, 2 e 3 minutos foi a glicose e nos tempos de 4, 5, 8 e 10 minutos foi a xilose.

O composto orgânico encontrado em maior quantidade foi o ácido acético, seguido do ácido fórmico. Isto também ocorreu para os hidrolisados de folhas de capim-annoni, na temperatura de 220°C e razão mássica de 5 e 10 g de água / g de biomassa, onde o composto orgânico encontrado em maior quantidade também foi o ácido acético, seguido do ácido fórmico. Logo, demonstra-se que a parte vegetal utilizada (colmos ou folhas) não interfere nos ácidos encontrados em maior quantidade.

Hidrolisados de colmos de capim-annoni na temperatura de 220°C e razão mássica de 10 g de água / g de biomassa apresentam maiores quantidades de xilose, seguida por glicose, arabinose e celobiose. Os mesmos resultados obtidos para razão de 5 g de água / g de biomassa e temperatura de 220°C foram obtidos para a razão mássica de 10 g de água / g de biomassa na mesma temperatura, sendo o ácido acético encontrado em maior concentração. Portanto, constatou-se que, quando foram utilizados os colmos da invasora, a temperatura favorece maiores concentrações de ácido acético, independentemente da razão mássica utilizada.

A partir dos resultados da quantidade de açúcares e compostos orgânicos presentes na biomassa da invasora capim-annoni obtidos na análise por HPLC, é possível perceber que na condição de hidrólise com temperatura igual a 180°C, independentemente da razão ou da parte vegetal utilizada (colmos ou folhas), houve maiores concentrações de celobiose do que de arabinose. No entanto, o comportamento inverso ocorre na temperatura de 220°C. Também foi possível verificar que em todas as condições de hidrólise o composto orgânico encontrado em menor quantidade na biomassa de capim-annoni foi o ácido levulínico.

Em estudo realizado por Abaide (2019) para quantificar açúcares e compostos orgânicos em outro tipo de biomassa residual, sendo elas palha e casca de arroz, as maiores concentrações de açúcares foram encontradas na temperatura de 220°C e na razão mássica de 5 g de água / g de biomassa. Em estudo realizado por Vedovatto (2021), a temperatura de 220°C também foi a que proporcionou maiores concentrações de açúcares. Nesse estudo com a biomassa residual de capim-annoni, as maiores concentrações de açúcares foram encontradas na temperatura de 180°C e maior razão mássica utilizada (10 g de água / g de biomassa).

Os inibidores HMF e furfural foram encontrados em pequenas concentrações em todas as condições de hidrólise. Porém, foi possível perceber que a temperatura de 220°C favoreceu maior rendimento destes inibidores. A presença destes inibidores causa decomposição de açúcares e outros produtos, segundo Vedovatto (2021), o que pode explicar o motivo da temperatura de 180°C ter proporcionado maiores concentrações de açúcares.

No mesmo estudo (Vedovatto, 2021), o açúcar encontrado em maior concentração foi a xilose, seguida pela arabinose. Os compostos orgânicos encontrados em maior concentração foram o ácido acético e o ácido fórmico. No presente estudo, a xilose também foi um dos açúcares encontrados em maior quantidade. Porém, a glicose também foi encontrada em grandes concentrações na biomassa de capim-annoni e, assim como nas cascas e palhas de arroz, os compostos orgânicos encontrados em maiores concentrações na biomassa de capim-annoni foram o ácido acético e fórmico.

A semelhança na quantidade de xilose e glicose foi encontrada em hidrolisados de resíduos da soja, palhas e cascas em estudo realizado por Vedovatto (2021). No presente estudo, o mesmo comportamento ocorreu em condições de hidrólise com colmos de capim-annoni em temperatura de 180°C e razões mássicas de 5 e 10 g de água / g de biomassa.

Matérias-primas como cana-de-açúcar e milho vêm sendo utilizadas atualmente na produção de etanol, sendo que biocombustíveis provenientes de biomassa são considerados uma alternativa promissora em médio e curto prazo. Porém, estas matérias-primas são consideradas fonte de alimento. Por isso, estudos com biocombustíveis provenientes de biomassas residuais que tem como fonte açúcares fermentescíveis vêm sendo desenvolvidos (PRADO et al., 2016).

A partir do presente estudo foi possível constatar que o capim-annoni possui altas concentrações de açúcares fermentescíveis, sendo uma alternativa para a produção de biocombustíveis, pois apresenta concentrações de açúcares semelhantes ao até mesmo maiores que outras biomassas residuais que são utilizadas na produção de biocombustíveis, como o bagaço de cana-de-açúcar. Prado et al. (2016) estudaram a concentração de açúcares encontrada em hidrolisados do bagaço de cana-de-açúcar, constatando que a maior concentração encontrada de glicose foi de 0,02005 g/g e de xilose foi 0,01766 g/g. Estas concentrações são menores do que as encontradas no presente estudo, onde a maior concentração de glicose e xilose foram iguais a 3,05642 g/g e 3,11681 g/g, respectivamente. Considerando que o capim-annoni é uma planta invasora que causa danos às espécies nativas, então propor uma alternativa para sua biomassa seria uma forma de minimizar os danos causados pela espécie, dando uma finalidade à mesma.

5 CONCLUSÃO

Os extratos de folhas de falso-boldo e eucalipto foram eficientes no controle de capim-annoni. Dentre as plantas utilizadas no preparo dos extratos, as folhas de eucalipto proporcionaram maior alelopatia sobre o capim-annoni, seguidas das folhas de falso-boldo. Houve redução de 63,33% na germinação, 45,55% no comprimento da raiz, 52,23% no comprimento da parte aérea e 97,52% no IVG em relação à testemunha. Além disso, os extratos apresentaram senescência total das plantas da espécie quando realizado experimento em pós-emergência. Os extratos de folhas de eucalipto provocaram redução de 58% na germinação, 40,84% no comprimento da raiz, 29,46% no comprimento da parte aérea e 88,98% no IVG em relação à testemunha quando foram utilizados extratos de folhas de falso-boldo. Os extratos das folhas de leucena foram os menos eficientes, chegando a aumentar o IVG da espécie em 38,53%.

Em relação aos métodos utilizados, o método UAE foi o mais eficiente no controle da espécie invasora. Quanto ao tipo de solvente utilizado (água destilada ou etanol), tanto a água quanto o etanol apresentaram resultados positivos no controle de capim-annoni quando combinados com as folhas de eucalipto ou falso-boldo. No entanto, para os extratos obtidos com folhas de leucena, o etanol não foi eficiente no controle da espécie. Os resultados são atrativos porque a água é um solvente universal, amplamente disponível, de baixo custo e com compatibilidade ambiental para as aplicações agrícolas.

Através da análise cromatográfica, constatou-se que açúcares encontrados em maior concentração na biomassa de capim-annoni foram glicose e xilose. Os compostos orgânicos encontrados em maior concentração foram o ácido acético e fórmico. Os colmos de capim-annoni na temperatura de hidrólise de 180°C proporcionaram maiores concentrações de açúcares quando utilizada razão mássica entre água e biomassa de 10 g/g. Sendo assim, a biomassa de capim-annoni apresenta potencial para ser utilizada como matéria-prima na produção de biocombustível.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do estudo desenvolvido, foi possível perceber que alguns processos podem ser melhorados e alguns problemas podem ser evitados. Sendo assim, algumas sugestões para trabalhos futuros são citadas a seguir:

- Em trabalhos onde seja realizada a obtenção de extratos vegetais, recomenda-se que seja utilizada uma forma de esterilização destes extratos. Além disso, recomenda-se que todo material utilizado seja esterilizado, incluindo a câmara de germinação, para evitar a proliferação de fungos;
- No caso de experimento utilizando substrato, recomenda-se também que ocorra a esterilização do substrato;
- Em casos de estudos realizando a hidrólise da biomassa de capim-annoni para quantificar os açúcares presentes nos hidrolisados, recomenda-se que o estudo seja realizado também em tempos de coleta de 15, 20 e 30 minutos.
- Em estudos que testem a aplicação de extratos sobre a germinação e desenvolvimento de plantas daninhas, recomenda-se que sejam realizados testes com substrato e não somente em papel filtro, pois a germinação e desenvolvimento das sementes no substrato apresenta uma condição semelhante da que ocorre a ocorrer em campo.

REFERÊNCIAS

- ABAIDE, Ederson Rossi. **Hidrólise Subcrítica de Palha e Cascas de Arroz Para Obtenção Integrada De Açúcares Fermentescíveis e Material**. 2019. 209 p. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2019.
- ANDREANI, Junior Roberto; OTERO, Mayara; SILVA, Matheus. 2018. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a germinação de plantas daninhas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.15, n. 27, p. 188–97, jun. 2018.
- ÁVILA, Mariana Rockenbach; FONTOURA JÚNIOR, José Acélio Silveira; NASCIMENTO, Shirley Grazieli Silva. 2020. Controle e Problemáticas Do Capim-Annoni-2 Em Campo Nativo : Percepção Dos Produtores Rurais Acerca Do Bioma Pampa . Percepção Dos Produtores Sobre o Capim-Annoni-2. **International Multilingual Journal of Science and Technology**, v.5, n.5, p. 952–59, may. 2020.
- BELANDA, Thamara. **Interferência de extratos vegetais sobre a planta daninha *Euphorbia Heterophylla* (L .) P**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2015.
- BITTENCOURT, Henrique Von Hertwig. 2017. **Ecologia da germinação e potencial alelopático de capim- annoni-2 (*Eragrostis Plana* Nees)**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
- CONFORTIN, Tássia et. al. Extraction of bioactive compounds from *Senecio brasiliensis* using emergent technologies. **Biotech.**, v.11, n.6, jun., 2021.
- DE SOUZA, Ariádine Reder Custódio. 2019. **Avaliação da composição química e atividade biológica de extratos de folhas de bardana (*arctium lappa*) obtidos pelos métodos de extração supercrítica (co₂+etanol) e líquido pressurizado**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- DOLIANITIS, Bianca Motta. **Levantamento da invasão, hidrólise e glicose de *Eragrostis plana* Ness (CAPIM- ANNONI)**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.
- DRASZEWSKI, Crisleine Perinazzo; ABAIDE, Ederson Rossi; KUHN Raquel Cristine; PRIAMO, Wagner Luiz; TRES, Marcus Vinícius; ZABOT, Giovanni Leone. 2018. Uso da tecnologia com água subcrítica para obtenção de bioprodutos a partir da palha de arroz use of subcrytic water technology for the obtainment of bioproducts from the rice straw. In 7 Fórum Internacional Ecoinovar, 15 p. Santa Maria, 2018a.
- DRASZEWSKI, C.P. et al, Subcritical water hydrolysis of rice husks pretreated with deep eutectic solvent for enhance fermentable sugar production. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 178, n.1 July, 2021b.
- EL-METWALLY, Ibrahim Mohamed; EL-ROKIEK, Kowthar Gad. Eucalyptus citriodora leaf extract as a source of allelochemicals for weed control in pea fields compared with some chemical herbicides. **Journal of Plant Protection Research**. v.59, n.3, p. 392-399, 2019.

FAVARETTO, Adriana. **Identificação e Avaliação de Compostos Bioativos Do Capim-Annoni Em Plantas Daninhas**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018a.

FAVARETTO, Adriana; SANTOS, Jossana; SCHEFFER-BASSO, Simone M; CARNEIRO, Cercí. 2013. Primeiros estudos histoquímicos de folhas e raízes de capim-annoni-2 (*Eragrostis Plana*, Poaceae): A principal invasora do bioma pampa. In: 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, 2013b.

FRANCO, Diana Beskow; PAWLOWSKI, Ângela. 2018. Efeito Fitotóxico do Óleo Essencial de Eucalipto Na Germinação e no Crescimento Inicial de Capim-Annoni. In: VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO, 6, 2017, Brasília. **Anais...** Brasília, 2018, v.13, n.1.

FREITAS, Jéssica Mena Barreto; TRAPP, Kássia Cauana; KUNH, Andrielle Wouters; BOLIGON, Aline Augusti; FRESCURA, Viviane Dal-Souto; PEREZ, Naylor Bastiani; TEDESCO, Solange Bosio. 2018. Extratos de *Achyrocline Satureioides* (Lam.) DC. Sobre a Germinação 'in Vitro' de *Eragrostis Plana* Nees. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n.3, p. 211–20, 2018.

FREITAS, Yanka Koerich. 2019. **Extração Assistida Por Ultrassom Para Determinação de Lantânio e Cério Em Rochas de Perfuração Por Espectrometria de Massa Com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS)**. Relatório (Departamento de Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

FRESCURA, Viviane Dal- Souto; FREITAS, Jéssica Mena Barreto; KUNH, Andrielle Wouters; TEDESCO, Marília; DA SILVA, Antônio Carlos Ferreira; PEREZ, Naylor Bastiani; TEDESCO, Solange Bosio. 2017. Germinação, Emergência e Crescimento de Plântulas de *Eragrostis Plana* Ness Sob Efeito de Extratos de *Luehea Divaricata* Martius. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.23 n. (1/2), p. 1–9, 2017.

GHNAYA, Asma Bem; HAMROUNI, Lamia; AMRI, Ismail; AHOUES, Haifa; HANANA, Mohsen; ROMANE, Abderrahmane. Study of allelopathic effects of *Eucalyptus erythrocorys* L. crude extracts against germination and seedling growth of weeds and wheat. **Natural Product Research**. v.30, n.18, p. 2058-2064, dec., 2015.

GONÇALVES, Carlos Eduardo Prates. 2014. **Alelopatia de carqueja (*baccharis trimera* less) e ação de fungos em capim-annoni (*Eragrostis Plana* Ness)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

GONZÁLEZ, José David Montoya González; DA FONSECA, Eliana Lima; PEREZ, Naylor Bastiani. Invasion by *Eragrostis plana* Nees in areas of the Brazilian Pampa biome modelled with remotely sensed data and GARP species distribution model. 2020. **The International Journal of Engineering and Science**. V.9, N.6, p.14-20, 2020.

IGANCI, JRV; BOBROWSKI, VL; HEIDEN, G; STEIN, VC; ROCHA, BHG. 2006. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *allium cepa* l. **Arq. Inst. Biol.** São Paulo, v.73, n.1, p. 79-82, jan./mar., 2006.

JACQUES, Rosangela Assis. **Caracterização química da erva mate (*Ilex paraguariensis*): aplicação de diferentes -processos de extração e influência das condições de plantio**

sobre a composição química. 2005. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KHAN, I.A; REHMAN, O.U; KHAN, S.A; HAMEED ALSAMADANY;YAHYA ALZHRANI. Effect of Different Herbicides, Plant Extracts and Mulches on Yield and Yield Components of Maize. **Planta daninha.** v.38, Apr., 2020.

KLEIN, E J, K A; SANTOS, F; TAVARES; PINZAN, F; DA SILVA, E.A;VIEIRA, M G A . 2015. Avaliação do processo de obtenção de extratos de folhas de uvaia (*eugenia pyriformis* c.) utilizando extração assistida por ultrassom. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA.11, 2015, 6 p., Campinas.

LIMA, Marcelo Victor. **Processos de extração de amburosídeo da casca do caule de cumaru** (*Amburana Cearensis*). 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MEDEIROS, Renato Borges de; FOCHT, Telmo. 2007. Invasão, Prevenção, Controle e Utilização Do Capim-Annoni-2 (*Eragrostis Plana* Nees) No Rio Grande Do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha.** Porto Alegre, v.13, n. (1-2), p. 105-14, 2007.

MEDEIROS, Renato Borges; SAIBRO, João Carlos; FOCHT, Telmo. Invasão de capim-annoni (*Eragrostis plana* Ness) no bioma Pampa do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.D.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M. et al. (Eds.). Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.317-330, 2009.

MENDOZA, María Del Pilar Garcia. **Aproveitamento do resíduo agroindustrial de Juçara** (*euterpe edulis* mart.): **Um estudo de diferentes técnicas de extração de compostos fenólicos e antocianinas usando altas pressões.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MOON, J.; LIU, Z.L. Engineered NADH-dependent GRE2 from *Saccharomyces cerevisiae* by directed enzyme evolution enhances HMF reduction using additional cofactor NADPH. **Enz.and Microbial Technol.**, v. 50, p. 115-120, 2012.

MORAES -DE-SOUZA, Rodrigo Aparecido. **Potencial Antioxidante e compostos fenólica de infusão de ervas consumidas no Brasil.** 2007.Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

NEIS, Joslene; DA CRUZ-SILVA, Claudia Tatiana Araujo. 2013. Alelopatia de Folhas de *Coleus Barbatu* Sobre o Desenvolvimento de Sementes de Trigo. **Cultivando o Saber** ,v.6, n.2, p. 122-34, 2013.

NETO, Estevão Nunes de Azevedo. **Potencial alelopático de leucena e de sabiá na germinação, na emergência e no crescimento inicial do sorgo.** 2010.Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2010.

PAWLOWSKI, Ângela; KUZHEY, Camila de Abreu; BASTOS, Kailany Panerai de; BIRCK, Thalia Preussler; SILVA, Liane Regina da. Potencial alelopático dos óleos essenciais de capim-limão, citronela e lavanda. **Agroecologia:** métodos e técnicas para uma agricultura

sustentável. v.4, p.142-155, apr, 2021.

PICCININI, Fernando; FRESCURA, Viviane Dal-Souto; LAUGHINGHOUSE, Haywood Dail Laughinghouse; PEREZ, Naylor Bastiani, TEDESCO, Solange Bosio. Pollen viability of *Eragrostis plana* genotypes from different geographic populations in Rio Grande do Sul. 2012. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n.15, p.1316-1324, 2012.

PIRES, Nádja de Moura; PRATES, Hélio Teixeira; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; DE OLIVEIRA JR, Rubem Silvério; DE FARIA, Trícia Cristina Lessa. 2001. Atividade Alelopática Da Leucena Sobre Espécies de Plantas Daninhas. **Scientia Agricola**, v. 58 n.1, p.61-65, 2001.

PUIG, Carolina; REIGOSA, Manuel; VALENTÃO, Patrícia; ANDRADE, Paula; PEDROL, Nuria. Unravelling the bioherbicide potential of *Eucalyptus globulus* Labill: Biochemistry and effects of its aqueous extract. **Plos One**. v.13, n.2, Febr., 2018.

OLIVEIRA, Naila Albertina. **Análise Da Concentração de Compostos Bioativos e Avaliação Da Toxicidade Aguda in Vivo Dos Diterpenos Cafestol e Caveol Presentes No Óleo de Grãos de Café Verdes Obtidos Por Extração Supercrítica e Por Extração Com Fluido Pressurizado**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2015.

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.

PERON, Francieli; BONINI, Edicléia Aparecida. 2012. Utilização de leucena (*Leucaena leucocephala*) como alternativa de controle de picão preto (*Bidens pilosa* L.). In: VI MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6, 2012, Maringá.

PIEROBON, Francielle. **Avaliação Do Potencial Bioherbicida de Extratos de Canjarana (*Cabralea Canjerana* (Vell.) Mart.)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Bioprodutos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2017.

PRADO, Juliana. M; LACHOS-PEREZ, Daniel; FORSTER-CARNEIRO, Tânia; ROSTAGNOC, Mauricio. 2016. Sub- and supercritical water hydrolysis of agricultural and food industry residues for the production of fermentable sugar: A review. **Food and Bioproducts Processing**, v. 98, p. 95-123, 2016.

REIS, José Carlos Leite. 1993. **Reunião Regional de Avaliação de Pesquisa Com Annoni** 2. V. 7, 86 p. Rio Grande do Sul: Bagé, 1993.

RIO GRANDE DO SUL. [Constituição (1989)]. **Portaria SEMA n° 79**. Porto Alegre: Neio Lúcio Fraga Pereria, 2013.

ROSA, Danielle Medina; FORTES, Andréa maria Teixeira; PALMA, Denise; MARQUES, Denise Sommer; CORSATO, Jaqueline Malagutti; LESZEZYNSKI, Raquel; MAULI, Márcia Maria. 2007. Efeito Dos Extratos de Tabaco, Leucena e Sabugueiro Sobre a germinação de *Panicum Maximum* Jaqc. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5, n.2, p. 444-46, jul., 2007.

SCAVO, Aurelio; PANDINO, Gaetano; RESTUCCIA, Alessia; MAUROMICALE, Giovanni. 2020. Leaf Extracts of Cultivated Cardoon as Potential Bioherbicide. **Scientia Horticulturae**, Catania, Italy , v. 261, p. 1- 9, 2020.

SOBOTA, Jociane de Fátima; PINHO, Marcela G.; OLIVEIRA, Vinícius B. 2016. Perfil físico-químico e atividade antioxidante do cálice da espécie *Hibiscus sabdariffa* L. a partir do extrato aquoso e alcoólico obtidos por infusão e decocto. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 10, n.1, p. 1-93, Jan-Mar, 2016.

TEIXEIRA, Hélio Prates; PAES, José Mauro Valente; PIRES, Nádja De Moura, PEREIRA, Israel Alexandre. 2000. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho 1. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.5, p. 909-914, maio, 2000.

TWARDOWSKI, Tehane de Souza. 2019. **Controle cultura de capim-annoni** (*Eragrostis plana* Nees) em pastagem de braquiária brizanta [*Urochloa Brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.)]. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

VEDOVATTO, Felipe. **Produção de Etanol 2G e Biogás Utilizando Resíduos Da Cultura Da Soja**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Univerdade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.

APÊNDICE A - EXEMPLO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Variável analisada: COMP_RA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	12	10.155946	0.846329	3.748	0.0023
erro	26	5.870876	0.225803		
Total corrigido	38	16.026822			
CV (%) =	35.54				
Média geral:	1.3369487	Número de observações:	39		

Contraste para a FV TRAT

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão de cada média dessa FV: 0,274349487015451
 CONTRASTE NÚMERO 1

O contraste testado está apresentado a seguir:

Nível dessa Fonte de Variação	Coefficientes
1	12.0000
2	-1.0000
3	-1.0000
4	-1.0000
5	-1.0000
6	-1.0000
7	-1.0000
8	-1.0000
9	-1.0000
10	-1.0000
11	-1.0000
12	-1.0000
13	-1.0000

Obs. Valores dos coeficientes positivos foram divididos por 12 e os negativos por 12

Estimativa	:	0.62513889
DMS Scheffé	:	1.44972460
NMS:	:	0,05
Variância	:	0.08153994
Erro padrão	:	0.28555200
t para H0: Y = 0	:	2.189
Pr> t	:	0.038
F para H0: Y = 0	:	4.793
Pr>F	:	0.038
Pr exata Scheffé	:	0.951

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CONTRASTES

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Contraste	1	1	1.082212	1.082212	4.793	0.0378
Erro		26	5.870876	0.225803		

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
A		1	0.080561	0.080561	0.330	0.5708
C		2	5.665303	2.832652	11.617	0.0003
D		1	0.000477	0.000477	0.002	0.9651
A*C		2	0.259489	0.129745	0.532	0.5941
A*D		1	1.444403	1.444403	5.924	0.0228
C*D		2	1.069329	0.534664	2.193	0.1335
A*C*D		2	0.554172	0.277086	1.136	0.3377
erro		24	5.852004	0.243834		
Total corrigido		35	14.925738	0,225802	Qm do contraste	
CV (%) =		38.31				
Média geral:		1.2888611	Número de observações:		36	

Análise do desdobramento de A dentro de cada nível de:

D

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
A	/1	1	0.421362	0.421362	1.728	0.2011
A	/2	1	1.103603	1.103603	4.526	0.0439
Erro		24	5.852004	0.243834		

Codificação usada para o desdobramento

cod. D

1 = 1

2 = 2

Teste de Tukey para o desdobramento de A dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV A

DMS: 0,520 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 9

Erro padrão: 0,164598332649851

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	1.132222	a1
2	1.438222	ala2
Test	1,914	a2

Teste de Tukey para o desdobramento de A dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV A

DMS: 0,520 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 9
 Erro padrão: 0,164598332649851

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	1.044889	a1
1	1.540111	a1 a2
Test	1,914	a2

 Análise do desdobramento de D dentro de cada nível de:

A

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
D	/1 1	0.748680	0.748680	3.070	0.0925
D	/2 1	0.696200	0.696200	2.855	0.1040
Erro	24	5.852004	0.243834		

Codificação usada para o desdobramento
 cod. A
 1 = 1
 2 = 2

Teste de Tukey para o
 desdobramento de D dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV D

DMS: 0,520 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 9
 Erro padrão: 0,164598332649851

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	1.132222	a1
2	1.540111	ala2
Test	a2	

Teste de Tukey para o
 desdobramento de D dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV D

DMS: 0,520 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 9
Erro padrão: 0,164598332649851

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	1.044889	a1
1	1.438222	a1 a2
Test	1,914	a2

APÊNDICE B – TABELAS COM RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS

Boldo- Experimento em Laboratório com capim-annoni																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/eta	PLE c/eta	PLE c/eta	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Data	Dia	N° DE SEMENTES GERMINADAS																	
24/02/2022	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/02/2022	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/02/2022	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/02/2022	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/02/2022	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/03/2022	6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
02/03/2022	7	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
03/03/2022	8	0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	1	1
04/03/2022	9	2	3	2	2	0	1	2	1	1	2	0	1	2	0	0	0	1	1
05/03/2022	10	4	7	3	2	0	2	6	4	6	3	2	3	5	1	1	0	1	1
06/03/2022	11	5	7	4	3	2	2	8	6	8	4	2	3	5	1	2	0	1	1
07/03/2022	12	6	9	4	3	2	2	8	7	9	4	4	4	5	1	2	0	1	1
08/03/2022	13	7	9	4	3	2	2	8	7	9	5	4	4	5	1	2	0	1	1
09/03/2022	14	7	9	4	3	2	2	8	7	9	5	4	4	5	1	2	0	1	1
10/03/2022	15	7	9	5	3	2	2	8	7	9	5	4	4	5	1	2	0	1	1
11/03/2022	16	7	9	5	3	2	2	8	7	9	5	4	4	5	1	2	0	1	1
12/03/2022	17	7	9	5	3	2	2	8	7	9	5	4	4	5	1	2	0	1	1
13/03/2022	18	7	9	5	3	2	2	8	7	9	5	4	4	5	1	2	0	2	1
14/03/2022	19	7	9	5	3	2	2	8	8	9	5	4	4	5	1	2	0	2	1
15/03/2022	20	7	9	5	3	2	2	8	8	9	5	4	4	5	1	2	0	2	1
16/03/2022	21	7	9	5	3	2	2	8	8	9	5	4	4	5	1	2	0	2	1
	P(%)	28	36	20	12	8	8	32	32	36	20	16	16	20	4	8	0	8	4

Leucena-Experimento em Laboratório com capim-annoni																		
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Data	Dia	Nº DE SEMENTES GERMINADAS																
24/02/2022	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/02/2022	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/02/2022	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/02/2022	4	0	0	0	0	0	0	4	4	5	2	2	4	0	0	0	0	0
28/02/2022	5	1	0	1	0	0	0	6	7	6	9	6	9	1	0	1	0	0
01/03/2022	6	1	0	1	1	0	1	6	7	10	10	11	13	1	0	1	2	1
02/03/2022	7	2	0	1	3	0	2	6	7	10	13	14	13	1	2	1	3	1
03/03/2022	8	2	0	1	3	3	2	6	7	10	16	14	16	1	3	1	6	5
04/03/2022	9	2	5	3	14	8	8	9	7	10	20	18	17	2	10	1	10	12
05/03/2022	10	6	9	3	14	10	8	9	8	10	20	19	18	3	12	5	15	13
06/03/2022	11	6	9	6	14	10	9	12	9	10	20	19	19	4	12	7	16	13
07/03/2022	12	6	9	8	14	14	11	12	11	10	20	19	19	7	12	11	17	14
08/03/2022	13	6	9	10	14	14	12	16	13	12	20	19	19	7	13	13	18	14
09/03/2022	14	7	9	10	14	14	12	17	15	12	20	19	19	7	13	13	18	14
10/03/2022	15	7	9	10	14	14	13	18	15	12	20	19	19	7	13	13	18	14
11/03/2022	16	7	9	10	14	14	13	18	15	12	20	19	19	7	13	13	18	14
12/03/2022	17	7	9	10	14	14	13	18	16	12	20	19	19	8	13	13	18	15
13/03/2022	18	7	9	10	14	16	13	18	16	12	20	19	19	8	13	14	18	15
14/03/2022	19	7	9	10	14	17	13	18	16	12	20	19	19	8	13	14	18	15
15/03/2022	20	7	9	10	14	17	13	19	16	12	20	19	19	8	13	14	18	15
16/03/2022	21	7	9	10	14	17	13	19	16	12	20	19	19	8	13	14	18	15
	P(%)	28	36	40	56	68	52	76	64	48	80	76	76	32	52	56	72	60

Eucalipto- Experimento em Laboratório com capim-annoni																		
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/eta	PLE c/eta	PLE c/eta	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Data	Dia	Nº DE SEMENTES GERMINADAS																
24/02/2022	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/02/2022	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/02/2022	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/02/2022	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/02/2022	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/03/2022	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
02/03/2022	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
03/03/2022	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
04/03/2022	9	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
05/03/2022	10	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
06/03/2022	11	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
07/03/2022	12	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0
08/03/2022	13	0	1	0	0	1	2	0	1	0	2	0	1	1	1	1	0	0
09/03/2022	14	0	1	0	0	1	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
10/03/2022	15	0	1	0	0	1	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
11/03/2022	16	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
12/03/2022	17	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
13/03/2022	18	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
14/03/2022	19	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
15/03/2022	20	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
16/03/2022	21	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	0	0
	P(%)	0	4	0	0	8	8	0	4	0	12	0	4	4	4	4	0	0

Testemunha- Experimento em Laboratório com capim-annoni				
Código		Água destilada		
Data	Dia	n° germ.1	TEST.2	TEST.3
24/02/2022	1	0	0	0
25/02/2022	2	0	0	0
26/02/2022	3	0	0	0
27/02/2022	4	0	0	0
28/02/2022	5	0	0	0
01/03/2022	6	2	0	1
02/03/2022	7	3	3	2
03/03/2022	8	8	13	13
04/03/2022	9	8	13	13
05/03/2022	10	12	14	13
06/03/2022	11	13	15	13
07/03/2022	12	13	15	15
08/03/2022	13	15	16	16
09/03/2022	14	16	16	16
10/03/2022	15	16	16	16
11/03/2022	16	16	16	16
12/03/2022	17	16	17	16
13/03/2022	18	16	17	16
14/03/2022	19	16	17	16
15/03/2022	20	16	17	16
16/03/2022	21	16	17	16
	P(%)	64	68	64

Porcentagem de germinação- Experimento pré-emergência																		
Código	IF C/águ	IF C/águ	IF C/águ	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
N° DE SEMENTES GERMINADAS																		
	9	12	5	16	14	16	13	12	18	14	17	12	6	6	0	0	17	9
P(%)	36	48	20	64	56	64	52	48	72	56	68	48	24	24	0	0	68	36

Código	IF C/águ	IF C/águ	IF C/águ	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
N° DE SEMENTES GERMINADAS																		
	12	17	13	18	14	18	14	13	19	12	13	8	4	5	1	0	0	0
P(%)	48	68	52	72	56	72	56	52	76	48	52	32	16	20	4	0	0	0

Código	Água destilada		
	TEST.1	TEST.2	TEST.3
	15	13	16
P(%)	60	52	64

COMPRIMENTO PARTE AÉREA- EXPERIMENTO PRÉ-EMERGÊNCIA																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
MÉDIA	comp.p.a	1,733	1,491	1,52	1,212	1,369	1,381	2,042	2,158	2,21	1,907	2,078	2,064	2,1	1,95	_	0	1,514	1,725
		1,36	0,96	0,967		0,5		1,045	1,56	1,312		1,189	0,929	0,775	0,3			0,7	

Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
MÉDIA	comp.p.a	1,41	0,967	1,246	1,25	1,08	1,129	1,833	1,425	1,6	1,145	1,683	1,312	1,375	1,4	0,4	_	_	_

Código		Água destilada		
		TES.1	TEST.2	TEST.3
MÉDIA	comp.p.a	2,31	1,985	2,429

DADOS COMPRIMENTO DA RAIZ-EXPERIMENTO PRÉ-EMERGÊNCIA																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3
MÉDIA	comp.raiz	1,122	1,08	1,18	1,88	1,961	1,725	1,35	1,158	2	1,757	1,222	2,236	1,067	1,233	-	-	1,78	1,3

COMPRIMENTO DA RAIZ-EXPERIMENTO PRÉ-EMERGÊNCIA																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3
MÉDIA	comp.raiz	1,737	1,429	1,058	1,759	1,24	1,208	1,69	1,59	1,9	1,95	1,533	1,714	1,8	1,64	0,1	-	-	-

Código		Água destilada		
		TEST.1	TEST.2	TEST.3
MÉDIA	comp.raiz	1,82	1,908	2,014

PORCENTAGEM SENESCÊNCIA- EXPERIMENTO PÓS-EMERGÊNCIA																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
plantas em senesc.	1	0	0	1	0	0	10	1	1	9	6	5	7	2	8	0	3	1	
P(%)	10	0	0	10	0	0	100	10	10	90	60	50	70	20	80	0	30	10	

Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
plantas em senesc.	4	4	10	9	8	6	10	10	10	1	4	3	7	6	6	10	10	10
P(%)	40	40	100	90	80	60	100	100	100	10	40	30	70	60	60	100	100	100

Código	Água destilada		
	TES.1	TEST.2	TEST.3
plantas. Senesc.	4	4	0
P(%)	40	40	0

COMPRIMENTO PARTE AÉREA-EXPERIMENTO PÓS-EMERGÊNCIA																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
MÉDIA	comp.p.a	3,178	2,88	1,89		2,43	2,267	1,9	2,95	3,4	1,78	2,575	2,1	3,9	2,462	2,189	2,96	3,2	2,77

Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/et	PLE c/et	PLE c/et	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
MÉDIA	comp.p.a	1,85	1,75	-	1,8	2	1,95	-	-	-	2,289	1,74	2,1	1,367	2,033	2,425	-	-	-

Código		Água destilada		
		TES.1	TEST.2	TEST.3
MÉDIA	comp.p.a	1,633	1,3	4,37

COMPRIMENTO DA RAIZ-EXPERIMENTO PÓS-EMERGÊNCIA																			
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/eta	PLE c/eta	PLE c/eta	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
MÉDIA	comp.raiz	2,178	1,789	1,74	-	1,455	1,65	1,7	1,4	1,4	1,5	1,7	1,84	1,58	2,217	1,122	1,74	1,714	1,88
Código	IF C/água	IF C/água	IF C/água	IF c/etan	IF c/etan	IF c/etan	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/ág	PLE c/eta	PLE c/eta	PLE c/eta	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/ág	UAE c/et	UAE c/et	UAE c/et	
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
MÉDIA	comp.raiz	1,5	1,067	-	0,3	1,65	1,9	-	-	-	1,6	1,72	1,617	0,45	1,15	1,775	-	-	-

Código		Água destilada		
		TES.1	TEST.2	TEST.3
MÉDIA	comp.raiz	1,117	1,35	1,52