

MIRIAN FRACASSO FABIANI

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE
PLÂNTULAS DE MILHO E SOJA AFETADOS POR PALHA E
EXTRATO AQUOSO DE CULTURAS DE INVERNO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós - Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho

**LAGES, SC
2016**

Fracasso Fabiani, Mirian

Germinação de sementes e crescimento de plântulas
de milho e soja afetados por palha e extrato aquoso
de culturas de inverno / Mirian Fracasso Fabiani.

Lages - 2016.

86 p.

Orientador: Leonardo Bianco de Carvalho

Co-orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. Efeito alelopático. 2. Culturas agrícolas. 3.
Parte aérea. 4. Sistema radicular. I. Bianco de
Carvalho, Leonardo . II. da Costa Aguiar Alves,
Pedro Luis. , .III. Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. IV. Título.

MIRIAN FRACASSO FABIANI

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MILHO E SOJA AFETADOS POR PALHA E EXTRATO AQUOSO DE CULTURAS DE INVERNO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora

Orientador: _____

Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro: _____

Dr. Pedro Boff
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina -
EPAGRI

Membro: _____

Dra. Fabiane Pinto Lamego
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Lages-SC, 15 de abril de 2016

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família, ao meu pai Gilmar, minha irmã Valquiria, aos meus tios Dorvalino e Marlei e primos Marília e Rafael e aos demais familiares pelo apoio.

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pela oportunidade proporcionada. Aos professores do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal pelos ensinamentos.

Ao Professor Leonardo Bianco de Carvalho pela orientação, dedicação, paciência e empenho.

Aos colegas do Laboratório de Plantas Daninhas e Herbicidas pelo auxílio na execução dos experimentos.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

FABIANI, Mirian Fracasso. **Germinação de sementes e crescimento de plântulas de milho e soja afetados por palha e extrato aquoso de culturas de inverno.** 2016. 86 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

As plantas e os demais organismos podem liberar metabólitos primários e secundários a partir das folhas, raízes e outras partes da planta, cujo os efeitos são estudados no campo da alelopatia. O estudo da alelopatia é um campo em ascensão e de grande importância, ao possibilitar o pesquisador identificar possíveis causas do sucesso ou insucesso no desenvolvimento de determinada cultura agrícola. O objetivo deste estudo foi verificar se os resíduos vegetais de trigo, azevém e aveia em diferentes quantidades (50, 100 e 150%) e seus extratos aquosos da massa fresca de parte aérea de trigo, azevém e aveia em diferentes concentrações (0, 1, 10, 25, 50 e 100 mL⁻¹) influenciam a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de milho e soja. O primeiro experimento foi realizado em câmara de crescimento, onde a parte aérea das culturas de inverno foi acondicionada ao solo, em vasos, sendo posteriormente semeados milho e soja. O segundo experimento foi conduzido em laboratório através da elaboração de extratos aquosos das culturas de trigo, azevém e aveia e testados sobre as sementes de milho e soja. A semeadura de milho e soja em solo com a presença de resíduos vegetais de trigo, principalmente, na quantidade de 50% de massa fresca, reduziu a germinação de sementes e o crescimento inicial das plântulas. Os extratos aquosos das três culturas de inverno não influenciam negativamente a germinação e o crescimento inicial do milho e da soja, sendo o comprimento de parte aérea e de raiz influenciada de acordo com a concentração utilizada.

Conclui-se que a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja são influenciadas pela presença de massa fresca das culturas de inverno, assim com o comprimento de parte aérea e massa seca, sendo dependentes do tipo de resíduo utilizado.

Palavras-chave: Efeito alelopático. Culturas agrícolas. Parte aérea. Sistema radicular.

ABSTRACT

FABIANI, Mirian Fracasso. **Seed germination and growth of corn and soybean seedlings affected by straw and aqueous extract of winter crops.** 2016. 86 p. Dissertation (Masters in Crop Production) - University of the State of Santa Catarina. Graduate Program in Plant Production, Lages, 2016.

Plants and other organisms can release primary and secondary metabolites from the leaves, roots and other plant parts, whose effects are studied in the field of allelopathy. The study of allelopathy is a field on the rise and of great importance to enable the researcher to identify possible causes of success or failure in development of a given crop. The aim of this study was to determine whether the plant residues of wheat, rye and oats in different amounts (50, 100 and 150%) and its aqueous extracts of fresh mass of shoots of wheat, rye and oats in different concentrations (0, 1 10, 25, 50 and 100 ml-1) affect seed germination and early growth of corn plants and soybeans. The first experiment was conducted in a growth chamber, where the shoots of winter crops was packed to the soil in pots, and later planted corn and soybeans. The second experiment was conducted in the laboratory by preparing aqueous extracts of wheat, rye and oats and tested on corn and soybean seeds. Sowing of maize and soybeans in soils with the presence of vegetable residues of wheat, mainly in the amount of 50% of weight, reduced seed germination and early seedling growth. The aqueous extracts of the three winter crops not adversely affected the germination and early growth of corn and soybeans, and the shoot length and root influenced according to the concentration used. It was concluded that seed germination and early growth of corn and soybean seedlings are influenced

by the presence of fresh weight of winter crops, and with the shoot length and dry mass, and dependent on the type of waste used.

Key words: Allelopathic effect. Crops. Shoot. Root system.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 PROBLEMÁTICA	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 HIPÓTESES	19
1.4 OBJETIVOS	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ALELOPATIA	21
2.2 INTERFERÊNCIA.....	23
2.3 DESCRIÇÃO E POTENCIAL ALELOPÁTICO DE COBERTURAS DE INVERNO.....	25
2.3.1 Aveia (<i>Avena sativa</i> L.).....	26
2.3.2 Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> L.)	27
2.3.3 Trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	28
3.1 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO EM CÂMARA DE CRESCIMENTO (FITOTRON)	32
3.1.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	32
3.1.2 Instalação e condução das culturas de inverno	32
3.1.2 Semeadura e avaliações das culturas do milho e da soja.....	33
3.2 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO EM BIOENSAIOS ...	34
3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	34
3.2.2 Elaboração dos extratos aquosos	34
3.2.3 Instalação, condução e avaliação do experimento.....	35
4.1 EXPERIMENTO 1: GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO E SOJA NA PRESENÇA DE PALHA DE AVEIA, AZEVÉM E TRIGO ..	36
4.1.1. Germinação de sementes	36
4.1.2. Comprimento da parte aérea	45
4.2.1. Germinação de sementes	52
4.2.2. Comprimento de parte aérea	58

4.2.3. Comprimento de raiz.....	63
4.1.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	67
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
7 APÊNDICE	85

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

A alelopatia pode influenciar o manejo de diferentes espécies, pois envolve a produção de aleloquímicos ou compostos secundários que interferem na germinação ou no desenvolvimento de outras espécies vegetais.

O desenvolvimento de algumas culturas agrícolas pode ser influenciado pela alelopatia presente nas culturas utilizadas como cobertura de solo. Os resíduos de culturas usadas para o aumento da fertilidade e suprimir plantas infestantes interferem no desenvolvimento da cultura pela presença de aleloquímicos (LIEBMAN; SUNDBERG, 2006). Por isso, a escolha correta das espécies e o manejo adequado propiciam condições adequadas para a instalação da próxima cultura agrícola.

De acordo com o exposto, o problema de pesquisa em discussão foi verificar de que maneira plantas de cobertura de solo já conhecidas pelo seu potencial alelopático como o trigo, azevém e aveia sobre plantas daninhas e outras espécies, podem ou não interferir no desempenho de culturas de importância agrícola.

1.2 JUSTIFICATIVA

Desde os tempos antigos sabia-se que algumas espécies vegetais podiam prejudicar o crescimento de outras espécies próximas (REZENDE et al., 2003). Os estudos sobre os compostos secundários produzidos pelas espécies vegetais foram primeiramente iniciados pelos químicos orgânicos pela sua necessidade de desenvolver drogas medicinais, venenos, aromatizantes e materiais industriais (TAIZ; ZEIGER, 2002). Segundo estes últimos autores, já haviam indícios que muitos

dos produtos oriundos do metabolismo secundário das plantas têm outras funções, que abrangem a proteção de plantas contra herbívoros, ataque de micro-organismos e patógenos, além de estimular animais polinizadores e dispersores de sementes.

A alelopatia pode ocorrer entre plantas cultivadas ou não. Os produtos oriundos do metabolismo secundário de uma planta têm a função prejudicar a germinação e o desenvolvimento de plantas próximas (ROSADO et al., 2009). De acordo com Miro et al. (1998), a alelopatia tem atraído grande interesse devido às suas aplicações potenciais na agricultura.

A diminuição da produtividade causada por plantas invasoras ou resíduos de culturas anteriores pode ser resultado dos efeitos alelopáticos. De acordo com Taiz e Zeiger (2002), uma planta pode reduzir o crescimento das plantas vizinhas pela liberação de aleloquímicos no solo e como consequência, propicia sua maior adaptação evolutiva.

Os aleloquímicos produzidos pelas plantas, não tem função direta no crescimento e desenvolvimento. Entretanto, podem estar associados às funções ecológicas importantes como na defesa contra vários herbívoros e micro-organismos patogênicos e também atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2006).

A alelopatia é um campo em ascensão e de grande importância, ao possibilitar o pesquisador identificar possíveis causas do sucesso ou o insucesso no desenvolvimento de determinada cultura agrícola, assim como, a vegetação presente em uma área pode ter um modelo de sucessão determinado pelas plantas que estavam anteriormente na área e as substâncias que as mesmas liberaram no meio (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Torna-se importante a identificação de espécies vegetais que apresentem potencial alelopático para o desenvolvimento adequado da cultura subsequente, com menor interferência dos resíduos da cultura anterior e de plantas indesejáveis.

A alelopatia ocorre largamente em comunidades vegetais e por meio de determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras, tornando esse fator importante no manejo das culturas, onde o uso de plantas pode exercer o controle sobre plantas indesejáveis, obtendo-se assim sistemas de culturas mais produtivos (GOLDFARB et al., 2009).

O efeito dos aleloquímicos pode ser específica, em espécies vegetais mais sensíveis, como a *Lactuca sativa* (alface) e *Lycopersicum esculentum* (tomate) utilizada como plantas indicadoras.

Diferentes espécies com potencial alelopático já foram testadas, sendo utilizadas como resteva da cultura anterior ou como extrato de folhas (HICKS et al., 1989).

1.3 HIPÓTESES

As hipóteses levantadas neste trabalho foram:

- A semeadura de milho e soja em solo com a presença de resíduos vegetais de culturas de inverno antecessoras (trigo, azevém e aveia) influencia negativamente a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas;
- O efeito sobre a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja, semeadas em solo com a presença de resíduos vegetais de culturas antecessoras (trigo, azevém e aveia), é dependente da quantidade de resíduo incorporado ao solo.
- A germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja são influenciados negativamente por compostos alelopáticos produzidos por culturas de inverno (trigo, azevém e aveia);
- O efeito alelopático de culturas de inverno (trigo, azevém e aveia) sobre a germinação das sementes e o crescimento inicial

das plântulas de milho e soja é dependente da concentração de compostos alelopáticos.

1.4 OBJETIVOS

Os objetivos foram:

- Verificar se a incorporação de resíduos vegetais de aveia, azevém e trigo influenciam a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de milho e soja e se a resposta é dependente da quantidade de resíduo incorporado ao solo.
- Verificar se a embebição de sementes em solução contendo extrato de aveia, azevém e trigo influenciam a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de milho e soja e se a resposta é dependente da concentração do extrato utilizado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ALELOPATIA

A alelopata foi definida inicialmente por Molisch (1937) como qualquer efeito, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de micro-organismos, mediante produção aleloquímicos liberados no ambiente (RICE, 1984).

A grande maioria das plantas produz uma grande diversidade de produtos metabólicos secundários que não interferem diretamente no seu desenvolvimento, sendo a sua distribuição mais restrita nas plantas (TAIZ; ZAIGER, 2009).

Estes metabólicos têm sua produção controlada conforme a pressão ambiental, sendo na forma de estresse fisiológico, na defesa contra insetos, deficiência nutricional, reguladores vegetais, entre outros (VICKERY; VICKERY, 1981; BENNETT; WALLSGROVE, 1994).

Conforme Rice (1984), a alelopata é um mecanismo de interação bioquímica, onde ocorrem à produção de substâncias químicas, também conhecidas como aleloquímicos, oriundos do metabolismo secundário das plantas. Essas substâncias podem ser liberadas pelos tecidos vegetais no ambiente através da volatilização, onde os casos mais frequentes ocorrem em regiões mais áridas e com temperaturas elevadas, pela lixiviação, onde normalmente os compostos são lixiviados da parte aérea pela chuva e pela exsudação radicular, onde as substâncias são exsudadas pelas raízes das plantas.

A definição de Alelopata pela Sociedade Internacional envolve a produção de metabólicos secundários que influenciam os sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (MACIAS et al., 2000).

Para Miller (1996), as substâncias originadas do metabolismo secundário das plantas que ocorrem nos agroecossistemas são muito importantes.

O autor ressalta ainda os conceitos de autotoxicidade e heterotoxicidade que são tipos de atuações alelopáticas. A autotoxicidade ocorre quando há inibição da germinação e o crescimento de plantas da mesma espécie, através da produção de substâncias tóxicas liberadas pela lixiviação e exsudação pelas raízes ou decomposição de resíduos, enquanto que a heterotoxicidade, a inibição da germinação e o crescimento das plantas são oriundos de plantas de outra espécie.

A alelopatia é caracterizada como uma interação através de sinais químicos que ocorrem entre as plantas (El-Khawas; Shehata, 2005), referindo-se na maioria das vezes, às interações químicas negativas entre as plantas, como no caso constatado por Busnello et al. (2002), em que restos culturais de aveia e azevém inibiram significativamente a germinação e desenvolvimento da soja através de seus efeitos alelopáticos.

Porém os efeitos alelopáticos nem sempre ocorrerem de maneira negativa, mas também podem ocorrer de forma benéfica ao favorecer o crescimento de um ou mais órgãos vegetativos da planta (ALMEIDA, 1988).

De acordo Goldfarb et al. (2009), é importante ressaltar que a alelopatia também pode proporcionar efeitos benéficos ou prejudiciais de uma planta sobre outra, dependendo da sua concentração no local.

Wu et al. (1999) afirmam que a maioria dos efeitos alelopáticos identificados são inibitórios, sendo liberados pela parte aérea ou raiz através da exsudação, volatilização e decomposição da palha.

Com o avanço dos métodos de extração, isolamento, purificação e identificação vêm se descobrindo novos compostos alelopáticos, onde os mesmos variam em composição, localização e concentração (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Dentre os principais grupos alelopáticos identificados, destacam-se, os ácidos graxos de cadeia longa, terpenóides,

esteroides, sulfetos, glicosídeos, fenóis, alcoóis, flavanóides, taninos e nucleosídeos (REZENDE, 2003).

Apesar dos avanços dos últimos anos as informações sobre como as substâncias alelopáticas atuam nas plantas ainda são limitadas, onde a grande dificuldade é distinguir os efeitos colaterais que muitas vezes afetam mais de uma função nas plantas.

Almeida (1991) menciona que as substâncias alelopáticas reduzem a germinação, vigor ou provocam a morte de plântulas, clorose das folhas, redução do perfilhamento e deformação das raízes.

2.2 INTERFERÊNCIA

Muitos fatores podem interferir no crescimento e desenvolvimento vegetal, sendo a competição e a alelopatia um dos principais fatores de interferência.

As formas mais comuns são de interação, porém, outras formas de interação como comensalismo, protocoloperação, mutualismo e parasitismo também podem ocorrer (RADOSEVICH et al., 1997).

As interações englobam ainda diversos mecanismos que são divididos em: aleospolia ou competição, alelopatia e alelomediação. Este último, definido como o reflexo aos seres vizinhos por alterações provocadas por organismos em ambientes físicos ou biológicos (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2001).

Dentro deste contexto, a interferência representa uma soma de interações negativas entre as plantas que incluem a competição e a alelopatia (Rizzardi et al., 2001). Muitas vezes, os dois termos são utilizados como sinônimos, por isso é fundamental diferenciar as duas. Proposto por Müller (1966) o termo interferência é utilizado para designar os diferentes tipos

de interações que se desencadeiam entre as plantas, sendo a alelopatia, interação mediada por um agente químico.

A alelopatia ocorre pela introdução ou pela liberação de elementos no ambiente, exercendo alterações diretas ou indiretas de uma planta sobre a outra.

Todas as plantas produzem metabólitos secundários que variam em quantidade e qualidade de espécie para espécie, local ou ciclo produtivo, sendo muitos influenciados pelas condições em que as plantas estão expostas (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Os aleloquímicos podem afetar estruturas citológicas, permeabilidade das membranas, absorção de minerais, síntese de pigmentos, atividades enzimáticas e alterações genéticas (Rizvi; Rizvi, 1992).

Diferentemente da alelopatia, a competição envolve a disputa de plantas vizinhas por recursos (Radosevich et al., 1997) e envolve a redução dos fatores de crescimento como luz, água e nutrientes e espaço (FERREIRA; AQUILA, 2000).

As Espécies vegetais que convivem no mesmo local estão constantemente competindo. Esse tipo de concorrência contribui para a sobrevivência das espécies, que desenvolvem mecanismos de defesa através dos metabólitos secundários, que são liberados no ambiente e que poderão interferir no ciclo de vida de outra planta (Alves, 2004).

As substâncias produzidas pelas plantas podem dificultar a colonização de outras espécies vegetais ao seu redor, sendo liberadas pela planta no ar, exsudadas pela raiz e até lixiviadas (LARCHER, 2000).

É importante destacar que a campo os fenômenos de alelopatia e competição, são mais difíceis de serem diferenciados, pois ambos podem ocorrer simultaneamente, porém, quando há ausência de fator o processo é denominado de competição e quando há presença de uma substância no meio o processo é denominado de alelopatia.

Ainda de acordo com Weidenhamer (2006), a independência dos dois processos, envolvendo a alelopatia e a competição pode ser observada, pois o efeito alelopático de uma planta doadora sobre uma espécie alvo diminui proporcionalmente conforme o aumento da densidade populacional da espécie alvo, pois a quantidade de aleloquímicos para cada planta diminui com um maior número de indivíduos.

2.3 DESCRIÇÃO E POTENCIAL ALELOPÁTICO DE COBERTURAS DE INVERNO

As culturas de inverno são muito utilizadas na agricultura por apresentar vantagens como, a proteção do solo, ciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio, controle de plantas daninhas, entre outras (TEIXEIRA et al., 2004).

As plantas de cobertura têm a capacidade de suprimir algumas plantas daninhas pelo efeito físico (TREZZI; VIDAL, 2004). Entretanto, os efeitos que envolvem a liberação de compostos secundários precisam ser mais bem explorados quanto no seu comportamento de prejudicar o desenvolvimento tanto de plantas daninhas como de culturas agrícolas.

No Sul do Brasil é comum o cultivo de trigo e outras culturas no inverno, antecedendo as culturas de verão e para verificar se havia efeito alelopático das culturas de inverno sobre as próximas a serem instaladas, Almeida e Rodrigues (1988) realizaram testes com extratos aquosos de diversas plantas sobre a germinação de milho, feijão e soja, sendo a germinação pouco afetada, mas com parte aérea reduzida.

No sistema de produção é possível observar que prejuízos significativos são ocasionados por organismos que causam injúrias as plantas, ou ainda por outros vegetais que competem e/ou interferem no desenvolvimento da cultura de interesse. Como consequência, tem-se que tais prejuízos

acarretam diminuição tanto na produção final como na qualidade do produto (MACHADO, 1987).

Os vegetais podem liberar no ambiente metabólitos de várias partes da planta e o estudo sobre os efeitos que esses compostos podem causar a outras plantas constituem o campo da alelopatia (TAIZ; ZEIGER, 2002).

O estudo do potencial alelopático entre plantas cultivadas permite uma diminuição nos custos da produção agrícola, assim como uma redução no impacto ambiental (Nóbrega, 2009). Além disso, as plantas cultivadas podem exercer efeitos alelopáticos sobre outras culturas (BORTOLINI; FORTES, 2005).

Os resíduos das coberturas vegetais incorporados ao solo podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento da cultura seguinte, através da liberação de substâncias químicas (ALMEIDA, 1991).

A decomposição do material da superfície permite a liberação de uma variedade de compostos que influenciam o desenvolvimento de plantas, podendo assim o efeito alelopático afetar os cultivos seguintes (ALMEIDA, 1991).

Assim, a prática de rotação de cultura deve ser realizada em harmonia entre as espécies com propriedades alelopáticas buscando sempre bons resultados (ALMEIDA, 1991).

2.3.1 Aveia (*Avena sativa* L.)

A aveia é uma forrageira de clima temperado e subtropical, anual, de hábito ereto, com desenvolvimento uniforme, bom perfilhamento, boa produção de massa verde e de sementes (RESTELATTO et al., 2012).

No sul do Brasil, durante o período de inverno é utilizada nas áreas agrícolas que ficam em pousio, propiciando a melhoria das propriedades do solo e a redução de doenças, pragas, e o controle alelopático de algumas espécies (KULCHESKI, 2007). Também é utilizada na produção de

grãos, formação de pastagens para elaboração de feno e silagem e como cobertura de solo (SILVA, 2009).

Os compostos secundários liberados pelas plantas podem ser utilizados como uma nova alternativa ao uso de defensivos (HAGEMANN, 2010). Em plantas como aveia, já foi identificado que os ácidos fenólicos, ferúlico, cumáricos, siringico, vanílico, e p-hidroxibenzólico (GUENZI; MCCALLA, 1966; GUENZI et al., 1967) e a escopoletina (FAY; DUKE, 1977) exercem influência na germinação e desenvolvimento de plântulas indesejáveis.

Alguns genótipos de aveia tem a capacidade de exsudar a escopoletina, que tem efeito de inibir o crescimento radicular das plantas (MONTEIRO; VIEIRA, 2002). Este produto metabólico é exsudado pelas raízes (ALMEIDA, 1988), segundo Jacob e Fleck (2000), existe uma relação entre a escopoletina e o potencial alelopático da aveia preta.

Estudos já realizados por Bortolini et al. (2005) constataram efeitos alelopáticos, provenientes dos exsudatos radiculares da aveia preta na germinação de sementes de soja.

Também foi observado por Dal Magro (2002) o efeito alelopático do extrato de aveia preta sobre a germinação de sementes de soja, que apresentaram redução do comprimento das raízes e pelos absorventes.

2.3.2 Azevém (*Lolium multiflorum* L.)

O azevém é uma gramínea de inverno, de fecundação cruzada com ciclo anual, utilizada principalmente como forrageira e fornecimento de palha, se adapta bem a solo de baixa a média fertilidade.

Também devido a sua fácil adaptação e dispersão caracteriza-se como planta daninha em praticamente todas as lavouras de inverno da região Sul do Brasil, como no trigo, cevada, centeio, triticale. (VARGAS et al., 2004).

O potencial alelopático do azevém foi estudado por diferentes autores, como Ducca e Zonetti (2008), Severino e Cristofoletti (2001) e Moraes et al. (2009) que observaram efeitos supressivos do azevém no desenvolvimento de plantas de diferentes espécies.

Também estudos realizados por Santos et al. (2008), verificaram que aos 15 e 45 dias após a emergência da cultura do milho, a cobertura de azevém apresentou potencial alelopático na redução das plantas daninhas em comparação ao nabo-forrageiro, trevo-vesiculoso.

2.3.3 Trigo (*Triticum aestivum*)

O trigo é uma das culturas de inverno mais cultivadas no Sul do Brasil, seu sistema de cultivo é feito através da semeadura direta e segundo (ALMEIDA, 1989) a sua decomposição é responsável pela liberação de compostos, que podem influenciar o desenvolvimento de outras plantas.

Alguns autores já estudaram os resíduos vegetais sobre o desenvolvimento de outras espécies silvestres e cultivadas. Almeida (1991) observou que os lixiviados de palha de trigo utilizados como umidificantes em ensaios de germinação sobre algumas plantas inibiram a germinação das mesmas com maior intensidade.

Estudos já foram realizados com a resteva de trigo para verificar o potencial alelopático da cultura sobre o arroz, sendo constatado o retardamento do crescimento de plantas de ambas as culturas (YOUNG et al., 1989; ALSAADAWI, 1999).

Os extratos de trigo também inibiram a germinação de suas próprias cariopses, além do desenvolvimento de suas plântulas (KALBURTJI, 1999).

Alguns autores também citam que a resteva de trigo, aveia preta e centeio não influenciam sobre a germinação de culturas como o milho, feijão e soja, mas indicaram inibição do crescimento destas culturas (RODRIGUES et al., 1999).

2.4 UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS AQUOSOS NA ALELOPATIA

Há inúmeros métodos que podem ser utilizados na identificação da atividade alelopática, dentre eles os extratos aquosos. Este método é conduzido em laboratório e por meio deles consegue-se controlar temperatura e disponibilidade de água (RICE, 1984; FERREIRA; AQUILA, 2000).

Dependendo do método de extração pode se obter um grande número de substâncias oriundas do metabolismo primário e secundário das plantas como açúcares, aminoácidos e substâncias alelopáticas (INDERJIT; DAKSHINI, 1995). Assim, os sintomas sobre a planta-alvo a ser estudada, podem ser identificados.

A interferência vegetal é um processo complexo, sendo difícil a diferenciação da influência bioquímica, da não bioquímica, sendo geralmente o resultado de muitos estudos alelopáticos obtidos através do uso de extratos vegetais em bioensaios (SMITH; MARTIN, 1994).

A maior parte dos compostos secundários com ação alelopática é liberada na forma de solutos aquosos (Almeida, 1988). Porém ainda, procedimentos simples como bioensaios utilizando extratos alelopáticos, integram muitos estudos de alelopatia (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

As substâncias alelopáticas são extraídas de partes vegetais trituradas em contato com um extrator orgânico (álcool, acetona, éter, etc.) ou água, sendo esta última a mais utilizada, obtendo-se após a filtragem, o extrato alelopático a ser testado em espécies sensíveis (MEDEIROS, 1989).

Há inúmeros exemplos de extratos com atividade alelopática. Conforme Chon et al. (2002), extratos de plantas de alfafa, reduzem o crescimento e produção de biomassa de plantas.

Moléculas aleloquímicas presentes em plantas como a *Eurycoma longifolia*, *Brucea* spp *Quassia indica*, reduziram o crescimento da radícula da alface (*Lactuca sativa*) e cebola (*Allium cepa*) (DAYAN et al., 1999).

Trabalhando com extrato aquoso de Leucena (*Leucena leucocephala*) na avaliação de fitotoxicidade, Pires et al. (2001), observaram que as concentrações de 50% e 100% do extrato reduziram o crescimento de plantas de picão - preto (*Bidens pilosa*) e caruru (*Amaranthus hybridus*).

Ao estudar o efeito de extratos aquosos de girassol sobre a germinação de diversas espécies, Ciarka et al. (2004) constataram que os cereais sofreram menos interferência dos extratos aquosos do girassol do que a alface, tomate e pepino.

Conforme (LUU et al., 1982; PUTNAM, 1985; INDERJIT; DAKSHINI, 1990), o preparo de extratos aquosos foliares e do sistema radicular é uma das técnicas mais utilizadas no estudo da alelopatia, em que se observa a influência de extratos sobre a germinação e o crescimento da radícula.

Assim, os dados obtidos em laboratório podem indicar respostas específicas de determinadas plantas e estruturas químicas (FELIX, 2012).

Mesmo sendo atribuído que as respostas obtidas de sementes e plântulas sejam relacionadas ao efeito alelopático dos extratos vegetais, pode ocorrer um efeito osmótico negativo sobre as espécies testes (Bell, 1974). Alguns estudos têm avaliado qualitativamente a influência osmótica e potencial alelopático dos extratos vegetais sobre a germinação de sementes (STOWE, 1979).

Na escolha de espécies receptoras para a realização dos testes alelopáticos é comum se obter características favoráveis ou não, onde a espécie ideal é aquela que responde aos efeitos aleloquímicos no ambiente (SILVA, 2009).

É comum, encontrar na literatura uma espécie utilizada como receptora, em outras, duas ou mais, sendo dentro das

espécies mais utilizadas e sensíveis aos aleloquímicos a alface (*Lactuca sativa*) e o tomate (*Lycopersicon esculentum*).

A resistência aos aleloquímicos depende da espécie, sendo umas mais sensíveis do que outras (Pelegrini; Cruz; Silva, 2012), sendo que a utilização de mais de uma planta receptora permite explorar melhor as potencialidades alelopáticas (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

Como parâmetro de avaliação, a germinação é um bom indicativo do potencial alelopático de extratos de espécies doadoras, podendo-se avaliar, ainda o índice de velocidade de germinação. Este tipo de bioensaio é feito em condições controladas de luz e temperatura em câmaras de germinação, onde pode ser feita a contagem de sementes germinadas ao final do período de incubação, respeitando-se o tempo de germinação de cada espécie.

A realização de bioensaios a partir de extratos vegetais para a realização de estudos sobre o efeito alelopático é muito utilizada para avaliar a porcentagem de germinação das sementes, o alongamento de radículas e a massa fresca e seca de radículas e parte aérea (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Recomenda-se que estes testes sejam corroborados com ensaios a campo ou em casa de vegetação, onde outros fatores possam interferir na liberação de metabólitos, o que não ocorre em condições controladas (INDERJIT; WESTON 2000).

Os efeitos alelopáticos causados pela palha na superfície do solo e os efeitos químicos, físicos e biológicos são determinantes na supressão da germinação e desenvolvimento de espécies diversas (TREZZI, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO EM CÂMARA DE CRESCIMENTO (FITOTRON)

O primeiro experimento foi realizado no período de fevereiro a maio de 2015, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) para verificar se a deposição da palha de aveia, azevém e trigo, influenciam a germinação e crescimento inicial de milho e soja.

3.1.1 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento constitui-se de 10 tratamentos, em esquema fatorial 3x4, tendo como fator 1 três coberturas de inverno e como fator 2 três quantidades de palha de cada cobertura. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

3.1.2 Instalação e condução das culturas de inverno

A condução do experimento ocorreu em câmara de crescimento (Fitotron), em condições controladas para o desenvolvimento das culturas com temperatura noturna e diurna de 12 a 20 °C, respectivamente, umidade de 60% e fotoperíodo de 12 horas.

Culturas de inverno foram semeadas em vasos com volume de três litros, em substrato proveniente de solo de textura média, na densidade de 10, 16 e 13 sementes por vaso, respectivamente para aveia, azevém e trigo. A quantidade de sementes foi subjugada de hectare para área do vaso. As culturas foram irrigadas diariamente, até o estádio de pleno florescimento onde as mesmas foram cortadas e picadas (parte aérea) em tamanhos menores e depositadas ao solo em

quantidade de palha referente a 50%, 100% e 150% do total de biomassa produzida pelas culturas de inverno. A determinação da biomassa foi feita a partir da pesagem do total produzido, retirando-se metade da biomassa dos tratamentos compostos por 50% da quantidade de palha estabelecida e adicionando ao tratamento constituído por 150% de palha.

3.1.2 Semeadura e avaliações das culturas do milho e da soja

Sete dias após a deposição das culturas de inverno no solo, as condições de temperatura na câmara de crescimento foram ajustadas para a condição de desenvolvimento do milho (AGRODOW 2B433HR) e da soja (BENSO F. 6.0), em torno de 25 °C, sendo, realizada a semeadura nas densidades de 20 sementes por vaso a 3 cm de profundidade para a soja e para o milho. A semeadura foi realizada sobre os resíduos das coberturas de aveia, azevém e trigo.

Diariamente, foi realizada a contagem do número de plântulas emergidas, até 14 dias após a semeadura. No último dia de avaliação mediu-se o comprimento de parte aérea, sendo posteriormente coletadas e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C para determinação de massa seca em balança semi-analítica de precisão (0,01 g).

Os dados de germinação de sementes, comprimento da parte aérea e massa seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância (Teste F). As médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey (entre as coberturas de inverno) e pelo teste de Dunnett (cada quantidade de palha com a testemunha sem cobertura). Utilizou-se o nível de 5% de probabilidade de erro para todos os testes estatísticos.

3.2 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO EM BIOENSAIOS

O segundo experimento foi realizado no período de junho a julho de 2015 no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), no Laboratório de Análise de Sementes, tendo como intuito avaliar o potencial alelopáctico dos extratos das culturas de azevém, aveia e trigo sobre a germinação de milho (AGRODOW 2B433HR) e soja (BENSO F. 6.0), alface e alpiste (espécies indicadoras), utilizando-se a metodologia de bioensaio de germinação em rolos de papel “mata-borrão”.

3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento constitui-se de 18 tratamentos, em esquema fatorial 3x6 tendo como fator 1 três coberturas de inverno e como fator 2 seis concentrações de extrato de cada cobertura. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

3.2.2 Elaboração dos extratos aquosos

A parte aérea das culturas de inverno foi coletada em estádio de florescimento. O material foi posteriormente triturado em água utilizando-se um liquidificador e, em seguida, a solução foi filtrada com uma peneira obtendo-se o extrato final, de acordo com a descrição a seguir.

As concentrações foram obtidas a partir da trituração da massa fresca da parte aérea, de cada cultura de inverno, em água destilada: I - 100 mg mL^{-1} (20 g de parte aérea em 200 mL); II - 50 mg mL^{-1} (10 g de parte aérea em 200 mL); III - 25 mg mL^{-1} (5 g de parte aérea em 200 mL); IV - 10 mg mL^{-1} (2 g de parte aérea em 200 mL); V - 1 mg mL^{-1} (0,2 g de parte aérea em 200 mL^{-1}); VI - 0 mg mL^{-1} (somente água destilada). Portanto, os tratamentos foram constituídos de extratos aquosos

da parte aérea das culturas da aveia, azevém e do trigo nas seguintes concentrações: 0, 1, 10, 25, 50 e 100 mg mL⁻¹.

3.2.3 Instalação, condução e avaliação do experimento

Foram utilizadas três folhas de papel “mata-borão”, em cada repetição, aplicando-se o extrato de cada cultura, sendo a quantidade de cada extrato determinada utilizando-se a relação conforme o peso de substrato (g), adicionando-se um volume de água em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, de acordo com as Regras de Análise de Sementes do Ministério da Agricultura (RAS, 2009).

Em cada repetição foram acondicionadas 50 sementes de milho, soja, alface e alpiste, separadamente para cada espécie. Os rolos de papel contendo o substrato e as sementes foram acondicionadas em Germinador à temperatura de 25 °C e umidade relativa do ar de 60%.

Foi realizada a contagem de sementes germinadas para o milho 7 dias após a instalação do experimento e, para a soja, 8 dias após a instalação do experimento. Ao final do experimento realizou-se, ainda, a medição do comprimento da parte aérea e do comprimento da raiz principal utilizando-se de régua graduada em milímetros.

Os dados de germinação de sementes, comprimento da parte aérea e comprimento de raízes foram submetidos à análise de variância (teste F). As médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey (entre as coberturas de inverno) e pelo teste de Dunnett (cada concentração de extrato com a testemunha 0 mg mL⁻¹). Utilizou-se o nível de 5% de probabilidade de erro para todos os testes estatísticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO 1: GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO E SOJA NA PRESENÇA DE PALHA DE AVEIA, AZEVÉM E TRIGO

4.1.1. Germinação de sementes

No final do período de avaliação do experimento, a germinação das sementes de milho (Figura 1) e soja (Figura 2) foi influenciada em função do uso de diferentes quantidades de massa fresca da parte aérea das coberturas de trigo, azevém e aveia. Até o 4º de avaliação as sementes de milho não haviam germinado, entretanto, a porcentagem de germinação de sementes em solo descoberto (testemunha) atingiu a sua totalidade no 7º dia de avaliação, enquanto que para a aplicação das diferentes quantidades de massa fresca das coberturas a porcentagem de germinação foi variável durante o período final de avaliação. A cobertura do trigo, a resposta foi significativa quando se aplicou 50% de massa fresca, onde a velocidade germinação foi menor durante os 14 dias de avaliação em comparação as demais quantidades aplicadas de massa fresca. A partir do 5º a porcentagem de germinação de sementes de milho era em torno de 20% para 50% de massa fresca, enquanto que para as demais quantidades de massa fresca a germinação foi superior a 20%. No último dia de avaliação somente 40% das sementes de milho haviam germinado. Para a cobertura de azevém, obteve-se um resultado mais significativo de germinação das sementes de milho, quando se aplicou 150% de massa fresca. As sementes de milho não haviam germinado até o 5º dia, sendo que a partir do 6º dia a aplicação da maior quantidade de massa fresca de azevém retardou a germinação de sementes de milho. No decorrer do 8º dia de avaliação a velocidade de germinação se estabilizou para as aplicações de 50% e 100% de massa fresca, não apresentando diferença com a testemunha (solo descoberto). Entretanto, para a maior aplicação da cobertura de

massa fresca azevém (150%) no 6º dia, a germinação era de 40%, passando para 70% no 8º dia, estabilizando-se até o final do período de avaliação. A cobertura de aveia inibiu a germinação das sementes do milho somente do 6º ao 8º dia, com diferenças pouco significativas entre todas as quantidades de cobertura (50%, 100% e 150 de massa fresca), com valores variando de 60 a 80%. A partir do 8º dia de avaliação, as porcentagens de germinação não se diferenciaram entre si em todas as a aplicações da cobertura, com valores superiores a 80%.

Figura 1 – Germinação de sementes de milho no decorrer de 14 dias após a semeadura sob diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.

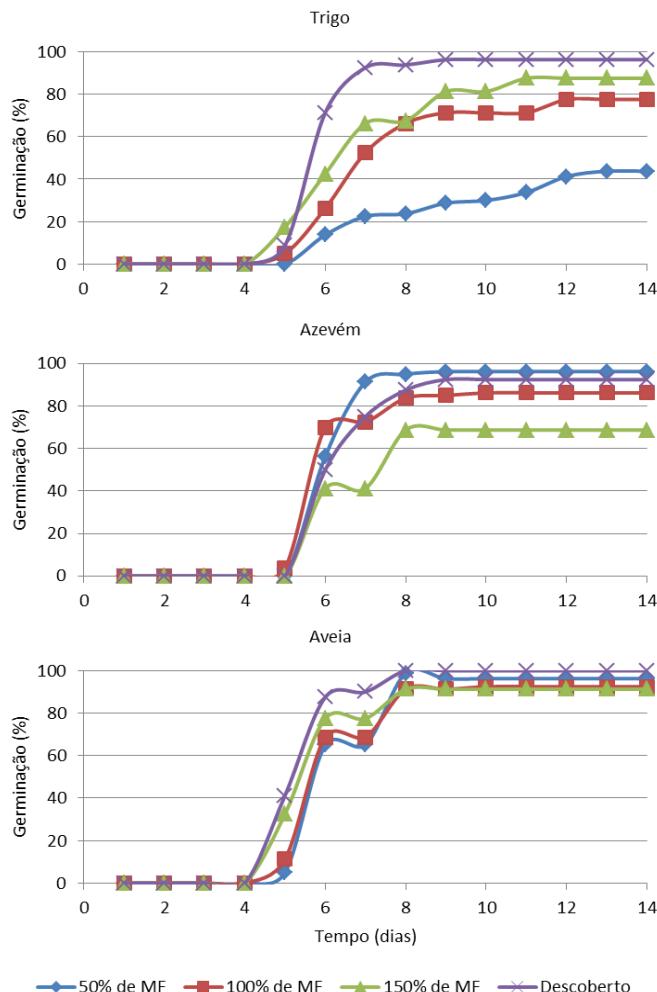
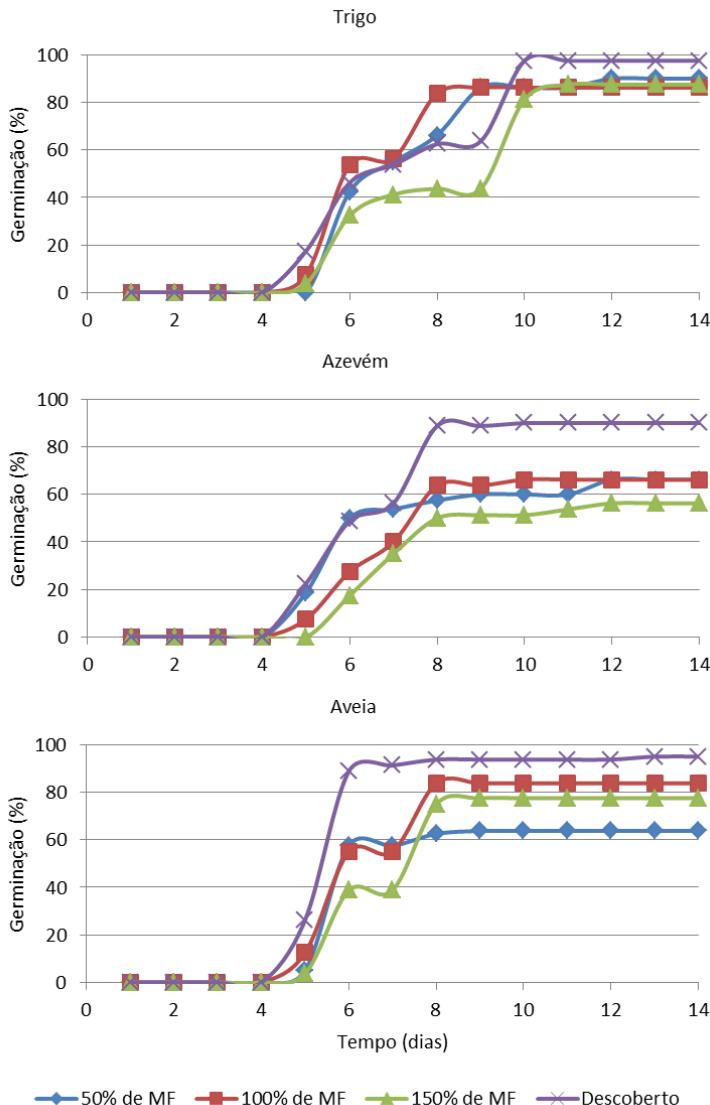


Figura 2 – Germinação de sementes de soja no decorrer de 14 dias após a semeadura sob diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



Para as sementes de soja, a porcentagem de germinação de sementes foi variável durante os primeiros dias avaliados, sendo que ate o 4º dia de avaliação as sementes de soja não haviam germinado. Quando se utilizou 50% de massa fresca de trigo, as porcentagens de germinação foram superiores as apresentadas pelas demais coberturas, com valores em torno de 80%. No decorrer dos dias de avaliação houve uma estabilização da germinação para a aplicação de todas as coberturas, não diferindo em relação à testemunha (solo descoberto). Para a cobertura de azevém, nos primeiros dias de avaliação, a velocidade de germinação das sementes de soja foi semelhante ao da testemunha quando se utilizou metade da massa fresca produzida, ficando em torno de 50% no 6º dia de avaliação. Para as maiores quantidades (50 e 100%) a porcentagem de germinação foi menor em relação ao solo descoberto, onde até então somente 40% das sementes haviam germinado. Ao final do período de avaliação a germinação foi de 60% para as três coberturas, diferindo do solo descoberto (testemunha) que atingiu porcentagens de 80%. A germinação da soja apresentou os menores índices de germinação nos dias 6 e 7 após o início da contagem de sementes germinadas, apresentando a maior diferença quando utilizada a maior quantidade de massa fresca (150%) de aveia com 40% das sementes germinadas. Já para o solo descoberto (testemunha) os valores foram superiores a 80%. Nos dias subsequentes a velocidade de germinação se estabilizou para as maiores quantidades de cobertura utilizadas com índices superiores a 80%, não diferindo da testemunha que apresentou valores próximos a 100%. A germinação como um todo, apresentou a menor porcentagem quando se utilizou a metade da massa fresca produzida de aveia, onde 60% das sementes germinaram.

A palhada ou a massa fresca das coberturas de inverno pode atuar quimicamente, além do efeito físico, com seu efeito alelopático, pois liberam substâncias orgânicas que afetam a

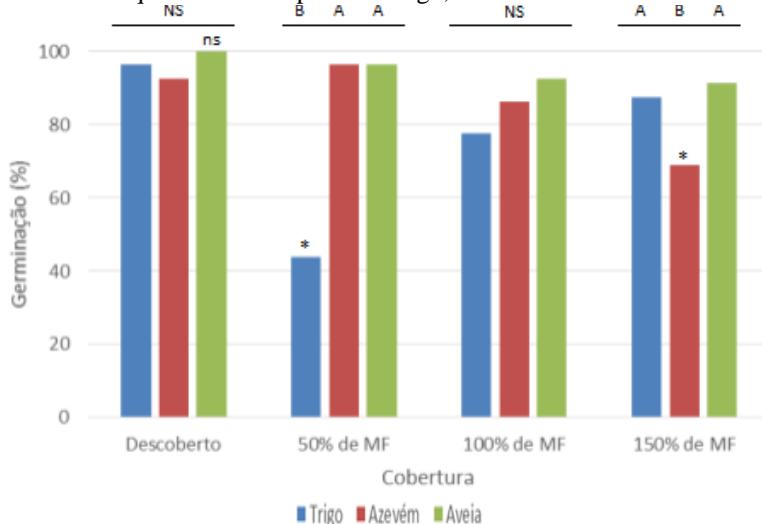
germinação e o desenvolvimento de outras plantas. A *Crotalaria juncea*, planta anual que, segundo Calegari et al. (1993) tem efeito prejudicial, sendo ele alelopático ou supressor sobre plantas daninhas é utilizada por exemplo, como cobertura para o plantio da soja.

De acordo com Alves et al. (2004), ao estudarem os efeitos alelopáticos na germinação e comprimento de raízes de alface utilizando-se de cinco concentrações de óleos essenciais, houve redução nos índices germinativos, enquanto que para outros a resposta foi favorável a germinação.

Pode-se confirmar assim, que um dado composto pode inibir ou estimular a germinação e o crescimento de outra planta, dependendo da concentração deste composto no ambiente.

A análise de variância foi significativa ($P < 0,05$) para a interação entre os fatores culturas de inverno, quantidade de cobertura e para os fatores isolados, em relação à germinação de sementes de milho e soja, sendo, a germinação de sementes influenciada significativamente em função das aplicações das diferentes quantidades de massa fresca das coberturas (Figuras 3 e 4).

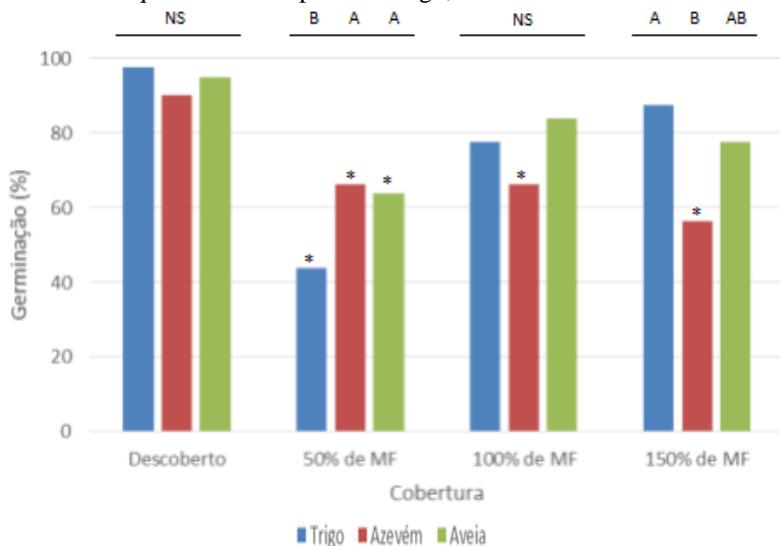
Figura 3 – Germinação de sementes de milho aos 14 dias em função do uso de diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



^{NS} indica que não houve diferença significativa entre as três coberturas utilizadas, dentro de cada quantidade de palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} indica que não houve diferença significativa das três quantidades de palha utilizadas em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; * indica que houve diferença significativa da quantidade de palha utilizada em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Figura 4 – Germinação de sementes de soja aos 14 dias em função do uso de diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



^{NS} indica que não houve diferença significativa entre as três coberturas utilizadas, dentro de cada quantidade de palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} indica que não houve diferença significativa das três quantidades de palha utilizadas em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; * indica que houve diferença significativa da quantidade de palha utilizada em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na avaliação da germinação das sementes de milho sob o uso de diferentes coberturas, somente quando se utilizou metade (50%) de massa fresca do trigo houve diferença significativa dentro de cada cobertura e em relação à testemunha, com porcentagens de germinação inferior a 50%, observando-se assim o maior efeito negativo da cobertura de trigo sobre a cultura em relação às demais culturas antecessoras. Segundo Correia e Durigan (2008) os efeitos

alelopáticos evolvem a liberação de compostos orgânicos que inibem a germinação e o desenvolvimento de espécies cultivadas e plantas invasoras.

Já para a aplicação da totalidade da massa fresca (MF) produzida (100%), de trigo, azevém e aveia não houve diferença nas porcentagens de germinação dentro de cada cobertura e em relação à testemunha, com índices germinativos próximos a 80% para a aplicação de massa fresca do trigo e superiores a 80% para as coberturas de azevém e aveia. Isto ocorre, pois os efeitos alelopáticos são variáveis para cada espécie, sendo a suscetibilidade do trigo, por exemplo, variável de acordo com a cultivar (Tokura et al., 2005) e também pela de massa fresca de parte aérea utilizada, sendo a porcentagem de germinação influenciada pela quantidade de massa fresca.

Dentre as três culturas, quando se utilizou 150% de massa fresca, somente para o azevém houve resultados significativos dentro de cada cobertura e em relação à testemunha. A porcentagem de germinação foi inferior a 70%, indicando que a massa fresca desta cultura adicionada ao solo teve influência na germinação das sementes de milho, concordando com os resultados obtidos por Souza et al. (2006) em experimento desenvolvido com plantas de milho, arroz, trigo, soja, feijão e braquiária, onde a germinação e o crescimento das plantas foi reduzido com a incorporação ao solo de 3,0% (p/p) de matéria seca de *B. decumbens*. Para as demais coberturas de inverno, trigo e aveia a aplicação da maior quantidade de massa fresca das mesmas, não influenciou a germinação do milho, sendo os índices próximos a 90%.

No caso da soja, dentro de cada cobertura, individualmente, ocorreram diferenças de germinação, excetuando-se aquela em que se utilizou 100% de massa fresca das coberturas de trigo, azevém e aveia, onde os resultados obtidos não apresentaram diferença entre si.

A germinação de sementes de soja apresentou valores significativos em relação à testemunha para todas as

quantidades de massa fresca de azevém, sendo as porcentagens inferiores a 70%, evidenciando assim o potencial alelopático da cobertura. Para as demais coberturas não houve diferença estatística em relação à testemunha, com exceção do trigo, sendo a germinação de sementes de soja inferior a 50%.

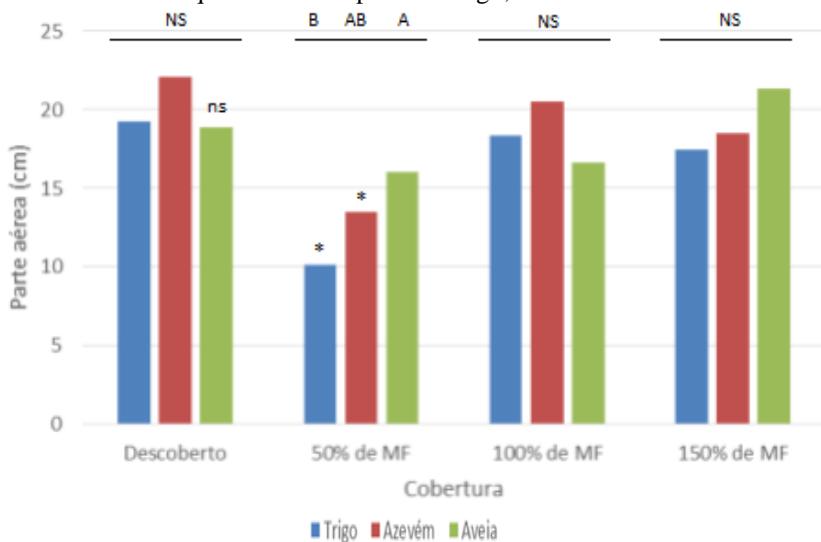
De acordo com Lorenzi (1984) a ação alelopática é específica podendo inibir determinadas espécies de plantas cultivadas, como a aveia branca que interfere na germinação do capim marmelada, porém não exerce influencia sobre a germinação do capim colonião.

4.1.2. Comprimento da parte aérea

Tanto para a interação entre os fatores culturas de inverno e quantidade de cobertura quanto para os fatores isolados, a análise de variância foi significativa em relação ao comprimento de parte aérea do milho em função do uso das diferentes coberturas (Figura 5). O comprimento de parte aérea do milho foi menor quando se utilizou 50%, da quantidade de massa fresca de trigo e azevém, apresentando 10 cm a menos em relação à testemunha. Para as maiores quantidades de massa fresca (100 e 150%), o comprimento da parte aérea, não foi influenciado, sendo numericamente semelhante ou maior que a testemunha, com valores próximos ou superiores a 20 cm, resultado do efeito positivo sobre o crescimento do milho.

Observou-se que o comprimento de parte aérea foi dependente do tipo e da quantidade de resíduo utilizado, sendo o trigo e o azevém quando adicionados somente à metade da massa fresca os responsáveis pelos menores comprimentos de parte aérea, indicando maior potencial alelopático negativo destas coberturas.

Figura 5 – Comprimento da parte aérea de milho aos 14 dias em função do uso de diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



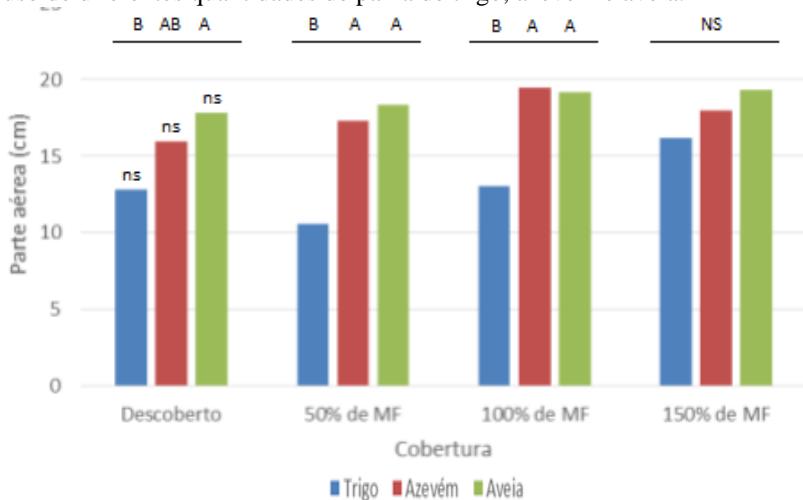
^{NS} indica que não houve diferença significativa entre as três coberturas utilizadas, dentro de cada quantidade de palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} indica que não houve diferença significativa das três quantidades de palha utilizadas em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; ^{*} indica que houve diferença significativa da quantidade de palha utilizada em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Para a soja, a análise de variância foi significativa ($P < 0,05$) apenas para o fator quantidade de palha (Figura 6). Assim como no milho, o comprimento de parte aérea da soja não foi influenciado quando se utilizou as maiores porcentagens de massa fresca de azevém e aveia, atingindo comprimento final de 20 cm, semelhante ao comprimento da testemunha. Além disso, o uso de cobertura de trigo também não afetou o comprimento de parte aérea em relação à testemunha. Somente dentre cada cobertura (trigo, aveia e azevém) nas aplicações de

50 e 100%, o comprimento de parte aérea da soja se diferenciou, com destaque para a aplicação de massa fresca do trigo que dentre as três culturas antecessoras foi a responsável pelos menores comprimentos.

Figura 6 – Comprimento da parte aérea de soja aos 14 dias em função do uso de diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



NS indica que não houve diferença significativa entre as três coberturas utilizadas, dentro de cada quantidade de palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns indica que não houve diferença significativa das três quantidade de palha utilizadas em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

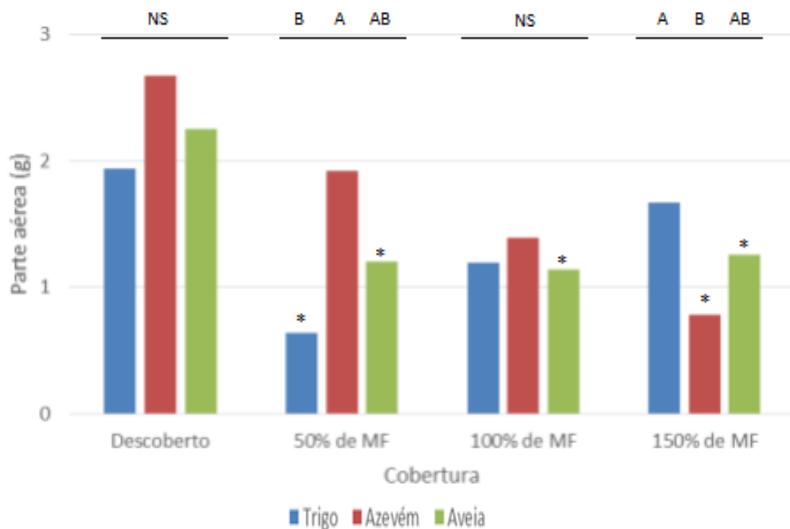
O efeito alelopático das plantas nem sempre influencia negativamente a germinação e o crescimento das plantas, situação esta observada nas maiores aplicações de massa fresca das coberturas, neste experimento, indicando que a alelopatia pode beneficiar a cultura seguinte, sendo este resultado dependente de vários outros fatores. Concordando com os resultados obtidos, Spiassi, et al. (2011) observaram resultados

semelhantes com palha de cártamo sobre o milho, onde o crescimento inicial e a massa seca da parte aérea foram estimulados. Também como exemplo, Rice (1984) observou que a alfafa picada adicionada ao solo estimulou o crescimento de fumo, pepino e alface.

4.1.3. Massa seca da parte aérea

A análise de variância foi significativa ($P < 0,05$) para a interação entre os fatores culturas de inverno e quantidade de cobertura quanto para os fatores isolados, em relação à massa seca da parte aérea do milho e da soja, quanto em relação ao uso de diferentes quantidades de massa fresca (Figura 7).

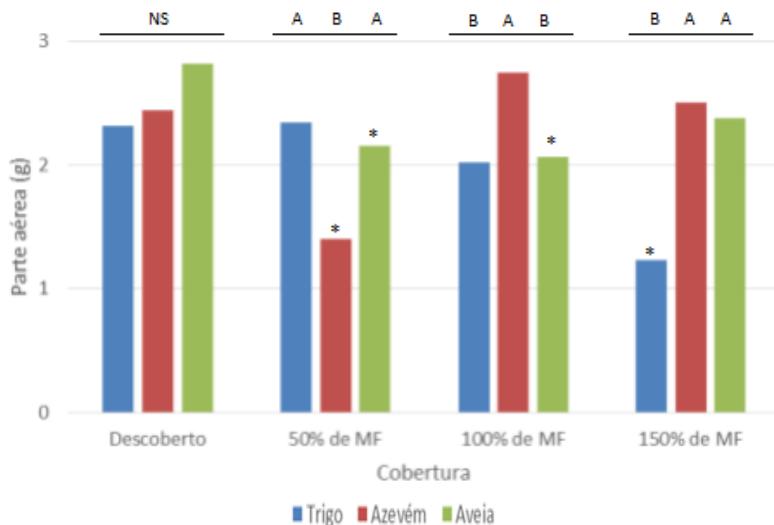
Figura 7 – Massa seca de parte aérea de milho aos 14 dias em função do uso de diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



NS indica que não houve diferença significativa entre as três coberturas utilizadas, dentro de cada quantidade de palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* indica que houve diferença significativa da quantidade de palha utilizada em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Figura 8 – Massa seca de parte aérea de soja aos 14 dias em função do uso de diferentes quantidades de palha de trigo, azevém e aveia.



^{NS} indica que não houve diferença significativa entre as três coberturas utilizadas, dentro de cada quantidade de palha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* indica que houve diferença significativa da quantidade de palha utilizada em comparação com a testemunha (descoberto), dentro de cada cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na avaliação da massa seca da parte aérea das plântulas de milho (Figura 7), quando se utilizou 50% de massa fresca, dentre as três coberturas, individualmente houve diferença estatística. Porém, em relação à testemunha, somente as coberturas de trigo e aveia apresentaram diferença significativa, ambos com acúmulo de massa seca em torno 0,5 e 1,3 g respectivamente, enquanto que para a testemunha o peso seco foi em torno de 2 g para o trigo e 2,4 g para a aveia. Os resultados corroboram Spiassi et al. (2011) que observaram pouco acúmulo de massa seca de parte aérea de plantas de milho utilizando-se palha de cambre. A justificativa para estes resultados pode ser explicada pela quantidade de palha

utilizada, ou pela liberação de compostos alelopáticos durante a condução do experimento.

A massa fresca adicionada ao solo exerceu influência negativa sobre o desenvolvimento das plântulas pela liberação de compostos orgânicos que exercem alelopatia sobre a cultura subsequente.

Para 100% de massa fresca de trigo, azevém e aveia, não houve diferença no acúmulo de massa seca do milho dentre as coberturas e em relação à testemunha, com exceção para a aveia que quando incorporada ao solo, foi responsável redução do acúmulo de massa seca, com peso pouco maior que 1 g. Quando se utilizou 150% do total produzido de massa fresca, somente para a cobertura de trigo não houve diferença na massa seca da parte aérea do milho em relação à testemunha. Já para o azevém e a aveia ocorreu redução do peso massa seca em função da quantidade de massa fresca utilizada sendo de quase 2 g para o azevém e 2,5 g para a aveia em relação ao peso da testemunha.

O acúmulo da massa seca da parte aérea da soja foi influenciada quando se utilizou 150% de massa fresca de trigo, com peso pouco maior que 1 g, enquanto que para a testemunha o peso foi superior a 2 g. Este resultado pode ser relacionado com os citados por Souza et al. (1999), que testaram experimentalmente o composto alelopático encontrado nos exsudados das raízes de sorgo, o sorgoleone, onde o mesmo foi testado sobre diversas plantas, dentre elas a soja, ocasionando fitotoxicidade crescente na maior concentração do composto, resultando na redução do porte da planta e consequentemente na redução da massa seca.

Divergindo dos resultados obtidos com o uso da massa fresca do trigo, o acúmulo de massa seca da parte aérea da soja quando comparados com a utilização da massa fresca de azevém não diferiu dentre as coberturas e em relação à testemunha, com acúmulo em torno de 2,5 g. Para as demais

quantidades de massa fresca, as maiores diferenças foram encontradas para as coberturas com 50% de azevém e 100% de aveia, com redução de peso de 1 g em relação à massa seca da testemunha.

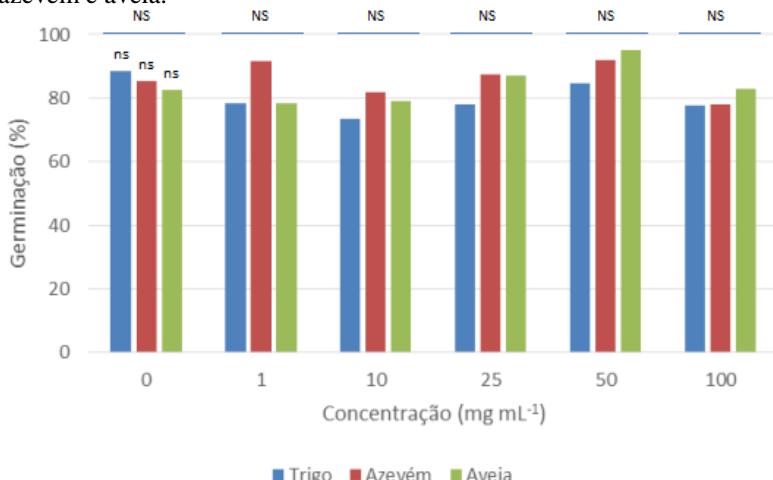
De forma geral, o acúmulo de massa seca para o milho e para soja, foi dependente da quantidade de resíduos aplicados e do tipo de cobertura utilizada, sendo o trigo o responsável pelo menor acúmulo de massa seca pelas culturas agrícolas.

4.2 EXPERIMENTO 2: EFEITO DOS EXTRATOS AQUOSOS DE AVEIA, AZEVÉM E TRIGO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO E SOJA

4.2.1. Germinação de sementes

A análise de variância não foi significativa ($P > 0,05$) tanto para a interação entre os fatores culturas de inverno e quantidade de cobertura quanto para os fatores isolados, em relação à germinação de sementes de milho e soja. Sendo assim, a germinação de sementes de milho e de soja não foi influenciada significativamente em função das aplicações das diferentes concentrações dos extratos aquosos da parte aérea do trigo, azevém e aveia, apresentando, assim, valores similares à testemunha (Figuras 9 e 10).

Figura 9 – Germinação de sementes de milho em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.

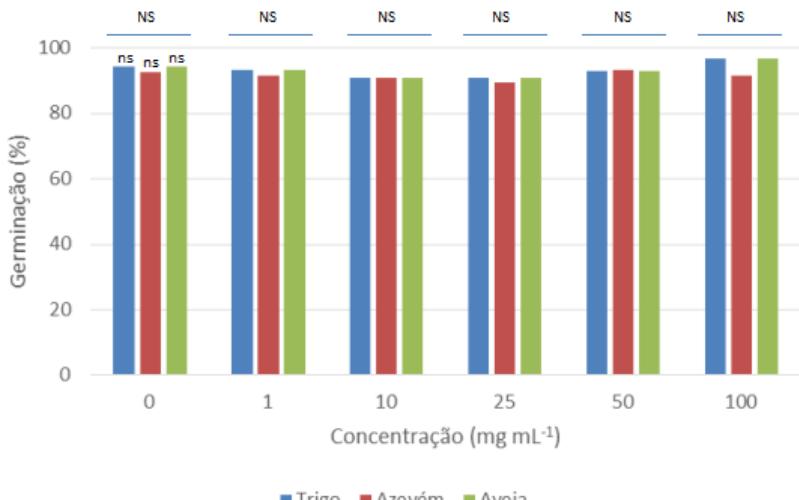


NS indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns indica que não houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL^{-1}), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A porcentagem de germinação das sementes de milho, somente quando aplicada a concentração de 1 mg mL^{-1} de extrato de azevém e de 25 e 50 mg mL^{-1} para o azevém e aveia apresentaram resultados superiores a 80%; para as demais concentrações e extratos a porcentagem de germinação foi próximo a 80% (Figura 9). Ao estudar o efeito alelopático, utilizando extratos aquosos da palha de plantas adultas como o trigo, aveia e centeio, tremoço e nabo forrageiro sobre a germinação de feijão milho e soja testada em bioensaios Almeida e Rodrigues (1985), verificaram que a germinação foi pouco afetada, tendo outros parâmetros reduzidos como comprimento de raiz e parte aérea ou até mesmo a velocidade de germinação.

Figura 10 – Germinação de sementes de soja em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



NS indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns indica que não houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A germinação de sementes de soja, em todas as concentrações (0, 1, 10, 25, 50 e 100 mg mL⁻¹), tanto para o extrato de trigo, azevém e aveia foi superior a 80%.

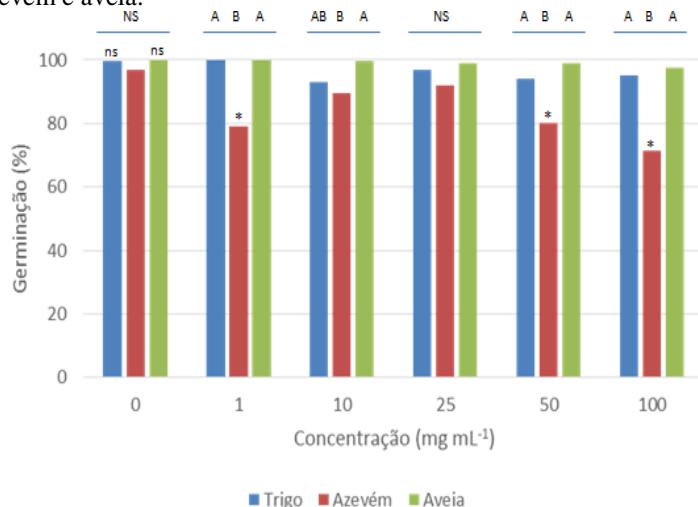
Resultados semelhantes foram obtidos por Bortolini e Fortes (2005) que ao testar o efeito de extrato aquoso de aveia-preta sobre a germinação de sementes de soja demonstraram que não houve diferença significativa, em relação à porcentagem de sementes germinadas para os diferentes tratamentos utilizados, sendo a porcentagem de germinação entre 91 a 88%, enquanto que o tempo médio apresentou uma velocidade menor de germinação em relação à testemunha.

Os altos índices de germinação obtidos tanto para o milho quanto para a soja no experimento, utilizando-se diferentes concentrações de extratos de trigo, azevém e aveia, podem ser associados a uma menor sensibilidade aos aleloquímicos que o crescimento da plântula.

Neste contexto, o efeito alelopático pode não ser sobre a germinabilidade, mesmo sendo a sua quantificação experimental mais simples, mas sobre outro parâmetro como, por exemplo, sobre a velocidade de germinação. Portanto o crescimento inicial das plântulas é mais sensível que a germinação, pois para cada semente o fenômeno é discreto, germinando ou não (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Para as espécies utilizadas como indicadoras, alface e alpiste, por outro lado, a análise de variância foi significativa ($P < 0,05$) para a interação entre os fatores culturas de inverno e quantidade de cobertura (alface) e somente para o fator concentração, isoladamente (alpiste), em relação à germinação de sementes. Este resultado indica que há diferença na germinação de sementes de alface (figura 11) em decorrência do uso de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea das culturas de inverno e, para alpiste (figura 12), as diferenças ocorreram independentemente da cultura, em extratos com concentrações mais altas. Assim, os resultados evidenciam que as concentrações utilizadas apresentaram potencial alelopático, no entanto em grau baixo (<30% de inibição na germinação) mesmo para as espécies indicadoras.

Figura 11 - Germinação de sementes de alface em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



NS indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns indica que não houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; * indica que houve diferença significativa da concentração utilizada em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A porcentagem de germinação de sementes de alface apresentou diferença significativa nas aplicações do extrato aquoso da parte aérea de azevém nas concentrações 1, 50 e 100 mg mL⁻¹, em relação à testemunha e aos demais extratos dentro da mesma concentração, sendo a porcentagem de germinação inferior a 80%, indicando maior sensibilidade das sementes de alface ao extrato de azevém. Os extratos de trigo e aveia não apresentaram diferença significativa em comparação à

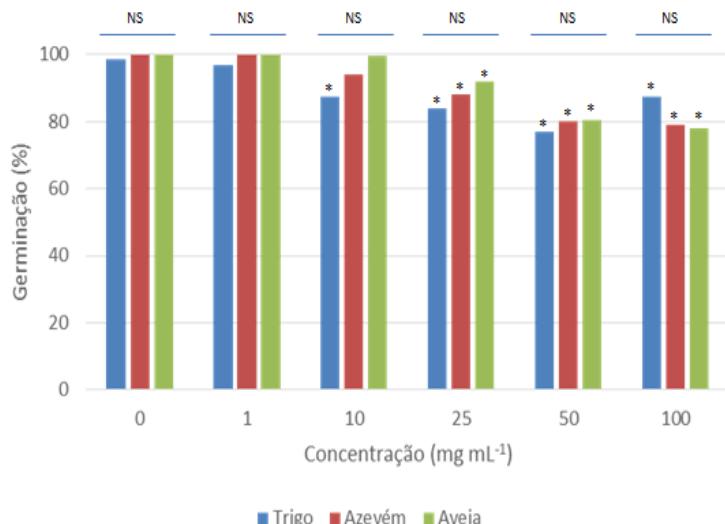
testemunha e entre os extratos utilizados dentro de cada concentração.

De acordo com Gabor e Veatch (1981) e Ferreira e Áquila (2000), a tolerância aos aleloquímicos é uma característica de determinadas espécies, onde algumas são mais sensíveis que as outras, como *Lactuca sativa* L. (alface), *Lycopersicon esculentum* Miller (tomate), *Cucumis sativus* L. (pepino), *Phalaris canariensis* L. (alpiste) sendo utilizadas como plantas indicadoras dentro da atividade alelopática, desde que apresentem sensibilidade sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas, resultado encontrado neste trabalho somente com a aplicação do extrato de azevém.

Resultados obtidos por Alves et al. (2004), ao estudar extratos voláteis na germinação e comprimento da raiz de alface, indicaram que nas maiores concentrações do extrato, a germinação diminuiu.

A porcentagem de germinação de sementes de alpiste dentro de cada concentração não apresentou diferença significativa entre os três extratos (trigo, azevém e aveia). A aplicação do extrato de trigo diferiu significativamente em comparação a testemunha nas concentrações de 10 mg mL^{-1} , 25 mg mL^{-1} , 50 mg mL^{-1} e 100 mg mL^{-1} . Resultados semelhantes foram verificados para a aplicação do extrato aquoso do azevém e para a aveia, sendo as menores porcentagens de germinação verificadas nas concentrações de 50 mg mL^{-1} e 100 mg mL^{-1} , indicando assim, maior sensibilidade das sementes de alpiste, as maiores concentrações de cada extrato.

Figura 12 - Germinação de sementes de alpiste em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



^{NS} indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* indica que houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Ao avaliar o efeito alelopático de sementes de *Fagopyrum esculentum* na germinação e desenvolvimento de cevada, utilizando o alpiste como planta indicadora, Bach et al. (2011) verificaram que a mesma quando desenvolvida com o trigo ocorreu uma redução de 40% indicando a sensibilidade da espécie ao trigo.

4.2.2. Comprimento de parte aérea

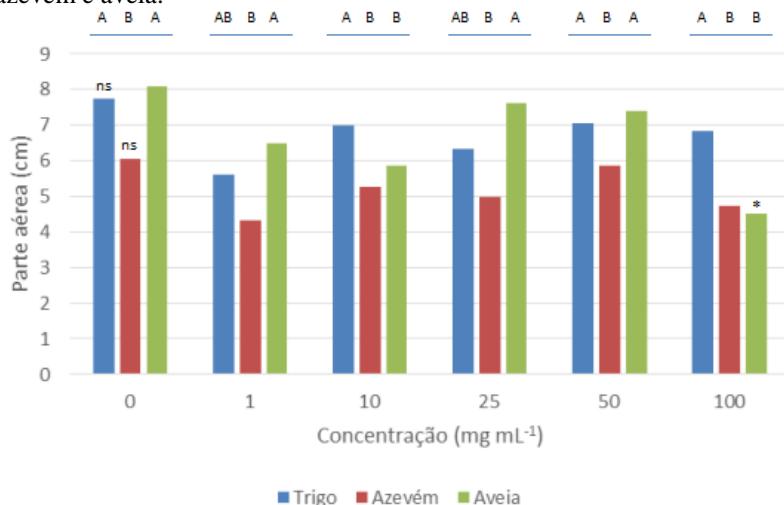
A análise de variância foi significativa ($P < 0,05$) tanto para a interação entre os fatores culturas de inverno e quantidade de cobertura quanto para os fatores isolados, em

relação ao comprimento de parte aérea de milho e soja. Houve diferença significativa entre a concentração de 100 mg mL⁻¹ de extrato de aveia, em relação à testemunha, no caso do milho (Figura 13). Porém, dentro de cada concentração, os extratos apresentaram comportamento diferenciado, sendo que, nas concentrações de 50 e 100 mg mL⁻¹, o extrato de azevém proporcionou menor comprimento de parte aérea do milho. No caso da soja, houve diferença significativa entre as concentrações de 10 mg mL⁻¹ (azevém e aveia), 50 mg mL⁻¹ (azevém e aveia) e 100 mg mL⁻¹ (trigo), em relação à testemunha (Figura 12). Porém, dentro de cada concentração, os extratos apresentaram comportamento diferenciado, sendo que, nas concentrações de 1, 25 e 100 mg mL⁻¹, o extrato de trigo proporcionou menor comprimento de parte aérea da soja.

Esperava-se a redução do crescimento e desenvolvimento do milho de acordo com as observações de vários autores (SMITH; FOWDEN, 1966; MEGARRITY, 1978; LOWRY et al., 1983, 1985; WEE; WANG, 1987; ADENEYE, 1991).

Porém para Tukey Junior (1969), nem todas as substâncias liberadas pelas plantas são inibidoras, algumas podem ser até estimulantes, como exemplo os nutrientes minerais, aminoácidos e ácidos orgânicos, carboidratos e reguladores de crescimento.

Figura 13 – Comprimento de parte aérea de milho em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* indica que houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

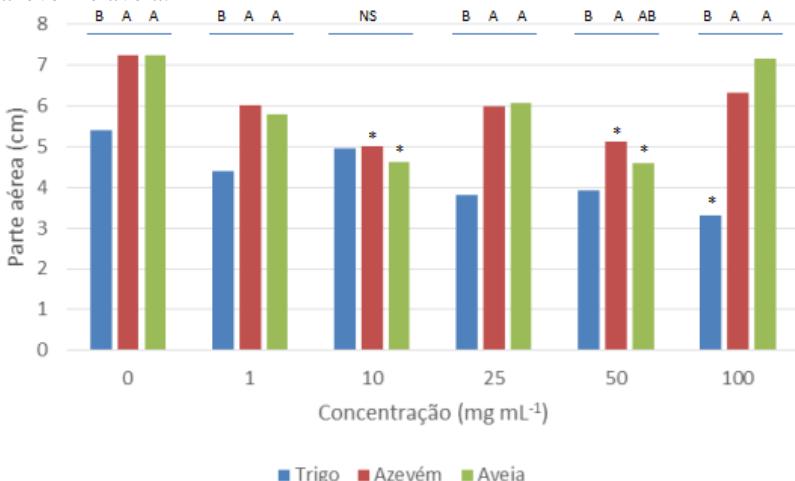
Entretanto, dentre os resultados apresentados, o comprimento da parte aérea do milho foi influenciado pela aplicação da maior concentração do extrato de aveia apresentando dois centímetros a menos em relação à testemunha.

De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), o crescimento da plântula é mais sensível aos aleloquímicos do que a germinação, pois seu modo de ação atua a partir da ligação nas membranas da planta receptora (milho) ou penetra nas células, provocando interferência no metabolismo.

O comprimento de parte aérea da soja (Figura 14), na concentração de 100 mg mL⁻¹ de extrato de trigo apresentou a maior redução, diferindo estatisticamente em comparação a

testemunha, a diferença entre ambos no comprimento foi em torno de 3 cm. Resultados semelhantes ocorreram com os extratos de azevém e aveia nas concentrações de 10 e 50 mg mL⁻¹, apresentando comprimento em torno de 5 cm, enquanto que para a testemunha os valores são superiores a 7 cm. Concordando com os resultados obtidos por Faria et al. (2009), onde o extrato de mucuna com o aumento das doses provocou uma diminuição linear da parte aérea da soja. Almeida e Rodrigues (1985) relataram que ao testarem bioensaios de germinação com sementes de soja e outras culturas, o resultado obtido não influenciou na germinação, porém houve redução da parte aérea e comprimento de raiz.

Figura 14 – Comprimento de parte aérea de soja em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



^{NS} indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* indica que houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL^{-1}), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Para a concentração de 10 mg mL^{-1} não houve diferença significativa individualmente entre os três extratos sobre o comprimento de parte aérea da soja, enquanto que nas demais concentrações, somente a aplicação do extrato de trigo apresentou diferença significativa, com comprimento da soja inferior a 4 cm nas maiores concentrações. Geralmente, a parte aérea das plantas é menos sensível aos efeitos alelopáticos do que o sistema radicular, como por exemplo, o observado por Carvalho et al. (2011), com o aumento da concentração, os extratos de diferentes coberturas estimularam o alongamento da parte aérea.

Conforme Hoffmann et al. (2007), o alongamento da parte aérea também pode ser influenciado por diversos fatores que são dependentes da participação de nutrientes pela plântula.

4.2.3. Comprimento de raiz

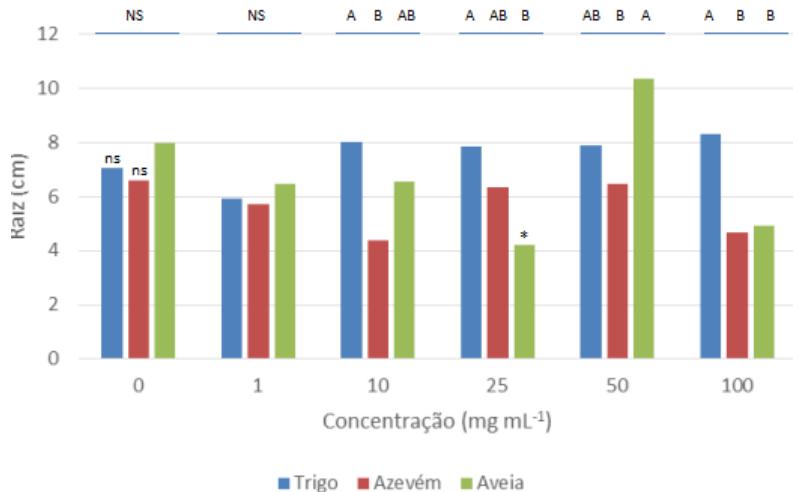
A análise de variância foi significativa ($P < 0,05$) tanto para a interação entre os fatores culturas de inverno e quantidade de cobertura quanto para os fatores isolados, em relação ao comprimento de raiz de milho e soja. Houve diferença significativa entre a concentração de 25 mg mL^{-1} de extrato de aveia, em relação à testemunha, no caso do milho (Figura 15). Porém, dentro de cada concentração, os extratos apresentaram comportamento diferenciado, havendo diferenças entre as culturas de inverno nas concentrações de 10, 25, 50 e 100 mg mL^{-1} . No caso da soja, houve diferença significativa entre as concentrações de 1 mg mL^{-1} (trigo e azevém), 10 mg mL^{-1} (trigo e aveia), 25 mg mL^{-1} (trigo, azevém e aveia), 50 mg mL^{-1} (trigo e aveia) e 100 mg mL^{-1} (trigo e aveia), em relação à testemunha, sendo que na maior dose houve aumento do comprimento de raiz quando se utilizou extrato de aveia (Figura 16). Porém, dentro de cada concentração, os extratos apresentaram comportamento diferenciado, sendo que, nas concentrações de 1 e 100 mg mL^{-1} , o extrato de aveia proporcionou maior comprimento de raiz da soja.

O extrato de aveia na concentração de 25 mg mL^{-1} foi o responsável pela maior redução de tamanho de raiz do milho, apresentando 4 cm a menos, diferindo da testemunha.

Isto ocorre, porque o sistema radicular das plantas é mais sensível aos aleloquímicos, sendo o seu alongamento originado pelas divisões celulares que se interrompidas dificultam o seu desenvolvimento final. Alguns ácidos fenólicos, por exemplo, induzem a atividade de certas enzimas que modificam a permeabilidade da membrana e formação da

lignina, reduzindo assim o alongamento celular (FERRARESE et al., 2000).

Figura 15 – Comprimento de raiz de milho em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



NS indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns indica que não houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; * indica que houve diferença significativa da concentração utilizada em comparação com a testemunha (0 mg mL⁻¹), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os demais extratos, trigo e azevém não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha, o que pode estar associado à existência de aleloquímicos que podem favorecer ou prejudicar certas espécies (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

Segundo Machado (2008) o extrato de cinamomo não influenciou no comprimento da raiz, ocorrendo inclusive um

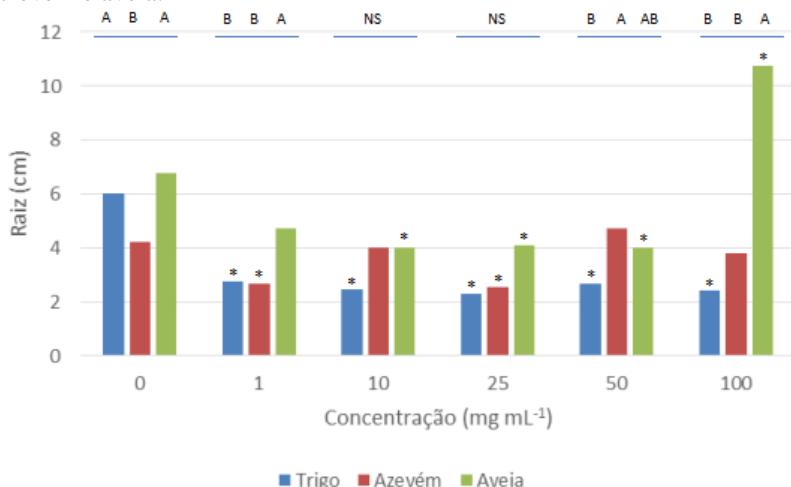
estímulo quando utilizado a concentração de 20% do extrato (FARIA et al., 2009).

Em relação ao comprimento radicular da soja, em todas as aplicações das concentrações de extrato de trigo observou-se a redução do comprimento em relação à testemunha. O mesmo ocorreu na aplicação do extrato de aveia, com exceção da aplicação da menor e da maior concentração, em que na primeira, o comprimento não diferiu estatisticamente da testemunha, com comprimento final em torno de 5 cm, enquanto que na maior concentração o comprimento final de raiz foi superior a 10 cm, maior do que o apresentado pela testemunha, inferior a 7 cm.

Ao estudar o efeito alelopático da chanana (*Turnera ulmifolia* L.), Silva et al. (2011) verificou o efeito positivo no crescimento da raiz e da parte aérea da alface quando se aumentava a concentração de chanana. Alguns outros trabalhos também já relataram estímulos no crescimento de raiz e parte aérea da alface com o aumento das concentrações de extratos aquosos, mas explicações detalhadas sobre esse efeito são escassas. Sugere-se que possa ocorrer uma interferência dos aleloquímicos nos fitormônios e pela presença de nutrientes no extrato (açúcares, aminoácidos, sais).

É importante ressaltar que a alelopatia pode interferir de maneira positiva ou negativa a partir da produção de compostos do metabolismo secundário oriundos das plantas e lançados ao meio (FERREIRA, 2004).

Figura 16 – Comprimento de raiz de soja em função da aplicação de diferentes concentrações de extratos aquosos de parte aérea de trigo, azevém e aveia.



^{NS} indica que não houve diferença significativa entre os três extratos utilizados, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, dentro de cada concentração, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* indica que houve diferença significativa das cinco concentrações utilizadas em comparação com a testemunha (0 mg mL^{-1}), dentro de cada extrato, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Quando se aplica o extrato de azevém nas concentrações 1 e 25 mg mL⁻¹, ambas diferem estatisticamente em comparação à testemunha, sendo responsáveis pelas maiores reduções de comprimento de raiz para este extrato, para ambos o comprimento apresentado é pouco maior que 2 cm. Ao estudar a germinação de soja sobre influência de extrato aquoso de folhas de Cinamomo (*Melia azedarach* L.), Machado (2008) também verificaram alterações no comprimento médio de raiz.

O mesmo ocorreu com o trabalho realizado por a Rickli et al. (2011), em que extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* inibiu o crescimento radicular de sementes de soja.

4.1.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A hipótese testada de que a semeadura de milho e soja em solo com a presença de resíduos vegetais de culturas de inverno antecessoras (trigo, azevém e aveia) influencia negativamente a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas foi validada com os resultados do Experimento 1 (Figuras 1 a 8). Observou-se que, variavelmente, o comportamento da germinação de sementes (Figuras 1, 2, 3 e 4), do comprimento da parte aérea (Figuras 5 e 6) e da massa seca da parte aérea (Figuras 7 e 8) foi dependente do tipo de resíduo utilizado. Em geral, resíduo de trigo proporcionou maior efeito negativo sobre a germinação de sementes de milho (Figuras 1 e 3), enquanto resíduo de azevém propiciou maior efeito negativo sobre a germinação de sementes de soja (Figuras 2 e 4). Além disso, o resíduo de trigo proporcionou maior efeito negativo sobre o comprimento de parte aérea de milho (Figura 5) e soja (Figura 6). No entanto, para massa seca da parte aérea, tanto de milho quanto de soja, a resposta foi dependente da quantidade utilizada de resíduo, sendo que as coberturas de trigo ou aveia apresentaram maior efeito deletério (Figuras 7 e 8).

A hipótese testada de que efeito sobre a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja, semeadas em solo com a presença de resíduos vegetais de culturas antecessoras (trigo, azevém e aveia), é dependente da quantidade de resíduo incorporado ao solo foi validada com os resultados do Experimento 1 (Figuras 1 a 8). Para o milho (Figuras 1 e 3) observa-se que o uso de 50% de massa fresca de parte aérea proporcionou o maior efeito negativo sobre a germinação de sementes da cultura, enquanto para a soja (Figuras 2 e 4), o maior efeito ocorreu com o uso de 150% de massa fresca de aveia. Em relação ao comprimento da parte aérea, o maior efeito negativo ocorreu com o uso de 50% de

massa fresca de trigo (Figura 5), enquanto para a soja não houve diferença em relação à testemunha (Figura 6). Por sua vez, a massa seca da parte aérea do milho foi mais reduzida com o uso de 50% de massa fresca de trigo (Figura 7), enquanto a soja foi com 150% de massa fresca de trigo.

A hipótese testada de que a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja são influenciados negativamente por compostos alelopáticos produzidos por culturas de inverno (trigo, azevém e aveia) não foi totalmente validada pelos resultados do Experimento 2 (Figuras 9 a 16). No caso da germinação de sementes, tanto para o milho quanto para a soja não há evidências de que extratos aquosos de trigo, azevém e aveia afetam a germinação (Figuras 9 e 10). Porém, há aleloquímicos que não são solúveis (ou são pouco solúveis) em água que poderiam não estar presentes no extrato aquoso. Além disso, é possível que em concentrações maiores que as testadas neste trabalho possam ocorrer efeitos significativos sobre a germinação das sementes. O comprimento da parte aérea (Figura 13) e das raízes (Figura 15) de milho são evidências pontuais do efeito negativo do extrato aquoso de aveia, dependendo da concentração utilizada; enquanto para a soja, há evidências do efeito negativo do extrato aquoso das três coberturas principalmente sobre o comprimento de raízes (Figura 16).

A hipótese testada de que o efeito alelopático de culturas de inverno (trigo, azevém e aveia) sobre a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja é dependente da concentração de compostos alelopáticos não foi validada, totalmente, pelos resultados do Experimento 2 (Figuras 9 a 16). No caso da germinação de sementes, não houve efeito, independentemente da cobertura e da dose tanto para milho quanto para soja (Figuras 9 e 10). O comprimento da parte aérea de milho foi afetado negativamente apenas quando se usou 100 mg mL^{-1} de massa fresca de aveia (Figura 13), enquanto o comprimento das raízes o foi apenas na dose

de 25 mg mL⁻¹ da mesma cobertura (Figura 15). No caso da soja, houve efeito de todas as coberturas, com dependência da dose do extrato para comprimento de parte aérea e, principalmente, para comprimento de raízes (Figuras 14 e 16).

Como o efeito do extrato aquoso de azevém (alface – Figura 11) e de trigo, azevém e aveia (alpiste – Figura 12) acarretou efeito negativo sobre a germinação de sementes de alface e alpiste, sugere-se que as coberturas utilizadas apresentam efeito alelopático, porém a resposta é dependente da cultura-alvo. Dessa maneira, constatou-se que a semeadura de culturas em área com a presença de resíduos vegetais de trigo, principalmente, na quantidade de 50% de massa fresca, reduziu a germinação de sementes e o crescimento inicial das plântulas de milho e soja; e que esse efeito pode ser derivado, em parte, de compostos alelopáticos liberados pela cultura antecessora.

5 CONCLUSÕES

A germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de milho e soja são influenciados pela deposição de resíduos vegetais de aveia, azevém e trigo, sendo a resposta, por exemplo, dependente da quantidade de resíduo depositado ao solo.

A germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de milho e soja são influenciados pela embebição de sementes em solução aquosa contendo extrato de parte aérea de aveia, azevém e trigo, pode a resposta dependente da concentração do extrato utilizado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENEYE, J.A. Mimosine content in various fractions of *Leucaena leucocephala* grown in western Nigeria. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.33, p.349-353, 1991.

ALMEIDA, F.S. **Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988.

ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Plantio direto. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Guia de herbicidas: **Contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina, IAPAR, 1985. p.341-399.

ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.221-236, 1991.

ALSAADAWI, I.S. Research on allelopathy in Iraq. In: NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update**. Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.185-197.

ALVES, M. C. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

BACH, E. E. Efeito Alelopático de Sementes de *Fagopyrum esculentum* Moench na Germinação e Desenvolvimento de Plantas de Cevada. In: **Anais da 3º Reunião Nacional de Pesquisa de Cevada**, 2015, Passo Fundo. **Anais da 3º Reunião**

Nacional de Pesquisa de Cevada. Passo fundo: embrapa, 2015. p. 51-63.

BELL, D.T. **The influence of osmotic pressure in tests for allelopathy.** Trans. III. Sate Acad. Sci. 67, 1974.

BENNETT, R.; WALLSGROVE, R.M. **Secondary metabolites in plant defence mechanisms.** New Phytologist, v.127, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BORTOLINI, F.M; FORTES, T.M. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 5-10, jan./ mar. 2005.

BUSNELLO, C. E.; SILVEIRA, E. R.; LOPES, A.; MARQUESZI, C. F. Influência alelopática de raízes e parte aérea de aveia e azevém sobre a germinação e desenvolvimento inicial da soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2, Foz do Iguaçu, 2002. **Resumos.** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.96.

CALEGARI, A.; MONDARD, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. I. C. **Adubação verde no Sul do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, P. DE W.; CARVALHO, J. DE G. ANDRADE, B. J. DE M.; FONSECA, G.; ANDRADE, L.; VALACI, F.; OLIVEIRA, P. D. Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L.*) **Revista bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 86-93, jan./mar. 2012.

CHON, S.; CHOI, S.; JUNG, S.; JANG, H.; PYO, B.; KIM, S. Effects of alfalfa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seedling growth and root morphology of alfalfa and barnyard grass. **Crop Protection**, v. 21, p. 1077–1082, 2002.

CIARKA, D.; GAWROWSKA, H. GAROWNSKI, S. W. (2004) Crops species reaction to sunflower allelopacthics. **Proceedings of Second European Allelophathy Symposium “Allelopathy - from understanding to application”**, Pulawy, Poland, p.123, 2004.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 20-31, 2008.

DAL MAGRO, J. Estudo químico e alelopático do extrato da parte aérea de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) sobre a germinação das sementes de soja (*Glycine max*) em laboratório. **Acta Ambiental Catarinense**, Chapecó, SC , v. 1, n. 1, p. 77-86, 2002.

DA SILVA, José E. N., OLIVEIRA E SILVA, Ryshardson G. P., MELHORANÇA FILHO, André L., SILVA, Cristóvão F. C., SILVA, Marcos F. Efeito alelopático de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. sobre germinação e desenvolvimento inicial de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14, 2012.

DAYAN, F. E.; WATSON, S. B.; GALINDO, J. C. G.; HERNA NDEZ, A.; DOU, J.; MCCHESNEY, J. D. ; DUKE, S. O. Phytotoxicity of quassinooids: physiological responses and structural requirements. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 65, p. 15–24, 1999.

DUCCA, F.; ZONETTI, P.C. Efeito alelopático do extrato aquoso de aveia preta (*Avena strigosa schreb.*) na germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max l. merril*). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n. 1, p. 101-109, 2008.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. Noções sobre a alelopatia. Boletim Técnico. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 28 p., 1993.
EL-KHAWAS, S. A.; SHEHATA, M. M. The allelopathic potentialities of *acacia nilotica* and *eucalyptus rostrata* on monocot (*Zea mays L.*) and dicot (*Phaseolus vulgaris L.*) plants. *Biotechnology*, v.4, p. 23-34, 2005.

FARIA, T. M.; GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E. de; CASSIOLATO, A. M. R. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais na germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho, soja e feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1625-1633, 2009.

FAY, P.K.; DUKE, W.B., 1977; An Assessment of Allelopathic Potential in *Avena* Germplasm. **Weed Science**, v.5, p. 224-228.

FELIX, A. Z. R. Efeito alelopático de extratos de amburana cearensis (fr. all.) a.c. smith sobre a germinação e emergência de plântulas. **Tese de doutorado**, Campus de Botucatu, SP, UNESP, 2012.

FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; FERRARESE FILHO. Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 22, p. 121-124, 2000.

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

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

GABOR, W.E.; VEATCH, C. Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyon repens*) rhizomes. **Weed Science**, v.29, p.155-159, 1981.

GUENZI, W.D.; MCCALLA, T.M., 1966; Phenolic Acids in Oat, Wheat, Sorghum, and Corn Residues and Their Phytotoxicity. **Agronomy Journal**, v.58 p.303-304.

GUENZI, W.D.; MCCLLA, T.M.; Norstadt, F.A., 1967; Presence and Persistence of Phytotoxic Substances in Wheat, Oat, Corn, and Sorghum Residues. **Agronomy Journal**, v.59, p.163-165.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, W. L.; PIMENTEL, W. N.; Alelopatis: relações nos agroecossistemas. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28, fev. 2009.

HAGEMANN, T. R., 2010. Potencial Alelopático de Extratos Aquosos Foliares de Aveia Sobre Azevém e Amendoim-Bravo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p. 509-518.

HICKS, S.K.; WENDT, C.W.; GANNAWAY, J.R. & BAKER, R.B. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence and yield. **Crop Science**, 29:1057-1061, 1989.

HOFFMANN, C.E.F., NEVES , L.A.S., BASTOS, C.F. & WALLAU, G.L. 2007. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 6(1): 11-21.

INDERJIT, DAKSHINI, K.M.M. **The nature of interference potencial of *Pluchea lanceolata* (DC) C.B. Clarke (Asteraceae)**. Pl. Soil 122, 1990.

INDERJIT & WESTON, L.A. 2000. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? **Journal of Chemical Ecology**, 26(9): 2111-2118.

JACOBI, U.S.; FLECK, N.G., 2000; Avaliação do Potencial Alelopático de Genótipos de Aveia no Início do Ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.35, n.1, p. 11-19.

KALBURTJI, K.L. Research on allelopathy in Greece. In: NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update** Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.37- 47.

KULCHESKI, F. R. Potencial da Resistência Genética a ferrugem da Folha em aveia para o Controle da Moléstia no Sul do Brasil; **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Ed. Rima, 2000. 531p.

LIEBMAN, M.; SUNDBERG, D. N. Seed mass affects the susceptibility of weed and crop species to phytotoxins extracted from red clover shoots. **Weed Science**, Champaign, v. 54, n. 2, p. 340-345, 2006.

LORENZI, H. **Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. Plantio direto no Brasil.** Campinas: Fundação Cargil, p 13-46, 1984.

LOWRY, J.B.; TANGENDADJAJA, M.; COOK, N.W. Measurement of mimosine and metabolites in biological materials. **Journal of the Science of Food and Agriculture, Barking**, v.36, p.799-807, 1985.

LUU, K.T.; MACTHES, A. G., PETERS, E. J. **Allelopathic effects of tall fescue on birdsfoot trefoil as influenced by N fertilization and seasonal changes.** Agron. J., 1982.

MACHADO, P. A. O homem e os insetos, passado, presente, futuro. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.21, n.6, p.474-479, 1987.

MACHADO, A. Indicação da alelopatia de Cinamomo (melia azedarach l.) na agricultura orgânica. 2008. **Trabalho de conclusão de curso.** UNIOESTE, Cascavel-PR, 2008.

MACIAS, F.A., CASTELLANO, D., MOLINILLO, J.M.G. Search for a standart phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. **Journal Agricultural and Food Chemistry.** v. 48, n. 6, 2000.

MEDEIROS, A. R. M., Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas, **Tese de Doutorado** em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1989.

MEGARRITY, R.G. An automated colorimetric method for mimosine in Leucaena leaves. **Journal of the Science of Food and Agriculture, Barking**, v.29, p.182-186, 1978.

MIRO, C.P; FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. 1998. Alelopatia de frutos de ervamate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 33: 1261-1270.

MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere. Allelopathie.** Verlag, Jena: Gustav Fischer, 106 p., 1937.

MONTEIRO, C. A.; VIEIRA, E. L., 2002; ALMEIDA, F. S. A. 1988 In: DUCCA, F; MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G.K.; SANTOS, L.S.; PANZZO, L.E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p.289-296, 2009.

MULLER, D. A.; **Allelopathy in forage crop systems.** *Agron J*, 88:854859, 1996.

NÓBREGA, L.H.P.; LIMA, G.P.; MARTINS, G.I.; MENEGHETTI, A.M. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p. 461- 465, 2009.

OLIVEIRA Junior, R. S., CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo.** 362 p. Guaíba: Agropecuária, 2001.

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.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, p. 61 – 65, 2001.

PUTNAM, A.R. **In Weed Physiology. Reproduction and Ecophysiology.** Ed. SO Duke, v. 1., CRC. Prees, Boca Raton, Flórida, 1985.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**, ed. 2, New York: Wiley, 1997.

RESTELATTO, et al. 2012. **Potencial de produção de forragem no sistema: sorgo e aveia.** II Congresso de Ciência e Tecnologia. Dois Vizinhos-PR.

REZENDE, C. P. de; et al. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, Universidade Federal de Lavras, Lavras, n. 54, p. 1-55, 2003.

RICE, E.L. **Allelopathy**. Orlando: Academic Press, 1984.

RICKLI, C. H.; FORTES, T. A. M.; SILVA P. S. de; PILATTI, M. D.; HUTT, R. D. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 473-484, abr/jun, 2011.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, p. 707-714, 2001.

RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. In: Rizvi, S. J. H.; RIZVI, V. (Ed). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall, p. 443-472, 1992.

RODRIGUES, B.N.; PASSINI, T. & FERREIRA, A.G. Research on allelopathy in Brazil. In: NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update** Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.307-323.

ROSADO, L.D.S., RODRIGUES, H.C.A., PINTO, J.E.B.P., CUSTÓDIO, T.N., PINTO, L.B.B., BERTOLUCCI, S.K.V. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjericão “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.11, n.4, p.422-428, 2009.

SANTOS, L. S; et al. Manejo de espécies de cobertura do solo com potencial alelopático no controle de plantas daninhas na cultura do Milho. In.: xvii Congresso de iniciação científica – x encontro de pós-graduação. **anais...** xvii, Pelotas, RS. 2008.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p. 223-228, 2001.

SILVA, M. R., 2009; Expansão da Lesão como Critério de Avaliação da Resistencia á Mancha-Negra em Aveia; **Dissertação de Mestrado/UFRGS**.

SILVA, S. B. S. M. Potencial alelopático da chanana (*Turnera ulmifolia* L.) sobre a germinação da alface (*Lactuca sativa* L.) e o crescimento do Milho (*Zea mays*). **Resumo**. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, cadernos de Agroecologia, Vol. 6, N°. 2, Dez. 2011.

SMITH, I.K.; FOWDEN, L. A study of mimosine toxicity in plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.17, p.750-761, 1966.

SMITH, A.E.; MARTIN, D.L. Allelopathy characteristic of three crop-season grass in the forage ecosystem. **Agron. J.**, Madison, v. 8, n. 2, 1994.

STOWE, L.G. **Allelopathy and its influence on the distribution of plants in Illinois old field**. **J. Ecol.**, v.67, 1979.

SOUZA, C.N.; SOUZA, I.T.; PASQUAL, M. Extração e ação de sorgoleone sobre o crescimento de plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.331-338, 1999.

SOUZA FILHO, A. P. S. **Mecanismos de liberação e comportamento de aleloquímicos no ambiente.** In: SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; editores. Alelopatia: Princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 155-204, 2002.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C. A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.

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

SPIASSI, A.; TEIXEIRA, F. A. M.; PEREIRA, D. C.; SENEM, J. Tomazoni, D. Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 577-582, abr/jun. 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3 ed. São Paulo: Artmed, 2002. 792 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3 ed. São Paulo: Artmed, 2006. 792 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009 819p.

TEIXEIRA, C.M.; ARAUJO, J.B.S.; CARVALHO, G.J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de

picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p. 691-695, 2004.

TREZZI, M.M. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo. 2002. 132 p. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condições de campo: II - Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

TOKURA, L.K. & NÓBREGA, L.H.P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, vol. 27, núm. 2, abril-junho, 2005, pp. 287-292 Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.

TUKEY JUNIOR, H.B. Implications of allelopathy in agricultural plant science. **Botanical Review**, Bronx, v.35, p.1-16, 1969.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 1. Ed. Embrapa Trigo – Passo Fundo, 2008. 779 p.

VICKERY, M.L.; VICKERY, B. **Secondary plant metabolism**. London: Mc Millan, 1981.

WEIDENHAMER, J. D. Distinguishing Allelopathy from source competition: the role of density. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Eds.). **Allelopathy - A**

Physiloical Process With Ecological Implications.

Netherlands, Springer, 2006. P. 299-340.

YOUNG, C.C.; ZHU THORNE, L.R.; WALLER, G.R.

Phytotoxic potential of soils and wheat straw in rice rotation cropping systems of subtropical Taiwan. **Plant and Soil**, 120:95-101, 1989.

WEE, K. L.; WANG, S.S. Effect of post-harvest on the degradation of mimosine in *Leucaena leucocephala* leaves.

Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 39, p. 195-201, 1987.

WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. HAIG, T. Crop cultivars with allelopathic capability. **Weed Research**, v. 39, p. 171-180, 1999.

7 APÊNDICE

Figura 1A - Vasos com aveia em diferentes estádios de desenvolvimento em câmara de crescimento (fitotron).



a) Início do desenvolvimento

b) Florescimento

c) Aveia incorporada

Figura 2A - Germinação de sementes de soja sob diferentes quantidades de palha (parte aérea) de coberturas de inverno, em câmara de crescimento (fitotron).



Figura 3A - Sementes de soja e milho e espécies indicadoras sob diferentes concentrações de extrato aquoso (parte aérea) de coberturas de inverno em laboratório.



a)Sementes no germinador

b)Parte aérea/raiz de milho