

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

ANDRESSA CAMANA

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE CHIA (*Salvia
hispanica* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE AVEIA PRETA,
AZEVÉME NABO FORRAGEIRO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2017

ANDRESSA CAMANA

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE CHIA (*Salvia
hispanica* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE AVEIA PRETA,
AZEVÉME NABO FORRAGEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes

DOIS VIZINHOS

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE AVEIA PRETA, AZEVÉME NABO FORRAGEIRO

por

ANDRESSA CAMANA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 30 de Maio de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Orientador Pedro V.D. Moraes
UTFPR

Lucas Domingues
UTFPR

Oscar Pich
UTFPR

Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

Coordenador do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

RESUMO

CAMANA, Andressa. Potencial alelopático do extrato de Chia (*Salvia hispanica* L) no desenvolvimento de aveia preta, azevém e nabo forrageiro. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

O grão da Chia tem grande importância nutricional, pois é rico em ácidos graxos insaturados, fibras, proteínas, carboidratos, não apresenta glúten e quando hidratado produz uma mucilagem. Espécie nova no país e pouco se conhece sobre seu cultivo. A fim de estudar suas potencialidades, objetivou-se com o trabalho avaliar a atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de Chia sobre o desenvolvimento de aveia preta, azevém e nabo forrageiro. O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, utilizando extratos de folhas de Chia nas concentrações 1, 2,5, 5% e 10% sobre sementes de aveia preta, azevém e nabo forrageiro. Foi utilizada água destilada como tratamento controle. Foram utilizadas 25 sementes com adição 10 ml de extrato por Gerbox. A germinação foi realizada em câmara de crescimento (B.O.D.) a $\pm 24^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12/12 horas luz/escuro. Foram determinados índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (%), comprimento e massa seca da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) e tempo médio de germinação (TMG). Os dados foram analisados por meio da análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Com os resultados obtidos pode se constatar que os extratos aquosos das folhas de Chia não influenciaram na germinação e desenvolvimento inicial da aveia preta. Contudo, restringiram o comprimento do sistema radicular (cm) do azevém. Para o nabo forrageiro, influenciaram o índice de velocidade de germinação, comprimento do sistema radicular e germinação das sementes.

Palavras-chave: extrato aquoso, crescimento, inibição, aleloquímicos, compostos voláteis

ABSTRACT

CAMANA, Andressa. Allelopathic potential of Chia (*Salvia hispanica* L) extract in the development of black oat, ryegrass and forage turnip. Completion of course work. Bachelor in agronomy. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Chia grain has great nutritional because, as it is rich in unsaturated fatty acids, fiber, proteins, carbohydrates, doesn't present gluten and when hydrated produces a mucilage. Is a new species in Brazil and little is known about its cultivation. To know its potentialities the objective of the work was to evaluate the allelopathic activity of aqueous extracts of Chia leaves on the initial development of *Avena strigosa*, *Lolium multiflorum* and *Raphanus sativus*. The experiment was developed the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, using extracts of Chia leaves at concentrations 1, 2.5 and 5% in black oat, ryegrass and forage turnip plants. Twenty five seeds with 10 mm of Gerbox extract were used. Germination was done out in a growth chamber (B.O.D.) at ± 24 ° C, with photoperiod of 12/12 light / dark hours. Germination rate (IVG), germination (%), aerial part (PA), root system (SR) and mean germination time (TMG) were determined. The data were analyzed through analysis of variance and Tukey's test a ($p \leq 0.05$). As results obtained it can be verified that the aqueous extracts of the leaves of Chia did not influence in the germination and initial development of the Black oats. However, they restricted the root system (cm) of ryegrass. For forage turnip they influenced their rate of germination speed, root system and germination.

Key words: aqueous extract, growth, inhibition, allelochemicals, volatile compounds

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Índice de velocidade de Germinação (IVG), Germinação (%), Parte Aérea (PA), Sistema Radicular (SR) e Tempo Médio de Germinação (TMG) de aveia preta submetida a diferentes extratos de Chia. UTFPR-DV, 2016.....17
- Tabela 2-** Índice de velocidade de Germinação (IVG), Germinação (%), Parte Aérea (PA), Sistema Radicular (SR) e Tempo Médio de Germinação (TMG) de azevém submetido a diferentes extratos de Chia. UTFPR-DV, 2016.....18
- Tabela 3-** Índice de velocidade de Germinação (IVG), Germinação (%), Parte Aérea (PA), Sistema Radicular (SR) e Tempo Médio de Germinação (TMG) de nabo forrageiro submetido a diferentes extratos de Chia. UTFPR-DV, 2016.....19

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 OBJETIVOS | 8 |
| 2.1 OBJETIVOS GERAIS | 8 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 8 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 9 |
| 3.1 CHIA (<i>Salvia hispanica</i> L.) | 9 |
| 3.2 ALELOPATIA | 10 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA | 14 |
| 4.2 PROCEDIMENTOS | 14 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 6 CONCLUSÃO | 22 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |

1 INTRODUÇÃO

Pertencente à família Lamiaceae, originária da região do centro-oeste do México até o norte da Guatemala, a Chia (*Salvia hispanica* L.) é um grão que no passado foi utilizada pelos Maias e Astecas como alimento para aumentar a resistência física (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

Suas sementes tem grande importância nutricional, pois são ricas em ácidos graxos insaturados (ômega-3 e ômega-6), fibras, proteínas, carboidratos, sais minerais, antioxidantes, vitaminas, além de não apresentarem glúten. Seus grãos produzem uma grande quantidade de mucilagem quando embebidos em água, podendo ser consumidos *in natura* (MIGLIAVACCA et al., 2014). Logo que colocada em água, a semente começa a exsudar filamentos espiralados, formando mucilagens pelo conjunto de fibras, fonte potencial de hidrocolóides, com propriedades funcionais distintas e atraentes, tendo a capacidade de absorção de água, propriedades emulsificantes, espumante e altamente solúvel em água fria e quente (HERNÁNDEZ, 2012).

A planta é cultivada principalmente em regiões de clima tropical e subtropical. O cultivo no Brasil ainda é recente, e por esse motivo são poucas as informações contidas na literatura em relação ao manejo da cultura nos climas e solos brasileiros (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Com o surgimento de novas áreas comerciais de cultivo, fez-se necessário a busca por informações que mostrem as exigências da cultura. A espécie pode ser cultivada em diferentes locais do país, quando as condições de temperatura, altitude e precipitação se enquadram com as exigências da cultura, logo não tolera geada e a semeadura entra como fator limitante para regiões com risco de geada. A composição química das sementes tem escassas avaliações para as condições de cultivo brasileiras, considerando que o local de cultivo influencia diretamente no teor de óleo e na composição de ácidos graxos das sementes (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Uma das principais dificuldades encontradas é a falta de estudos a respeito do manejo e o destino da produção, que acaba sendo comercializada na própria região de cultivo. Além destas dificuldades, há um aumento em áreas de cultivo da chia, futuro promissor a cultura (MIGLIAVACCA et al., 2014).

A família Lamiaceae apresenta efeitos inibitórios na germinação de sementes de alface com extratos elaborados a partir das folhas de hortelã, alecrim, manjerona e sálvia, condição esta que pode contribuir na produção de bioherbicidas para o controle de plantas daninhas ou simplesmente servindo de planta de cobertura de solo, contribuindo na redução de custos ao produtor (Silva et al. 2015).

Ferreira e Aquila (2000) relatam que todas as plantas produzem metabólitos secundários, que podem variar em quantidade e qualidade de espécie para espécie. Desta forma, objetivou-se avaliar a atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de Chia sobre o desenvolvimento de aveia preta, azevém e nabo forrageiro.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAL

- Avaliar a alelopatia da Chia e seus efeitos em outras espécies de plantas;

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito alelopático da Chia na germinação de aveia preta, azevém e nabo.
- Avaliar o efeito de diferentes concentrações sobre o crescimento de outras espécies.
- Avaliar qual parte das plântulas foi mais afetada pelo efeito alelopático dos extratos de chia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CHIA (*Salvia hispanica* L.)

A Chia pertence à família Lamiaceae, é uma cultura muito antiga, de origem mexicana, empregada pelos Maias e Astecas como alimento para aumento da resistência física. Atualmente a Chia tem apresentado grande contribuição na indústria alimentícia devido à presença de seus componentes funcionais, tendo uso no enriquecimento de pães, bolos e derivados de cereais (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

Atualmente a Chia é cultivada especialmente no México, Bolívia, Argentina, Equador, Austrália e Guatemala, evidenciando que a espécie tem um grande potencial a ser cultivada em larga escala. Planta herbácea, anual, com 1 a 1,5 m de altura, talos quadrangulares, acanelados, com vilosidades, folhas opostas, pecioladas, serrilhadas e flores reunidas em espigas auxiliares ou terminais (TOSCO, 2004). Na maioria das variedades, suas flores são azuis, mas também são encontradas flores nas cores lilás e branca. Cada cálice da inflorescência possui quatro grãos, pequenos de forma oval, lisos, brilhantes de cor acinzentada ou branca com traços diferenciados. Sua semente é fonte natural de ácidos graxos ômega-3, fibras e proteínas, além de outros elementos nutricionais, como os antioxidantes.

A produção por hectare pode chegar até 3.000 kg, quando bem manejada (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014). A maioria da Chia cultivada é de sementes pretas, possuindo sementes ovais e, em geral, as sementes brancas são um pouco maiores do que as negras, sendo comprimento, largura e espessura valores de 2,11; 1,32 e 0,81 mm para sementes escuras e 2,15; 1,40 e 0,83 mm para sementes brancas, concomitantemente (SEGURA-CAMPOS et al., 2014).

O grão de Chia é tradicionalmente consumido no México, no sudoeste dos Estados Unidos e América do Sul, mas não é amplamente conhecido na Europa (SEGURA-CAMPOS et al., 2014). Espécie altamente funcional que recentemente tem despertado importância nutricional. No Brasil seu cultivo ainda é em pequenas

áreas se comparada a outras culturas, no Sudoeste do Paraná há plantações nas cidades de Chopinzinho e Renascença (GIARETTA, 2014).

Nos últimos anos, os alimentos funcionais ganharam mais atenção mundial, devido mudanças no padrão de consumo. A razão para esta mudança se deve ao maior número de pessoas que sofrem de doenças cardiovasculares, pressão arterial, obesidade, diabetes e entre outras. Comumente estas condições são devido ao estilo de vida sedentário e alimentações desequilibradas (ALI et al., 2012).

Muitos estudos estão sendo realizados para aumentar a funcionalidade de nutrientes na forma de suplementos alimentares. Os benefícios de alimentos funcionais quando consumidos na presença de ingredientes ativos e compostos presentes em plantas, depois de processadas tem sido pesquisados e adequados para o consumo humano (ALI et al., 2012).

Entretanto, a Chia apresenta-se como ingrediente com elevado potencial alimentar devido seus benefícios para a saúde, pois tem a capacidade de formar géis de alta viscosidade, retardando o trânsito intestinal, gerando a sensação de saciedade, ajudando na prevenção de doenças como: obesidade, câncer de cólon, diabetes e hipercolesterolemia (CAPITANI; NOLASCO; TOMÁS, 2013).

A Chia contem altos níveis de óleo, ácidos graxos poli-insaturados, tem alto valor de ômega-3, ácido alfa-linolênico e propriedades antioxidantes. Seu cultivo não é indicado apenas para as Américas, sendo estendido para outros locais como: Austrália e Sudeste da Ásia. Além disso, apresenta características atípicas da fonte de ômega-3 marinha, como sabor e cheiro. Isso revela a superioridade da semente de Chia contra outras fontes nutricionais (CAPITANI; NOLASCO; TOMÁS, 2013).

Possui cerca de 15% a 25% de proteína, 30% a 33% de gordura, elevado teor de fibra dietética sendo de 18% a 30%, além de minerais e vitaminas. Contém alta quantidade de antioxidantes.

3.2 ALELOPATIA

A alelopatia pode ser definida por fatores que geram interações entre as plantas. Aleloquímicos foram encontrados em diversos ecossistemas, considerando tipo de vegetação e condições ambientais. Além disto, existem diversos fatores que

contribuem para a toxidade e produção do aleloquímico, fazem parte a disponibilidade de nutrientes, umidade do solo e sua textura, radiação solar e temperatura (BLANCO, 2007).

Os compostos alelopáticos produzidos, podem ser benéficos ou maléficos de uma planta a outra, tanto em culturas como em plantas daninhas. Os compostos alelopáticos podem causar alterações nos índices de germinação, crescimento, função micorrizica, ataque de insetos, crescimento bacteriano, inibição da nitrificação e decomposição de materiais na sua proximidade (BLANCO, 2007).

A liberação destes compostos pode ser pela volatilização, lixiviação, exsudação, decomposição de resíduos e outros processos nos sistemas naturais ou agrícolas (FERGUSON; RATHINASABAPATHI; CHASE, 2013).

Os metabólitos secundários produzidos e liberados pelas plantas nem sempre se apresentam ativos na forma em que se encontram. Algumas vezes estes compostos precisam ser ativados, uma vez que são armazenados como produtos atóxicos, nas próprias células ou em seus vacúolos e, posteriormente, assumem a forma ativa para serem usados, quando necessários (ARALDI, 2011).

A inibição alelopática é complexa e pode envolver a interação de diferentes classes de produtos químicos, como: compostos fenólicos, flavonoides, alcaloides, terpenos, esteroides, hidratos de carbono e aminoácidos, com misturas de diferentes compostos. Logo, um composto único pode ter um efeito maior (FERGUSON; RATHINASABAPATHI; CHASE, 2013).

Estes compostos podem ser produzidos em diferentes partes de plantas, incluindo flores, folhas, serapilheira, caules, cascas, raízes, compostos lixiviados no solo e compostos derivados, podem ter essa atividade alelopática variando ao longo de um período de tempo e crescimento da espécie (FERGUSON; RATHINASABAPATHI; CHASE, 2013).

Produtos químicos ou aleloquímicos podem persistir durante longos períodos no solo, afetando plantas vizinhas e plantas sucessoras. Por se tratar de derivados de plantas, estes são mais biodegradáveis que os herbicidas tradicionais, por outro lado podem causar efeitos indesejáveis sobre espécies não visadas, necessitando de estudos ecológicos generalizados antes do uso (FERGUSON; RATHINASABAPATHI; CHASE, 2013). Substâncias químicas com atividade alelopática podem ser empregadas diretamente na formulação de bioherbicidas ou

serem modificadas, a fim de aumentar sua atividade biológica (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

A forma como os compostos alelopático atuam não é específica, sendo que cada composto afeta mais de uma função nos organismos que atingem e a intensidade do efeito é dependente da concentração do composto, da facilidade de translocação e da eficiência da sua degradação pela planta atingida (CASTRO et al., 2002 apud DE CONTI; FRANCO, 2011).

A alelopatia indica uma área de pesquisa de grande importância, a qual permite que substâncias de origem vegetal sejam utilizadas para o controle de plantas daninhas na agricultura, reduzindo ou extinguindo a contaminação do ambiente, preservando os recursos naturais e garantido oferecer produtos com melhor qualidade. Logo, propicia uma forma alternativa ecologicamente correta no cultivo de plantas para indústria de fitoterápicos (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Na agricultura outra forma onde a alelopatia pode ser explorada, é através da adubação verde, que apresenta vantagens clássicas, como proteção do solo, ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, entre outras. Para a aplicação desta técnica, é necessário conhecer especificamente as relações alelopáticas entre os adubos verdes e as plantas daninhas, sendo um dos fatores que podem auxiliar no planejamento da rotação/ sucessão de culturas (TEIXEIRA, ARAÚJO, CARVALHO, 2004).

Outro parâmetro utilizado para análise do efeito alelopático é a germinação, pois a quantificação experimental é muito simples (CATTELAN et al., 2007). Os efeitos de extratos vegetais sobre a germinação podem ser úteis para menor incidência de daninhas. Entretanto estes extratos também podem quebrar a dormência das sementes das plantas daninhas, facilitando um posterior controle químico (SOUZA; VIDAL; VIANI, 2002).

O estudo da atividade alelopática demonstrou que o extrato bruto das folhas de *Hyptis suaveolens*, da família Lamiaceae tem influência significativa no IVG tanto de *Lactuca sativa* quanto de *Brachiaria decumbens* (ALVES; SCHLIEWE, 2014). Em outro estudo, realizado por Rodrigues e Polo (2007), o óleo essencial de *Hyptis suaveolens*, nas concentrações testadas não exerceu alelopatia em sementes de alface, ao contrário da mucilagem que aparentemente possui algum efeito promotor sobre a germinação.

Segundo Souza Filho e Alves (2002), as substâncias químicas com atividade alelopática podem ser usadas diretamente na formulação de bioherbicidas ou serem transformadas, a fim de aumentar sua atividade biológica.

Em parte da sua composição a chia possui ácido α -linolênico, ácido graxo insaturado ômega-3(ω -3), beta-caroteno, tocoferol, ácido clorogénico, ácido caféico e flavonoides (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Compostos secundários produzidos e liberados pelas plantas, bactérias e fungos estão envolvidos numa variedade de processos ecológicos, dentre eles a alelopátia. Logo, uma das possíveis funções ecológicas, pois muitos dos metabólitos secundários são fitotóxicos, constituindo uma fonte relativamente pouco explorada de novos herbicidas (DIAS; DIAS, 2007).

Para o desenvolvimento de novos herbicidas, existe uma grande quantia de substâncias secundárias produzidas pelas plantas e microrganismos que fornecem uma surpreendente diversidade de estruturas químicas, as quais oferecem para produção de novos herbicidas, estimulantes ou reguladores de crescimento. Logo, substâncias secundárias derivadas das plantas podem fornecer fontes alternativas para a produção de herbicidas ambientalmente desejáveis, com novos sítios moleculares de ação (SOUZA FILHO; ALVES, 2002; DIAS; DIAS, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA

O experimento foi conduzido na estação experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no município de Dois Vizinhos-PR situada a 25° 42' 52" latitude S e 53° 03' 94" longitude W e altitude média de 509 metros.

4.2 PROCEDIMENTOS

O efeito alelopático foi avaliado no Laboratório de Análise de Sementes da UTFPR-DV. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo avaliadas 3 espécies: aveia preta, azevém e nabo, sob quatro diferentes concentrações dos extratos aquosos de Chia e água como testemunha.

As plantas de Chia foram cultivadas a campo até a formação das sementes e início da maturação, aproximadamente 110 dias após emergência (DAE), onde foi realizada a coleta das plantas, secagem e posterior preparo dos extratos. Foram coletadas as folhas com auxílio de uma tesoura, logo foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 60° C por 48 horas. Após foram moídas em moinho do tipo martelo com granulometria de aproximadamente 2 mm.

Em laboratório, os extratos foram preparados na concentração de 10% peso/volume, ou seja, 1000 ml de água destilada para 100 gramas de material elaborado a partir das folhas moídas. Dispostos em recipientes de vidro, a solução estoque foi deixada por 24 horas em temperatura ambiente. Após esse período a mesma foi filtrada, diluída e obtida as concentrações de 1; 2,5, 5 e 10% p/v de extratos aquosos. A germinação da aveia preta, azevém e nabo foi realizada sobre papel Germitest dispostos em caixas Gerbox. Foram utilizadas 25 sementes e adicionadas 10 ml de extrato por gerbox. A germinação foi realizada em câmara de crescimento (B.O.D.) a $\pm 24^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12/12 horas luz/escuro.

Após a germinação da primeira semente, foram realizados sete dias de avaliações, onde foram realizadas contagens do número de plantas germinadas, para estabelecer posteriormente o IVG e TMG. Ao final do período, foi avaliado a germinabilidade (%), o comprimento da radícula (cm) e da parte aérea (cm). O comprimento da radícula e do hipocótilo foram determinados pela medida de 15 plântulas por unidade experimental. Posteriormente a radícula e o hipocótilo foram separados e secos em estufa a 60° C para determinação do peso seco.

Os valores de germinação, após avaliação de homocedasticidade, foram transformados por arco seno $\sqrt{x}/100$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de significância a 5% de probabilidade de erro. As análises foram efetuadas com auxílio do programa SAS (SAS inst. Inc., Cary, NC) e comparação de médias utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No trabalho realizado, em análise a Tabela 1, percebe-se que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para as variáveis índice velocidade de germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), germinação (%) e tempo médio de germinação (TMG) da aveia preta em função das diferentes concentrações testadas. De acordo com Aquila (2000), o efeito alelopático negativo é mais elevado sobre a fase de plântula do que sobre a germinação, pois este último utiliza reservas da própria semente, estando menos suscetível a metabólitos com potenciais efeitos inibitórios.

As folhas da Chia são ricas em óleos voláteis, estes ficam localizados nos pelos glandulares (SIMÕES et al., 2007). Atuam como repelentes aos insetos, logo contribuem na redução do uso de produtos químicos na proteção dos cultivos (POZO, 2010). Segundo Simões et al. (2007) a presença de óleos voláteis foi relatada em *Salvia leucophylla*, espécie pertencente ao mesmo gênero da chia.

Estes óleos voláteis ocasionaram efeitos alelopáticos inibindo o surgimento de outras plantas em torno desta espécie. Além disso, estudos apontaram que terpenos voláteis, tais como 1,8-cineol e cânfora foram responsáveis pelo efeito inibitório nesta espécie (HARBORNE, 1993). Ferreira e Borghetti (2004) mostram que a maioria das substâncias conhecidas por aleloquímicos, provém do metabolismo secundário e são liberadas para o meio por volatilização.

Desta forma, a ausência do fenômeno de alelopatia pode ter ocorrido por não haver mais compostos alelopáticos, pois estes provavelmente volatilizaram no momento da secagem, e pelo uso de altas temperaturas (60 °C). Rodrigues et al. 2011, concluíram que o método de secagem mais indicada é a estufa de ventilação forçada, por causar menores danos às folhas e ter menor influência sobre a degradação dos princípios secundários.

Entretanto, Pelegrini e Cruz-Silva (2012), utilizando extratos aquosos de folhas frescas do Falso-boldo, espécie da mesma família botânica da Sálvia, observaram que não houve efeito alelopático sobre a germinação de sementes de alface em concentrações menores que 30%.

Para o IVG, não houve diferença entre as concentrações de extratos aquosos utilizados. Sartor et al., (2009) relatam que substâncias presentes na acícula verde de *Pinus* também diminuem a velocidade de germinação da *Avena strigosa*.

A MS da aveia preta não sofreu influência das diferentes concentrações de extrato aquoso, tanto para comprimento da PA (cm), como para massa da matéria seca. Schneider e Cruz-Silva (2012) referem que o extrato preparado pela trituração da parte aérea do nabo forrageiro alterou o desenvolvimento da aveia preta onde inibiu o número de folhas, demonstrando que estas variáveis para aveia podem sofrer reduções por alelopatia de outras plantas.

O SR não sofreu alterações devido ao extrato de chia, em nenhuma das concentrações testadas. Para Sartor et al. (2009) a germinação, o comprimento de radícula e de epicótilo e a velocidade de germinação de *Avena strigosa* são comprometidos quando cultivadas na presença de extrato aquoso de acícula verde de *Pinus taeda*, sobretudo nas maiores concentrações do extrato.

Sartor et al. (2009) relatam que a germinação e o desenvolvimento das plântulas de aveia preta foram comprometidos com o aumento da concentração do extrato bruto da acícula verde do *Pinus taeda*.

Tabela 1. Índice de velocidade de Germinação (IVG), Germinação (%), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca do sistema radicular (MSR) e Tempo Médio de Germinação (TMG) de aveia preta submetido a diferentes extratos de Chia. UTFPR-DV, 2016.

| Extrato | Variáveis | | | | | | |
|---------|-----------|----------------|-----------|----------|---------|---------|---------------------------|
| | IVG | Germinação (%) | MSPA (mg) | MSR (mg) | PA (cm) | SR (cm) | TMG (dias ⁻¹) |
| 0,0% | 7,25 ns | 98 ns | 3,95 ns | 1,67 ns | 7,78 ns | 8,09 ns | 4,48 ns |
| 1,25% | 7,73 | 95 | 4,48 | 2,15 | 11,31 | 7,26 | 3,89 |
| 2,5% | 7,07 | 87 | 4,38 | 2,02 | 10,75 | 6,55 | 3,83 |
| 5,0% | 6,58 | 86 | 4,14 | 1,89 | 10,13 | 6,48 | 3,66 |
| 10,0% | 5,78 | 82 | 3,94 | 1,84 | 8,45 | 6,00 | 3,56 |
| CV % | 15,99 | 10,72 | 10,72 | 21,23 | 20,42 | 42,31 | 12,36 |

CV=coeficiente de variação. ns= não significativo

A intensidade do efeito alelopático gerado pelos extratos aquosos está inteiramente relacionada à espécie, depende do tipo de tecido do qual foram extraídos e da concentração de aleloquímicos (WU et al., 2009). Podendo ser diferentes entre espécies arbóreas e proporcionar variação de ação no grupo vegetal (SARTOR et al., 2015). Formagio et al. (2014) demonstram que a presença do efeito

alelopático em plantas condimentares, ornamentais e medicinais pode assumir um grande valor para o sistema de cultivo destas, especialmente no que diz respeito a interferências entre espécies e o potencial de aproveitamento no controle de invasoras.

O IVG do azevém (Tabela 2) não foi alterado com a exposição aos extratos da Chia. Quanto maior o IVG, maior é o vigor das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A MSPA, da mesma forma que IVG, não sofreu alterações, tanto para comprimento como para massa da matéria seca.

Tabela 2. Índice de velocidade de Germinação (IVG), Germinação (%), Parte seca da parte aérea (MSPA), Massa seca do sistema Radicular (MSR), e Tempo Médio de Germinação (TMG) de azevém submetido a diferentes extratos de Chia. UTFPR-DV, 2016.

| Extrato | Variáveis | | | | | | |
|---------|-----------|----------------|-----------|----------|---------|---------|---------------------------|
| | IVG | Germinação (%) | MSPA (mg) | MSR (mg) | PA (cm) | SR (cm) | TMG (dias ⁻¹) |
| 0,0% | 8,65 ns | 93 ns | 0,62 ns | 1,46 ab | 7,08 ns | 8,73 a | 1,36 ns |
| 1,25% | 7,53 | 85 | 0,68 | 1,47 ab | 7,83 | 6,80 b | 1,58 |
| 2,5% | 7,57 | 80 | 0,80 | 1,46 ab | 6,45 | 6,86 b | 1,21 |
| 5,0% | 7,08 | 82 | 0,73 | 1,26 b | 6,72 | 6,02 b | 1,63 |
| 10,0% | 8,14 | 87 | 0,74 | 1,58 a | 6,34 | 6,03 b | 1,43 |
| CV % | 10,26 | 9,15 | 17,52 | 7,40 | 10,14 | 11,11 | 19,23 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância na coluna. CV=coeficiente de variação. ns= não significativo

Ainda na Tabela 2, nota-se que apenas o SR (cm) apresentou diferenças, conforme aumento da concentração do extrato de chia. Houve redução no comprimento das raízes conforme o aumento na concentração dos extratos e redução de aproximadamente 13% na matéria seca produzida do azevém na concentração a 5%, em relação ao tratamento controle. Logo Hagemann et al. (2010) utilizando extratos aquosos de diversas cultivares de aveia sobre azevém e leiteiro em quatro concentrações de extrato verificaram resposta negativa do comprimento da radícula de ambas as plantas daninhas a partir do extrato de 2,5%.

O desenvolvimento das plântulas, principalmente o comprimento da raiz, se mostra mais sensível aos aleloquímicos, pois essas substâncias levam a formação irregular das plântulas, resultando em necroses, um dos sinais mais corriqueiros em ensaios de alelopatia (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Em relação à germinação, Teixeira e Bonfim (2014), obtiveram resultados inversos, onde em análise aos extratos de *Cymbopogon citratus* e *Lavandula angustifolia*, preparados na forma de infusão, pois os mesmos atuaram diminuindo o

vigor, o que indicou interferência desses tratamentos na germinação das sementes de alface. Hagemann et al. (2010) evidenciam redução da germinação do azevém submetido ao extrato de aveia preta com o aumento das concentrações do extrato.

Para o nabo forrageiro (Tabela 3), o IVG mostrou resultados distintos a partir da concentração de 2,5% de extrato, pode-se observar maior sensibilidade à ação das maiores concentrações dos extratos de chia.

Comparado às gramíneas, o nabo mostrou ser mais sensível as concentrações de extrato aquoso da chia. Na germinação, há diferenças a partir de 5% de concentração. Na concentração a 10% de extrato de chia, a germinação apresentou redução de cerca de 10% em relação à testemunha. Resultados similares foram observados por Borella et al. (2012), utilizando extratos de *Piper mikianium* sobre a germinação das sementes de rabanete, espécie esta da mesma família do nabo, onde verificaram redução do número de sementes germinadas, sendo esta resposta proporcional ao aumento.

Tabela 3. Índice de velocidade de Germinação (IVG), Germinação (%), Massa seca da parte Aérea (MSPA), Massa seca do sistema Radicular (MSR), germinação (%) e Tempo Médio de Germinação (TMG) de nabo forrageiro submetido a diferentes extratos de Chia. UTFPR-DV, 2016.

| Extrato | Variáveis | | | | | | |
|---------|-----------|----------------|-----------|----------|---------|---------|---------------------------|
| | IVG | Germinação (%) | MSPA (mg) | MSR (mg) | PA (cm) | SR (cm) | TMG (dias ⁻¹) |
| 0,0% | 11,38 ab | 94 a | 7,59 ns | 0,88 ns | 7,53 ns | 7,89 a | 2,20 ns |
| 1,25% | 10,90 ab | 91 a | 7,28 | 0,97 | 7,80 | 5,60 ab | 2,46 |
| 2,5% | 11,83 a | 95 a | 8,67 | 1,07 | 9,74 | 6,86 ab | 2,39 |
| 5,0% | 7,78 c | 75 b | 8,23 | 1,30 | 8,22 | 5,23 b | 2,26 |
| 10,0% | 9,42 bc | 84 ab | 7,49 | 1,04 | 9,87 | 5,48 b | 2,46 |
| CV % | 10,16 | 7,37 | 9,01 | 24,99 | 26,56 | 17,38 | 8,74 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância na coluna. CV=coeficiente de variação. ns= não significativo

Em um estudo com alelopatia, Borella, Martinazzo e Aumonde (2011) revelam que para o IVG os resultados são significativos, onde as plantas de rabanete foram afetadas pelos extratos de *Schinus molle* L, tal justificativa se dá devido à redução do número de sementes de rabanete germinadas por dia em relação ao controle, sendo relação dose dependente.

Vários outros trabalhos relatam efeito da alelopatia de extratos sobre o IVG de sementes. Para Bonfim et al. (2011) diferenças significativas foram encontradas nas concentrações do extrato aquoso de hortelã para IVG e Germinação (%) de *Plantago major* L. Maia et al. (2011) observaram que os extratos aquosos de

manjeriço, espécie da mesma família da chia, apresentaram efeito inibitório para o IVG de sementes de tomate.

Rosa et al. (2013), mostram que provavelmente devido ao fato de não apresentar síntese de compostos químicos danosos ao desenvolvimento das sementes e plântulas de rabanete, o IVG não sofreu alterações com a exposição ao extrato de espécies de *Salix*.

Na germinação, a testemunha apresentou valor de 94%, enquanto que o tratamento com Chia na maior concentração apresentou 84%, não apresentando distinção estatística, porém houve tendência a uma redução de 10%. (Tabela 3). Isto indica que os constituintes presentes na solução aquosa destes extratos, até essa concentração, não foram fitotóxicos para as sementes de nabo. Alguns compostos têm atividade alelopática inibitória em altas concentrações, mas, em menores, podem não incitar o mesmo processo (GATTI et al., 2004).

Borella, Martinazzo e Aumonde (2011) relatam que a porcentagem de germinação das sementes de rabanete foi restringida significativamente pelos extratos de *Schinus molle* L nos tratamentos 4 e 8%, sendo proporcional ao aumento da concentração dos extratos. Estes mesmos autores, evidenciam que todas as concentrações testadas de *Schinus molle* dificultaram a germinação das sementes de rabanete, logo os efeitos inibitórios foram proporcionais ao aumento da concentração dos extratos. Machado Souza et al. (2005), mostram uma diminuição na germinação das sementes de alface em contato com o extrato do *Cymbopogon citratus* (67,5%), este produz metabólitos secundários como o geraniol, citral, e diterpenos com funções ecológicas conhecidas como inibidores de germinação e, frequentemente apresentam toxicidade elevada sendo geralmente dose dependente.

A MS do nabo não sofreu alterações com o aumento da concentração dos extratos de chia. Segundo Rigon et al. (2014) em trabalho realizado, concluíram que os extratos de folha e caule de canola cv. Hyola 61 inibem a germinação e o desenvolvimento de Picão-Preto e Nabo. A concentração a 5% foi a que de modo geral mais influenciou a redução de algumas das variáveis testadas do azevém e nabo.

Para o comprimento do SR do nabo, pode se notar que conforme o aumento na concentração do extrato, maiores os efeitos na redução do comprimento. Para a concentração de 5% este resultado pode ser visualizado de forma mais clara.

Para Borella, Martinazzo e Aumonde (2011), os extratos aquosos de folhas de *S. molle* provocam alterações no tamanho das plântulas de rabanete. Logo provocaram redução no SR desta cultura, pois os efeitos inibitórios foram equivalentes ao aumento da concentração dos extratos utilizados, em relação ao controle.

Segundo Khanh et al. (2006) relatam que os extratos de folhas de *Passiflora edulis* reduziram significativamente o SR e da PA de plântulas de rabanete.

As raízes são mais sensíveis aos conteúdos presentes nos extratos quando confrontadas com outras partes da plântula (CHON; COUTTS; NELSON, 2000).

Vale salientar que perante a variedade da ação dos compostos secundários, principalmente na ação alelopática, os aleloquímicos podem ser considerados como contribuintes para elaboração de herbicidas naturais ou de estimulantes para o crescimento de algumas plantas (Gatti et al., 2004).

6 CONCLUSÃO

Os extratos aquosos das folhas de Chia não influenciaram na germinação e desenvolvimento inicial da aveia preta. Entretanto, reduziram o sistema radicular (cm) do azevém. Para o nabo forrageiro, influenciaram seu índice de velocidade de germinação, sistema radicular e germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, N. M. et al. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. Review Article. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, p.9, 2012.

ALVES, E. M; SCHLIEWE, M. Alelopátia de *Hyptis suaveolens* *poit.*(Lamiaceae). Contra *Uruchloa decumbens* stapf. (POACEAE). 8º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica. **Anais...** Instituto Federal de Goiás. Itumbiara, Goiás, 2014.

AQUILA, M.E.A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia, Série Botânica**, n. 53, p. 51-66, 2000.

ARALDI, D. B. **Interferência alelopática de extratos de *Hovenia dulcis* Thunb. na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.** 2011. 208f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.

BLANCO, J A. The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models. **Ecological Modelling**, v.209, p. 65–77, 2007.

BONFIM, F.P.G. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos de *Melissa officinalis* L. e *Mentha x villosa* L. na germinação e vigor de sementes de *Plantago major* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, p.564-568, 2011.

BORELLA, J. et al. Respostas na germinação e no crescimento inicial de rabanete sob ação de extrato aquoso de *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, p. 415-420, 2012.

BORELLA, J; MARTINAZZO, E.G.; AUMONDE, T.Z. Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.3, p.398-404, 2011.

CAPITANI, M. I.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M C. Effect of Mucilage Extraction on the Functional Properties of Chia Meals. In: Food Industry. Innocenzo Muzzalupo, 758p, 2013.

CATTELAN, L V. et al. Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de Diferentes Espécies de *Plantago* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.210-212, 2007.

CHON, S.U.; COUTTS, J.H.; NELSON, C.J. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, v.92, p.715-720. 2000.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 259-268, 2014.

DE CONTI, D; FRANCO, E. T.H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.17, n.2-4, p.193-203, 2011.

DIAS, L.S.; DIAS, A.S. Metabolitos secundários como fontes de bioherbicidas: situação actual e perspectivas. **Revista de Ciências agrárias**. v.30 n.1. 2007.

FERGUSON, J. J.; RATHINASABAPATHI, B; CHASE, C. A. Allelopathy: How Plants Suppress Other Plants. 2013. Acesso em: 11 abr 2017 Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>

FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 323p

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

FORMAGIO, A.S.N. et al. Potencial alelopático e antioxidante de extratos vegetais. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 629-638, 2014.

GATTI, A. B. et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae*. Kuntze na germinação e no crescimento de L. e L. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n. 3, p. 459-472, 2004.

GIARETTA, D. **Produção de farinha de kinako a partir de variedade de soja brs 257 e desenvolvimento e caracterização de pão de forma com kinako e chia**

(salvia hispânica). 2014. 134f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

HAGEMANN, T. R. et al. ; Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia**, v.69, n.3, p.509-518, 2010.

HARBORNE, J.B. **Ecological biochemistry**. 4. ed. London: Academic. 1993. 318 p.

HERNÁNDEZ, L. M. **Mucilage from chia seeds (salvia hispanica): Microestructure, physico-chemical characterization and applications in food industry**. 2012. 120f. Tese - (Doutorado em Engenharia da Ciência), Pontificia Universidad Catolica de Chile. Escuela de Ingenieria. Santiago de Chile, 2012.

KHANH, T.D. et al. Weed suppression by *Passiflora edulis* and its potential Allelochemicals. **Weed Research Society**, v.46, p.296–303, 2006.

MAIA, J.T.L.S. et al. Influência alelopática de hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.3, p.253-257, 2011.

MACHADO SOUZA, S. A. et al. Utilização de sementes de alface e rúcula como ensaios biológicos para avaliação citotóxica e efeito alelopático de extratos aquosos. **Revista Biologia e Ciências da Terra**. 2005.

MIGLIAVACCA, R.A. et al. O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, p.161-179, 2014.

PELEGRINI, L.L.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Variação sazonal na alelopátia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 2, p. 376-382, 2012.

POZO, S.A.P. **Alternativas para el control químico de malezas anuales en el cultivo de la Chía (Salvia hispánica) en la Granja Ecaa, provincia de Imbabura**. 2010. 113p. Tesis (Ingeniera Agropecuaria). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2010.

RIGON, C. A. G. et al. Germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e nabo forrageiro submetidos a extratos de canola. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.8, n.2, p.25-28, 2014.

RODRIGUES, A. C.; POLO, M. Produção de óleo essencial em ecotipos diferentes e efeito alelopático do óleo e da mucilagem de *hyptis suaveolens* (lamiaceae) in: 15º Simposio Internacional de Iniciação Científica. **Anais...** Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2007.

RODRIGUES, T.S. et al. Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthus barbatus* (boldo-da-terra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, p.587-590, 2011.

ROSA, J. M. et al. Efeito alelopático de *Salix* spp. sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Raphanus sativus* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v. 12, n. 3, p. 255-263, 2013.

SARTOR, L. R. et al. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1653-1659, 2009.

SARTOR, L.R. et al. Alelopatia de acículas de pinus na germinação e desenvolvimento de plântulas de milho, picão preto e alface. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 470-480, 2015.

SCHNEIDER, T.C.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Potencial alelopático do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), **Revista Thêma et Scientia**, v.2 n.1 p.151-156, 2012.

SEGURA-CAMPOS, M. R. et al. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil. **Agricultural Sciences**, v.5, n.3, p.220-226, 2014.

SILVA, L. R. et al. Alelopatia de espécies da família Lamiaceae sobre o desenvolvimento de alface. **Cultivando o Saber**, v.8, n.1, p. 59-73, 2015.

SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS; Florianópolis: Ed. UFSC. 2007. 1104p.

SOUZA FILHO, A. P. S., ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 206 p.2002.

SOUZA, J. R.P.; VIDAL, L. H.I.; VIANI, R. A.G. Ação de extratos aquoso e etanólico de espécies vegetais na germinação de sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, n. 2, p. 197-202, 2002.

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

TEIXEIRA, D.A.; BONFIM, F.P. G.. Efeito alelopático de melissa, capim-cidreira, lavanda e alecrim na germinação e vigor de sementes de alface. **Biotemas**, v. 27, n. 4, p. 37-42, 2014.

TOSCO, G. Os benefícios da “chia” em humanos e animais. **Atualidades Ornitológicas**, n. 119, p.7, 2004.

WU, A.P. et al. Differential belowground allelopathic effects of leaf and root of *Mikania micrantha*. **Trees Structure and Function**, v. 23, n. 1, p. 11-17, 2009.