

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA
FAMILIAR

Dissertação



Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.

Diônvera Coelho da Silva

Pelotas, 2017.

Diônvera Coelho da Silva

Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Carlos Rogério Mauch

Co-Orientador: Dra. Caroline Jácome Costa

Pelotas, 2017.

Diônvera Coelho da Silva

Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 22 de Agosto de 2017.

Banca examinadora:

Dr. Carlos Rogério Mauch (Orientador)

Doutorado em Agronomia pelo Universidad Politécnica de Valencia

Dr. Márcio Paim Mariot

Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dr^a. Patrícia Martins da Silva

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

As minhas avós Ana Coelho (in memoria) e Zilar Lacerda, aos meus pais Vera Coelho e Dionçom da Silva (in memoria) e as minhas irmãs Diônera Coelho e Meiler Coelho, meus maiores exemplos de amor e resiliência.
Dedico

AGRADECIMENTOS

Os meus ancestrais têm mais importância do que os títulos que eu conquistei Wade Nobles. Gratidão à todos aqueles que me ensinaram a persistir, e crer numa realidade mais justa para nós negros.

Minha profunda gratidão, ao coração verde, e a essa luz amiga que sempre guiou-me aos caminhos mais belos e floridos, e que permitiu que eu pudesse enfrentar as calçadas emburacadas da vida com luta e humildade...

Gratidão a minha vó Ana (in memoria) que não sabe ler, mas que certamente me ensinou as lições mais preciosas da minha vida, coisas que a academia não transmite, te agradeço vó por me inspirar a levar ternura e teimosia por minhas andanças...

Gratidão a minha vó Zilar, pelo aprendizado diário, por sua fé e orações, pelo exemplo de generosidade e dedicação...

A minha mãe Vera Coelho, que sempre acreditou no meu potencial quanto Agrônoma de sucesso, realmente eu fui mãe, fui por você... Devo tudo a você, gratidão por sempre ter me ajudado...

Ao meu pai (in memoria) por ter feito o que pôde por mim, por ter me ensinado a ser uma pessoa alegre, a cada sorriso sempre haverá um pouco de ti, e aonde estiveres saiba que continuo a caminhar pensando em ti...

As minhas irmãs Meiler e Diônera da Silva, sei que não foi fácil aguentar meus pedidos de silêncio, entender meus surtos, a minha necessidade de me dedicar ao trabalho e ao estudo, sei que em diversos momentos não consegui ser o que vocês esperavam de mim, mas podem ter certeza que todas as sementes que plantei foi pensando nos frutos que um dia terei a chance de dividir com vocês.

As minhas tias e tios Maria Helena Coelho, Sandra Coelho, Elione da Silva, Berenice da Silva, Vera Sodré, Joaquim Coelho, Márcio da Silva, Jauri Medeiros e Paulo Sodré, Gratidão pelo incentivo e carinho.

Aos meus dindos Walter e Cátia da Silva, gratidão pelas palavras amorosas que fizeram-me olhar o mundo com mais leveza e doçura.

As minhas amigas Darilene Tyska, Vanessa Martins e Cleunice Farias pelos momentos de descontração, pelas palavras de incentivo, pela sinceridade, pela paciência, carinho e torcida para que eu conseguisse sonhar e ir adiante.

Ao querido Amigo Alessandro Flores por ouvir todas as indagações a cerca das dificuldades que enfrentei dentro e fora da universidade, sempre indicando vários textos e me auxiliando a entender a importância de continuar lutando.

As colegas e amigas de Mestrado Sheila Ávila, Daniela Hohn, Fabiane Gomes, pelo auxílio em algumas fases do experimento, pela troca de ideias, pelo carinho e confiança.

As companheiras de laboratório da Embrapa e da bioquímica - UFPEL Renata Ungareth, Ísis Goulart, Suzana em especial a Angelita Celente e Kassia Cocco que me ensinaram a fazer diversas análises, e contribuíram de forma edificante com o meu trabalho, à todas gratidão por terem me acolhido e dividido comigo o ambiente de forma divertida e amorosa.

Ao professor Luciano do Amarante que permitiu que algumas análises bioquímicas fossem realizadas no laboratório o qual é o responsável, além disso também foi importante para o “escurecimento” de diversas dúvidas, muito obrigada.

Gratidão ao professor Márcio Mariot, por permitir que a coleta das plantas utilizadas no estudo fossem realizadas no horto de plantas medicinais do IFSUL-CAVG.

A todos professores que participaram da minha vida acadêmica e que foram queridos e isentos de preconceitos o meu enorme agradecimento.

Aos amigos mais psicolindos deste planeta, Ana Rocha, Cláudia da Silveira, Claudir Belini, Sharon Lopes, Jackson Cardoso, Uilames Lazaro e Melissa Domingues agradeço pela torcida e incentivo, pelas risadas e muita união nesta jornada, e por exercerem da forma mais plena possível a palavra empatia...

Ao meu psicólogo Moisés Rodrigues pela paciência e dedicação destes longos anos de terapia, tenho certeza que tu faz muito mais que poderia fazer, e é por isso que tu continua sendo esta pessoa a qual eu deposito imensa admiração e confiança...

Ao meu orientador Carlos Mauch, alguém que se tornou um amigo a quem sempre pude contar, obrigada pela sinceridade e parceria destes dois anos, aprendi muito com você, tua humildade, gentileza e senso de justiça é algo raro na academia e nas pessoas, algo bonito e emocionante de presenciar.

A minha co-orientadora Caroline Costa, foi meu anjo e também amiga, tenho imenso respeito por você, obrigada pela dedicação e carinho que tiveste comigo e com a minha pesquisa, sempre me dando dicas valiosas para o sucesso da mesma, por ter me acolhido na Embrapa e permitido o desenvolvimento do meu trabalho.

Agradeço a todos os quais eu não citei, mas que em algum momento da minha vida foram importantes para o meu crescimento profissional e pessoal.

À Capes pela Concessão de bolsa.

Gratidão!

Aquelas de nós que estão fora do círculo da definição desta sociedade de mulheres aceitáveis, aquelas de nós que foram forjadas no calvário da diferença — aquelas de nós que são pobres, que são lésbicas, que são negras, que são mais velhas — sabem que sobrevivência não é uma habilidade acadêmica. É aprender como estar sozinha, impopular e às vezes injuriada, e como criar causa comum com aquelas outras que se identificam como fora das estruturas a fim de definir e buscar um mundo no qual todas nós possamos florescer. É aprender como pegar nossas diferenças e transformá-las em forças. Pois as ferramentas do mestre não irão dismantelar a casa do mestre. Elas podem nos permitir temporariamente a ganhar dele em seu jogo, mas elas nunca vão nos possibilitar a causar mudança genuína. E este fato é somente ameaçador àquelas mulheres que ainda definem a casa do mestre como a única fonte de apoio delas.

Audre Lorde

Resumo

SILVA, Diônvera Coelho da. **Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de e plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.** 2017. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L. Para a determinação do potencial alelopático das plantas mil-folhas (*Achillea millefolium* L.) e capim-cidrão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf), foram instalados bioensaios em laboratório e em casa de vegetação. Os tratamentos foram extrato aquoso das diferentes partes vegetais de *A. millefolium* L. e *C. citratus* L. nas concentrações de 0% (água destilada), 15%, 30%, 45%, 60% e 75%. Foram avaliados germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e raiz primária, massa seca total de plântulas, emergência de plântulas, comprimento de parte aérea e de raiz primária e massa seca total das plântulas emergidas. Houve ação alelopática negativa dos extratos de capim-cidrão e das flores de mil-folhas sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface em condições de laboratório. Houve efeito alelopático negativo na primeira contagem da germinação, no índice de velocidade de germinação e na germinação em sementes de alface com o uso do extrato de folha mil-folhas, em condições de laboratório. Os extratos aquosos de flores, folhas e raiz de mil-folhas apresentaram efeito tóxico para a primeira contagem da germinação de sementes de pepino, sendo que o índice de velocidade da germinação foi mais afetado pelos extratos das flores e folhas de mil-folhas, em condições de laboratório. Houve efeito alelopático para o comprimento da parte aérea e massa fresca de plântulas de pepino submetidas aos extratos de flores e folhas de mil-folhas, em condições de laboratório. Houve efeito alelopático significativo no desenvolvimento da raiz das sementes de pepino submetidas aos extratos de folhas de mil-folhas, em condições de laboratório. A primeira contagem da germinação, a germinação, a emergência de plântulas, o comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de alface não foram afetados pelo extrato de raiz de mil-folhas, em condições de ambiente protegido. O extrato de capim-cidrão afetou negativamente o índice de velocidade de emergência, a massa fresca e seca de plântulas de alface, em condições de ambiente protegido. O extrato do caule de mil-folhas apresentou efeito prejudicial para o comprimento da raiz de plântulas de alface, em condições de ambiente protegido. O extrato de flores de mil-folhas afetou negativamente o comprimento da raiz das plântulas de alface, nas concentrações 15, 30 e 45% e a massa seca em todas as concentrações testadas, em condições de ambiente protegido.

Palavras-chave: alelopatia, compostos secundários, métodos alternativos.

Abstract

SILVA, Diônvera Coelho da. **Allelopathic activity of different plant parts of *Achillea millefolium* L. and *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf on seed germination and early development of *Lactuca sativa* L. and *Cucumis sativus* L.** 2017. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the allelopathic activity of different plant parts of *Achillea millefolium* L. and *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf on the germination and initial development of seeds and seedlings of *Lactuca sativa* L. and *Cucumis sativus* L. (*Achillea millefolium* L.) and citrus (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf), bioassays were installed in the laboratory and in greenhouse. The treatments were aqueous extract of the different plant parts of *A. millefolium* L. and *C. citratus* L. at the concentrations of 0% (distilled water), 15%, 30%, 45%, 60% and 75%. Germination, first germination count, germination speed index, shoot length and primary root length, total dry mass of seedlings, seedling emergence, shoot length and primary root length, and total dry mass of emerged seedlings were evaluated. There was a negative allelopathic action of extracts of citrus grass and thousand-leaf flowers on germination and initial development of lettuce seedlings under laboratory conditions. There was a negative allelopathic effect on the first germination count, the germination speed index and the germination in lettuce seeds with the use of the 1000 leaf extract under laboratory conditions. The aqueous extracts of flowers, leaves and root of thousand leaves had toxic effect for the first count of the germination of cucumber seeds, and the speed index of the germination was more affected by the extracts of the flowers and leaves of thousand leaves, in conditions. There was allelopathic effect for shoot length and fresh mass of cucumber seedlings submitted to flower extracts and leaves of mille leaves under laboratory conditions. There was a significant allelopathic effect in the development of the root of the cucumber seeds submitted to extracts of leaves of thousand leaves, under laboratory conditions. The first count of germination, germination, seedling emergence, shoot length and root lettuce seedlings were not affected by wild-type root extract under protected environment conditions. The extracts of citrus grass negatively affected the emergence speed index, the fresh and dry mass of lettuce seedlings, under protected environment conditions. The extract of the thousand-leaf stem showed a detrimental effect on the root length of lettuce seedlings under protected environment conditions. Milk leaf extract negatively affected the root length of lettuce seedlings at 15, 30 and 45% concentrations and the dry mass at all concentrations tested under protected environment conditions.

Keywords: allelopathy, secondary compounds, alternative methods.

Lista de Figuras

Figura 1 Plantas de <i>Achillea millefolium</i> L. Pelotas, dezembro, 2015.....	42
Figura 2 Planta de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf. Pelotas, fevereiro, 2016.....	43
Figura 3 Primeira contagem da germinação (%) (A), germinação (%) (B) e índice de velocidade de germinação (IVG) (C) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>). UFPel/RS, 2016/17.	61
Figura 4 Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) e seca (D) (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>). UFPel/RS, 2016/17.....	62
Figura 5 Primeira contagem da germinação (%) (A) e índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de sementes de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>). UFPel/RS, 2016/17.....	71
Figura 6 Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) (mg) de plântulas de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>). UFPel/RS, 2016/17.....	72
Figura 7 Primeira contagem da germinação (%) (A), germinação (%) (B) e índice de velocidade de emergência (IVE) (C) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>), em casa de vegetação. UFPel/RS, 2016/17. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).....	81
Figura 8 Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) e seca (D) (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>), em casa de vegetação. UFPel/RS, 2016/17. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).....	82

Lista de Tabelas

Tabela 1 Primeira contagem da germinação (%), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e extratos de caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>).UFPel/RS, 2016/17.....	52
Tabela 2 Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca e seca (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>).UFPel/RS, 2016/17.....	55
Tabela 3 Germinação (%) e massa seca (mg) de plântulas de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CC (<i>Cymbopogon citratus</i>), e extratos de caule, flores, folhas e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>).UFPel/RS, 2016/17.....	65
Tabela4 Primeira contagem da germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>).UFPel/RS, 2016/17.....	69
Tabela 5 Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca (mg) de plântulas de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>).UFPel/RS, 2016/17.....	76
Tabela 6 Primeira contagem da germinação (%), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>), em casa de vegetação.UFPel/RS, 2016/17.....	79
Tabela 7 Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca e seca (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (<i>Cymbopogon citratus</i>), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (<i>Achillea millefolium</i>), em casa de vegetação.UFPel/RS, 2016/17.	80

Sumário

Introdução.....	15
Revisão de Literatura.....	18
1.Agricultura convencional.....	18
2.O uso de agrotóxicos na agricultura Brasileira.....	22
3.Conceitos e abordagens distintas: Planta daninha ou planta espontânea.....	27
4.Manejo convencional de plantas espontâneas: a Resistência de plantas, um problema previsto.....	33
5.Alelopatia.....	35
6.Espécies indicadoras.....	38
7.Espécies Doadoras.....	41
7.1. <i>Achillea millefolium</i> L.....	41
7.2. <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.....	42
3 Material e métodos.....	44
8. Local de realização do experimento.....	44
9.Local de coleta das plantas bioativas.....	45
10.Obtenção do extrato aquoso.....	45
11.Bioensaios.....	46
11.1.Bioensaio em laboratório.....	46
11.2.Bioensaio em casa de vegetação.....	47
12. Análises estatísticas.....	48
4 Resultados e Discussão.....	49
13.Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de <i>Achillea millefolium</i> L. e <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L. em laboratório.....	49
14 Potencial alelopático de diferentes partes vegetais de <i>Achillea millefolium</i> L. e <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de <i>Cucumis sativus</i> L. em laboratório....	63
15Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de <i>Achillea millefolium</i> L. e <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o	

desenvolvimento inicial de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L. em ambiente protegido.	73
16.Considerações Finais.....	83
Referências.....	85

Introdução

O aumento visível da degradação ambiental está levando a agricultura convencional a dar os seus primeiros sinais de fracasso, devido, principalmente, à forma intensiva de cultivo. As atividades agrícolas deste modelo têm levado à degradação ambiental, assim pode-se citar, a erosão, o desmatamento, a utilização inadequada de insumos (corretivos, fertilizantes e agrotóxicos), o uso ineficiente da água e lançamento de resíduos tóxicos como consequências deste modo de produzir alimentos (SANTANA, 2005). Contudo, muitas mudanças começam a acontecer, principalmente em relação às exigências dos consumidores, que agora lançam um olhar mais crítico a cerca da agricultura, buscando, assim, uma alimentação mais saudável que englobe os aspectos sociais e ambientais.

Conforme Brasil (2015a), entre os anos de 2014 e 2015, o volume de produtos orgânicos no Brasil cresceu 51,7%. Este fato teve influência a partir da criação da Política Nacional de Agroecologia e Agricultura Orgânica (PLANAPO), cujo objetivo é ampliar e fortalecer a produção, manipulação e processamento de produtos orgânicos e de base agroecológica, em que o público principal são os agricultores/as familiares, assentados/as da reforma agrária, povos e comunidades tradicionais e suas organizações econômicas, micro e pequenos empreendimentos rurais, cooperativas e associações, incluindo a agricultura urbana e periurbana (BRASIL, 2012).

Até o ano de 2015, esperavam-se transformações no perfil da agricultura brasileira, entre elas, o aumento do número de consumidores, modificações de hábitos alimentares e maior procura por produtos agropecuários de boa qualidade, acompanhando assim a tendência mundial (QUIRINO; RODRIGUES; IRIAS, 2006). Neste sentido, a EMATER/RS (2013) verificou que, no estado do Rio Grande do Sul, a demanda por produtos saudáveis aumentou consideravelmente nos últimos anos, onde cerca de 100 municípios gaúchos já contam com feiras de base ecológica, totalizando 172 pontos. Os técnicos da empresa, em 2013, acompanharam aproximadamente 10 mil agricultores ecológicos ou em processo de transição, e verificaram que a predominância do consumo de produtos orgânicos no RS ocorre

por meio da aquisição destes alimentos em feiras livres, cujos preços são mais baratos do que quando vendidos em supermercados do Estado.

Deste modo, os alimentos produzidos através de técnicas agrícolas alternativas, com pouco ou sem o uso de produtos químicos, têm maior preferência desse tipo de consumidor. Quanto a isso, o desenvolvimento agrícola vem sofrendo grande influência das implicações geradas pela sustentabilidade, e, assim, incorporando noções da produção orgânica e de tecnologias que sejam menos agressivas ao ambiente (CARVALHO, 2012).

Segundo Gliessmann (2009, p.52), “a sustentabilidade consiste em produzir permanentemente no mesmo solo, através do manejo baseado na agricultura ecológica, apresentando assim capacidade de renovação”. Portanto, o objetivo principal é a eliminação de produtos químicos agrícolas, através de mudanças no manejo que garantam a adequada nutrição e proteção das plantas, por meio de adubação orgânica e manejo integrado de insetos indesejáveis (ALTIERI, 2012). Além disso, a utilização de derivados de plantas podem atuar na proteção fitossanitária sustentável quando em substituição aos agrotóxicos sintéticos (TIILIKKALA et al., 2011).

Uma alternativa aos defensivos agrícolas são os produtos naturais provenientes do metabolismo secundário das plantas (GRISI, 2010). Logo, a pesquisa sobre o efeito alelopático entre plantas cultivadas pode promover a redução do impacto ambiental, bem como os custos da produção agrícola (TOKURA; NÓBREGA, 2006); sendo fundamental para o desenvolvimento de produtos naturais com atividade herbicida, que possam suprir as demandas desse mercado (IMATOMI, 2010).

Para Oliveros-Bastidas (2008), a alelopatia tornou-se um meio para a descoberta de plantas que possuem compostos bioativos, os quais podem contribuir para a formação de herbicidas naturais, mais específicos e menos prejudiciais ao ambiente (MACÍAS et al., 1998).

Segundo Gliessman (2009), alelopatia é a produção de um composto por uma planta que, ao ser liberado no ambiente, provoca um impacto que pode ser inibidor ou estimulador sobre outros organismos. Embora não seja tão valorizado quanto os produtos naturais isolados de fungos e bactérias, o desenvolvimento de herbicidas,

obtidos através de compostos secundários com efeitos alelopáticos provenientes de plantas, pode levar à descoberta de substâncias com novas formas de ação e menor impacto ambiental, evitando a contaminação ambiental e dos alimentos, bem como o surgimento de resistência em populações de plantas espontâneas (ANJUM; BJAWA, 2005; NARWAL, 2006; BLAIR et al., 2009).

Deste modo, os estudos experimentais na área de alelopatia têm contribuído para o entendimento sobre a dinâmica entre as espécies vegetais e elaboração de estratégias alternativas de produção e manejo de culturas (SOUZA-FILHO et al., 2010). Por meio da escolha de espécies que diminuam os custos de produção, o uso de agrotóxicos, amenizando assim os impactos que os mesmos causam no ecossistema (GOLDFARB et al., 2009) e culminando como prática de uma agricultura sustentável. Portanto, entre as estratégias de formação de bioherbicidas ou práticas de manejo que reduzam a utilização de produtos químicos, destacam-se os estudos baseados na alelopatia (BALBINOT-JUNIOR, 2004). Atualmente, os estudos no campo da alelopatia têm gerado discussões e, para reforçar a qualidade das pesquisas, tem ocorrido a inclusão dos aspectos químicos, fisiológicos e ecológicos e aperfeiçoamento quanto aos trabalhos publicados, sendo estes mais inovadores e metodologicamente rigorosos (BLAIR et al., 2009).

Tendo em vista a busca de alternativas de manejo mais sustentáveis e a escassez de trabalhos sobre os efeitos alelopáticos de espécies vegetais, torna-se fundamental os estudos sobre alelopatia que elucidem os processos de interferência no desenvolvimento e crescimento de outras espécies, a fim de auxiliar o manejo de plantas espontâneas em comunidades agrícolas familiares. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de e plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.

Revisão de Literatura

1. Agricultura convencional

Os estudos sobre alelopatia justificam-se pela busca de alternativas às técnicas de manejo do modelo convencional, o qual não conseguiu conciliar a produção de alimentos à preservação do ambiente e da saúde humana, portanto, é importante entender o histórico desta agricultura e a necessidade de mudanças drásticas e imediatas na forma de produzir alimentos. De acordo com Mariani e Henkes (2015), o processo de produção agrícola convencional do País baseia-se na utilização de agrotóxicos e adubos químicos. Este modelo teve início com as instituições privadas conhecidas na época como Rockfeller e Ford, as quais viram na agricultura uma boa chance para ampliar o capital, ainda antes do término da segunda guerra mundial. Logo, começaram a investir em técnicas para o melhoramento de variedades, denominadas Variedade de Alta Produtividade (VAP), no México e nas Filipinas (ROSA, 1998). Destacam-se as sementes bases da alimentação humana: milho, trigo e arroz (ANDRADES; GANIMI, 2007).

Após a Segunda Guerra Mundial, pensava-se que o crescimento demográfico geraria a falta de alimentos. Diante da crise de cereais e da preocupação assustadora relacionada às previsões de escassez de alimentos, os governantes necessitavam de um milagre para, pelo menos, demonstrar sua preocupação com os mais pobres (LENZ, 2005). Assim, muitas indústrias químicas que abasteciam a indústria bélica norte-americana começaram a produzir e a incentivar o uso de agrotóxicos: herbicidas, fungicidas, inseticidas e fertilizantes químicos na produção agrícola para eliminar fungos, insetos, plantas espontâneas (ROSA, 1998). Além disso, o uso de maquinário pesado, como: tratores, colheitadeiras, para serem utilizados nas diversas etapas da produção agrícola, desde o plantio até a colheita, completam o ciclo de inovações tecnológicas promovido pela Revolução Verde (ANDRADES; GANIMI, 2007).

As nações em desenvolvimento produziam principalmente para exportar para os países desenvolvidos, usando na maioria das vezes insumos externos comprados destes. Assim, ocorreu o enriquecimento de um número reduzido de

empresários rurais que lucraram demasiadamente; por outro lado, milhares de pessoas oriundas dos países em desenvolvimento passaram fome (LENZ, 2005).

Mais tarde constatou-se que o milagre era falso, as tecnologias salvadoras promoveram dependência dos agricultores ao sistema de produção convencional adotado. Num primeiro momento foram obtidos resultados espetaculares referentes à produção, como foi o caso do milho, ocorrendo supersafras, contudo, após uns anos percebeu-se que o problema da fome aumentou no mundo, sendo muito mais complexo, não limitando-se apenas ao volume de produção (LENZ, 2005).

Primavesi (1997) avalia esse processo:

A agricultura convencional não foi implantada para produzir mais e com mais segurança, mas para se abrir a agricultura como mercado para produtos industriais, e a pesquisa não visou melhorar variedades, mas torná-las completamente dependentes do "pacote agroquímico".

No Brasil, houve um grande incentivo na década de 70 para a adoção da agricultura convencional, cujos pacotes tecnológicos do governo vigente pareciam garantir muito crescimento econômico. Naquele momento, a “revolução verde” pareceu interessante economicamente, pois, obteve-se aumento significativo da produção agrícola e pecuária nacional, com muitas políticas e ações prioritariamente direcionadas aos estabelecimentos rurais patronais, contribuindo para o aumento da produção agrícola, liberação de mão de obra e crescimento das indústrias (FILLIPE; CONTERATO, 2009).

A partir da padronização da produção de alimentos, foi possível a negociação no mercado internacional a valores mais vantajosos, o que mudou a característica de produção de alimentos, que era basicamente para o consumo, passando-se a produzir *commodities*, entretanto a alta demanda de tecnologia e de insumos requerida pelo modelo convencional, para a maximização da produção, fez com que os agricultores comesçassem a gastar muito com insumos agroquímicos, porém, a alta competitividade de preços e oferta fez com que os seus produtos passassem a valer menos, deste modo a questão ambiental era um fator irrelevante, (MARIANI; HENKES, 2015). Visto que o mais importante era produzir conforme o modelo vigente da época, tendo como base o capitalismo que aumentava a competitividade, porém diminuía a remuneração recebida pelos agricultores, estes deviam assim

maximizar a produção, buscando dessa forma as tecnologias oferecidas pelo pacote verde.

De acordo com Gliessman (2009), para obtenção dos insumos associados ao pacote tecnológico, os agricultores ficaram dependentes das multinacionais, quando não endividados. Buscava-se a substituição da mão de obra e assim havia a necessidade de aumentar o uso de agroquímicos, o que tornava o solo cada vez mais pobre. Contudo, é evidente que as plantas que não tem uma nutrição equilibrada são mais suscetíveis às pragas e doenças, tornando o uso de agrotóxicos cada vez mais intenso, com aplicações mais potentes e constantes (PENTEADO, 2012).

Segundo Gliessman (2000, p. 34-47), a agricultura convencional está alicerçada em dois objetivos que se auto relacionam: a maximização da produção e do lucro. Conforme o autor, as bases da agricultura moderna são:

- a) o cultivo intensivo do solo, onde este é cultivado de forma completa, profunda e regular. Os resultados desta prática são diminuição considerável da matéria orgânica, compactação do solo pelo trânsito repetitivo das máquinas, redução da fertilidade do solo e aumento acentuado da erosão do solo por água e vento;
- b) monocultura que permite com suas técnicas a utilização das outras práticas da agricultura moderna. Sua relação com os agroquímicos é intensa, visto que os cultivos seguidos com a mesma espécie de planta são mais suscetíveis a ataques devastadores de pragas específicas;
- c) irrigação é um fator limitante, tendo em vista que em vários locais do mundo a falta de água inviabiliza qualquer tipo de produção. Assim, ter água tem sido a chave para aumentar o rendimento geral e a quantidade de terra que pode ser cultivada;
- d) aplicação de fertilizantes inorgânicos contribuiu para um fantástico aumento da produção agrícola nas últimas décadas. Produzidos em grandes quantidades e com um custo relativamente baixo (o custo ambiental e energético é alto), a partir de combustíveis fósseis e de minerais, os fertilizantes tem a vantagem de ser aplicados de forma fácil e uniforme nas culturas;
- e) controle químico de pragas feito através de agroquímicos que foram amplamente difundidos e considerados a nova arma contra pragas e patógenos;
- f) manipulação genética de plantas cultivadas vem acontecendo desde o início da agricultura, onde espécies silvestres já eram manipuladas.

Entre os anos 60 e 70, ocorreram as primeiras reflexões acerca do crescimento econômico relacionado ao ambiente. Um grupo de civis, conhecidos como Clube de Roma, em 1968, avaliou os problemas enfrentados na época, constatando como causas a expansão urbana, a perda de fé nas instituições, a rejeição dos valores tradicionais, a deterioração econômica e os danos ambientais

(CORAZZA, 2005). Mais tarde, em Estocolmo (1972), ocorreu a Primeira Conferência Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente, em que se teve a publicação do relatório *“Limites do Crescimento”*, cujas conclusões faziam um alerta para os limites da exploração dos recursos naturais, contento cinco variáveis: população, produção industrial, produção de alimentos, poluição e utilização de recursos naturais não-renováveis.

Além disso, inseriu-se a dimensão ambiental na agenda internacional, discutindo-se, pela primeira vez, a dependência entre o desenvolvimento e o ambiente. No entanto, a expressão desenvolvimento sustentável foi empregada pela primeira vez no Simpósio das Nações Unidas (1979) sobre as interrelações entre Recursos, Ambiente e Desenvolvimento, começando a legitimar-se em 1983, como o maior desafio do século e como conceito político, através de Gro H. Brundtland, presidenta da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (VEIGA, 2006). Após quatro anos de estudos da comissão, a mesma publicou o resultado de suas observações no chamado relatório Brundtland ou nosso futuro comum (1987), que definiu, pela primeira vez, o conceito de Desenvolvimento Sustentável: “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988, p. 46).

O Relatório Brundtland (1987) também conclui que a pobreza generalizada não seria mais inevitável e que o desenvolvimento deveria se dirigir ao atendimento das necessidades básicas, oferecendo oportunidades de melhora de qualidade de vida para a população no presente e no futuro. Entretanto, o relatório não definiu quais seriam as necessidades para o presente e para o futuro, ainda sim, foi importante para que o mundo começasse a buscar novas formas de desenvolvimento econômico, sem danos e redução do ambiente. As causas principais da insustentabilidade do planeta indicadas no documento foram o descontrole populacional e a miséria dos países subdesenvolvidos, sendo secundariamente a poluição produzida pelos países desenvolvidos (BARBOSA, 2008) . Essas conclusões promoveram muitas críticas.

O conceito de desenvolvimento sustentável ainda está em construção. Porém foi firmado na Conferência “Rio 92 através da Agenda 21. (CANEPA, 2007; VEIGA,

2005; ASCELARD, 1999). Neste mesmo evento, conforme Barbosa (2008) outro importante documento denominado “A carta da terra” foi escrito tendo uma grande participação de organizações não governamentais e representantes da sociedade civil, a carta foi retificada em 2002 pela UNESCO e aprovada pela ONU, trazendo importantes ressalvas sobre o ambiente.

Embora haja frustrações quanto às perspectivas positivas da Rio-92 após os dez anos que se passaram entre a Conferência do Rio e a da África do Sul, admite-se que o maior avanço se deve ao reconhecimento do desenvolvimento sustentável como uma solução para os problemas ambientais e sociais enfrentados pelo mundo (CAMARGO, 2004).

Para Gliessmann (2009), é cada vez mais pertinente a inserção do conceito de sustentabilidade nas empresas, bem como na vida das pessoas, por meio da necessidade de ajustes na agricultura convencional, a fim de torná-la mais viável e compatível sob o ponto de vista ambiental, social e econômico. Como foi observado anteriormente, os alicerces desta forma de produzir geraram muitos problemas, pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, sendo um agravante para o ambiente.

Geralmente os agroecossistemas modernos são instáveis pelo aumento de insetos indesejáveis em muitos cultivos, o agravamento destes surtos frequentemente estão ligados à expansão das monoculturas, que se dá em detrimento da diversidade vegetal (MARIANI; HENKES, 2015). Logo, estratégias menos agressivas ao ambiente tem como objetivo a eliminação de agroquímicos, optando por implantar mudanças no manejo que permitam a proteção das plantas e nutrição, mediante o uso de fontes orgânicas de nutrientes e o manejo integrado de insetos indesejáveis (ALTIERI, 2012). Acerca disso, adiante faremos uma reflexão sobre o uso de agrotóxicos na agricultura e os agravantes para o ambiente e para a saúde humana.

2. O uso de agrotóxicos na agricultura Brasileira

De acordo com Cassal et al. (2014), no ano de 2008, o Brasil superou os Estados Unidos, tornando-se o maior consumidor mundial de agrotóxicos. Nos últimos dez anos, enquanto o comércio mundial de agrotóxicos cresceu 93%, no

Brasil aumentou cerca de 190%. Deste modo, os produtores rurais, para compensar as perdas na produtividade causada pela degradação do solo e controlar o surgimento de pragas e doenças, utilizaram praticamente como único recurso o uso de agrotóxicos (ABRASCO, 2012). Segundo o SINDAG (2012), em 2010, o mercado nacional movimentou em torno de U\$ 7,3 bilhões e representou 19% do mercado global de agrotóxicos. O grande aumento do consumo de agrotóxicos decorre, também, do grande incentivo fiscal por meio da isenção de impostos e diminuição dos preços, encorajando o maior uso por hectare pelos agricultores (PIGNATI; MACHADO, 2011).

Conforme a lei dos agrotóxicos, de 1989, e o decreto que a regulamenta, de 2002, definem que essas substâncias são:

os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.(Brasil, lei dos agrotóxicos, 1989).

Para Associação Brasileira de Saúde Coletiva (2015), existe uma estratégia imposta pela racionalidade tecnocrática sobre a opinião pública, cuja função é justificar a necessidade dos agrotóxicos, baseando-se na ideia de que toda técnica que visa solucionar o desafio ambiental é justificável moralmente, e, por isso, pode ser aplicada. Desta forma, a visão tecnocrática serve perfeitamente às necessidades econômicas e ideológicas oportunas, visto que legitima o sistema dominante por meio de mistificações e teorias mecanicistas não comprovadas, exercendo um poder semelhante ao realizado pela igreja na Idade Média, através da consagração dos efeitos maléficos dos agrotóxicos como uma necessidade social irremissível. Contrariamente a esta narrativa, são muitas as evidências que comprovam que a produção de alimentos intoxicados não é uma necessidade irremediável para assegurar o abastecimento da população mundial crescente (ABRASCO, 2015).

Tendo como base os dados do Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2006), verificou-se que o consumo de agrotóxicos aparecem em 27% das pequenas propriedades de 0 a 10 hectares, 36% das propriedades de 10 a 100 hectares e 80% das propriedades maiores de 100 hectares usam agrotóxicos. Em relação à

concentração de utilização de agrotóxicos por estado no Brasil, percebe-se uma coincidência com as regiões de maior intensidade de monoculturas de milho, soja, cítricos, cana, arroz e algodão (BOMBARDI, 2011).

Entre as regiões consumidores de agrotóxicos, o estado do Mato Grosso lidera o uso, representando 18,9% do consumo nacional, seguido de São Paulo (14,5%), Paraná (14,3%), Rio Grande do Sul (10,8%), Goiás (8,8%), Minas Gerais (9,0%), Bahia (6,5%), Mato Grosso do Sul (4,7%) e Santa Catarina (2,1%). Os demais estados consumiram 10,4% do total do Brasil (IBGE, 2006; SINDAG, 2011a; THEISEN, 2010). A safra 2009/2010 do estado do Rio Grande do Sul utilizou cerca de 85 milhões de litros de agrotóxicos, o que equivale a 34 piscinas olímpicas cheias de veneno agrícola. É como se cada gaúcho consumisse 8,3 litros por ano de produto químico no período analisado, sendo, portanto, superior à média nacional (ABRASCO, 2013).

Um fator importante refere-se à categoria dos produtos em que estes agrotóxicos são mais consumidos. Assim, percebe-se que os herbicidas representam 45% do total de agrotóxicos comercializados, seguido dos fungicidas, que representam 14%, inseticidas, 12% e as demais categorias de agrotóxicos correspondem a 29% do mercado nacional (ANVISA; UFPR, 2012). O agrotóxico mais utilizado é o herbicida conhecido como glifosato, o qual representa, sozinho, cerca de 40% do consumo de agrotóxicos no Brasil (ABRASCO, 2015).

De acordo com o Sistema IBGE de recuperação automática de 1998-2011 e Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (2011), foram plantados, na safra de 2011, no Brasil, 71 milhões de hectares de lavouras temporárias (soja, milho, cana, algodão) e permanentes (café, cítricos, frutas, eucaliptos), cuja demanda de agrotóxicos pulverizados correspondeu a cerca de 853 milhões de litros, sendo estes majoritariamente herbicidas, fungicidas e inseticidas, representando média de uso de 12 litros/hectare e exposição média ambiental/ocupacional/alimentar de 4,5 litros de agrotóxicos por habitante. Destas culturas, a soja utilizou 40% do volume total de agrotóxicos, o milho, 15%, a cana e o algodão, 10%, depois os cítricos, com 7%, o café, trigo e o arroz, com 3%, o feijão, 2%, a pastagem, batata e tomate, 1%, a maçã, 0,5%, a banana, 0,2% e as demais

culturas consumiram cerca de 3,3% do volume total de agrotóxicos (SINDAG, 2009; 2011b; MAPA, 2010).

Conforme o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da Anvisa (2011), através da análise de amostras coletadas em todos estados do Brasil, constatou-se que um terço dos alimentos consumidos diariamente pelos brasileiros está contaminado por agrotóxicos. O mesmo estudo verificou que todas as amostras de feijão, cenoura e arroz foram insatisfatórias quanto à presença de agrotóxicos não autorizados para a cultura (ANVISA, 2011). Para os 26 estados brasileiros avaliados, o nível médio de contaminação das amostras está distribuído pelas culturas agrícolas da seguinte forma: pimentão (91,8%), morango (63,4%), pepino (57,4%), alface (54,2%), cenoura (49,6%), abacaxi (32,8%), beterraba (32,6%) e mamão (30,4%), além de outras culturas analisadas e registradas com resíduos de agrotóxicos (BRASIL. ANVISA, 2011a).

Muitos ingredientes ativos em processo de reavaliação toxicológica representam 70% do volume total de agrotóxicos utilizados em nossas lavouras, cujo os principais são: o glifosato, o endosulfan, o metamidofós, o 2,4D, o paration-metílico e o acefato (ANVISA; UFPR, 2012). Por meio dos relatórios de comercialização de agrotóxicos fornecidos pela ANVISA; UFPR e Siscomex, verifica-se que os IAs em reavaliação continuam sendo importados em larga escala pelo Brasil (ABRASCO, 2015). Segundo Lopes (2010), a presença de agrotóxicos acima do LMR (Limite Máximo de Resíduos) afeta o índice de IDA (Ingestão Diária Aceitável), podendo interferir na elevação da ocorrência de diversos tipos de câncer, neuropatias, alterações endócrinas, malformações fetais, diabetes, problemas reprodutivos, distúrbios respiratórios, Mal de Parkinson e moléstias imunológicas.

Corroborando a mesma opinião Soares (2014), que salienta a ação prejudicial dos agrotóxicos, especialmente para aquelas pessoas que trabalham no meio rural, e que estão expostas à ação deletéria, sendo às vezes fatal, ocorrendo desde tonteadas, náuseas, dores de cabeça, alergias, lesões renais e hepáticas, cânceres, infertilidade, alterações genéticas, entre outros. De acordo com Cassal et al. (2014),

uma parte dos agrotóxicos pode se dispersar no ambiente e a outra parte pode se acumular no organismo humano, como no leite materno.

Destaca-se que os recém nascidos são mais sensíveis à exposição a produtos químicos presentes no ambiente, o que pode provocar o agravamento da saúde das crianças, visto que o leite materno é a principal forma de alimentação nos primeiros seis meses de vida (CARNEIRO et al., 2012).

O Instituto Nacional de Câncer (INCA) divulgou, em 2015, um relatório sobre o uso de agrotóxicos, destacando os malefícios do uso intensivo destes, que ainda são amplamente utilizados pelo modelo convencional de produção, o qual, segundo eles, gera poluição ambiental, intoxicação de trabalhadores e da população em geral, além dos riscos de doenças como o câncer.

Acerca da intoxicação causada em trabalhadores rurais, Faria et al. (2004) constataram que, das famílias entrevistadas do estado do Rio Grande do Sul pertencentes aos municípios de Antônio Prado e Ipê que trabalham com fruticultura, 95% admitiram utilizar agrotóxico; destes, 75% dos trabalhadores rurais relataram trabalhar regularmente com agrotóxicos.

Em outro estudo realizado no Rio Grande do Sul, nos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, cujo objetivo foi avaliar o impacto dos agrotóxicos sobre a qualidade dos recursos hídricos, durante o período de plantio do arroz, foi detectada a presença de, pelo menos, um herbicida em 41% das amostras no rio Vacacaí e em 33% das amostras no rio Vacacaí-Mirim; o herbicida clomazona foi detectado com maior frequência nos dois rios (MARCHESAN et al. 2007).

Relativamente a isso, Santos et al. (2006) também admitem que os herbicidas são os agrotóxicos encontrados com maior frequência fora das áreas de aplicação, geralmente por deriva e percolação. O agravante é que, pela ineficácia e baixo custo dos métodos químicos, o emprego destes torna-se abusivo e exagerado, o que gera apreensão quanto à contaminação ambiental e humana, aumentando, assim, a possibilidade de contaminação da água e do solo, causando efeitos sobre os seres humanos e animais (INOUE et al., 2003).

Para Miranda (2006), em alguns animais, as consequências dos agrotóxicos foram: problemas no sistema imunológico e na reprodução, declínio populacional, funcionamento anormal da tireóide e outras disfunções hormonais, feminilização de machos e masculinização de fêmeas, tumores e cânceres, anormalidades comportamentais e maior incidência de malformação fetal.

Deste modo, a perspectiva agroecológica desmascara a retórica da justificação dos agrotóxicos, pois demonstra que a regulação das populações de organismos espontâneos é mantida através de paisagens rurais biologicamente diversificadas, evitando-se, assim, a explosão populacional de espécies espontâneas (convenientemente denominadas de pragas, ou daninhas), tornando o uso de agrotóxicos desnecessário (ABRASCO, 2015).

3. Conceitos e abordagens distintas: Planta daninha ou planta espontânea

Sabe-se que a maioria dos pesquisadores agrícolas consideraram como mais importante a população da cultura de interesse e não a comunidade na qual a mesma está inserida. Deste modo, tornou-se difícil para eles avaliarem as qualidades emergentes neste nível, bem como manipular as interações benéficas que poderiam ocorrer nesse sistema de cultivo (GLIESSMAN, 2009).

Sob o enfoque da agricultura multifuncional, tem-se a superação da perspectiva do produtivismo economicista que conduz à ocupação dos espaços agrários com extensas áreas de monocultura, propiciando maior vulnerabilidade dos agroecossistemas, e, por conseguinte, alta dependência química dos mesmos (ABRASCO, 2015).

Geralmente, os agroecossistemas modernos são instáveis devido à ocorrência de surtos de insetos indesejáveis que estão associados à expansão das monoculturas. Esta é uma característica fundamental do sistema convencional, o qual se estabelece em detrimento da diversidade vegetal (MARIANI; HENKES, 2015). Muitas espécies vegetais, sob este olhar reducionista do sistema, passam a ser enxergadas de uma forma negativa, sendo consideradas altamente prejudiciais aos sistemas de cultivo.

Referente a isso, Silva e Silva (2007) afirmam que “planta daninha” é toda espécie vegetal que interfere negativamente em determinada atividade humana, mesmo que a planta em questão seja cultivada, como, por exemplo, uma planta de soja pode ser daninha na cultura do milho, assim como a tiririca (*Cyperus rotundus*). Nestes casos, ambas serão classificadas como plantas daninhas, mesmo a soja tendo valor comercial.

Em contraponto a esta visão, Lana (2007) considera inquestionável o valor de uma planta, sendo dependente da percepção dos observadores; todavia, várias plantas ainda são reconhecidas como nocivas. Podem-se citar alguns exemplos de plantas espontâneas que em determinadas situações são consideradas prejudiciais aos cultivos e em outros momentos exercem grande importância à humanidade, como o trevo branco (*Trifolium repens*), azevém (*Lolium multiflorum*), capim colônia (*Panicum maximum*), dentre outras (LANA, 2007).

Além de reconhecer os benefícios destas espécies, é importante entender as mensagens que elas transmitem sobre as condições do solo. Assim sendo, muitas delas são reconhecidas por serem indicadores de boa ou má fertilidade do solo, conforme Pereira e Melo (2008). Como exemplo de solo fértil, pode-se citar a beldroega (*Portulaca oleracea*), a chirca (*Ruppatorium* sp.), o dente-de-leão (*Taraxacum officinalis*) e a guanxuma (*Sida* sp.); entre os indicadores de solos de baixa fertilidade estão o capim amargoso (*Digitaria insularis*) e o carrapicho (*Cenchrus ciliatus*).

Portanto, é preciso avaliar o sistema como um todo, reconhecer o valor das plantas espontâneas não só nos momentos em que elas são cultivadas, mas também nos períodos em que elas se encontram no mesmo ambiente de cultivo com outras culturas, afinal, o modelo de produção convencional no qual estamos inseridos favorece a ocorrência dessas espécies, que se adaptam muito bem em ambientes perturbados, caracterizados por monocultivos.

Conforme Karam (2006), entre as características básicas de uma planta tida como “daninha”, pode-se destacar o desenvolvimento rápido, maturidade acelerada, alta produção de sementes e boa capacidade reprodutiva, pois esta pode ocorrer através de bulbos, tubérculos, rizomas e enraizamento.

Comumente que essas plantas são caracterizadas como altamente agressivas e competitivas, posteriormente a isso não há uma explicação sobre os motivos e nem a relação com o ciclo e tipo de ambiente em que a mesma está inserida. Portanto, os ecologistas adotam as diferenças observadas na alocação de energia para o crescimento ou para a reprodução para desenvolver um sistema de classificação que define dois tipos básicos de estratégias de bionomia, situados em pólos opostos de um contínuo: estratégia r e estratégia k, assim definidas:

Os estrategistas r são oportunistas; eles têm a habilidade de colonizar habitats temporários ou perturbados, onde a interferência é mínima, podendo rapidamente tirar vantagem de recursos quando eles estão disponíveis. Geralmente têm vida curta, alocam uma proporção grande de sua biomassa para a reprodução, e ocupam habitats abertos ou sistemas situados em estágios iniciais de sucessão. No reino vegetal usualmente produzem grande número de sementes facilmente dispersáveis.

Em contraste, os estrategistas K são tolerantes; eles geralmente têm uma vida longa, um estado vegetativo prolongado, alocam quantidades relativamente pequenas da biomassa total para a reprodução, e ocorrem em sistemas naturais nos estágios adiantados de sucessão. Os vegetais estrategistas K produzem relativamente poucas sementes e de tamanho grande, contendo reservas significativas de alimento armazenado.

A maioria dos organismos invasivos e daninhos, especialmente ervas adventícias, patógenos e insetos-praga são de estratégia r. São oportunistas, facilmente dispersos, reprodutivamente ativos e podem rapidamente encontrar, ocupar e dominar habitats na paisagem agrícola perturbada. Uma razão pela qual as ervas adventícias de estratégia r são um problema em sistemas de cultivo é que as próprias culturas são de estratégia r, e as condições abertas, perturbadas, sob as quais os cultivos vicejam são as mesmas em que as ervas adventícias crescem melhor (GLIESSMANN, 2009, p.352-354).

A grande perturbação a qual os sistemas convencionais de cultivo anuais ou perenes estão submetidos acaba por selecionar os problemas que os agricultores justamente buscam diminuir ou eliminar através da utilização de muitas tecnologias (GLIESSMANN, 2009) .

Os insumos agrícolas utilizados diminuem o estresse no sistema de cultivo, mesmo com a perturbação alta devido às colheitas frequentes, consequentemente, as plantas de estratégia r- ruderais são favorecidas sob essas condições, em que as suas características como período de vida curto, alta produção de sementes e habilidade de colonizar ambientes abertos obtêm mais vantagens. Por isso, a perturbação excessiva causada pela colheita facilita a invasão de ruderais daninhas,

enquanto que o aumento de estresse, como a extração exagerada de água ou de nutrientes do solo, abriria o sistema à entrada de organismos tolerantes ao estresse. As ervas adventícias anuais podem ser caracterizadas como organismos de estratégia *r* (GLIESSMANN, 2009).

Em termos agroecológicos, denominam-se plantas ou ervas espontâneas e plantas invasoras as espécies de plantas que se originam na área de cultivo, podendo ser espécies nativas ou exóticas já estabelecidas (PEREIRA; MELO, 2008). Deste modo, torna-se fundamental entender a relatividade do conceito de plantas “daninhas”, visto que elas podem promover vantagens ao homem pelo enriquecimento da fauna benéfica, apesar de danificar a produtividade biológica em determinadas fases dos cultivos. Além dessas vantagens, sistemas diversificados podem colaborar para a ciclagem de nutrientes de fácil mobilidade e proteger o solo contra a erosão (PEREIRA; MELO, 2008).

Contudo, para o modelo convencional, as plantas espontâneas estabelecem apenas relações de competição com as culturas, por recursos limitados no ambiente como água, luz e nutrientes (RODRIGUES, 2016). Para Deuber (2006), as “plantas daninhas” prejudicam os cultivos das lavouras, além da saúde do homem, por meio de intoxicação alimentar, reações alérgicas e problemas de pele, também podem dificultar as áreas urbanas, reduzindo a visibilidade nas estradas, a recreação em parques e também atrapalhar a beleza de jardins, servindo de abrigos para animais peçonhentos. Nas pastagens, diminuem a capacidade de lotação, sendo que algumas podem machucar os animais, causando até mesmo a morte dos mesmos, bem como influenciar o sabor do leite, quando ingeridos por animais em lactação.

Sob esta visão reduzida do sistema e justificativas que incluem a saúde das pessoas, diversas plantas são tratadas como vilãs do sistema de produção agrícola, e assim sendo devem ser combatidas a fim de suprir a demanda de alimentos. Desta forma, justifica-se o uso de tecnologias agressivas ao ambiente, como, por exemplo, o uso de herbicidas, que também causam um número muito maior de intoxicações e doenças graves como o câncer. Quanto ao sabor do leite ingerido por animais, o que dizer quando o leite humano possui níveis de agrotóxicos que prejudicam diretamente as crianças? Em relação à arborização das praças, existem

diversas plantas tidas como espontâneas com potencial ornamental como cósmo amarelo (*Bidens sulphurea*), albina (*Turnera umifolia* L.), corda-de-viola, (*Ipomea* sp.), Alface-de-água (*Pistia stratiotes*). Deste modo, torna-se evidente o quanto as justificativas citadas por Deuber (2006) são rasas diante dos diversos problemas enfrentados atualmente pelo não reconhecimento da necessidade de diversidade nos agroecossistemas.

Conforme Pereira e Melo (2008), as espécies da comunidade podem atuar como protetoras do solo, hospedeiras alternativas de inimigos naturais, pragas, patógenos ou como mobilizadoras ou cicladoras de nutrientes, assumindo, assim, grande importância para a flora presente.

Entretanto, percebe-se que o sistema convencional preocupa-se com as interações entre as espécies, atentando somente para os efeitos prejudiciais do impacto de organismos não agrícolas no rendimento das culturas, como ervas adventícias, insetos indesejáveis e doenças, presentes no ambiente de cultivo; Uma forma de evitar os efeitos prejudiciais da interação de diversas espécies ocorre por meio da eliminação das mesmas por meio da monocultura, minimizando as interações e simplificando a comunidade de culturas. Deste modo a abordagem agroecológica procura entender as interações das espécies no contexto da comunidade maior, o agroecologista reconhece a existência de interações benéficas de espécies, compreende como elas se originam dos impactos de interferência, e sabe que um certo nível de complexidade é desejável (GLIESSMAN, 2009) .

É importante frisar que o manejo baseado na valorização da diversidade de espécies e na manutenção dos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo são meios eficazes para promover o equilíbrio do agroecossistema, evitando, assim, a competição por recursos, além de diminuir as perdas.

Segundo Gliessman (2009), existem diversas formas de interação entre os organismos, mas, basicamente, reconhecem-se duas: remoção, que consiste na retirada de algum recurso por um ou ambos os organismos que interagem; e interferência de adição, que é quando um ou ambos os organismos adicionam alguma substância ou estrutura ao ambiente. Essas interferências podem gerar efeitos prejudiciais, neutros ou benéficos sobre os organismos vizinhos.

Diante disso, constata-se que populações mistas são capazes de coexistir, pois possuem diversos mecanismos distintos que lhes garantem uma convivência menos competitiva, ou que ela seja evitada, por meio do compartilhamento de recursos, modificações específicas na fisiologia, comportamento ou genética e diversificação de nicho. A combinação de espécies com características fisiológicas ou necessidade de recursos diferentes permite a coexistência de espécies em uma comunidade de culturas múltiplas. Esta forma de manejo tem um potencial muito maior, pois elimina a necessidade da intervenção humana para manter afastados ervas adventícias, ou insetos-indesejáveis herbívoros, os quais são extremamente competitivos, visto que a dominância de uma única espécie em uma monocultura não é objetivo principal já que as bases dessa abordagem é a diversidade biológica (GLIESSMAN, 2009).

Entretanto, há pouco tempo a pesquisa ecológica ainda concentrava-se apenas nas interações competitivas, principalmente na área da agronomia, em que os estudos visavam compreender que condições do ambiente limitam o desenvolvimento ótimo da cultura e que tipos de insumos ou tecnologias são necessários para suprir a falta ou pouca disposição de recursos às culturas (GLIESSMAN, 2009).

Atualmente, a necessidade de produzir materiais naturais em substituição aos insumos químicos sintéticos promoveu uma explosão de pesquisas aplicadas sobre as interferências alelopáticas, especialmente na Europa e na Índia; a alelopatia de ervas adventícias ou plantas cultivadas pode ser um fator importante no manejo das ervas, seleção e rotação de culturas, uso de cobertura vegetal e formação de consórcios (GLIESSMAN, 2009).

O conhecimento sobre o potencial alelopático de plantas cultivadas vai se tornar uma alternativa muito atraente, visto que as estratégias de controle das ervas adventícias atualmente usadas criaram muitos problemas, como poluição ambiental, contaminação da água subterrânea, aumento do custo para desenvolver e testar novos herbicidas, aumento da resistência das ervas a herbicidas e as dificuldades de registrar novos herbicidas (GLIESSMAN, 2009).

Além disso, as espécies vegetais com efeitos alelopáticos também podem ser utilizadas como cobertura vegetal, cuja finalidade é a inibição da incidência de plantas espontâneas, reduzindo o uso de herbicidas, bem como atuando na proteção e melhorias das condições biológicas, físicas e químicas do solo (CORSATO, 2008).

Portanto, plantas que possuem atividade alelopática negativa podem ser utilizadas como herbicidas naturais, para o controle de plantas espontâneas, além de serem importantes para o descobrimento de novas fontes de elementos com ação biocida, por conseguinte, contribuindo para o equilíbrio da área de cultivo, aumento da produtividade e permanência sadia das cultivares (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001; REZENDE et al., 2003; MAIRESSE et al., 2007; APPLETON; BERRIER, 2009). De acordo com Schiedeck (2008), espécies com efeitos alelopáticos podem ser utilizadas no consorciamento com espécies cultivadas, reduzindo o crescimento de plantas espontâneas, além do combate a nematóides do solo, e alteração no desempenho e produtividade. Desta forma, os agricultores podem usufruir dessa interação como uma estratégia para a produção sustentável.

4. Manejo convencional de plantas espontâneas: a resistência de plantas, um problema previsto

Conforme o modelo convencional, o manejo de plantas espontâneas tem como o objetivo a eliminação destas plantas durante o período crítico de competição e o efeito competitivo com a cultura principal (KARAM, 2006). De acordo com Rodrigues (2016), além da utilização de herbicidas, o controle de plantas espontâneas pode ser realizado por meio de práticas preventivas, mecânicas, físicas, culturais e biológicas. Contudo, para Silva e Silva (2007), o controle ainda é basicamente realizado pelo uso de herbicidas, o que propicia o exagerado consumo desta classe de agrotóxico. Na safra de 2006/07, o Brasil gastou com herbicidas aproximadamente 1,7 bilhões de dólares. Acrescenta-se a isso 13% da produção nacional, que é o valor estimado devido à perda imposta pelo efeito direto da interferência de plantas espontâneas; portanto, para esta safra, as perdas foram

cerca de 15 milhões de toneladas de grãos. Por isso, dentre os problemas fitossanitários, o manejo de plantas espontâneas é o que mais consome agrotóxicos, seguido de fungicidas e inseticidas (KARAM, 2006; SINDAG, 2012).

Segundo Neves (2005), a resistência de plantas espontâneas aos herbicidas sintéticos é considerado um problema urgente e, deste modo, tem aumentado a necessidade de pesquisas acerca de métodos alternativos de manejo de plantas espontâneas. De acordo com Vencill et al. (2012, p.), define-se a resistência como: "a capacidade hereditária de plantas para crescer e se reproduzir após o tratamento com um herbicida que teria sido fatal para todos menos um ou muito poucos indivíduos progenitores em uma população antecedente."

Conforme Christoffoleti e Nicolai (2016), a resistência de plantas espontâneas a herbicidas gera transformações na composição de biótipos dentro da população. Inicialmente, os indivíduos resistentes são minoria dentro da população, entretanto, com a aplicação repetitiva do herbicida, estes indivíduos aumentam, tornando-se resistentes.

A visão convencional entende que existe uma mudança na flora de plantas espontâneas e elevação de espécies resistentes. Isto seria um desafio para o manejo que, portanto, deveria adotar novas estratégias, como diversificação no uso de herbicidas, rotação de culturas e adoção de práticas culturais. Logo, para o **sistema convencional**, são adotadas duas filosofias para o manejo da resistência. A primeira é denominada "manejo reativo" e baseia-se na seguinte expressão: "usar a ferramenta até quebrar e encontrar uma nova ferramenta." Ou seja, seria a utilização de um herbicida para controlar uma planta daninha até que este não seja mais eficiente, sendo posteriormente substituído por outro herbicida com mecanismo de ação diferente (MUELLER et al., 2005). A outra filosofia, chamada de "manejo proativo", pode ser entendida pela expressão: "evitar quebrar a ferramenta, mantendo, deste modo, a eficácia da ferramenta". Consiste em incluir a rotação de culturas, uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, utilização de controle mecânico e estratégias de manejo integrado de plantas espontâneas (CHRISTOFFOLETI; NICOLAI, 2016).

Em ambas perspectivas, o uso de herbicidas é considerado o principal método de manejo de plantas espontâneas. Contudo, na filosofia "manejo reativo",

há uma tendência maior para ocorrência de resistência, visto que não é realizada a diversificação das práticas para o controle, diferentemente do “manejo proativo”. Desta maneira, percebe-se que, em termos ambientais, não se estabelecem mudanças referentes à diminuição ou redução do uso de agrotóxicos, que é o que preconizam as agriculturas alternativas; sendo assim, os problemas ecológicos continuam a existir e tornam-se cada vez mais complexos, assim como o da resistência de plantas.

Contudo, como foi comentado anteriormente, existem diversas estratégias de manejo de plantas espontâneas que consideram os processos ecológicos e seus ganhos para o reequilíbrio do ambiente. Neste sentido, a alelopatia se insere como uma alternativa viável para a formação de uma agricultura mais ecológica.

5. Alelopatia

A alelopatia é um processo ecológico importante, havendo diversas interferências na estrutura, composição, distribuição e dinâmica de comunidades vegetais (RIZVI et al., 1992; SCRIVANTI et al., 2003). A Sociedade Internacional de Alelopatia (SIA) a define como: “a ciência que estuda qualquer processo que envolva metabólitos secundários produzidos pelas plantas, bactérias, algas e fungos que afetam o desenvolvimento e crescimento de sistemas biológicos” (ALLEM, 2010). Dependendo do seu tipo, propriedade química, grupo funcional e concentração no meio onde atua, podem ocorrer diferenças na forma de ação de um metabólito secundário, sendo os seus efeitos, prejudiciais ou benéficos (BARBOSA et al., 2005; GOLDFARB et al., 2009). Para entender os estudos sobre alelopatia, torna-se fundamental conhecer os mecanismos de defesa das plantas. Segundo Taiz e Zeiger (2009), os metabólitos secundários podem atuar na defesa contra herbívoros e atração de insetos polinizadores para a planta; contudo, esta característica é específica para algumas espécies vegetais, e constituindo, basicamente, o que diferencia os compostos secundários dos primários.

Acerca disso, sabe-se que a partir do sedentarismo das comunidades vegetais, as plantas criaram mecanismos de autodefesa, divididos em estruturais,

fenológicos e químicos. Os estruturais incluem adaptações morfológicas (espinhos, tricomas, folhas coriáceas, entre outros). A defesa fenológica refere-se à adequação do ciclo biológico dos vegetais à não exposição às condições de estresse. A defesa química (induzida, constitutiva) se expressa através da produção de compostos secundários em resposta ao estresse causado à planta por afídeos, herbivoria ou patógenos (OLIVEIROS-BASTIDAS, 2008). Além das condições climáticas que também configuram-se fatores de estresse a planta.

A produção dessas substâncias e concentração ocorre em todos os órgãos e tecidos, dependendo das condições do solo, temperatura e pluviosidade (BORELLA; PASTORINI, 2009). Conforme Gusman et al. (2012), estas substâncias estão presentes em todos os órgãos, como folhas, flores, frutos, raízes, caules e sementes e são produzidas durante todo o ciclo de vida da planta, causando efeitos alelopáticos no crescimento e/ou no desenvolvimento de plantas já constituídas, bem como na germinação e também no desenvolvimento de microorganismos (REZENDE et al. 2003).

De acordo com Gatti (2008), os compostos secundários podem ser classificados como: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Para Vyvyan (2002) e Wang et al. (2010), podem-se destacar como os principais grupos com potencial alelopático as benzoquinonas, flavonoides, glicosídeos, cumarinas, alcaloides, catequinas, taninos, fenólicos, ácidos fenólicos, rotenoides e terpenoides. Os compostos secundários são originados das rotas do acetato e/ou chiquimato, sendo liberados para o meio via volatilização, lixiviação, exsudação radicular ou decomposição de resíduos, fatores decisivos à sua ação (REIGOSA et al., 2005).

Portanto, a alelopatia é uma interação complexa que envolve várias classes de compostos químicos que atuam de forma diversificada no alvo do organismo receptor (LARA-NUÑES et al., 2009); Podendo causar efeitos tanto negativos quanto positivos (VANIN et al., 2008). Deste modo, a alelopatia é considerada a interferência que uma planta exerce sobre outra, e que pode ser de forma direta, quando o aleloquímico se liga às membranas ou penetra nas células da planta receptora, interferindo diretamente no seu metabolismo, ou indireta, através da transformação dos aleloquímicos no solo e/ou pela atividade de microrganismos (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Também pode ser classificada em dois tipos,

autotoxicidade, quando uma espécie libera determinada substância química que afetará o seu crescimento, retardando a germinação da própria espécie, por um mecanismo intraespecífico; heterotoxicidade, quando uma espécie libera uma substância química cujo efeito fitotóxico afeta a germinação e crescimento de uma planta de outra espécie (PIRES et al., 2001).

Segundo Silva (2012), a interferência alelopática pode ser confundida com a competição devido a, em algumas circunstâncias, ambas influenciarem no desenvolvimento e crescimento da planta circundante. Chou (2006) refere-se à alelopatia como uma forma de introdução ou liberação de elementos no ambiente, os quais são chamados de aleloquímicos; do contrário, a competição seria a retirada ou diminuição de fatores como água, luz e/ou nutrientes.

Conforme Mano (2006), a germinação das sementes, a assimilação de nutrientes, o crescimento de plântulas, a fotossíntese, a respiração, a atividade enzimática, a síntese proteica e a perda de nutrientes pelos efeitos na permeabilidade da membrana celular podem ser desencadeados por compostos alelopáticos. Neste sentido, Jukoski et al. (2011) afirmam que pode ocorrer a inibição do crescimento seguido por estímulo, logo, considera-se que uma mesma substância pode inibir quando em alta concentração, porém estimular quando em baixa concentração, devido à plântula degradar rapidamente a molécula em substância não tóxica.

Geralmente, os estudos sobre alelopatia são realizados em laboratório, através de bioensaios, cuja finalidade é avaliar a porcentagem de germinação das sementes, massa fresca e seca das radículas, parte aérea e alongamento radicular. Os extratos vegetais podem ser aquosos ou alcoólicos e os testes geralmente são realizados em câmaras de germinação. Essas avaliações são úteis para inferir o efeito alelopático sobre plantas espontâneas e espécies cultivadas (FERREIRA; AQUILA, 2000). No entanto, segundo Weston (2000), deve-se considerar que qualquer teste em meio artificial, que não relacione os processos químicos, físicos e biológicos existentes no solo, não ajudam a entender o potencial alelopático manifestado na natureza, visto que a concentração de aleloquímicos extraídos da cobertura morta por lixiviação é menor que as concentrações utilizadas em extratos

alelopáticos, o que gera um efeito menor. Desta maneira, é importante associar diferentes formas de avaliação como ensaios a campo ou em casa de vegetação, onde ocorra a ação de microrganismos que podem interferir na finalidade dos compostos do metabolismo secundário, situações que não ocorrem sob condições controladas de laboratório, sobretudo na ausência de solo. A interação alelopática aumenta quando a liberação de substâncias é realizada próxima ou em contato com a planta alvo, evitando-se, assim, a inativação por microrganismos devido ao contato direto com o solo (TREZZI, 2002). Deste modo, são utilizadas nos testes plantas de espécies indicadoras, pois estas possuem características desejáveis para a pesquisa.

6. Espécies indicadoras

Segundo Souza Filho; Guilhon; Santos (2010), um melhor resultado é observado quando utiliza-se, para os testes alelopáticos, mais de duas plantas receptoras, pois permite um melhor dimensionamento do potencial alelopático da planta doadora, assim como uma condição mais próxima da realidade do ambiente.

Para avaliação da tolerância ou resistência aos extratos vegetais, utilizam-se plantas indicadoras que, devido à rápida e uniforme germinação e determinado grau de sensibilidade, têm a habilidade de expressar os resultados, mesmo sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas. Geralmente, são utilizadas como indicadoras de atividade fitotóxica as espécies *Lactuca sativa* L., *Cucumis sativus* L. e *Solanum lycopersicum* L. (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Dentre as diversas plantas receptoras, a mais utilizada é a alface.

São muitas as pesquisas que comprovam o efeito alelopático de óleos essenciais no controle de diferentes plantas invasoras através do efeito inibitório da germinação de sementes e do desenvolvimento de plântulas (DUKE et al., 2000; ROMAGNI et al., 2000; DUKE et al., 2002). Neste sentido, Macías et al. (2007) afirmam que, durante o século XX, o desenvolvimento de técnicas cromatográficas e espectroscópicas impulsionaram a pesquisa sobre produtos naturais. Assim, a alelopatia tornou-se um meio importante para identificar compostos bioativos (OLIVEIROS-BASTIDAS, 2008). É importante ressaltar que estudos sobre alelopatia

apresentam qualidade devido à inclusão dos fatores fisiológicos, químicos e ecológicos. Esse aperfeiçoamento permitiu a publicação de trabalhos inovadores cujas metodologias são altamente rigorosas (BLAIR et al., 2009).

Contudo, Aumonde (2012) alerta que a maioria das pesquisas realizadas no Brasil, referentes ao estudo da alelopatia, ainda são incipientes, devido às avaliações serem quase que exclusivamente relacionadas à germinação e crescimento inicial das plantas. Portanto, os processos fisiológicos bloqueados ou desencadeados pelos extratos vegetais ou concentrações destes carecem de informações, estudos relacionando atividade enzimática, pigmentos fotossintéticos, produção de radicais livres, peroxidação de lipídeos, integridade do sistema de membranas celulares e de outros testes empregados rotineiramente para a avaliação do vigor e germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas, constituindo importante ferramenta na elucidação dos mecanismos de ação e resposta de determinado composto sobre o vegetal. Deste modo, torna-se fundamental entender o processo de deterioração em sementes, pois os aleloquímicos podem atuar na inibição da germinação (SINGH et al., 2002) ou aumentar a atividade de enzimas do metabolismo antioxidativo (SAMAJ et al., 2004 e CRUZ-ORTEGA et al., 2007). O processo de deterioração das sementes é influenciado por algumas enzimas como superóxido-dismutase, peroxidase e catalase, que podem atuar na remoção de radicais livres (MUNIZ et al., 2007). Durante o processo germinativo da semente, ocorre a ativação da enzima alfa-amilase pela forma ativa do fitormônio giberelina e de enzimas beta-amilases (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Em seguida, inicia-se a decomposição ou alteração das reservas pela água, fornecendo substrato para a respiração, ou seja, energia para os esqueletos carbônicos, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento do embrião (MARCOS FILHO, 2005).

Em relação à interferência dos aleloquímicos gerados sobre o crescimento vegetal, destacam-se alguns, que foram os mais encontrados na bibliografia existente: interações hormonais, mudanças no metabolismo lipídico, síntese orgânica, abertura estomática, divisão celular, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, assimilação de CO₂ e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e reduzindo o conteúdo de clorofila na planta (REZENDE et al., 2003;

REIGOSA et al., 2006). Acerca disso, diversas pesquisas revelam a ação negativa de extratos vegetais no desempenho fisiológico de diversas espécies, por isso é fundamental estudá-los. Aumonde (2012) verificou que os extratos de *Zantedeschia aethiopica* e *Philodendron bipinnatifidum* afetaram negativamente o desempenho fisiológico das sementes de alface e arroz vermelho e proporcionaram acúmulo de peróxido de hidrogênio com o aumento da concentração, prejudicando a integridade de membranas celulares e contribuindo para o estresse oxidativo e redução da incidência de plântulas normais. Singh et al. (2009) observaram elevação na atividade das enzimas catalase e superóxido dismutase, quando utilizaram o extrato aquoso de *Nicotiana plumbaginifolia* sob plântulas de milho. Pode-se perceber que ambos os autores realizaram análises enzimáticas em seus trabalhos, remanescente a isso, Aumonde (2012) afirma que a elucidação do metabolismo antioxidativo associado à determinação de pigmentos fotossintéticos e parâmetros da qualidade fisiológica são essenciais em estudos alelopáticos, devido à melhor compreensão de respostas visuais da semente ou da plântula ao estresse imposto pelo extrato, fornecendo subsídios à descrição do seu mecanismo de ação.

Segundo Oliveros-Bastidas (2008), a maioria das substâncias naturais é solúvel em água, sendo que, em baixas concentrações, expressam efeito inibitório acentuado. Outras vantagens em relação às moléculas sintéticas foram observadas por Duke et al. (2000); Rimando e Duke (2006), como menor meia vida e ausência de moléculas halogenadas. Além de serem menos prejudiciais ao meio ambiente, podendo servir como base para a produção de herbicidas naturais (MACÍAS et al., 1998). Embora os danos causados à saúde pelo uso de herbicidas aumente a necessidade de produtos orgânicos, ainda existem poucos herbicidas naturais sendo comercializados, como os Bilanafos, Ácidos graxos, glúten de milho, 2Phenethyl propinato, Ácido acético, óleo de cravo e Azadirachtin (COPPING; DUKE, 2007).

Portanto, os aleloquímicos representam uma fonte de compostos bioativos que podem ser utilizados no manejo de plantas espontâneas, como herbicidas e pesticidas (MOURÃO JÚNIOR; SOUZA FILHO, 2010). Deste modo, os estudos na área da alelopatia servem como um instrumento importante para a identificação de espécies produtoras de substâncias que possam ser utilizadas como herbicidas naturais, mais específicos e menos danosos ao ambiente (IMATOMI, 2010).

7. Espécies Doadoras

São as espécies cujos compostos secundários são testados para avaliação do efeito alelopático.

7.1. *Achillea millefolium* L.

Achillea millefolium L. (Figura 1) é conhecida popularmente como mil-folhas, pertencente à família Asteraceae (GUDAITYTE ; VENSKUTONIS, 2007). O nome do gênero *Achillea* originou-se do herói grego Achilles, o qual utilizava o vegetal para curar as feridas de seus soldados. Este gênero possui em torno de 40 espécies, geralmente encontradas na Europa, Ásia e algumas na América do Norte (CANDAN et al., 2003). O aspecto recortado das folhas da planta que a faz aparentar ter mil folhas, influenciou o nome da espécie (millefolium) (LORENZI; MATOS, 2002). A planta foi introduzida no Brasil e adaptou-se bem ao clima; contudo, é exigente em fertilidade, luz e aeração do solo (LORENZI; MATOS, 2002).

É uma planta medicinal, perene, rizomatosa, herbácea, possuindo talos retos que atingem cerca de 30 a 50 cm de altura, sendo comumente encontrada na Grã-Bretanha, sul da Europa, Ásia, Austrália e América do Norte (AFSHARYPUOR; ASGARY; LOCKWOOD, 1996). Devido à planta ser estéril, sua multiplicação ocorre assexuadamente por meio de rizomas.

Quanto à composição química da mesma, sabe-se que ela produz óleo essencial composto por borneol, azuleno, α e β pineno, transnerolidol, cineol, cânfora, β -cariofileno, guaiol, proazuleno e eucaliptol, sendo amplamente utilizada para diversos fins, como antitumoral, antibacteriana, anti-hipertensivo, anti-inchaço e cicatrizante (SALVAGNINI et al., 2006). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2010), a planta tem potencial medicinal para ser utilizado como fitoterápico em diversas doenças. Ademais, a mesma faz parte da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) (BRASIL, 2009).

Além dos efeitos terapêuticos, muitos estudos avaliaram o potencial alelopático da planta. Segundo Cruz et al. (2000), a espécie, em diferentes concentrações de extrato bruto aquoso, inibiu a germinação de sementes de *Bidens*

pilosa L. (picão-preto). Em outro estudo, teve-se um indicativo do potencial alelopático da espécie, pois o extrato aquoso (infusão) e triturado da planta apresentou efeito tóxico nas diferentes concentrações sobre o comprimento da raiz e do caule de alface (*Lactuca sativa* L.). O processo de germinação da semente foi influenciado pelas diferentes formas de preparo do extrato e também pela concentração (HAIDA et al., 2010).

Em outra pesquisa mais recente, Simioni (2015) constatou que o extrato seco da planta foi mais eficiente do que o extrato aquoso, inibindo a germinação e a velocidade do processo em sementes de alface, cujo aumento da concentração interferiu negativamente no desenvolvimento inicial e germinação da espécie.



Figura 1 – Plantas de *Achillea millefolium* L. Foto: Diônvera Coelho da Silva. Pelotas, dezembro, 2015.

7.2. *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf

A espécie *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf no Brasil é conhecida como capim-cidreira, capim-limão, capim-santo ou capim-cidrão, e, internacionalmente como lemongrass. Na agricultura, tem sido empregada em curvas de nível das lavouras (LEAL et al., 2003). É originária da Índia e, no Brasil, encontra-se difundida na região Sul, no estado do Paraná (CASTRO; RAMOS, 2003; GOMES ;NEGRELLE, 2003).

Pertence à família Poaceae, é uma erva perene (Figura 2), com multiplicação assexuada por divisão de touceiras que são compactas e robustas, cuja altura pode atingir até 1,2 metros de altura, com rizoma semi-subterrâneo (COSTA et al., 2005).

Suas folhas são moles, aromáticas, estreitas e longas (0,50 a 1,0 m), com margens ásperas e cortantes (CASTRO; RAMOS, 2003; GOMES; NEGRELLE, 2003).



Figura 2 – Planta de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. Foto: Diônvera Coelho da Silva. Pelotas, fevereiro, 2016.

As condições climáticas ideais para o seu desenvolvimento são calor e clima úmido com plena exposição solar e chuvas uniformemente distribuídas (ORTIZ et al., 2002). No Brasil, desenvolve-se bem em todas as regiões, no entanto, não tolera geadas; quando isto ocorre, entretanto, rebrota facilmente na primavera (GOMES, 2001).

Nesta espécie possui um total de 16 constituintes químicos, representando 93,69% do óleo, foram identificados, entre os quais, geranial (27,04%), neral (19,93%) e mirceno (27,04%), sendo os principais constituintes encontrados (TZORTZAKIS; ECONOMAKIS, 2007; GBENOU et al., 2013; SANTIN et al., 2009). Corrobora com o estudo Leal et al. (2003), que afirmam que o principal componente do óleo essencial de *C. citratus* é o citral, composto pela mistura dos isômeros geranial e neral (65-80%), além de limoneno, citronelal, mirceno e geraniol (GUERRA et al., 2000). Em menor proporção, já foram identificados outros compostos como: canfeno, citronelal, citronelol, farnesol, geraneol, limoneno, linalol, mentol, α -pineno, β -pineno e terpineal (BATISTA-PEREIRA et al., 2006; TAPIA et al., 2007). O citral é matéria prima de importantes compostos químicos denominados iononas, utilizados na perfumaria e na síntese da vitamina A (MARTINS et al., 2004).

De acordo com Saito (2004), diversas plantas medicinais são promissoras como bioherbicidas, principalmente, por possuírem princípio ativo da categoria dos óleos voláteis, entre estas aponta-se para o *C. citratus*.

Para Simões et al. (2002), o efeito alelopático do capim-limão ocorre pela produção de metabólitos secundários como o geraniol, citral e diterpenos, que apresentam funções ecológicas, responsáveis pela elevada toxicidade, sendo portanto capaz de propiciar a inibição da germinação. Piccolo et al. (2007) observaram o retardo do desenvolvimento inicial de guanxuma conforme variou a concentração de extrato utilizado. Alves et al. (2004) testaram extratos voláteis de óleos essenciais na germinação e no comprimento da raiz de plântulas de alface e evidenciaram potencialidades alelopáticas inibitórias.

Estudos mais recentes foram realizados por Melhorança Filho et al. (2012), que verificaram o efeito alelopático significativo dos extratos de capim-cidrão, nas maiores concentrações (3%, 4% e 5%), sobre o desenvolvimento da radícula de alface, porém, o extrato da planta não demonstrou potencial alelopático sobre o desenvolvimento do hipocótilo de alface.

Lima et al. (2009) observaram a diminuição do comprimento de raiz de corda-de-viola à medida em que as concentrações dos extratos de *C. citratus* aumentavam, entretanto, a parte aérea sofreu efeito alelopático positivo, cujo maior valor foi obtido na concentração de 60%. Quanto à germinação, os valores do tempo médio de germinação demonstraram-se gradativamente maiores entre os tratamentos à medida em que houve aumento na concentração do extrato, enquanto que a velocidade de germinação apresentou valores decrescentes de acordo com o aumento na concentração da solução.

3 Material e métodos

8. Local de realização do experimento

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Clima Temperado, Estação Terra Baixas (ETB) e no Programa de Pós-Graduação

em Sistemas de Produção Agrícola Familiar vinculado ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas.

9. Local de coleta das plantas bioativas

Para obtenção do material vegetal foram realizadas diversas coletas no horto de plantas medicinais do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus Pelotas Visconde da Graça (CAVG), Pelotas-RS, entre os meses de dezembro de 2015 a março de 2016 no período da manhã. No momento da coleta as plantas de *A. millefolium* L. estavam em estágio de desenvolvimento reprodutivo enquanto que as plantas de *C. Cymbopogon citratus* (DC) Stapf estavam em estágio de desenvolvimento vegetativo. Posteriormente as plantas foram identificadas pela Professora, Doutora Raquel Lüdtke, certificando que são as espécies registradas no Herbário Pel da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) sob os números de registro 23.162 (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e 25.957 (*Achillea millefolium* L).

10. Obtenção do extrato aquoso

O extrato aquoso preparado por infusão foi obtido pesando-se 100 g de material vegetal seco em estufa a 40 °C (GRISI et al., 2013) e adicionando-se em 1000 mL de água destilada quente. A mistura ficou em repouso por 24 horas à temperatura de 20 a 25 °C, no escuro, em seguida, foi submetida à filtração simples, obtendo-se, assim, o extrato bruto (100% de concentração). Posteriormente, foi armazenado em vidro âmbar em refrigerador até a diluição nas concentrações 15, 30, 45, 60 e 75%. A utilização dessas concentrações foi baseada em pré-testes realizados em laboratório, verificando o efeito alelopático dos extratos sobre alface e pepino (planta-teste), onde se determinou concentrações adequadas para serem usadas nos bioensaios.

Para o preparo do extrato aquoso de capim cidrão utilizou-se apenas as folhas, para a Mil-folhas, separaram-se as suas partes em folhas, flores, caule e raiz.

11. Bioensaios

Para este estudo, foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), e pepino (*Cucumis sativus* L.). As sementes usadas nos testes apresentavam mais de 95% de germinação e foram obtidas do Laboratório Oficial de Análise de Sementes (LASO) da Embrapa Clima Temperado - Pelotas/RS.

Foram instalados bioensaios em laboratório e em casa de vegetação para determinação do potencial alelopático das plantas Mil-folhas (*Achillea millefolium* L.) e Capim-cidrão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf).

11.1. Bioensaio em laboratório

Os bioensaios realizados com alface e pepino foram instalados separadamente em delineamento experimental completamente casualizado, em esquema bifatorial, com seis repetições. O fator de tratamento A testou diferentes extratos elaborados a partir da folha de Capim-cidrão (CD folha), do caule (MF caule), da flor (MF flor), folha (MF folha) e raiz de Mil-folhas (MF raiz) e, o fator B, as concentrações dos mesmos (15, 30, 45, 60 e 75%, além da concentração zero, que representou o controle).

Para a realização dos testes de germinação, as sementes de alface foram mantidas em B.O.D., sob temperatura constante de 20 °C e fotoperíodo de 8 h. O período de duração dos testes foi de sete dias, sendo realizada a contagem diária de plântulas germinadas até o sétimo dia após a semeadura. Obteve-se a primeira contagem de germinação, contabilizando-se o número de sementes germinadas até o quarto dia após a instalação do teste, conforme Brasil (2009).

Para as sementes de pepino, a temperatura utilizada foi alternada 20 e 30 °C, com luz constante, a duração dos testes foi de oito dias, sendo realizada a contagem diária de plântulas germinadas até o oitavo dia após a semeadura. A primeira contagem de germinação também foi realizada no quarto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009). O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi calculado empregando-se a fórmula de Maguire (1962), para ambas as espécies, utilizaram-se

50 sementes semeadas sobre leito duplo de papel mata-borrão, em caixas do tipo gerbox, sendo umedecidas com solução do extrato aquoso das diferentes partes (folha, caule, flor e raiz) de *A. millefolium* L. ou *C. citratus* L. (folha) nas concentrações de 0 (água destilada), 15, 30, 45, 60 e 75%, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel.

Para a avaliação do crescimento inicial, foram selecionadas, aleatoriamente, 10 plântulas de cada repetição, sendo avaliadas as seguintes variáveis: comprimento da raiz e parte aérea, massa fresca e seca total das plântulas. O comprimento da radícula e do hipocótilo foi obtido utilizando-se régua com graduação em cm, tomando-se a medida do ápice. A massa seca total de plântulas foi obtida a partir da massa de 10 amostras, as mesmas utilizadas para avaliar o comprimento da raiz e parte aérea. As plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 70 °C até massa constante (72 horas), sendo a pesagem realizada em balança analítica de precisão. Os resultados foram expressos em miligramas por plântula.

11.2. Bioensaio em casa de vegetação

Estes testes foram realizados apenas com a alface, em estufa localizada na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFPel. . O experimento foi instalado em delineamento completamente casualizado, em esquema bifatorial, com quatro repetições. O fator de tratamento A testou diferentes extratos elaborados a partir da folha de Capim-cidrão (CCfolha), do caule (MF caule), da flor (MF flor), da folha (MF folha) e raiz de Mil-folhas (MF raiz) e, o fator B, as concentrações dos mesmos (15, 30, 45, 60 e 75%, além da concentração zero, que representou o controle). A semeadura foi efetuada a partir de setembro de 2016, sendo conduzido em quatro subamostras de 50 sementes em bandejas de poliestireno expandido de duzentas células, contendo como substrato areia lavada.

As sementes foram previamente colocadas entre três folhas de papel germitest umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a

massa do papel seco por cinco minutos, objetivando evitar danos por embebição. Decorrido esse período, as sementes foram embebidas nos extratos de Mil-folhas e Capim-cidrão, nas seguintes concentrações 0 (água destilada), 15, 30, 45, 60 e 75% por uma hora e conduzidas à semeadura (AUMONDE, 2012). Para avaliação do Índice de Velocidade de Emergência (IVE), foi realizada a contagem diária do número de plântulas emergidas, sendo que 21 dias após a semeadura foi realizada a contagem final do número de plântulas, sendo os resultados expressos em porcentagem de emergência e calculados de acordo com Nunes et al. (2003).

Para o crescimento inicial, as avaliações foram realizadas no 21º dia, selecionando-se, aleatoriamente, 10 plântulas de cada repetição, e avaliando-se as seguintes variáveis: comprimento da raiz e parte aérea, massa fresca e seca total das plântulas. O comprimento da raiz e da parte aérea foi obtido utilizando-se régua com graduação em cm, tomando-se a medida do ápice. A massa seca total de plântulas foi obtida a partir da massa de 10 amostras, as mesmas utilizadas para avaliar o comprimento da raiz e parte aérea, as plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 70 °C até massa constante (72 horas), sendo a pesagem realizada em balança analítica de precisão. Os resultados foram expressos em miligramas por plântula.

12. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e à independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística, os efeitos do tipo de extrato foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os efeitos da concentração do extrato (%) foram avaliados por modelos de regressão ($p \leq 0,05$), conforme segue: $y = y_0 + ax$; $y = y_0 + ax + bx^2$, onde: y = variável resposta; y_0 = variável resposta correspondente ao ponto mínimo da curva; a = valor máximo estimado para a variável resposta; b = declividade da curva; x = concentração (%). A

seleção do modelo foi baseada no baixo resíduo, baixo p -valor, e alto R^2 e R^2 adj. Quando não ocorreu ajuste de equação, os níveis da concentração do extrato foram comparados com intervalos de confiança a 95%, esses intervalos foram plotados no gráfico e as diferenças foram consideradas significativas quando não houve sobreposição entre as barras verticais. A presença de correlações entre as variáveis dependentes do estudo foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson.

4 Resultados e Discussão

13. Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L. em laboratório.

As pressuposições do modelo matemático foram atendidas e não foi necessária a transformação de dados para todas as variáveis. Para todas as variáveis dependentes ocorreram interações significativas entre os fatores de tipo tratamento e concentração do extrato (Tabelas 1 e 2; Figuras 3 e 4).

Para primeira contagem da germinação, os menores percentuais foram obtidos para o extrato de Capim-cidrão (CD) obtido das folhas, nas concentrações de 15 a 75%. O extrato de Mil-folhas obtido das flores (MF flor) também resultou nos menores valores de primeira contagem de germinação (PCG), nas concentrações de 30 a 75%. O extrato de MF obtido das folhas resultou em menor valor da PCG nas concentrações de 60 e 75% (Tabela 1).

Os dados da primeira contagem da germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de folha de Capim-cidrão ($F = 27,3821$; $p < 0,0001$), caule ($F = 71,8374$; $p < 0,0001$), flor ($F = 153,6707$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 73,4539$; $p < 0,0001$) de Mil-folhas; e, linear para folha de Mil-folhas ($F = 157,4617$; $p = 0,0002$).

Na comparação das concentrações para CC folha da concentração zero para 15, 45 e 60%, ocorreram decréscimos na PCG que ultrapassaram 100%. Para o extrato de MF obtido das flores, nas concentrações 45 a 75%, os decréscimos na

primeira contagem também ultrapassaram os 100% quando comparados com a concentração inicial (controle). Para o extrato de MF obtido das folhas, obteve-se decréscimos acima de 60% para as concentrações de 45 e 60%, sendo que para a maior concentração, o decréscimo foi superior a 100%, em comparação à testemunha. O extrato de MF obtido da raiz resultou nos menores decréscimos em comparação aos outros extratos utilizados, sendo que para o extrato de MF obtido do caule ocorreu acréscimos de 3,9% na concentração de 15% e 3,10% na concentração de 30%, comparados à testemunha (Figura 3 A).

A germinação obteve seus menores valores com o uso do extrato de CD obtido das folhas, nas concentrações de 15 a 75%. A utilização do extrato de MF obtido das flores resultou nas menores taxas de germinação nas concentrações de 60 e 75% (Tabela 1).

Os dados do percentual de germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CC obtido das folhas ($F = 50,0802$; $p < 0,0001$) e para os extratos de MF obtido do caule ($F = 39,2330$; $p = 0,0071$); e, linear para os extratos de MF obtido das flores ($F = 146,3783$; $p < 0,0001$) e folhas ($F = 91,7187$; $p < 0,0001$). Para o extrato de MF da raiz não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 3 B).

Com a utilização de extratos de CD das folhas a germinação reduziu-se em 99, 125, 134 e 128%, respectivamente para as concentrações de 30, 45, 60 e 75%, comparativamente à testemunha. Para o extrato de MF das flores, a redução da germinação foi superior a 60% para as concentrações de 45, 60 e 75%. O extrato de MF das folhas também reduziu a germinação acima de 60% para as concentrações 60 e 75%. O extrato de MF do caule promoveu acréscimo na germinação nas concentrações de 30 e 45%, sendo o seu maior decréscimo de 5% para a concentração de 75% (Figura 3 B).

Quanto ao Índice de velocidade de germinação (IVG), observou-se que o extrato de CC das folhas resultou nos menores valores de IVG, nas concentrações de 15, 30, 45 e 75%. A utilização do extrato de MF das flores reduziu o IVG nas concentrações de 45 e 75%. O extrato de MF das folhas também gerou os menores valores de IVG na maior concentração (Tabela 1).

Os dados de IVG ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CC das folha ($F = 33,3557$; $p < 0,0001$), para os extratos de MF das flores ($F = 285,9483$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 59,3787$; $p < 0,0001$); e, linear para os extratos de MF do caule ($F = 74,8530$; $p < 0,0001$) e das folhas ($F = 495,7159$; $p < 0,0001$) (Figura 3 C).

Quando utilizou-se o extrato de CC das folhas para avaliar o índice de velocidade de germinação, obteve-se decréscimos superiores a 90% nas concentrações de 30 a 60% e redução de 80% do IVG na concentração de 75% em comparação à testemunha. O extrato de MF das flores nas concentrações de 30 a 75% resultaram em decréscimos acima de 70% em relação à testemunha. Os maiores decréscimos para o extrato de MF das folhas foram obtidos nas concentrações de 45, 60 e 75%, cujos valores foram de 70, 94 e 118% em relação à testemunha (Figura 3 C).

Tabela 1 - Primeira contagem da germinação (%), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e extratos de caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPEL/RS, 2016/17.

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)					
	0	15	30	45	60	75
Primeira contagem da germinação (%)						
CD folha	94,67±3,21a ^{1/}	0,00±0,00c	0,00±0,00c	0,00±0,00d	0,00±0,00b	0,00±0,00b
MF caule	96,67±2,08a	97,33±1,53a	96,33±0,58a	91,00±2,64a	67,00±12,77a	52,33±5,78a
MF flor	95,67±1,53a	54,33±10,11b	0,67±1,15c	0,00±0,00d	0,00±0,00b	0,00±0,00b
MF folha	98,00±1,00a	93,33±2,08a	57,00±9,54b	13,00±4,36c	0,00±0,00b	0,00±0,00b
MF raiz	95,00±1,00a	94,33±0,58a	85,67±3,79a	73,33±2,08b	72,67±7,02a	52,33±5,86a
C.V. (%)	8,6					
Germinação (%)						
CD folha	97,33±3,05a	14,67±8,33b	5,00±3,00d	0,33±0,58d	0,33±0,58c	0,00±0,00c
MF caule	98,00±1,00a	97,67±1,15a	98,00±1,73 ^a _b	97,67±2,31a	95,33±0,58a	92,00±4,36a
MF flor	97,33±1,15a	96,67±3,05a	45,67±6,03c	17,33±6,11c	5,33±3,05c	1,00±1,73c
MF folha	99,33±1,15a	95,33±1,15a	86,00±7,21b	76,00±5,29b	34,67±18,15b	14,67±3,05b
MF raiz	97,67±1,53a	97,67±0,58a	99,00±0,00a	98,67±1,15a	98,67±1,53a	98,00±1,00a
C.V. (%)	7,1					
IVG						
CD folha	20,15±1,44a	1,10±0,65d	0,45±0,26e	0,00±0,00d	0,00±0,00c	0,00±0,00b
MF caule	20,76±2,51a	18,90±0,51a	18,95±0,94a	17,53±0,92a	12,05±0,85a	10,59±0,61a
MF flor	15,99±0,21b	11,32±1,04c	3,46±0,49d	1,26±0,44d	0,39±0,22 ^b _c	0,07±0,12b
MF folha	16,42±0,06b	15,10±0,50b	10,35±0,80c	7,08±0,83c	2,82±1,60b	1,03±0,23b
MF raiz	15,18±0,32b	15,38±0,27b	16,07±0,61b	15,01±0,63b	13,36±0,92a	11,46±0,65a
C.V. (%)	8,4					

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

Para o menor comprimento da parte aérea das plântulas, o extrato de CC foi mais eficiente nas concentrações de 15, 45 e 75%. O extrato de MF das flores resultou nos menores valores de comprimento da PA nas concentrações de 30 e 75% (Tabela 2).

Os dados de comprimento da parte aérea das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de MF do caule (F = 8,5310; p = 0,05), folhas (F = 11,5242; p = 0,0391) e raiz (F = 10,2117; p = 0,0016); e, linear para os extratos de CC das folhas (F = 26,2578; p = 0,0001) e de MF das flores (F = 140,4984; p < 0,0001) (Figura 4 A).

O comprimento da parte aérea das plântulas pelo uso do extrato de CC das folhas reduziu-se em 48% a partir da concentração de 30%, obtendo uma diminuição

de 120% no comprimento na concentração de 75%, comparativamente à testemunha.

Para o extrato de MF das flores, ocorreu redução do comprimento da parte aérea das plântulas acima de 38% para as concentrações de 30 a 75%. Os extratos de MF do caule e raiz resultaram em acréscimos no comprimento da parte aérea em todas as concentrações testadas.

Em relação ao comprimento da raiz das plântulas, observou-se que, na concentração de 30%, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos, contudo as concentrações de 45, 60 e 75% obtiveram redução de seus valores pela utilização do extrato de CC das folhas; para o extrato de MF das flores, obteve-se redução do comprimento da raiz na concentração de 75% (Tabela 2).

Os dados de comprimento da raiz das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CC das folhas ($F = 51,3659$; $p < 0,0001$), extratos de MF do caule ($F = 33,5623$; $p < 0,0001$), folhas ($F = 32,0562$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 9,6810$; $p = 0,002$); e, linear para os extratos de MF das flores ($F = 243,6464$; $p < 0,0001$) (Figura 4 B).

Quando utilizou-se o extrato de CC das folhas para avaliar o comprimento da raiz das plântulas, obteve-se decréscimos superiores a 99% nas concentrações de 45 a 75% em comparação à testemunha. A utilização do extrato de MF das flores nas concentrações superiores a 45% resultou em decréscimos superiores a 53% no comprimento da raiz em relação à testemunha. Para o extrato de MF das folhas, o comprimento da raiz das plântulas reduziu-se acima de 50% entre as concentrações de 30 a 75%. O extrato de MF do caule reduziu o comprimento da raiz acima de 50% a partir da concentração de 45%. O extrato de MF da raiz resultou nos maiores decréscimos do comprimento da raiz das plântulas, sendo as maiores reduções acima de 100% para as concentrações de 45 a 75%.

Quando utilizou-se o extrato de capim-cidreão das folhas, a massa fresca das plântulas foi menor nas concentrações de 15 a 75%. O extrato de MF das flores reduziu a massa fresca das plântulas nas concentrações de 60 e 75% (Tabela 2).

Os dados da massa fresca das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CC das folhas ($F = 104,8892$; $p < 0,0001$), extratos de MF das folhas ($F = 4,7798$; $p = 0,0248$) e raiz ($F =$

6,2057; $p = 0,0109$); e, linear para os extratos de MF das flores ($F = 210,5975$; $p < 0,0001$). Para o extrato de MF do caule não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 4 C).

A massa fresca das plântulas apresentou decréscimos acima de 80% nas concentrações de 30 a 75%, sendo o maior decréscimo de 118%, para a concentração de 60% por meio do uso do extrato de CC das folhas, relativamente à concentração inicial (testemunha). Para o extrato de MF das flores, ocorreu redução da massa fresca das plântulas em todas as concentrações testadas, sendo acima de 20% para a concentração mínima e 104% para a maior concentração, comparativamente à testemunha.

A massa seca das plântulas nas concentrações de 15 a 60% foi reduzida significativamente com o uso do extrato de Capim-cidrão das folhas (Tabela 2).

Os dados da massa seca das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CC das folhas ($F = 367,1885$; $p = 0,0003$), extratos de MF das flores ($F = 13,1465$; $p = 0,0328$) e folhas ($F = 26,6333$; $p = 0,0123$); e, linear para o extrato de MF do caule ($F = 17,4438$; $p = 0,014$). Para o extrato de MF da raiz não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 4 D).

A massa seca das plântulas apresentou decréscimos superiores a 40% em todas concentrações, sendo a maior redução de 98% na concentração de 60% com o uso do extrato de CC das folhas, comparativamente à testemunha. O extrato de MF das flores também diminuiu a massa seca das plântulas nas concentrações 60 e 75%.

O extrato de MF do caule resultou em acréscimos na massa seca das plântulas em todas as concentrações, sendo que o maior valor foi de 8% na concentração de 75%.

Tabela 2 - Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca e seca (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPEL/RS, 2016/17.

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)					
	0	15	30	45	60	75
Comprimento da parte aérea (cm)						
CD folha	3,38±0,17a ^{1/}	1,45±0,51b	3,32±0,55b	0,00±0,00d	0,00±0,00c	0,00±0,00c
MF caule	3,33±0,13a	4,24±0,23a	4,40±0,53a	4,21±0,54a	3,91±0,40a	3,65±0,43a
MF flor	3,66±0,01a	3,91±0,28a	1,90±0,08c	1,15±0,12c	0,86±0,42bc	0,09±0,16c
MF folha	3,35±0,20a	4,10±0,29a	3,99±0,29ab	3,20±0,09b	2,23±1,03b	1,91±0,32b
MF raiz	3,53±0,12a	4,25±0,20a	4,34±0,29a	4,23±0,11a	4,14±0,14a	4,20±0,03a
C.V. (%)	11,7					
Comprimento da raiz (cm)						
CD folha	3,29±0,22ab	1,19±0,51c	1,51±0,09a	0,00±0,00b	0,00±0,00c	0,00±0,00c
MF caule	3,20±0,31ab	2,01±0,22 ^a _b	1,35±0,02a	1,46±0,23a	1,57±0,27a	1,15±0,16b
MF flor	3,45±0,41ab	2,63±0,26a	1,98±0,38a	1,60±0,41a	0,85±0,23b	0,08±0,14c
MF folha	4,08±0,62a	1,65±0,06bc	1,48±0,07a	1,41±0,12a	1,25±0,15ab	1,24±0,19ab
MF raiz	2,91±0,10b	1,35±0,23bc	1,61±0,40a	1,66±0,04a	1,53±0,28a	1,58±0,17a
C.V. (%)	15,9					
Massa fresca (mg)						
CD folha	142,55±13,46a	51,07±22,63b	24,83±13,77c	0,00±0,00c	0,00±0,00b	0,00±0,00c
MF caule	106,37±17,22ab	130,65±43,78a	127,02±24,67a	97,17±37,45ab	99,97±25,35a	82,58±7,36b
MF flor	137,30±11,72a	142,48±4,29a	79,65±5,99b	44,87±8,02bc	17,77±10,03b	2,17±3,75c
MF folha	75,65±20,63b	145,88±26,99a	123,23±11,46a	132,30±25,17a	108,44±23,62a	93,60±31,60b
MF raiz	121,93±3,97a	152,12±4,11a	155,93±15,39a	144,92±8,64a	143,57±5,50a	143,02±1,91a
C.V. (%)	19,4					
Massa seca (mg)						
CD folha	6,65±0,05a	3,75±1,21b	1,35±1,02b	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,00±0,00c
MF caule	6,68±0,37a	7,00±0,56a	7,10±0,40a	7,27±0,08a	7,13±0,30a	7,40±0,28a
MF flor	6,60±0,82a	6,97±0,51a	6,18±0,16a	6,83±0,48a	5,34±1,03a	1,41±2,44bc
MF folha	6,95±0,17a	7,25±0,22a	6,92±0,16a	7,03±0,98a	6,17±2,14a	4,22±0,92ab
MF raiz	5,75±0,70a	6,60±0,51a	7,00±0,09a	6,42±0,35a	5,75±0,70a	6,60±0,51a
C.V. (%)	14,7					

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

Tendo em vista os resultados obtidos para a primeira contagem da germinação, germinação e índice de velocidade de germinação, percebe-se que os tratamentos que interferiram negativamente nestas variáveis foram os extratos de CC das folhas e extratos de MF das flores e folhas. Observou-se que o extrato de MF do caule promoveu acréscimo nas concentrações de 15 e 30% para a PCG e Germinação; para o IVG, o extrato resultou nos menores decréscimos, assim como o extrato de MF da raiz.

Diferentemente do que se esperava, o extrato de CC das folhas não reduziu os valores de PCG, G e IVG na maior concentração utilizada, porém, teve maior efeito do que os outros extratos utilizados nas menores concentrações testadas. O que se torna interessante visto que procura-se otimizar o uso da planta.

Conforme análise de regressão, o menor valor de germinação foi observado para a concentração de 60% para o uso do extrato de CD das folhas; para a PCG, o menor resultado foi obtido pelo uso do extrato de MF das flores na concentração de 60%. O maior atraso da germinação (IVG) foi observado na concentração de 75% para o uso do extrato de MF das folhas.

Semelhante aos resultados deste trabalho, Sousa et al. (2010) e Teodorovicz e Silva (2012) verificaram o potencial alelopático do Capim-cidrão na germinação de sementes de alface. Fortes et al. (2009) também obtiveram resultados eficientes para a inibição da germinação, com interferência no tempo médio e na velocidade média da germinação de sementes de picão-preto e soja (*Glycine max* (L) Merrill), por meio do uso do extrato aquoso frio e quente das plantas de Capim-cidrão e Sabugueiro. O efeito alelopático do capim-limão pode ser explicado pela composição química da planta, cujos metabólitos secundários (cital, geraniol e diterpenos) exercem funções ecológicas hábeis para inibir a germinação e geralmente apresentam toxicidade elevada, sendo dose-dependente (SIMÕES et al., 2002).

Em relação ao uso dos extratos de Mil-folhas, não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que tenha testado o efeito alelopático das diferentes partes da planta, porém, este estudo verificou um forte potencial inibitório da germinação, PCG e IVG quando utilizou-se os extratos das inflorescências e das folhas da planta, o mesmo não tendo ocorrido com o uso das partes do caule e da raiz da espécie, que apresentaram decréscimos inferiores para todas as variáveis citadas quando comparadas aos outros tratamentos.

De acordo com Corrêa Jr.; Ming; Scheffer (1994), ocorre variação do teor de óleos essenciais com a parte da planta da qual se faz a extração. Deste modo, estes resultados indicam que os extratos de MF do caule e raiz podem ter um ou mais compostos bioestimulantes, os quais reduzem o potencial alelopático da planta, ou apresentam menor rendimento de óleo. Corroboram com isso Maciel et al. (2003), que afirmam que o maior rendimento em óleo encontra-se majoritariamente nas

inflorescências, e posteriormente, nas folhas. Portanto, esta pode ser uma das explicações para o maior efeito alelopático dos extratos de MF das flores, seguido do extrato da folha para a primeira contagem, germinação e IVG deste estudo.

Gaziria e Carvalho (2009) utilizaram a planta de mil-folhas, picada e incorporada ao substrato, e verificaram baixa inibição na emergência e estímulo ao crescimento da tiririca. Os pesquisadores indicaram que a planta fosse colhida em outra época ou estágio de floração, ou fossem utilizadas apenas as inflorescências, a fim de obter resultados mais satisfatórios. Comparando o efeito das folhas e flores de mil-folhas, contrariamente a este estudo, Cruz, Nozaki e Batista (2000) obtiveram alta porcentagem de germinação sobre as sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*), nas concentrações de 10 e 20%, próxima à germinação obtida na testemunha, porém, o poder inibitório evidenciou-se com a utilização dos extratos triturados.

Alguns estudos assim como este evidenciam o potencial da espécie para ser utilizada como bioherbicida natural, entre eles, Haida et al. (2010) demonstraram que o extrato de infusão de mil-folhas causaram forte inibição da germinação nas concentrações mais altas (30 e 50%). Resultados semelhantes foram apresentados por Simioni et al. (2015) que verificaram que a germinação das sementes de alface com o uso do extrato verde reduziu-se em 10%; em contrapartida, o extrato seco promoveu redução na germinação acima de 70% em comparação à testemunha na concentração de 15%.

Foi observado retardo no desenvolvimento inicial da alface, principalmente pelo uso dos extratos de capim-cidrão e de flores de mil-folhas. Resultados semelhantes foram obtidos por Alves et al. (2004), que, por meio do uso do óleo essencial de capim-cidrão, obtiveram deterioração dos tecidos e morte das plântulas de alface nas concentrações de 0,1 e 1%, mostrando efeito fitotóxico para o crescimento da raiz. De acordo com Craveiro (1981) e Matos (2000), possivelmente, a inibição da germinação e do crescimento da raiz de plântulas de alface se deve aos componentes majoritários do óleo essencial de capim-cidrão como o timol, e especialmente, o citronelal, que é um monoterpene encontrado em maior concentração no óleo.

O extrato de capim-cidrão reduziu o comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento da raiz (CR) à medida em que a concentração do extrato aumentou. Contrariamente a este estudo, Melhorança Filho et al. (2012) e Alves (2004) não observaram efeitos alelopáticos significativos de extratos de capim-cidrão sobre as sementes de alface para o desenvolvimento do hipocótilo. Entretanto, observaram-se decréscimos significativamente maiores no comprimento da raiz em relação à PA, exceto para a maior concentração. De acordo com Batish (2004), geralmente as substâncias fitotóxicas presentes em vegetais agem sobre a atividade fotossintética de outras plantas. Apesar deste estudo ter verificado o efeito do extrato de CD sobre a CPA e não apenas para o CR, como foi verificado em outros estudos.

Melhorança Filho et al (2012) nos afirmam que os extratos de capim-cidrão possuem uma característica particular na atuação do desenvolvimento da radícula da alface, visto que as moléculas existentes na planta indicam que ela dificulta a assimilação de água e nutrientes das espécies alvo, interferindo no sistema radicular pela atividade destas substâncias na espécie.

Conforme Sousa et al. (2010), a utilização de extratos aquosos de capim-limão reduziram o crescimento de raízes de alface, verificando através de análises citogenéticas que os mesmos desencadearam efeito citotóxico e genotóxico, reduzindo de forma significativa o índice mitótico e aumentando o número de aberrações cromossômicas.

Quanto ao uso dos extratos de mil folhas, verificou-se efeito inibitório do comprimento da PA apenas para o extrato da flor. Possivelmente, esta parte da planta tenha em sua composição química mais moléculas com efeitos inibitórios.

Quando se utilizou os extratos do caule e da raiz da planta, estes provocaram estímulos no comprimento da parte aérea. Gaziri e Carvalho (2009), ao utilizarem a planta de mil-folhas incorporada ao substrato, obtiveram estímulo no crescimento de tiririca, gerando plantas com maior número de folhas que a testemunha. Para os pesquisadores, talvez se fosse realizado o uso da flor ou a planta tivesse sido colhida em outra época, os resultados poderiam ter sido diferentes.

Para o comprimento da raiz, notou-se que todas as partes da mil-folhas foram eficientes para a redução do CR. Em relação a isso, para Suzuki et al.(2008);

Maraschin-Silva e Áquila (2005), as raízes são os órgãos mais sensíveis à ação dos extratos e suas frações, sendo a parte receptora dos aleloquímicos nas plantas. O efeito inibitório no crescimento das raízes primárias seria um indicativo da fitotoxicidade de extratos vegetais e está ligado à prematura lignificação das paredes celulares. Para Alves e Santos (2002); Dailiri et al. (2011), a exposição direta da raiz primária por um maior período de tempo à ação do extrato influencia a redução do comprimento da raiz em relação ao hipocótilo.

Haida et al. (2010) verificaram efeito alelopático da parte aérea da mil-folhas sobre o comprimento da raiz e do CPA, o qual seria justificado pela presença de algum aleloquímico que inibe o crescimento. Neste estudo, os pesquisadores utilizaram os extratos aquosos infusão e triturado, preparados nas concentrações de 50, 40, 30, 20, 10 e 0%, verificando decréscimo no comprimento da raiz e no comprimento da parte aérea, à medida em que se aumentou a concentração dos extratos, com exceções apenas para a concentração de 10% do extrato triturado.

Os extratos que foram mais eficientes para a redução da massa fresca e seca foram os de CD em todas concentrações e de flores de MF nas concentrações de 60 e 75%. O extrato de MF do caule apresentou acréscimo para massa seca e o extrato de MF da raiz promoveu acréscimo para massa fresca das plântulas. Estes resultados eram esperados, visto que neste estudo percebeu-se maior efeito alelopático negativo nas variáveis testadas com capim-cidrao e flores de mil-folhas. Possivelmente, estes extratos apresentam constituintes químicos com maior efeito bioherbicida, o que gera reduções significativas na germinação e no desenvolvimento inicial das plantas alvo.

Torna-se importante evidenciar que o objetivo do manejo de plantas espontâneas não é a sua erradicação, mas manter a sua população abaixo dos níveis de injúria econômica, portanto, apenas obter a sua redução também é benéfica (Lorenzi, 2000). Logo, a diminuição de tempo médio e velocidade média de germinação, comprimento médio de raiz, são favoráveis pois irão comprometer o desenvolvimento da planta espontânea a qual se quer manejar (LIMA et al. 2009).

Lembrando que os compostos químicos de produtos naturais são rapidamente degradados, não havendo permanência de resíduos tóxicos que

possam danificar o ambiente (PICCOLO, 2007). Por conseguinte, as espécies vegetais com efeitos alelopáticos podem ser utilizadas como cobertura vegetal, minimizando o uso de compostos químicos (herbicidas) e inibindo a ocorrência de plantas espontâneas, promovendo a proteção e melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (CORSATO, 2008). Também podem ser utilizadas como herbicidas naturais em substituição aos produtos químicos altamente tóxicos para o ambiente e todos seres vivos que o compõem.

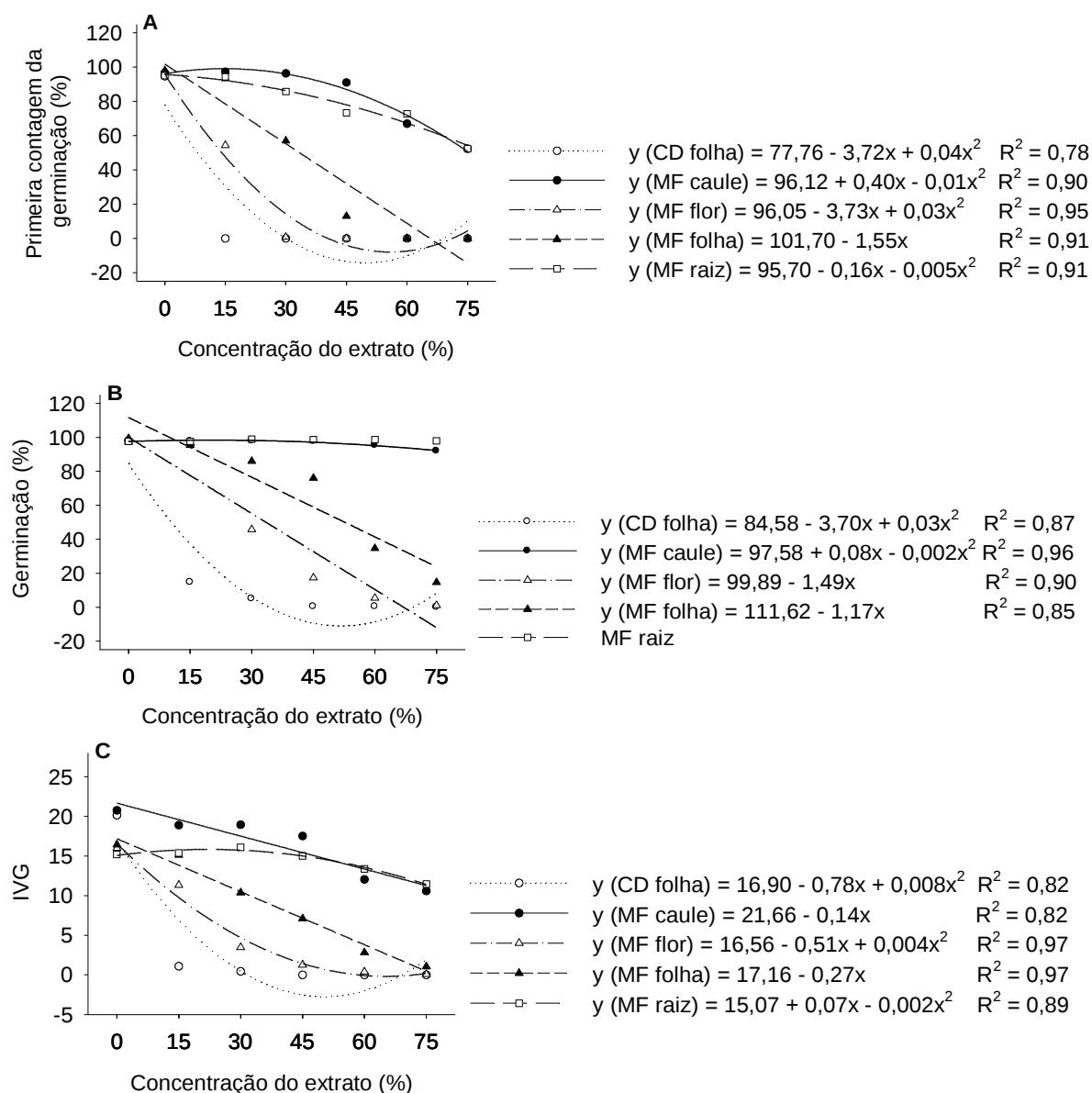


Figura 3 - Primeira contagem da germinação (%) (A), germinação (%) (B) e índice de velocidade de germinação (IVG) (C) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidreão - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

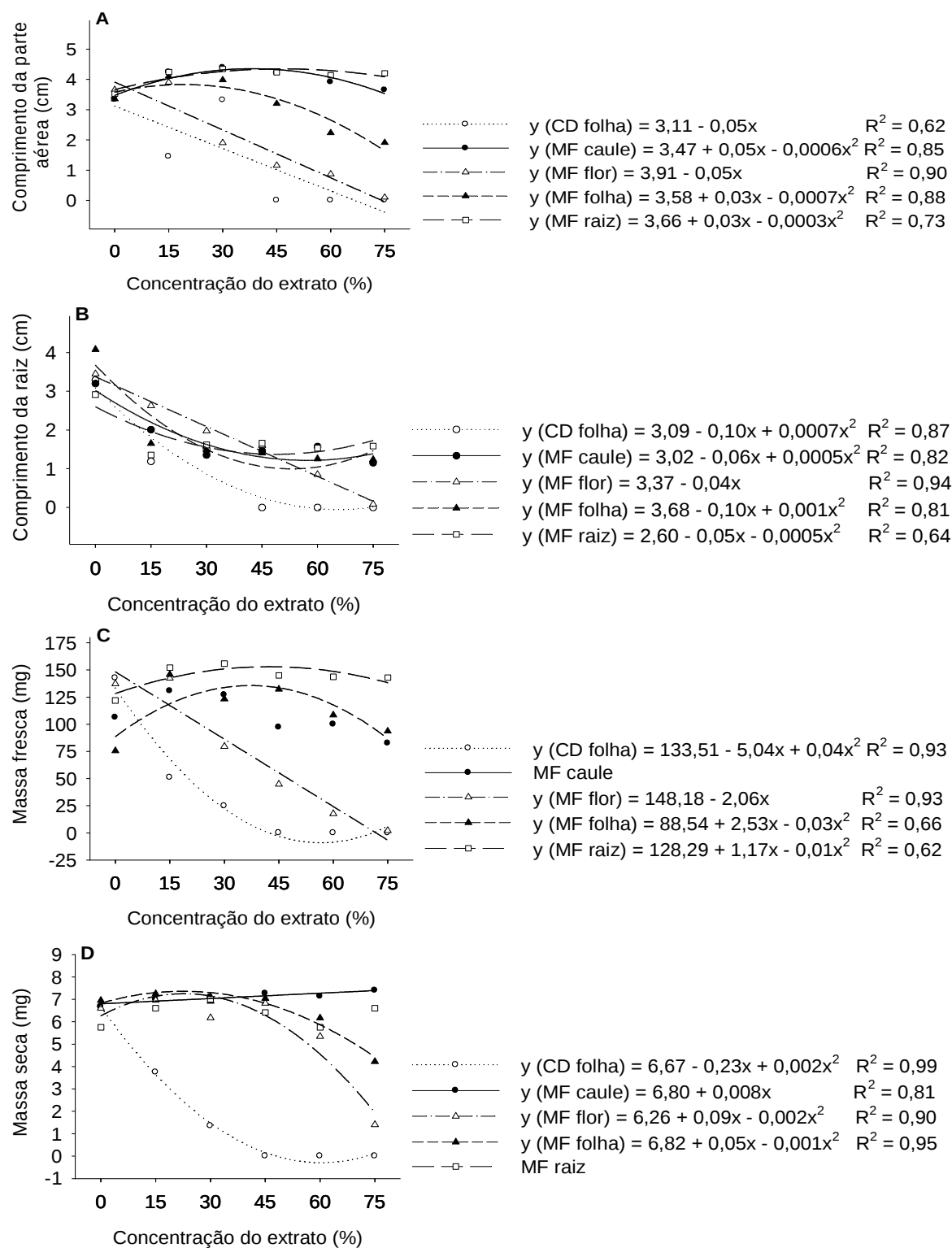


Figura 4- Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) e seca (D) (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de Capim-cidrão - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de Mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

14. Potencial alelopático de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial e plântulas de *Cucumis sativus* L. em laboratório.

As pressuposições do modelo matemático foram atendidas e não foi necessária a transformação de dados para todas as variáveis. Para as variáveis primeira contagem da germinação ($F = 15,51$; $p < 0,0001$) e IVG ($F = 8,48$; $p < 0,0001$), ocorreram interações significativas entre os fatores tipo de extrato e concentração do extrato (Tabela 4 e Figura 5A).

Quanto à primeira contagem da germinação (PCG), observou-se que os extratos de MF das flores, folhas e raiz resultaram nos menores valores, nas concentrações de 30, 45, 60 e 75% (Tabela 4).

Os dados da primeira contagem da germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear para os extratos de CD das folhas ($F = 100,8274$; $p < 0,0001$), para os extratos de MF do caule ($F = 70,1184$; $p < 0,0001$), flores ($F = 148,7113$; $p < 0,0001$), folhas ($F = 173,5751$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 234,4126$; $p < 0,0001$) (Figura 5 A).

Todos tratamentos resultaram em decréscimos na PCG com o aumento da concentração, comparativamente à testemunha. Contudo, observou-se que o extrato de MF das flores apresentou reduções superiores em relação aos outros tratamentos, sendo acima de 100% para a concentração de 75%. Os extratos de MF das folhas e raiz apresentaram decréscimos acima de 50% para as concentrações de 45 a 75% (Figura 5A).

O índice de velocidade de germinação obteve seus menores valores com o uso do extrato de MF das flores nas concentrações de 30 a 60%. A utilização do extrato de MF das folhas reduziu o IVG nas concentrações de 30 a 75%. O extrato de MF da raiz resultou no menor IVG na concentração de 30% (Tabela 4).

Os dados de IVG ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD das folhas ($F = 92,8081$; $p < 0,0001$) e para os extratos de MF das flores ($F = 270,6972$; $p < 0,0001$); e, linear para os

extratos de MF do caule ($F = 61,9375$; $p < 0,0001$), folhas ($F = 167,1834$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 74,4269$; $p < 0,0001$) (Figura 5 B).

Todos tratamentos resultaram em decréscimos do IVG com o aumento da concentração, comparativamente à testemunha, sendo que os menores valores de IVG, em todas as concentrações, resultou do uso do extrato de MF das flores, seguido do extrato de MF das folhas, exceto para a menor concentração (Figura 5 A).

Para as variáveis comprimento da parte aérea ($F = 17,81$; $p < 0,0001$), raiz ($F = 2,49$; $p = 0,0034$) e massa fresca das plântulas ($F = 10,25$; $p < 0,0001$), ocorreram interações significativas entre os fatores de tratamento tipo de extrato e concentração do extrato (Tabela 5 e Figura 6).

Para o menor comprimento da parte aérea das plântulas, o extrato de MF das flores e folhas foram os mais eficientes nas concentrações de 45 e 60 e 75%.

Os dados de comprimento da parte aérea das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD das folhas ($F = 248,6436$; $p < 0,0001$), extratos de MF do caule ($F = 9,0417$; $p = 0,05$), flores ($F = 16,9683$; $p = 0,0001$), folhas ($F = 35,0175$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 89,2198$; $p = 0,0021$) (Figura 6 A).

O comprimento da parte aérea das plântulas (CPA) apresentou decréscimos acima de 6% a partir da concentração de 45% do extrato de MF das flores. Para o extrato de MF das folhas, o CPA reduziu-se acima de 23% para a concentração de 60% e de 59% para a maior concentração testada. Para o uso dos extratos de MF do caule, folhas e extratos de CD ocorreu acréscimos no CPA, sendo este último extrato o que resultou nos maiores acréscimos (Tabela 5).

Em relação ao comprimento da raiz, observou-se que, nas concentrações de 30 e 45%, obteve-se a maior redução do comprimento da raiz das plântulas com o uso do extrato de MF das folhas (Tabela 5).

Os dados de comprimento da raiz das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de MF do caule ($F = 23,0559$; $p = 0,0151$), flores ($F = 16,2048$; $p = 0,0247$), folhas ($F = 5,2020$; $p = 0,0192$) e raiz ($F = 6,7968$; $p = 0,0079$). Para o extrato de CD das folhas, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 6 B).

O extrato de MF das folhas resultou nos maiores decréscimos do comprimento da raiz das plântulas (CR), a partir da concentração de 45%, sendo o maior decréscimo de 29% para a maior concentração testada. Os extratos de MF do caule, flores e raiz resultaram em acréscimos do CR, exceto para a concentração de 75% com o uso do extrato de MF do caule.

A massa fresca das plântulas foi reduzida com o uso do extrato de MF das folhas, nas concentrações de 60 e 75%. Para a concentração de 60% do extrato de MF das flores, a redução da massa fresca das plântulas também ocorreu (Tabela 5).

Os dados de massa fresca das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de MF do caule ($F = 8,4938$; $p = 0,05$) e folhas ($F = 16,6137$; $p = 0,0238$); e, linear para o extrato de CD das folhas ($F = 29,4283$; $p = 0,0056$) e extrato de MF das flores ($F = 19,0439$; $p = 0,0120$). Para os extratos de MF da raiz, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 6 C).

O emprego do extrato de MF do caule e dos extratos de CD resultou em acréscimos na massa fresca das plântulas, comparativamente à testemunha. Os extratos de MF das flores e folhas apresentaram decréscimos superiores a 15% para as concentrações de 30 a 75%.

Para a germinação ($F = 2,51$; $p = 0,05$) e massa seca das plântulas ($F = 23,05$; $p < 0,0001$), somente ocorreu efeito principal do tipo de extrato (Tabela 3). Na germinação, o menor percentual foi verificado para o extrato de MF do caule, que diferiu dos demais. Enquanto que o menor valor para massa seca das plântulas foi verificado com o uso do extrato de MF das folhas.

Tabela 3 - Germinação (%) e massa seca (mg) de plântulas de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidreão - CD (*Cymbopogon citratus*), e extratos de caule, flores, folhas e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

Tipo de extrato	Germinação (%)	Massa seca (mg)
CC folha	99,00±0,97a ^{1/}	0,20±0,01a
MF caule	97,22±5,45b	0,21±0,01a
MF flor	98,67±1,37a	0,21±0,01a
MF folha	99,11±1,23a	0,17±0,01b
MF raiz	99,78±0,65a	0,20±0,03a
C.V. (%)	2,6	7,8

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

Mesmo havendo diferença estatística para o efeito principal do tipo de extrato, notou-se que ocorreu uma pequena redução da germinação com o uso dos diferentes extratos das plantas doadoras, sendo o percentual de germinação de todos os tratamentos próximo a 100%.

Gayardo e Cruz-Silva (2013) também verificaram que as diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) não apresentaram efeito significativo na germinação de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum* L. Solanaceae). Neste estudo, a espécie também não apresentou efeito alelopático para inibir a germinação de sementes de pepino, em todas as concentrações testadas, o mesmo tendo sido verificado com o uso das diferentes partes da mil-folhas.

Alguns estudos, como o de Cruz, Nozaki e Batista (2000), verificaram que os extratos triturados e infusão de *A. millefolium*, nas concentrações de 10 e 20% sobre as sementes de picão-preto (*B. pilosa*), resultaram em alta porcentagem de germinação, próximo à germinação obtida na testemunha em extrato infusão, porém, observaram bom potencial de inibição quando tratados com extratos triturados. Resultados semelhantes foram apresentados por Simioni et al. (2015), cujo extrato verde de mil-folhas, apesar de provocar redução na capacidade germinativa de sementes de alface à medida em que a concentração era aumentada, não foi tão intenso, se comparado com os resultados do extrato seco, que promoveu redução acima de 71%, comparativamente à testemunha, na maior concentração estudada.

Referente a isso, Ferreira e Áquila (2000) afirmam que o efeito alelopático não é necessariamente expressado sobre o percentual de germinação, mas pode ser evidenciado sobre a velocidade de germinação ou outra variável que avalie o processo.

Deste modo, verificou-se declínio na primeira contagem de germinação e no índice de velocidade de germinação, em todas as concentrações de todos os tratamentos testados, principalmente, para o uso do extrato de MF das flores, em que se obteve os maiores decréscimos para a maior concentração testada.

Lima (2013) verificou, por meio da observação dos valores das médias isoladas, que o rendimento do óleo essencial extraído de flores foi superior ao rendimento do óleo essencial extraído das folhas, sendo este um indicativo de que

as flores são os órgãos de produção e armazenamento mais importante de princípios ativos em *A. millefolium* L. Devido a isto, pode-se afirmar que o efeito do extrato de MF das flores na diminuição do IVG e da PCG pode estar relacionado à maior quantidade de aleloquímicos presentes nas inflorescências da planta, ocasionando maior efeito inibitório destas variáveis.

Conforme Carvalho e Carnelossi (2005), substâncias que estão presentes na composição química de mil-folhas, como alcalóides, terpenos, saponinas, glicosídeos e flavonóis, têm sido descritos como agentes alelopáticos.

De acordo com os resultados, percebe-se que o IVG reduziu-se à medida em que as concentrações dos extratos aumentaram. Segundo WU et al. (2009), o efeito alelopático depende da concentração dos compostos tóxicos, do tecido de extração e está diretamente relacionado à espécie do qual é extraído. Provavelmente, as maiores concentrações possuem quantidade maior dos componentes inibitórios e, por isso, estes foram mais eficientes na redução do IVG e da PCG. Uma explicação para a diminuição do número de sementes germinadas de pepino diariamente pode estar relacionada com a redução da velocidade ou capacidade de hidrólise e mobilização de reservas do endosperma ao embrião, devido ao efeito prejudicial dos extratos sobre a alfa-amilase (MUNIZ et al., 2007).

Estudando o efeito alelopático do capim-cidrão em sementes de alface e rúcula, Souza et al. (2005) verificaram redução da germinação e do índice de velocidade de germinação com o aumento da concentração do extrato; semelhante a estes resultados, Piccolo et al. (2007) verificaram diminuição do percentual de germinação e da velocidade de germinação de sementes de guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), em todas as concentrações testadas.

Em relação ao comprimento da parte aérea, os extratos de MF do caule e raiz apresentaram acréscimos no CPA, assim como os extratos de CD. Quanto a isso, Melhorança Filho et al. (2012) verificaram que sementes de alface expostas aos extratos de capim-cidrão não apresentaram efeitos alelopáticos significativos no desenvolvimento do hipocótilo. Resultado semelhante ao observado por Alves (2004), que não observou inibição significativa no desenvolvimento do hipocótilo pelo uso do extrato de capim-cidrão nas espécies *Lactuca sativa* L. e *Digitaria horizontalis*. Isso pode indicar que as substâncias com potencial herbicida

existentes no capim-cidrão não interferem sobre as organelas e substâncias que atuam em atividades fotossintéticas (MELHORANÇA FILHO et al., 2012).

Os extratos de MF das flores e folhas apresentaram acréscimos para o CPA nas menores concentrações e decréscimos de 32 e 59% na maior concentração.. Contrariamente, Haida et al. (2010) verificaram crescimento decrescente no comprimento da raiz e da parte aérea de plântulas de alface, à medida em que se aumentou a concentração dos extratos de mil-folhas.

Para o comprimento da raiz das plântulas, o extrato de MF das folhas foi o único que resultou em decréscimos, a partir da concentração de 30%. O extrato de MF do caule resultou em acréscimos em todas as concentrações testadas, exceto para a maior concentração, cuja redução do CR em relação à testemunha foi de 14%. Os extratos de MF das flores e raiz resultaram em acréscimos, em todas as concentrações, no comprimento da raiz das plântulas. Neste sentido, nota-se que, embora os extratos de MF das flores tenham promovido reduções significativas nas variáveis IVG e PCG, não foi evidenciado efeito alelopático negativo dos extratos que levasse à redução do comprimento da raiz das plântulas. Entretanto, os extratos de MF das flores reduziu a massa fresca das plântulas em todas as concentrações, o que pode ter interferência da redução do CPA para este mesmo extrato.

O extrato de MF das folhas resultou nos maiores decréscimos de massa fresca das plântulas. Talvez o pepino possa apresentar maior sensibilidade aos componentes desta parte da planta para o desenvolvimento inicial, visto que o CPA e CR apresentaram os maiores decréscimos com o emprego desse extrato, que também afetaram a PCG e o IVG. Para os extratos de CD e de MF do caule, ocorreu aumento da massa fresca das plântulas.

Tabela 4 - Primeira contagem da germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)					
	0	15	30	45	60	75
Primeira contagem da germinação (%)						
CD folha	97,33±3,06a ^{1/}	85,00±3,46a	79,00±4,36a	61,00±13,53a	60,33±9,45a	42,67±6,81b
MF caule	96,00±2,00a	84,67±6,11a	87,33±3,05a	83,33±2,31a	58,67±6,11a	54,00±2,00a
MF flor	98,67±2,31a	80,67±11,72a	41,33±3,05b	12,00±5,29b	0,67±1,15c	1,33±2,31c
MF folha	96,00±0,00a	86,00±3,46a	56,67±6,11b	12,67±7,02b	6,67±4,16 ^b _c	1,33±2,31c
MF raiz	87,00±2,65b	71,67±2,08a	48,33±10,78b	35,33±13,32b	19,33±7,57b	8,67±4,62c
C.V. (%)	11,2					
IVG						
CD folha	15,88±0,31a	12,87±0,18a	12,38±0,18b	11,62±0,31a	11,33±0,22a	10,67±0,15a
MF caule	14,80±0,50a	13,00±0,27a	13,59±0,30a	12,49±0,16a	11,22±0,91a	11,27±0,14a
MF flor	15,37±0,77a	12,42±0,61a	10,82±0,05c	9,64±0,32c	9,08±0,14c	9,08±0,12b
MF folha	15,92±0,23a	13,10±0,80a	11,16±0,22c	9,50±0,50c	9,30±0,32c	8,02±0,01c
MF raiz	14,28±1,01a	11,97±0,26a	11,06±0,49c	10,54±0,45b	10,04±0,22b	9,40±0,54b
C.V. (%)	3,7					

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

Tabela 5 - Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca (mg) de plântulas de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)					
	0	15	30	45	60	75
Comprimento da parte aérea (cm)						
CD folha	6,40±0,06c ^{1/}	8,23±0,06ab	9,22±0,40a	9,81±0,32a	10,75±0,24a	10,76±0,28a
MF caule	6,62±0,05c	8,19±0,25b	9,51±0,54a	9,05±0,53ab	8,93±0,67ab	9,37±1,00a
MF flor	7,11±0,15a	7,90±0,40b	7,83±0,26b	7,11±0,60c	5,21±0,10c	5,57±0,58bc
MF folha	7,15±0,22a	8,82±0,22a	9,57±0,37a	7,00±0,09c	4,90±1,43c	3,77±0,25c
MF raiz	6,95±0,34b	8,10±0,08b	8,35±0,79ab	8,47±0,38b	7,74±0,77b	6,81±1,59b
C.V. (%)	7,3					
Comprimento da raiz (cm)						
CD folha	5,49±0,12b	5,60±0,44b	5,70±0,39b	5,28±0,32b	5,96±0,33ab	5,70±0,59ab
MF caule	5,01±0,18b	6,03±0,44ab	5,91±0,36b	5,69±0,28b	5,19±0,54b	4,38±0,60bc
MF flor	5,46±0,18b	6,18±0,43ab	6,69±0,61a	6,71±0,57a	5,20±0,97b	4,50±0,25bc
MF folha	5,03±0,42b	5,50±0,65b	4,90±0,13c	4,68±1,20c	4,82±0,60b	3,70±0,40c
MF raiz	6,15±0,15a	7,10±0,67a	6,88±0,28a	7,33±0,35a	7,43±0,33a	6,09±0,76a
C.V. (%)	9,0					
Massa fresca (mg)						
CD folha	2,56±0,08a	2,97±0,08a	3,00±0,11a	3,19±0,04a	3,37±0,08a	3,34±0,34a
MF caule	2,50±0,02a	2,75±0,21a	2,83±0,07ab	2,82±0,05ab	2,57±0,07b	2,51±0,12b
MF flor	2,71±0,19a	2,78±0,18a	2,67±0,05b	2,44±0,10b	1,95±0,08c	2,03±0,11b
MF folha	2,72±0,19a	2,94±0,08a	3,11±0,15a	2,36±0,05b	1,75±0,49c	1,41±0,08c
MF raiz	2,75±0,04a	2,90±0,08a	2,61±0,21b	3,10±0,56a	2,66±0,21b	2,33±0,31b
C.V. (%)	7,4					

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

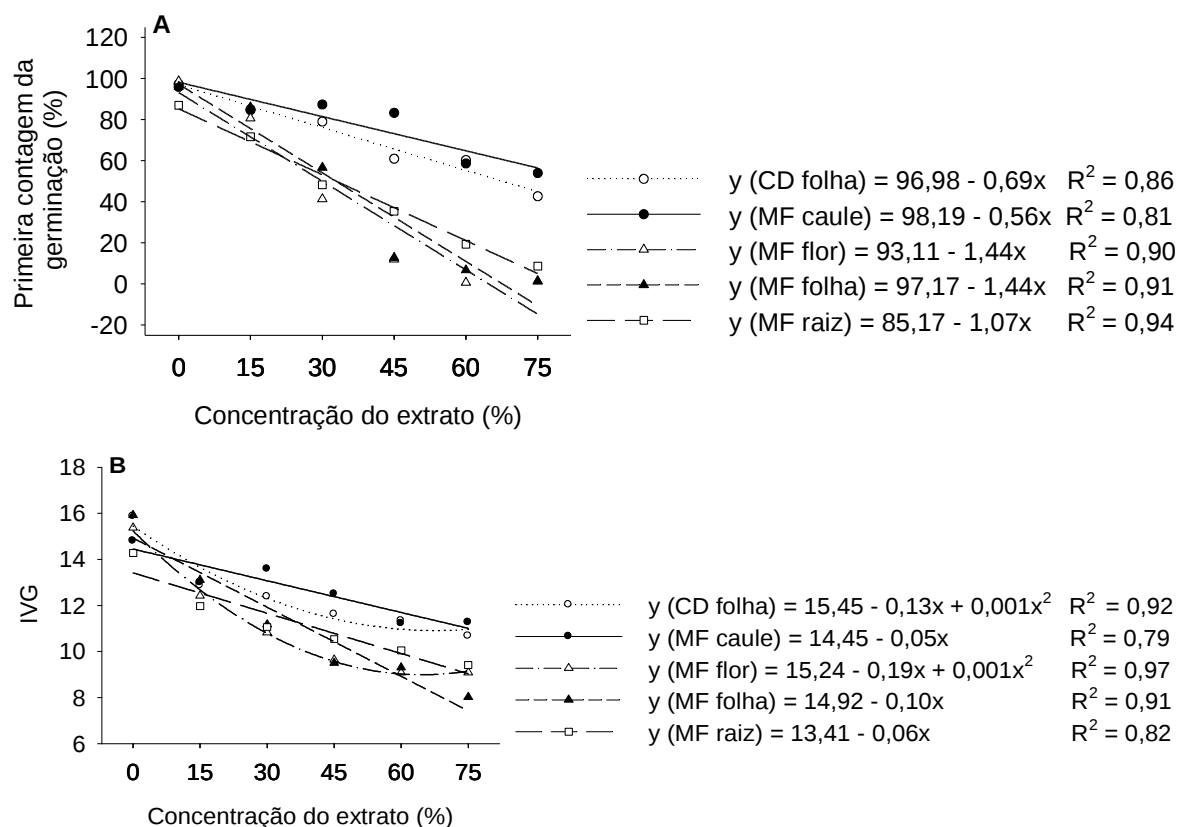


Figura 5 - Primeira contagem da germinação (%) (A) e índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de sementes de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

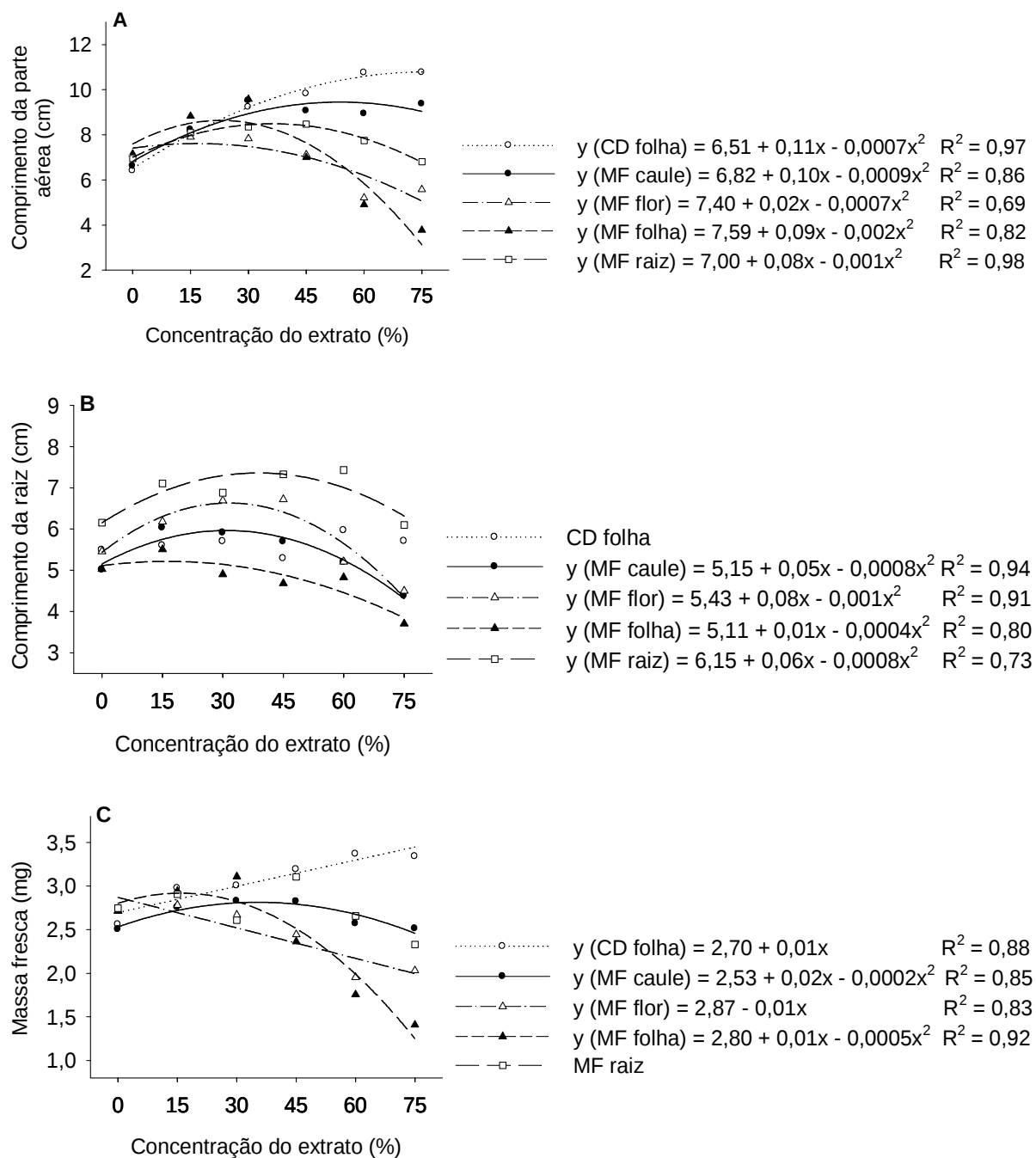


Figura 6 - Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) (mg) de plântulas de pepino submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidreão - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

15. Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Lactuca sativa* L. em ambiente protegido.

As pressuposições do modelo matemático foram atendidas e não foi necessária a transformação de dados para todas as variáveis. Para todas as variáveis dependentes ocorreram interações significativas entre os fatores de tratamento tipo de extrato e concentração do extrato (Tabelas 6 e 7; Figuras 7 e 8).

Para primeira contagem da germinação, nas concentrações de 15 e 45% não foram verificadas diferenças entre os extratos. Nas concentrações de zero, 30 e 75%, os menores percentuais foram obtidos para o extrato de MF do caule, que diferiu dos demais (Tabela 6). Para os extratos de CD das folhas e de MF da raiz, não foram observadas diferenças entre as concentrações.

Os dados da primeira contagem da germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear para o extrato de MF das flores ($F = 12,0573$; $p = 0,0255$). Para os demais extratos, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 7 A).

Quando as sementes foram expostas às concentrações do extrato de MF das flores, obteve-se acréscimos na primeira contagem da germinação em todas concentrações, comparativamente à testemunha.

A germinação obteve seus menores valores com o uso do extrato de MF do caule, nas concentrações 0 e 30%. Não foram verificadas diferenças entre os extratos para a germinação nas concentrações de 15 e 45% (Tabela 6).

Os dados de germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear para o extrato de MF das flores ($F = 12,0573$; $p = 0,0255$). Para os demais extratos, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 7 B).

Para os extratos de CD das folhas e extratos de MF da raiz, não foram observadas diferenças entre as concentrações. Para os extratos de MF do caule, as concentrações de 15 e 45% resultaram nos maiores percentuais de germinação, não

diferindo entre si. O menor percentual de germinação resultou da concentração de 30% não diferindo do controle (Figura 7 B). Com a utilização do extrato de MF das flores, a germinação apresentou acréscimo acima de 1% para a menor concentração do extrato, e de 6%, para a maior concentração testada.

Em relação ao Índice de velocidade de emergência (IVE), observou-se que o extrato de MF do caule resultou nos menores valores, nas concentrações de 0, 30, e 75% (Tabela 6).

Os dados de IVE ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD das folhas ($F = 3,9531$; $p = 0,0418$) e para os extratos de MF do caule ($F = 4,3109$; $p = 0,0332$); e, linear para os extratos de MF das flores ($F = 5,4435$; $p = 0,0330$). Para os extratos de MF da raiz, não foi possível ajustar modelo de regressão (Figura 7 C).

Para o extrato de MF da raiz não foi observada diferença estatística entre as concentrações testadas.

Quando se utilizou o extrato de CD das folhas para avaliar o índice de velocidade de emergência, observaram-se decréscimos em todas as concentrações, sendo o maior decréscimo de 12% na concentração de 45%. O IVE apresentou acréscimos para o extrato de MF do caule e das flores em todas concentrações, comparativamente à testemunha.

Referente ao comprimento da parte aérea das plântulas, pode-se observar que o extrato de MF das flores resultou nos menores valores nas concentrações de 0, 15 e 30% (Tabela 7). Para os extratos de CD e extratos de MF da raiz e flores, não foram observadas diferenças entre as concentrações para o comprimento da parte aérea das plântulas.

Os dados de comprimento da parte aérea das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para o extrato de MF do caule ($F = 18,2746$; $p = 0,0209$). Para os demais extratos, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 8 A).

O extrato de MF do caule resultou em acréscimos no comprimento da parte aérea das plântulas, em todas as concentrações, sendo superior a 45% a partir da concentração de 45%.

O comprimento da raiz das plântulas obteve seus menores valores para o extrato de CD nas concentrações de 15, 30, 60 e 75% (Tabela 7).

Os dados de comprimento da raiz das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de MF do caule ($F = 17,4804$; $p = 0,0001$) e das flores ($F = 12,8221$; $p = 0,0339$). Para os demais extratos, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 8 B).

Os extratos de CD e os extratos de MF da raiz não apresentaram diferenças entre as concentrações para o comprimento da raiz das plântulas.

O extrato de MF do caule diminuiu o comprimento da raiz das plântulas para todas concentrações e acima de 100% a partir da concentração de 45%. O extrato de MF das flores reduziu o comprimento da raiz das plântulas, para as concentrações de 15 a 45%, e aumentou o comprimento da raiz das plântulas para as concentrações de 60 a 75%, sendo que, para esta última, o acréscimo foi de 23%.

Quando se utilizou o extrato de MF das flores, a massa fresca das plântulas foi menor nas concentrações de 15, 45 e 75%. O extrato de MF do caule resultou nos menores valores de massa fresca das plântulas na concentração de 15%. O extrato de MF da raiz e os extratos de CD causaram redução na massa fresca das plântulas, na concentração de 45% (Tabela 7).

Os dados da massa fresca das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD das folhas ($F = 11,4138$; $p = 0,001$) e para os extratos de MF do caule ($F = 13,8116$; $p = 0,0004$). Para os demais extratos, não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 8 C).

Os extratos de MF da raiz e das flores não apresentaram diferenças entre as concentrações para a massa fresca das plântulas.

A massa fresca das plântulas apresentou decréscimos em todas as concentrações com o uso do extrato de CD das folhas, em relação à concentração inicial, sendo o maior decréscimo de 46% para a concentração de 45%. O extrato de MF do caule resultou em acréscimos na massa fresca das plântulas acima de 100% em todas as concentrações.

A massa seca das plântulas foi reduzida com o uso dos extratos de MF das flores e raiz, nas concentrações de 45 e 75% . O extrato de MF do caule resultou

nos menores valores de massa seca das plântulas, nas concentrações 0 e 75%. O extrato de CD provocou redução na massa seca das plântulas, na concentração de 45% (Tabela 7).

Os dados da massa seca das plântulas ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD das folhas ($F = 13,1999$; $p = 0,0005$) e para os extratos de MF do caule ($F = 8,7092$; $p = 0,0031$) e das flores ($F = 35,4733$; $p = 0,0082$). Para o extrato de MF da raiz, não foi possível ajustar modelo de regressão (Figura D).

Os extratos de MF da raiz não apresentaram diferenças entre as concentrações para a massa seca das plântulas; contudo, o menor valor foi obtido para a concentração de 60%.

A massa seca das plântulas apresentou decréscimos em todas concentrações com o uso do extrato de CC das folha e do extrato de MF das flores, comparativamente ao controle. O extrato de MF do caule resultou em acréscimos na massa seca das plântulas, em todas as concentrações, sendo que o maior valor foi 221% superior à testemunha, na concentração de 60%.

Por meio da análise estatística dos dados, verificou-se que a maioria dos tratamentos utilizados não interferiu estatisticamente nas variáveis testadas, o que pode ser explicado pela gama de fatores não controláveis presentes no ambiente protegido, como por exemplo, temperatura e umidade, o que pode ter interferido com possíveis efeitos alelopáticos. Além disso, o efeito alelopático pode não se manifestar no percentual germinativo final, mas sobre a velocidade de germinação ou em outra etapa do processo (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Para os dados relacionados à germinação, observou-se que ocorreu interação apenas para o extrato de MF do caule, resultando nos menores valores de PCE e IVE nas concentrações de 0, 30 e 75%. Para a germinação, o mesmo extrato resultou nos menores valores nas concentrações de 0 e 30%. Entretanto, para o IVE, conforme as análises de regressão, o extrato de MF do caule causou acréscimos em todas concentrações testadas. Este fato repetiu-se para as outras variáveis avaliadas, como massa fresca, massa seca e comprimento da parte área das plântulas. Todavia, para o comprimento da raiz das plântulas, o extrato de MF do caule apresentou aumento dos decréscimos à medida em que a concentração do

extrato aumentava. Notou-se que as plântulas sofreram maior efeito prejudicial do extrato sobre a raiz do que sobre a parte aérea.

De acordo com Chung et al (2001), o maior efeito do extrato sobre a raiz primária das plântulas pode ser atribuído à maior sensibilidade e pelo contato direto dos tecidos com o extrato. Do mesmo modo que o menor efeito de substâncias aleloquímicas na região aérea da planta pode ser devido ao seu crescimento inicial ser auxiliado por reservas contidas nas sementes (OLIVEIRA et al. 2004; BURGOS et al. 2004; PIRES et al., 2001).

O extrato de MF das flores estimulou a germinação na primeira contagem, bem como a germinação e o índice de velocidade de emergência em relação à testemunha. Assim sendo, algumas espécies, ao serem analisadas bioquimicamente, em função dos processos enzimáticos podem se tornar resistentes em função da capacidade de degradação ou detoxificação celular, evitando a ação de substâncias inibitórias através da ativação de enzimas do metabolismo oxidativo (ALMEIDA, 2006).

Para o comprimento da parte aérea e da massa fresca das plântulas, o extrato de MF das flores não apresentou diferença entre as concentrações testadas; porém, na análise de interação observou-se que o extrato foi mais eficiente na redução da massa fresca das plântulas nas concentrações de 15, 45 e 75% e na diminuição do CPA nas concentrações 0, 15 e 30% (Tabela 7). Para o comprimento da raiz das plântulas, observou-se decréscimo nas concentrações de 15 a 45% seguido de acréscimo nas concentrações superiores. Segundo Jukoski et al. (2011), quando ocorre inibição do crescimento seguido por estímulo, considera-se que uma mesma substância pode inibir quando em alta concentração, porém, estimular quando em baixa concentração, devido à plântula degradar rapidamente a molécula em substância não tóxica.

O extrato de MF das flores foi eficiente na redução da massa seca das plântulas, sendo o maior decréscimo observado de 22% na concentração de 45% do extrato.

Verificou-se que o extrato de CD reduziu o IVE em todas as concentrações utilizadas, não sendo observadas diferenças estatísticas entre as concentrações utilizadas para a germinação, PCG, CPA e CR. Contrariamente a alguns trabalhos

realizados em condições de laboratório com o uso do extrato da planta de capim-cidrão sobre a alface, percebeu-se que o mesmo apresentou efeito negativo sobre o comprimento da raiz das plântulas (FILHO et al., 2012; ALVES, 2004) e sobre a germinação (SOUSA et al., 2010; TEODOROVICZ; SILVA, 2012). No presente trabalho, embora o extrato de CD não tenha apresentado efeito prejudicial sobre as diversas variáveis analisadas, principalmente aquelas ligadas à germinação, constatou-se que ele afetou negativamente a massa fresca e seca das plântulas em todas concentrações. Este fato pode ser compreendido pela maior tolerância do processo germinativo aos aleloquímicos, comparativamente ao crescimento inicial das plântulas (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Verificou-se que o extrato de MF da raiz não apresentou diferença entre as concentrações testadas para todas variáveis, porém, na análise de interação observou-se que o extrato foi mais eficiente na redução da massa fresca das plântulas na concentração de 45% e na diminuição da massa seca das plântulas nas concentrações de 45 e 75% (Tabela 7). Talvez essa parte da planta não possua a presença dos aleloquímicos cujo efeito seria negativo nos parâmetros avaliados.

Tabela 6 - Primeira contagem da germinação (%), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidreão - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*), em casa de vegetação. UFPel/RS, 2016/17.

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)					
	0	15	30	45	60	75
Primeira contagem da germinação (%)						
CD folha	44,33±6,43a ^{1/}	44,00±5,00a	42,00±5,29a	45,67±1,53a	47,67±0,58a	47,33±0,58a
MF caule	17,67±5,13b	38,67±3,21a	23,00±1,00b	44,00±2,00a	29,00±13,00b	33,00±3,60b
MF flor	44,00±5,57a	45,67±1,15a	46,33±2,08a	46,33±2,08a	46,00±2,00ab	47,67±2,52a
MF raiz	41,00±2,64a	46,67±1,53a	45,33±4,72a	43,67±3,21a	41,00±3,60ab	41,33±3,78a
C.V. (%)	10,4					
Germinação (%)						
CD folha	44,33±6,43a	44,00±5,00a	42,00±5,29a	45,67±1,53a	47,67±0,58a	47,33±0,58a
MF caule	18,67±6,11b	39,00±3,60a	23,00±1,00b	44,00±2,00a	29,67±12,74b	34,33±5,86b
MF flor	44,00±5,57a	45,67±1,15a	46,33±2,08a	46,33±2,08a	46,00±2,00ab	47,67±2,52a
MF raiz	41,00±2,64a	46,67±1,53a	45,33±4,72a	43,67±3,21a	41,00±3,60ab	41,33±3,78ab
C.V. (%)	10,7					
IVG						
CD folha	13,45±2,09a	11,23±0,90bc	10,82±1,45b	12,16±0,74a	14,30±0,32a	13,48±0,17a
MF caule	3,48±1,15b	8,65±1,78c	5,73±0,28c	13,51±0,95a	7,15±3,50b	7,12±1,12b
MF flor	12,03±1,83a	12,60±0,90ab	12,54±0,56ab	13,38±0,65a	12,45±0,89ab	14,19±0,52a
MF raiz	12,85±1,11a	14,83±0,13a	14,46±1,93a	13,95±1,93a	11,76±1,94ab	13,10±1,12a
C.V. (%)	12,0					

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

Tabela 7 - Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca e seca (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*), em casa de vegetação. UFPel/RS, 2016/17.

SPTECMRS, 2010/17.

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)					
	0	15	30	45	60	75
Comprimento da parte aérea (cm)						
CD folha	1,99±0,12a ^{1/}	1,81±0,24a	1,81±0,03a	1,64±0,12a	1,97±0,24a	1,94±0,16a
MF caule	1,05±0,16b	1,38±0,12b	1,47±0,04b	1,62±0,25a	1,47±0,18ab	1,47±0,06a
MF flor	1,08±0,09b	0,99±0,06c	0,76±0,04c	1,05±0,20b	0,96±0,20b	0,98±0,05b
MF raiz	1,45±0,22b	1,45±0,11ab	1,44±0,19b	1,46±0,08ab	1,30±0,23b	1,84±0,66ab
C.V. (%)	14,3					
Comprimento da raiz (cm)						
CD folha	2,60±0,81a	1,81±0,48b	2,30±0,38b	1,66±0,07c	1,94±0,38b	1,86±0,19c
MF caule	4,03±1,21a	3,40±0,17a	3,70±0,45a	2,44±0,47bc	3,90±0,22a	7,12±1,12a
MF flor	3,90±0,25a	3,56±0,65a	3,61±0,19a	3,21±0,40ab	3,96±0,30a	4,92±0,98b
MF raiz	3,50±0,23a	4,19±0,81a	3,99±0,15a	3,74±0,30a	3,72±0,40a	4,16±0,52b
C.V. (%)	16,0					
Massa fresca (mg)						
CD folha	627,13±107,83a	335,15±12,98a	358,70±32,04a	300,42±53,09b	413,42±101,28a	424,33±36,45a
MF caule	118,18±28,11c	203,22±11,02b	345,35±43,70a	524,83±114,82a	307,08±68,00ab	308,12±23,97b
MF flor	215,47±35,64bc	229,93±38,59b	249,12±22,14a	182,87±16,65b	211,63±9,23b	222,23±17,48c
MF raiz	307,97±46,01b	325,53±32,44a	325,52±70,26a	326,37±7,14b	260,30±12,82ab	305,48±14,28b
C.V. (%)	16,3					
Massa seca (mg)						
CD folha	102,28±10,64a	69,72±0,88a	71,42±4,51a	62,58±7,72b	76,32±13,28a	78,68±1,75a
MF caule	33,28±8,45c	43,07±2,05b	56,02±10,00a	99,68±22,78a	65,35±6,98ab	54,58±2,97b
MF flor	62,47±6,02b	56,58±6,01ab	50,70±10,72a	49,70±0,70b	48,17±1,18b	54,52±0,58b
MF raiz	61,33±11,55b	59,80±12,08ab	61,90±12,25a	61,55±2,87b	51,50±3,70b	57,40±3,16b
C.V. (%)	13,9					

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

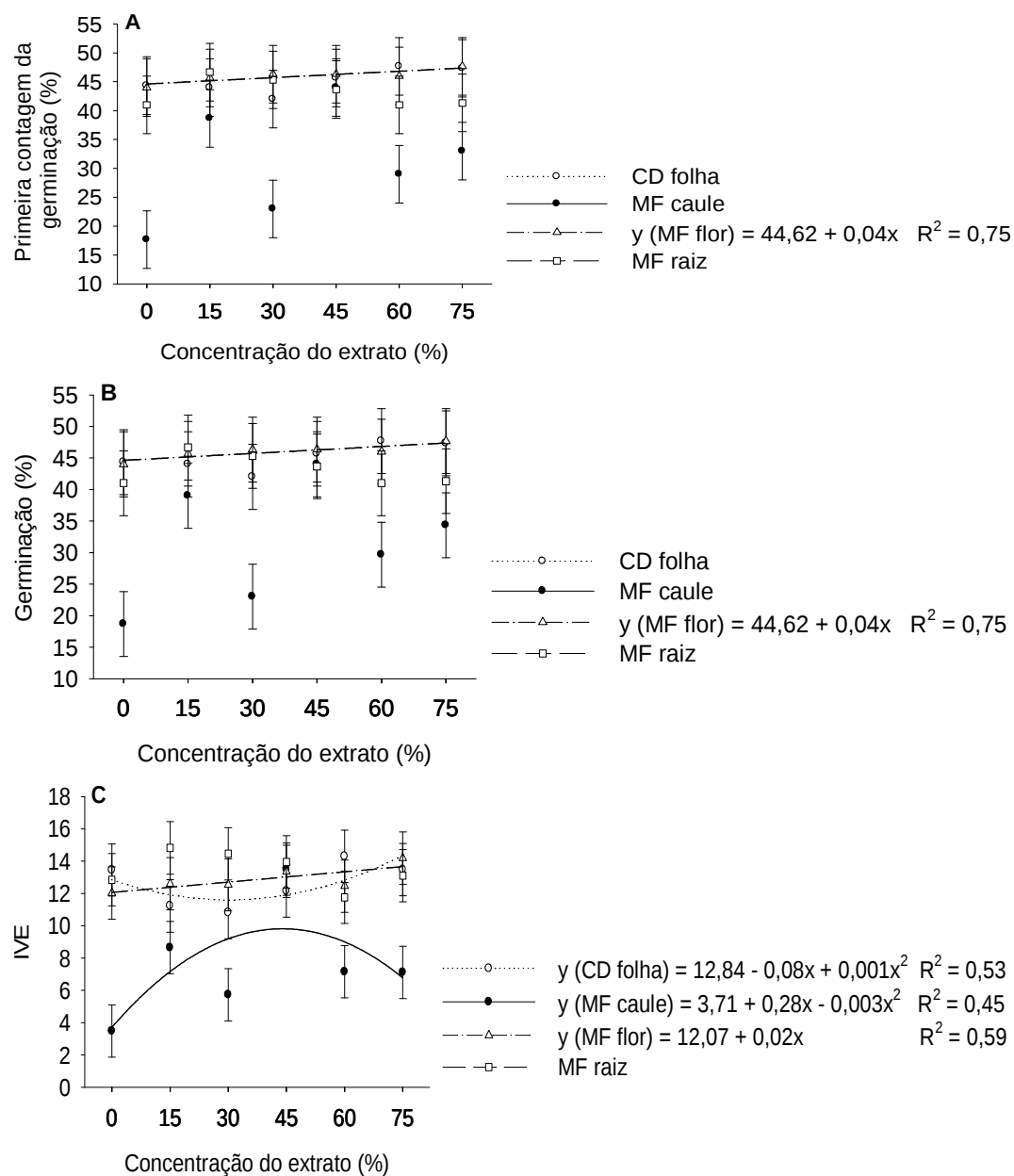


Figura 7 - Primeira contagem da germinação (%) (A), germinação (%) (B) e índice de velocidade de emergência (IVE) (C) de sementes de alfaca submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrao - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*), em casa de vegetação. UFPel/RS, 2016/17. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).

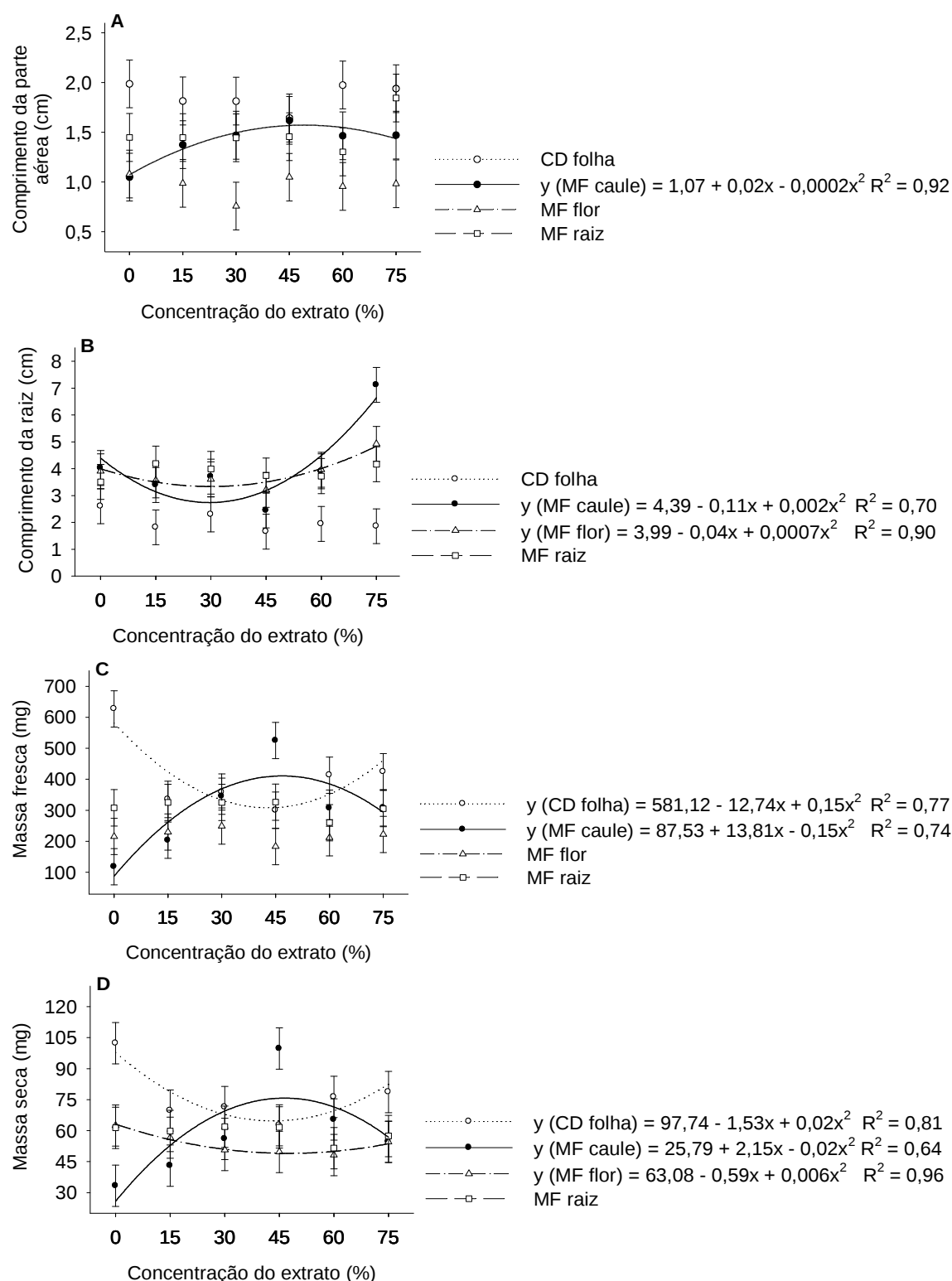


Figura 8 - Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) e seca (D) (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim-cidrão - CD (*Cymbopogon citratus*), e do caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*), em casa de vegetação. UFPel/RS, 2016/17. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).

16. Considerações Finais

No estudo do potencial alelopático sobre a germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de alface em condições de laboratório constatou-se que houve ação alelopática negativa dos extratos de capim-cidrão e das flores de mil-folhas, sendo que para a primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e germinação o uso do extrato de mil-folhas folha afetou de forma prejudicial estas variáveis.

Quanto aos resultados relacionados para o pepino, conclui-se que os extratos aquosos de flores, folhas e raiz de mil-folhas apresentaram efeito tóxico para a primeira contagem da germinação sendo que o índice de velocidade da germinação foi mais afetado pelos extratos das flores e folhas de mil-folhas, em condições de laboratório. Percebeu-se redução do comprimento da parte aérea e massa fresca de plântulas de pepino submetidas aos extratos de flores e folhas de mil-folhas, em condições de laboratório. Além disso o desenvolvimento da raiz das sementes de pepino submetidas aos extratos de folhas de mil-folhas apresentou efeito alelopático negativo em condições de laboratório.

No teste realizado em condições de ambiente protegido com o uso da alface como espécie alvo, notou-se que para a primeira contagem da germinação, germinação, emergência de plântulas, comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de alface não foram afetados pelo extrato de raiz de mil-folhas, entretanto extrato de capim-cidrão afetou negativamente o índice de velocidade de emergência, a massa fresca e seca de plântulas de alface.

Referente ao uso do extrato do caule de mil-folhas o mesmo apresentou efeito prejudicial para o comprimento da raiz de plântulas de alface, assim como extrato de flores de mil-folhas que afetou negativamente o comprimento da raiz das plântulas de alface, nas concentrações 15, 30 e 45% e a massa seca em todas as concentrações testadas, em condições de ambiente protegido.

Percebe-se com este estudo a complexidade dos resultados, visto que diferentes partes das plantas afetaram de forma diversa quanto aos ambientes e as espécies testadas, o que não é considerado ruim, visto que no agroecossistema também é estabelecido diferentes interações as quais beneficiam as relações entre

os organismos que compõem o sistema, entende-se que este trabalho demonstrou a realidade do meio natural, não podendo se estabelecer um padrão para o uso das plantas, pois estamos lidando com seres vivos, complexos em sua essência.

Referências

- ACSELRAD, H.; LEROY, J.P. Novas premissas da sustentabilidade democrática. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, FASE. 1999.
- AFSHARYPUOR S.; ASGARY S.; LOCKWOOD, G.B. Constituents of the essential oil of *Achillea wilhelmsii* from Iran. **Planta medica**, v. 62, n. 01, p. 77-78, 1996.
- ALEKCEVETCH J.C.; BARTH, E.F. Efeito Alelopático de *Achillea Millefolium* L. sobre Sementes de Lactuca Sativa. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3, n.1, p. 101-109, 2010.
- ALLEM, L. N. **Atividade alelopática de extratos e triturados de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) sobre o crescimento inicial de espécies alvo e identificação de frações ativas através de fracionamento em coluna cromatográfica.** 2010 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.
- ALMEIDA, L.F.R. **Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae).** 2006. 107 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2006.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Rio de Janeiro: Garama^ eRS RS: Ed. Agropecuária, 2002.
- ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopátia 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.
- ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopátia 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. ALVES, S. M.; SANTOS, L. S. Natureza química dos agentes alelopáticos. In: SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. (Eds.). **Alelopátia: princípios básicos e aspectos gerais.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, p. 25-47.
- ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N. **Revolução verde e a apropriação capitalista.** CES Revista, Juiz de Fora, v. 21, p. 43-56, 2007. Disponível em: http://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf> Acesso em: 19 fev. 2017.

ANJUM, T.; BJAWA, R. A bioactive annouionone from sunflower leaves. **Phytochemistry**, v. 66, n. 16, p. 1919-1921, 2005.

ANVISA; UFPR. Seminário de mercado de agrotóxico e regulação. Brasília: ANVISA. Acesso em: 11 de abril de 2017.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxico em Alimentos (PARA). Dados da coleta e análise de alimentos de 2010, ANVISA, dezembro de 2011. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acessado em: 21 fev. 2017.

APPLETON, B.; BERRIER, R. The walnut tree: allelopathic effects and tolerant plants. Virginia: College Of Agriculture And Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute And State University, 2009. Disponível em <http://pubs.ext.vt.edu/430/430-021/430-021_pdf.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2017.

AUMONDE, T. Z. **Ação de extratos vegetais no desempenho de sementes e plântulas de alface e arroz vermelho**. 2012. 77 f. Tese de doutorado – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2012.

BALBINOT-JUNIOR, A.A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Agropecuária Catarinense**, v.17, n.1, p.61-4, 2004.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11. 2008.

BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; DEMUNER, A. J.; GANEM, F. R. Síntese de novas fitotoxinas derivadas do 8-oxabicyclo[3.2.1]oct-6-en-3-ona. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 444-450, 2005.

BATISH, D.R.; SETIA, N.; SINGH, H.P.; KOHLI, R.K. Phytotoxicity of lemon-scented eucalypt oil and its potential use as a bioherbicide. **Crop Protection**, v. 23, n. 12, p. 1209-1214, 2004.

BATISTA-PEREIRA, L. G; FERNANDES, J. B.; CORRÊA, A. G.; SILVA, M. F. G. F.; VIEIRA, P. C. Electrophysiological responses of Eucalyptus brown Looper

Thyrintina Arnobia to Essential Oils of Seven *Eucalyptus* Species, **Sociedade Brasileira de Química**, v.17. n.3, p. 555-561. 2006.

BLAIR, A.C.; WESTON, L.A.; NISSEN, S.J.; BRUNK, G.R.; HUFBAUER, R.A. The importance of analytical techniques in allelopathy studies with the reported allelochemical catechin as an example. **Biological Invasions**, v. 11, n. 2, p. 325-332, 2009.

BOMBARDI, L. M. A intoxicação por agrotóxicos no Brasil e a violação dos direitos humanos. In: Merlino, T; Mendonça, ML. (Org.). **Direitos Humanos no Brasil 2011: Relatório**. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, p. 71-82. 2011.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas, Florianópolis**, SC, v. 22, n. 3, p. 67-75, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxico em Alimentos (PARA), dados da coleta e análise de alimentos de 2010. Brasília: Anvisa, 2011. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 21 dez. 2016.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei n. 7.802/89 (lei federal dos agrotóxicos). Brasília, Diário Oficial da União, 8 jan. 2002.

BRASIL. Decreto Nº 7.794, de 20 ago. 2012. Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011_2014/2012/Decreto/D7794.htm>. Acesso em: 20 jan. 2017.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 12 de julho de 1989 (lei federal dos agrotóxicos). Brasília, Diário Oficial da União, 12 jul. 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009b.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portal da Saúde: Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. 2009a. Disponível em: <<http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/05/programa-nacional-plantas-medicinais-fitoter>—picos-pnmpf.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Número de produtores orgânicos cresce 51,7% em um ano. Disponível em : <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/03/numero-de-produtores-organicos-cresce-51porcento-em-um-ano> 11/03/2015>. Acesso em 20 jan 2017.

BURGOS, N. R.; TALBERT, R. E.; KIM, K. S.; KUK, Y. I. Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereale*). **Journal of Chemical Ecology**, USA, v. 30, n. 3, p. 671–689, 2004.

CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J.P.R.; OLIVEIRA, J.A.P. (Org) **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92**. 2 ed. rev. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Sociambiental; Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

CANDAN, F.; UNLU, M.; TEPE, B.; DAFERERA, D.; POLISSIOU, M.; SOKMEN, A.; AKPULAT, H.A. Antioxidante and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp.*millefolium* afan.(Asteraceae). J. **Ethnofarmacology**. v. 2-3, n.87, p. 215-20, 2003.

CANEPA, Carla. **Cidades Sustentáveis: o município como locus da sustentabilidade**. São Paulo: Editora RCS, 2007.

CARNEIRO, F. F. (Org.) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624 p. : il. Carrapicho. 2006. 102f.

CARVALHO, L. M.; CARNELOSSI, M. A. G. Efeitos alelopáticos do extrato aquoso de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) na germinação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 7, n. 2, p. 92-95, 2005.

CARVALHO, W.P. **Plantas de cobertura no controle de infestantes no sistema orgânico de produção**. 2012. 184 p. Tese de doutorado – Curso de Pós-graduação em Agronomia/ Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras. Lavras- MG. 2012.

CASSAL,V.B; AZEVEDO, L.F; FERREIRA,R.P; SILVA, D.G; SIMÃO,R.S. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. V. 18 n. 1. p.437-445, 2014.

CASTRO, L. O. de; RAMOS, R. L. D. Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. capim-cidró, *Cymbopogon martinii* (Rox.) J.F. Watson, palma-rosa, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, citronela, *Elyonurus candidus* (Trin.) Hack, capim-limão, *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, vetiver. Porto Alegre:FEPAGRO, 2003. 31 p. (Boletim FEPAGRO, 11).

CHOU, C.H. Introduction to allelopathy. **Allelopathy**, p. 1-9, 2006.

CHRISTOFFOLETI, P.J; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4ª Edição. Piracicaba. 2016.

CHUNG, I.M.; AHN, J.K.; YUN, S. J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-gall*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v. 20, n. 10, p. 921-928, 2001.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba, p.145-171, 2001.

CONTERATO, M. A. e FILIPI, E. E. **Teorias do Desenvolvimento**. SEAD. Editora UFRGS. 2009.

COPPING, L.G.; DUKE, S.O. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. **Pest management science**, v. 63, n. 6, p. 524-554, 2007.

CORAZZA, R. I. Tecnologia e meio ambiente no debate sobre os limites do crescimento: notas à luz de contribuições selecionadas de Georgescu-Roegen. **Revista Economia**, v.6, n.2, p. 435-461, 2005.

CORRÊA Jr., C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

CORSATO, M. J., SANTORUM, M., LESZCZYNSKI, R., FORTES, A.M.T., Efeito alelopático do tremoço branco (*Lupinus albus* L.) sobre germinação e o crescimento inicial da alface, soja e picão preto. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 14- 15, 2008.

COSTA, L. C. B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão, **Horticultura Brasileira**, v. 23, n.4, p. 01-08, 2005.

CRAVEIRO, A.A. **Óleos de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 210p.

CRUZ-ORTEGA, R.; NÚÑEZ-LARA, A.; ANAYA, A.L. Allelochemical stress can trigger oxidative damage in receptor plants. **Plant Signaling & Behavior**, v.2, n.4, p.269-270, 2007.

CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M.H.; BATISTA, M.A.; Plantas medicinais e Alelopatia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, Brasília**, n. 15, p. 28-34, 2000.

CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M.H.; BATISTA, M.A.; Plantas medicinais e Alelopatia. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, (2000).

DAILIRI, M. S.; MAZLOOM, P.; TOUDAR, S.; ABOLFATHI, H. Inhibitive effects of barley on germination and growth of seedling thorn-apple. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Enviromental Sciences**, Dubai, v. 10, n. 6, p. 10000-10005, 2011.

Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 1 - Agrotóxicos, Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde. Carneiro, F. F.; Pignati, W.; Rigotto, R. M.; Augusto, L. G. S.; Rizzolo, A.; Faria, N. M. X.; Alexandre, V. P.; Friedrich, K.; Mello, M. S. C. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.

DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; RIMANDO, A.M.; SCHIRADER, K.K.; ALIOTTA, G.; OLIVA, A.; ROMAGNI, J.G. Chemical from nature for weed management. **Weed Science**, v.50, n.2, p.138-151, 2002.

DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; ROMAGNI, J.G.; RIMANDO, A.. M. Natural DUKE, S.O.; ROMAGNI, J.G.; DAYAN, F.E. Natural products as source from new mechanisms of herbicidal action. **Crop Products**, v. 19, n.8, p. 583-589,2000.

EMATER-MG. Práticas Alternativas Para Produção Agropecuária – Agroecologia. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/aveonline40/banco_objetos_crv/%7B3845F3E8-65A2-4F5A-85B1-93D1832BC0F%7D_Manual_de_Praticas_Agroecológicas%20-%20Emater.pdf. Acesso em: 17 maio 2017.

FARIA, N. M. X.; FACHINI, L. A.; FASSA, A. G.; TOMASI, E. Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.20, n.5, p.1298-1308, 2004.

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

FERREIRA, A.G. **Interferência: competição e alelopatia**. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Germinação do básico ao aplicado. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.251-262.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 520p.

FILLIPE, E.E.; CONTERATO, M.A. **Teorias do desenvolvimento**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

FORTES, A. M. T.; MAULI, M. M.; ROSA, D. M.; FICCOLO, G.; MARQUES, D. S.; REFOSCO, R. M. C. Efeito alelopático de sabugueiro e capim-limão na germinação de picão preto e soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 241-246, 2009.

GATTI, A. B. **Atividade alelopática de espécies do cerrado**. 2008. 138f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2008.

GAYARDO, V.C.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Olericultura potencial alelopático do capim-limão sobre o desenvolvimento de tomate. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.2, n.1, p.46-54, 2013.

GAZIRI, L. R. B.; CARVALHO, R. I. N. de. EFEITO ALELOPÁTICO DE CARQUEJA, CONFREI E MIL-FOLHAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA TIRIRICA. **Revista. Acad., Ciênc. Agrárias. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 33-40, 2009.

GBENOU, J.D.; AHOUNOU, J.F.; AKAKPO, H.B.; LALEYE, A.; YAYI, E.; GBAGUIDI, F.; BABA-MOUSSA, L.; DARBOUX, R.; DANSOU, P.; MOUDACHIROU, M.; KOTCHONI, S.O. Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. **Molecular biology reports**, v. 40, n. 2, p. 1127-1134, 2013.

GLIESSMANN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Ed, Universidade/UFRGS, 2009.

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

GOMES, E.C. Aspectos do cultivo e beneficiamento do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Visão Acadêmica**, v.2, n.1, p.11-8, 2001.

GOMES, E.C.; NEGRELLE, R.R.B. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: Aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. 137-144, 2003.

GRISI, P.U. **Potencial alelopático de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae)**. 2010. 127 p. Dissertação (Mestrado em ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos São Carlos, São Carlos-SP. 2010.

GRISI, P.U.; GUALTIERI, S. C. J.; ANESE, S.; PEREIRA, V. C.; FORIM, M. R. Efeito do extrato etanólico de *Serjania lethalis* no controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**. v.3, n. 2, p. 239- 248, 2013.

GUDAITYTE, O.; VENSKUTONIS, P. R. Chemotypes of *Achillea millefolium* transferred from 14 different locations in Lithuania to the controlled environment. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 35, n. 9, p. 582-592, 2007.

GUERRA, M. J.M.; BADEL, J.B.; ALBAJES, A. R. R.; PÉREZ, H. B.; VALENCIA, R.M.; AZCUY, A.L. Evaluación toxicológica aguda de los extractos fluidos al 30 y

80% de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (caña santa). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v. 5, n. 1, p. 97-101, 2000.

GUSMAN, G. S.; VIEIRA, L. R.; VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas; *Revista Biotemas*, Florianópolis, SC, v. 4, n. 25, p. 37-48, 2012.

HAIDA, K.S.; COELHO, S.R.M.; HAAS-COSTA, J.; VIECELLI, C.P.; ALEKCEVETCH J.C.; BARTH, E.F. Efeito Alelopático de *Achillea Millefolium* L. sobre Sementes de *Lactuca Sativa*. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3, n.1, p. 101-109, 2010.

IMATOMI, M. **Estudo alelopáticos de espécies da família Myrtaceae do cerrado**. 2010. 102 f. Tese de doutorado- Curso de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos- SP. 2010.

INCA .(2015) Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos Agrotóxicos. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Disponível em:<
http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>. Acesso em: 3 fev 2017.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA, JR. R. S.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; TORNISIELO, V. L.; CONSTANTIN, J. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no Estado do Paraná. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 313-323, 2003.

JUKOSKI , L. A. B; MOREIRA, G. C; RODRIGUES, A. C. P. Efeito alelopático de grama seda no desenvolvimento de plântulas de alface e feijão. *Cultivando o Saber*, v.4, n.1, p.91-99, 2011.

JUKOSKI, L. A. B.; MOREIRA, G. C.; RODRIGUES, A. C. P. Efeito alelopático de grama seda no desenvolvimento de plântulas de alface e feijão. **Cultivando o Saber**, v.4, n.1, p.91-99, 2011.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L.; OLIVEIRA, M. F. Plantas daninhas na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

LANA, M.A. **Uso de culturas de cobertura no manejo de comunidades de plantas espontâneas como estratégia agroecológica para o redesenho de agroecossistemas.** 2007. 82f. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 2007.

LARA-NUÑES, A.; SÁNCHEZ-NIETO, S.; ANAYA, A.L.; CRUZ-ORTEGA, R. Phytotoxic effects of *Sicyos deppei* (Cucurbitaceae) in germinating tomato seeds. **Physiologia plantarum**, v. 136, n. 2, p. 180-192, 2009.

LEAL, T. C. A. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J.F.; CARVALHO, A. J.C. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf] em diferentes idades. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. v. 5, n. 2, p. 61-64, 2003.

LEAL, T.C.A.B.; FREITAS, S.P.; SILVA, J.F.; CARVALHO, A.J.C. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf] em diferentes idades. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Botucatu, v. 5, n. 1, p. 61-64, 2003.

LENZ, M.H. **Viabilidade agroeconômica da produção orgânica de plantas condimentares para o desenvolvimento sustentável em propriedades familiares na região do Vale do Rio Pardo/RS.** 2005. 100 f. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Universidade de Santa Cruz do Sul. Santa Cruz- RS, 2005.

LIMA, C.M. **Atividade biológica e parâmetros bioquímicos e fisiológicos influenciados por fatores abióticos em *Achillea millefolium* L.** 2013. 118 f. Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas -RS, 2013.

LIMA, G. P.; FORTES, A. M. T.; MAULI, M. M.; ROSA, D. M.; MARQUES, D. S. M. Alelopatia de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e sabugueiro (*Sambucus australis*) na germinação e desenvolvimento inicial de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). Publicatio UEPG: **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**. Ponta Grossa, v.15, n.2, p.121-127. 2009.

LIMA, G. P.; FORTES, A. M. T.; MAULI, M. M.; ROSA, D. M.; MARQUES, D. S. M. Alelopatia de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e sabugueiro (*Sambucus australis*)

na germinação e desenvolvimento inicial de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*).

Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias. v.15, n.2, p.121-127. 2009.

LOPES, M. E. B. M. **Agrotóxicos na imprensa:** análise de algumas revistas e jornais brasileiros. Piracicaba: Esalq/USP, 2010.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas, 3 edição, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

LORENZI, H.; MATOS, F.J. **As Plantas Medicinais no Brasil:** Nativas e Exóticas Cultivadas. 2a ed. Instituto Plantarum. Nova Odessa, Brasil.2008.

MACÍAS, F.A.; GALINDO, J.L.G.; GALINDO J.C.G. Evolution and current status of ecological phytochemistry. **Phytochemistry**, v. 68, n. 22, p. 2917-2936, 2007.

MACÍAS, F.A.; VARELA, R.M.; TORRES, A.; OLIVA, R, M.; MOLINILLO, J.M.G. Bioactive norsequiterpenes from *Helianthus annuus* with potencial allelopathic activity. **Phytochemistry**. v.48, n.4, p. 631-636, 1998.

MACIEL, M. C. M. et al. Rendimento em óleo essencial de *Achillea millefolium* cultivada em São José dos Pinhais-PR. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 1., Curitiba. Resumos... Curitiba: Graffiti, 2003. p. 96-106.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E. C.; FARIAS, J. R.; FIORIN, R. A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 2, p. 1-12. 2007.

MANO, A. R. O. **Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de Sementes de Cumaru (Amburana cearensis S.) Sobre a Germinação de Sementes, Desenvolvimento e Crescimento de Plântulas de Alface, Picão-preto e Carrapicho.** 2006. 102f. Dissertação 15 (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.

MAPA. Projeções do agronegócio de 2009/10 a 2019/2020. Brasília: MAPA/AGE/ACS, 2010, 76 p.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. **Iheringia. Série Botânica**, v. 60, n. 1, p. 92-98, 2005.

MARCHESAN, E. et al. Rice herbicide monitoring in two brazilian rivers during the rice growing season. **Scientia Agricola**, v.64, n.2, p.131-137, 2007.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARIANI.M.C; HENKES.J.A. Agricultura Orgânica x Agricultura Convencional Soluções para Minimizar o uso de Insumos Industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 315 - 338, 2015.

MARTINS, M.B.G; MARTINS, A.R; TELASCREA, M; CAVALHEIRO, A. J. Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratos* (DC.) Stapf (Poaceae) e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s 6: 20-29.2004.

MATOS, F.J.A.**Plantas medicinais**: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2.ed. Fortaleza: Imprensa Universária, 2000. 346p.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; ARAÚJO, M. L.; SILVA, J. E N; JÚNIOR, P. P. O; SILVA, M.F. Avaliação do potencial alelopático de capim-santo (*Cymbopogon citratus* (dc) stapf.) sobre o desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L). **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 2, p.21-20, 2012.

MIRANDA, A.L.C. **Bioacumulação de Poluentes Organopersistentes (POP) em Traíra (*Hoplias malabaricus*) e seus efeitos in vitro em células do sistema imune de Carpa (*Cyprinus carpio*)**. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular).Universidade Federal do Paraná, Curitiba- PR, 2006.

MOURÃO JUNIOR, M.; SOUZA FILHO, A. P.S. Diferenças no padrão da atividade alelopática em espécies da família Leguminosae. *Planta Daninha*. v. 28, p. 939-951, 2010.

MUELLER, T.C.; MITCHELL, P.D.; YOUNG, B.G.; CULPEPPER, A.S. Proactive Versus Reactive Management of Glyphosate-Resistant or -Tolerant Weeds. **Weed Technology**, v.19,n. 4, p. 924-933, 2005.

MUELLER, T.C.; MITCHELL, P.D.; YOUNG, B.G.; CULPEPPER, A.S. Proactive Versus Reactive Management of Glyphosate-Resistant or -Tolerant Weeds. **Weed Technology**, v.19,n. 4, p. 924-933, 2005.

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

NARWAL, S. S. Allelopathy in ecological sustainable agriculture. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Eds.). **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Netherlands, Springer, 2006. p. 537-564.

NUNES, J. C. S.; ARAUJO, E. F.; De SOUZA, C. M.; BERTINI, L. A.; FERREIRA, F. A. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de plantas de soja e milho. **Revista Ceres**, v. 50, p. 115-126, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR, R.S. de.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. **Guaíba: Agropecuária**, p.145-171, 2001.

OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 401-406, 2004.

OLIVEIROS-BASTIDAS A.J. El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. *Química Viva* v. n., p. 1:1-34, 2008.

OLIVEIROS-BASTIDAS A.J. El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. **Química Viva**. v.7,n.1, p. 1:1-34, 2008.

ORTIZ, R. S.; MARRERO, G. V.; NAVARRO, A. L.T. Instructivo técnico para el cultivo de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Caña Santa). **Revista Cubana Plantas Medicinales**. v.7,n.2 p.89-95, 2002.

PENTEADO, S.R. **Implantação do cultivo orgânico: planejamento e plantio**. 2. ed. Campinas: Via Orgânica, 2012.

PEREIRA, W. MELO, W.F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Circular Técnica 62. Embrapa Brasília, DF, 2008.

PICCOLO, G.; MEDINA, R. D.; SOMMER M., D; MAULI, M. M; TEIXEIRA, F., A. M. Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 381-386, 2007.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H. O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do estado de Mato Grosso. **Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2011, p. 245-272.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2001.

PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T.; FARIA, T. C. L.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 55-65, 2001.

PRIMAVESI, Ana. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Ed. NOBEL, 1997.

QUIRINO, T. R; RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. **Ambiente, sustentabilidade e pesquisa: tendência da agricultura brasileira até 2010**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 21 p.

REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Holanda: Springer Science & Business Media, 2006, p. 127-139.

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

RIMANDO, A.M. DUKE, S.O. **Natural Products for Pest Management**. ACS Symposium Series; American Chemical Society, Washington. D.C. 2006.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, V.K.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall.1992.

RODRIGUES, N.C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. 2016. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João Del Rei. Sete Lagoas. 2016.

ROMAGNI, J.G.; DUKE, S.O.; DAYAN, F.E. Inhibition of plant asparagines synthetase by monoterpene cineol. **Plant Physiology**, v.123, n.2 p.725-732. 2000.

ROSA, A. V. **Agricultura e o ambiente: plantar, conservar e matar a fome.**" São Paulo: Atual, 1998.

SAITO, L.M. **As plantas praguicidas**: alternativa para o controle de pragas da agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 4p.

SALVAGNINI, L. E.; MIGLIATO, K. F.; ISAAC, V. L.; CORREA, M. A.; SALGADO, H.; PIETRO, R. C. Evaluation of efficacy of preservatives associated with *Achillea millefolium* L. extract against *Bacillus subtilis*. **Brazilian Journal Microbiology**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 75-77, 2006.

SAMAJ, J; BALUSKA, F.; DIEDRIK, M. New signaling molecules regulating root hair tip growth. **Plant Science**, v.9, n.5, p.217-220 2004.

SANTANA, D. P. **A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 132. 2005. 18 p.

SANTIN, M.R.; SANTOS, A.O.; NAKAMURA, C.V.; FILHO, B.P.D.; FERREIRA, I.C.P.; UEDA-NAKAMURA, T. In vitro activity of the essential oil of *Cymbopogon citratus*

and its major componente (citrál) on *Leishmania amazonensis*. **Parasitology research**, v. 105, n. 6, p. 1489, 2009.

SANTOS, M.V.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G., TUFFISANTOS, L. D. E FONSECA, D. M. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 24, n. 2, p. 391 – 398.2006.

SCHIEDECK, G. Aproveitamento de plantas bioativas: estratégia e alternativa para a agricultura familiar. 2008. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos/2008/artigo%20Gustavo_bioativ.pdf>. Acesso em: 07 fevereiro 2017.

SCRIVANTI, L.R.; ZUNNINO, M.P. & ZYGADLO, J.A. 2003. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical systematics and ecology**, v. 31, n. 6, p. 563-572, 2003.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 367p.

SILVA, P.S.S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 65-74, 2012.

SIMIONI, P. F. ; TEIXEIRA, S. O.; CARDOSO, M. A.; SILVA, I. V. ; YAMASHITA, O. M. Efeito alelopático do extrato verde e seco de *Achillea millefolium* L. na germinação de sementes de alface. **Cadernos de Agroecologia**, Belém, PA, v. 10, n. 3, 2015.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETOVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4.ed., Porto Alegre: UFRGS, 2002. 821p.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETOVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4.ed., Porto Alegre: UFRGS, 2002. 821p.

SINDAG. Sindicato nacional da indústria de produtos para defesa agrícola – SINDAG 2012. Disponível em:<www.sindag.com.br> Acesso em: 13 de jan. 2017.

SINDAG. Sindicato Nacional das Indústrias de Defensivos Agrícolas; Anais do Workshop: Mercado Brasileiro de Fitossanitários; Avaliação da Exposição de Misturadores, Abastecedores e Aplicadores de Agrotóxicos. Brasília: 2009.

SINDAG. Sindicato Nacional das Indústrias de Defensivos Agrícolas. Dados de produção e consumo de agrotóxicos. 2011a. Disponível em:<[www. sindag.com.br](http://www.sindag.com.br)> Acesso em: 20 de dez. 2017.

SINDAG. Sindicato Nacional das Indústrias de Defensivos Agrícolas. Vendas de defensivos agrícolas são recordes e vão a US\$ 8,5 bi em 2011b. Folha de São Paulo, São Paulo, 20 abr.Disponível em:<[www. sindag.com.br](http://www.sindag.com.br)> Acesso em: 20 de fev. 2017.

SINGH, A.; SINGH, D.; SINGH, N. B. Allelochemical stress produced by aqueous leachate of *Nicotiana plumbaginifolia* Viv. **Plant Growth Regulation**. v. 58, n. 2, p. 163-171, 2009.

SINGH, H.P.; BATISH, D.R., KOHLI, R.K.; SAXENA, D.B.; ARORA, V. Effect of parthenin – a sesquiterpene lactone from *Parthenium hystephorus* – on early growth and physiology of *Aegatum conyzoides*. **Journal of Chemical Ecology**, v.28, n.11, p.2169-2179, 2002.

SOARES, W. L. Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. 2014. Disponível em: <http://bvssp.icict.fiocruz.br/pdf/25520_tese_wagner_25_03.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

SOUSA, S.M.; SILVA, P.S.; VICCINI, L.F. Cytogenotoxicity of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (lemon grass) aqueous extracts in vegetal test systems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.82, n.2, p.305-311, 2010.

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

SOUZA, S.A.M.; STEIN, V.C.; CATTELAN, L.V.; BOBROWSKI, V.L.;ROCHA, B.H.G. Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para

avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, 2005.

SUZUKI, L.S.; ZONETTI, P.C.; FERRARESE, M.L.L.; FERRAREZE-FILHO, O. Effects of ferulic acid on growth and lignification of conventional and glyphosate-resistant soybean. **Allelopathy Journal**, v. 21, n. 1, p. 155-163, 2008.

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

TAPIA, A.; CHEEL, J.; THEODULOZ, C.; RODRIGUEZ, J.; OSCHMEDA-HIRSCHHANN, G.; GERTH, A.; WILKEN, D.; JORDAN, M.; Free radical scavengers from *Cymbopogon citratus* (DC.) stapf plants cultivated in bioreactors by the temporary immersion (TIS) principle. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 62, n. 5-6, p. 447-457, 2007.

TEODOROVICZ, F.; SILVA, C.A.T. Efeito alelopático do capim cidreira na germinação e desenvolvimento das plântulas de alface. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.155-165, 2012.

THEISEN, G. O mercado de agroquímicos. 2010. Disponível em: <www.cpact.embrapa.br/eventos/2010/met/palestras/28/281010_Painel3_Giovani_THEISEN.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

TIILIKKALA, K.; LINDQVIST, I.; HAGNER, M.; SETÄLÄ, H.; PERDIKIS, D. **Use of botanical pesticides in modern plant protection**. In: Stoytcheva, M. (Ed.) Pesticides in the modern world - pesticides use and management, In Tech. pp. 259-272. 2011.

TOKURA, L. K; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.379-384, 2006.

TREZZI, M.M. **Avaliação do potencial alelopáticos de genótipos de sorgo**. 2002. 132 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2002.

TZORTZAKIS, N. G., ECONOMAKIS, C. D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, n. 2, p. 253-258, 2007.

VANIN, T.W.; PAETZOLD, L.I.; RIBAS, F.L.; MARTINI JUNIOR, P.C.; VIECELLI, C.A. Efeito alelopático de resíduos vegetais de milho na cultura de feijão comum. **Cultivando o Saber**, v.1, n.1, p.153-159, 2008.

VEIGA, J. E. da **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

VEIGA, J. E. da. **Cidades Imaginárias – o Brasil é menos urbano do que se calcula**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

VENCILL, W.K.; NICHOLS, R. L.; WEBSTER, T.M.; SOTERES, J.K.; MALLORYSMITH, C.; BURGOS, N. R.; JOHNSON, W.G. e MCCLELLAND, M. R. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. **Weed Science**, Lawrence, special issue, v.60 p. 02-30, 2012.

VYVYAN, J. R. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. **Tetrahedron**, v. 58, n. 599, p. 1631-1646, 2002.

WANG, Q.; LI, Z.; RUAN, X.; PAN, C.; JIANG, D. Phenolics and Plant Allelopathy. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 8933-8952, 2010.

WESTON, L.A. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, n. 9, p. 2111-2118, 2000.

WU, A.P.; YU, H.; GAO, S.Q.; HUANG, Z.Y.; HE, W.M.; MIAO, S.L.; DONG, M. Differential belowground allelopathic effects of leaf and root of *Mikania micrantha*. **Trees Structure and Function**, v.23, n.1, p.11-17, 2009.