



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

CÍCERA MANUELE DE SOUZA MESQUITA

**EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CEBOLINHA NA
GERMINAÇÃO DA ALFACE**

FORTALEZA

2018

CÍCERA MANUELE DE SOUZA MESQUITA

EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CEBOLINHA NA
GERMINAÇÃO DA ALFACE

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Marcelo de
Almeida Guimarães.

Coorientador: Msc. Charles Lobo Pinheiro

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M543e Mesquita, Cicera Manuele de Souza.
Efeito alelopático de extratos aquosos de cebolinha na germinação da alface / Cicera Manuele de Souza
Mesquita. – 2018.
36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães .
Coorientação: Prof. Me. Charles Lobo Pinheiro.

1. Allium fistulosum. 2. Lactuca sativa. 3. Alelopatia. 4. Bioensaio. I. Título.

CDD 630

CÍCERA MANUELE DE SOUZA MESQUITA

EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CEBOLINHA NA
GERMINAÇÃO DA ALFACE

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 23/11/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sc. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Msc. Charles Lobo Pinheiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dr. Sc. Haynna Fernandes Abud
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agro. Benedito Pereira Lima Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos grandes amores da minha vida: Noélia,
Maria de Fátima e Clara Monalisa.

Dedico com carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me concedeu força e discernimento, sendo luz para os momentos difíceis e de alegria.

A minha família, Maria de Fática (mãe), Clara Monalisa (irmã) e Noelia Olímpio (avó), por serem exemplos para mim, estando presente em todos os momentos da minha vida, me ensinando a lutar pelos meus sonhos e por todo carinho e dedicação, sempre com muito amor e companheirismo.

Ao Núcleo de Estudos em Olericultura do Nordeste (NEON), em especial ao Prof^o Marcelo Guimarães, pela atenção e aprendizado, aos integrantes do grupo por partilharmos experiências, fazendo parte das minhas primeiras práticas profissionais nestes últimos anos, de maneira especial a Gabriela Meneses e Marcos da Silva por me ajudarem diretamente neste trabalho.

Ao meu coorientador, Charles Lobo, por toda a paciência, conselhos, empenho e aprendizado durante a elaboração do meu trabalho.

Aos meus amigos da UFC, por todo apoio na graduação e na vida pessoal, por partilharmos momentos de alegria e por dividirmos momentos difíceis, estarão especialmente em meu coração.

Aos integrantes do laboratório de sementes, que me acolheram com muito carinho nos últimos meses, por todos os ensinamentos e sendo de suma importância nesta etapa final.

Aos funcionários da Horta Didática da UFC, pela disponibilidade e atenção, em especial ao Robson Lyra (técnico da horta) e os terceirizados Maycon e Rubens, estiveram comigo no período de estágio e durante a minha participação no NEON.

RESUMO

A cebolinha pode ser cultivada solteira ou consorciada. Em cultivos consorciados são consideradas algumas interações, entre plantas, que podem ser benéficas ou prejudiciais. Tais interações são causadas por algumas plantas que podem produzir os chamados compostos alelopáticos. Diante disto, esta pesquisa teve por objetivo avaliar um possível efeito alelopático causado pela cebolinha. Para isso, foram realizados bioensaios de extratos brutos de cebolinha sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de alface. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Ceará, sendo conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, ou seja, três tipos de extratos aquosos de composto por partes de cebolinha (1- Parte Aérea (PA), 2- Raiz (R) e 3- Planta Total (PT)) e cinco concentrações de cada um desses extratos aquosos (0, 25, 50, 75 e 100%). Cada tratamento foi formado por quatro repetições de 50 sementes. Foram realizadas análises físico-químicas dos extratos, por meio da determinação do pH, condutividade elétrica e potencial osmótico. Os testes de germinação sobre as sementes de alface, foram conduzidos em caixas gerbox com substrato papel germitest e para análise do desenvolvimento da alface foram avaliadas as seguintes variáveis: germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula. As variáveis físico-químicas dos extratos, que foram analisadas, estão dentro da faixa que não interfere na identificação da presença de compostos alelopáticos. Os extratos de cebolinha obtidos a partir do uso do sistema radicular causaram efeito negativo sobre a alface, sendo constatado, assim, potencial alelopático da cebolinha sobre a alface.

Palavras-chave: *Allium fistulosum*. *Lactuca sativa*. Alelopatia. Bioensaio.

ABSTRACT

Chives can be grown single or intercropped. In intercropping crops, some interactions between plants are considered, which may be beneficial or harmful. Such interactions are caused by some plants that can produce so-called allelopathic compounds. In view of this, this research aimed to evaluate a possible allelopathic effect caused by chives. For this, bioassays of crude extracts of chives were carried out on the germination and development of lettuce seedlings. The experiment was carried out in the Seed Laboratory of the Federal University of Ceará, and was conducted in a completely randomized design, in a 3 x 5 factorial scheme, that is, three types of aqueous extracts composed of parts of chives (1- Root (R) and 3-Total Plant (PT)) and five concentrations of each of these aqueous extracts (0, 25, 50, 75 and 100%). Each treatment consisted of four replicates of 50 seeds. Physicochemical analyzes of the extracts were carried out by means of determination of pH, electrical conductivity and osmotic potential. Germination tests on lettuce seeds were carried out in gerbox boxes with substrate germitest paper and for analysis of lettuce development the following variables were evaluated: germination, first germination count, germination speed index, germination average time, aerial part length, root length and dry mass of seedlings. The physical-chemical variables of the extracts, which were analyzed, are within the range that does not interfere in the identification of the presence of allelopathic compounds. The extracts of chives obtained from the use of the root system caused a negative effect on the lettuce, thus being verified the allelopathic potential of the chives on the lettuce.

Keywords: *Allium fistulosum*. *Lactuca sativa*. Allelopathy. Bioassay.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porcentagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	21
Figura 2 – Primeira contagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	22
Figura 3 – Índice de velocidade de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	23
Figura 4 – Tempo médio de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	24
Figura 5 – Comprimento da parte aérea de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	25
Figura 6 – Comprimento da raiz de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	26
Figura 7 – Massa seca das plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características físico-químicas dos extratos aquosos de diferentes partes de cebolinha. Fortaleza, CE.....	19
Tabela 2	Resumo da análise de variância do efeito alelopático dos extratos de cebolinha e das concentrações nas distintas variáveis. Fortaleza, CE.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	Aspectos da cultura da cebolinha.....	11
2.2	Aspectos da cultura da alface.....	12
2.3	Alelopatia.....	13
3	METODOLOGIA.....	16
3.1	Caracterização da área em estudo.....	16
3.2	Preparo do extrato.....	16
3.3	Bioensaio de alelopatia e variáveis analisadas.....	17
3.4	Análise estatística.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29
	ANEXOS.....	34

INTRODUÇÃO

A cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.) é uma planta originária da Sibéria. Pertencente à família Aliaceae é amplamente cultivada em todo mundo. A cebolinha é um condimento muito apreciado pela população brasileira, sendo amplamente empregada na culinária. Por apresentar alta taxa metabólica, sua durabilidade pós colheita é muito curta já que rapidamente perde seu teor de água (FREDDO *et al.*, 2014). A cebolinha é uma cultura de fácil propagação. No geral, apresenta como características intenso perfilhamento, formando touceiras com folhas tubulares, alongadas, macias e de cor verde-escuro (FILGUEIRA, 2008).

A cultura é bastante versátil, sendo cultivada principalmente em canteiros a céu aberto. Por se tratar de uma espécie de fácil manuseio, possui importante papel social, já que permite sua exploração econômica em pequenas áreas, onde pode ser cultivada de forma solteira ou consorciada (CARDOSO, 2012). Neste último sistema de cultivo duas ou mais espécies são plantadas em uma mesma área agrícola, sendo que quando comparado ao cultivo solteiro apresenta diversas vantagens como: o aumento na produtividade por área, maior proteção do solo contra erosão, melhor aproveitamento de insumos e de mão-de-obra, bem como otimização de recursos de produção (HEREDIA, 2004; PINTO *et al.*, 2011).

De forma geral, estudos têm sido realizados sobre possíveis combinações de consórcio utilizando diferentes hortaliças. Tais estudos tem sido realizado com o objetivo de se avaliar o desempenho de diferentes espécies, como por exemplo a couve de folha combinada com espécies aromáticas e condimentares (cebolinha, coentro, manjeriço e salsa) (HENDGES, 2016). Nestes estudos, comparações entre os sistemas de cultivo solteiro e consorciado são conduzidos, sendo o foco principal a busca pela maximização da produtividade biológica e econômica (HEREDIA; VIEIRA, 2004; SALVADOR; HEREDIA; VIEIRA, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2011; HEREDIA *et al.*, 2003).

Apesar dos bons resultados, o sistema consorciado também apresenta desvantagens como, por exemplo, a dificuldade que existe para a utilização de técnicas agrícolas mais avançadas para tornar o sistema mais eficiente. Outra importante desvantagem relatada por Teixeira (2005) é que neste sistema de produção às plantas ficam sujeitas a diversos tipos de interação, em geral descritas como competição, sendo possível distinguir dois tipos principais de interação: a competição e a alelopatia. A competição é

associada a fatores de crescimento tais como luz, água ou nutrientes, já a alelopatia a qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outra planta, mediante a produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (RICE, 1984).

Os compostos químicos, chamados de metabólitos secundários ou aleloquímicos, liberados no ambiente por uma planta podem prejudicar de maneira direta ou indireta o desenvolvimento normal ou, até mesmo, afetar a germinação das sementes de outras espécies vegetais. Entre as inúmeras justificativas da importância de se estudar os efeitos da alelopatia tem-se ressaltado o interesse na obtenção das relações interespecíficas biológicas e químicas dos vegetais, visando resolver problemas práticos que podem limitar a produtividade, regeneração de florestas, recuperação de áreas degradadas, problemas com plantas invasoras, na rotação de culturas, na adubação verde e na consorciação de espécies (RESENDE, 2003; MALHEIROS *et al.*, 2014). O que pode ser um bom exemplo do exposto acima foi relatado por Hendges (2016). Segundo a pesquisadora, os resultados obtidos com a consorciação da couve de folha e a cebolinha apresentaram o maior índice de agressividade entre todas as combinações de consorciação estudadas nas pesquisas, sendo inferido pela pesquisadora uma possível existência de alelopatia por parte da cebolinha em relação a couve.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o propósito de avaliar um possível efeito alelopático da cebolinha, por meio de bioensaios de extratos brutos dessa cultura sobre a germinação de plântulas de alface. Para isso, partiu-se da hipótese de que a cebolinha, quando consorciada, apresenta possível atividade alelopática em relação à outras culturas consortes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos da cultura da cebolinha

A cebolinha (*A. fistulosum*) é cultivada por pequenos olericultores. Originária da Europa continental, essa hortaliça condimentar é muito cultivada pelos agricultores brasileiros já que apresenta muitas vantagens, como rápido crescimento e resistência a muitas doenças e pragas. A cebolinha é muito utilizada como condimento em várias preparações culinárias. Recentemente vem sendo utilizada na medicina tradicional para o tratamento de várias doenças, bem como para o desenvolvimento de estudos que expõem seus potenciais marcadamente bioativos, como capacidade antioxidante, atividade antimicrobiana, anti-hipertensiva e anticancerígena (CHANG *et al.*, 2013).

Pertencente à família *Alliaceae*, a cebolinha é considerada uma planta perene, com folhas de coloração verde escura, formato cilíndrico e fistulosas, com 0,3 a 0,5 m de altura em média (FILGEIRA, 2008; GAMA, *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2015; FREDDO, *et al.*, 2014).

Esta cultura adapta-se a uma ampla faixa de condições climática que vai desde temperaturas amenas ou frias até climas mais quentes como do Nordeste brasileiro. De forma geral, adapta-se a vários tipos de solos, tendo preferência por se desenvolver em solos sílico-argilosos, desde que férteis, profundos e bem drenados, a areno-argilosos, com pH 6,0 e 6,5 e com bom teor de matéria orgânica. Seu crescimento, rendimento e valor nutritivo são altamente influenciados pelo fornecimento de nutrientes (MAKISHIMA, 1993; ZÁRATE *et al.*, 2006; FILGUEIRA, 2008).

A propagação da cebolinha pode ser realizada por semente (através da preparação de mudas em bandejas de 200 ou mais células) ou por propagação vegetativa (por meio da divisão das touceiras). As mudas ou perfilhos vegetativos são transplantados em sulcos longitudinais, abertos nos canteiros, com espaçamento de 20 a 25 cm entre linhas de cultivo e 15 a 20 cm entre plantas. Seus principais tratos culturais são as regas intensivas, de duas a três vezes por dia e capinas (FILGEIRA, 2008).

A cebolinha pode ter sua colheita realizada a partir de 80 a 100 dias após a semeadura, sendo que plantas propagadas vegetativamente podem ser colhidas mais precocemente, ou seja, com pelo menos 55 dias após transplântio. Pequenos produtores, geralmente, se beneficiam da capacidade de rebrota da cebolinha para produção de novas

plantas. Nestes casos uma mesma planta pode gerar perfilhos bons para replantio por até cinco cultivos sucessivos, sendo então aconselhado a produção de novas mudas a partir de sementes com posterior substituição das plantas que estão mais velhas no campo (FILGUEIRA, 2008).

2.2 Aspectos da cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa*) tem como origem a região do mediterrâneo, sendo consumida *in natura*. A cultura tem importância a nível mundial, sendo sua comercialização realizada em todo o mundo, por ser uma folhosa de fácil alcance e por ser produzida durante o ano todo. Além disso, destaca-se sobre o ponto de vista social, já que é uma cultura amplamente produzida por pequenos agricultores que a cultivam de forma tradicional (SALA; COSTA, 2012; SANTI *et al.*, 2013).

O cultivo das hortaliças, como alface, está diretamente associado à busca por uma vida com uma alimentação saudável, é considerada uma folhosa com uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destaca-se com elevado teor de vitamina A, vitamina B1 e B2, vitamina C, cálcio e ferro (FERNANDES *et al.*, 2002).

Pertencente à família *Asteraceae*, do gênero *Lactuceae*, a alface é uma planta herbácea anual ou perene, autógama, monoica, delicada, com caule diminuto. Seu sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas 25 cm do solo. Suas folhas são dispostas com conformações distintas e com características que diferenciam as cultivares, da mesma forma o formato ou não de cabeça. Com base no exposto, a alface pode ser dividida em até seis grupos: repolhuda-crespa, repolhuda-manteiga, solta-lisa, solta-crespa, mimosa e romana (FILGUEIRA, 2008; NASCIMENTO, 2016).

A alface é uma hortaliça delicada, sua propagação se dá via seminífera com a produção de mudas em bandejas. As sementes de alface têm sido bastante utilizadas e fornecem diversas vantagens, germinação rápida e uniforme, baixo custo e fácil cultivo. Seu elevado grau de sensibilidade, possibilita seu uso como planta bioindicadora, podendo ser utilizada em testes rápidos e sensíveis para diagnóstico de fitotoxidade, testes alelopáticos, dentre outros ensaios (GRYCZAK *et al.*, 2018).

2.3 Alelopatia

De origem grega, o termo alelopatia foi definido como a ligação das palavras gregas *alléton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo) (FERNANDES; MIRANDA; SANQUETTA, 2007). Hoje o termo alelopatia se destaca por apresentar uma influência que pode ser positiva ou negativa, sendo oriunda de compostos químicos produzidos por uma planta e que interferem sobre outros organismos (plantas, fungos, insetos e algas) (SOUZA *et al.*, 2007; FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Rice (1984) define alelopatia como: “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”. Tais compostos podem ser liberados por diferentes partes da planta. Podendo ser consideradas substâncias finais ou intermediárias no metabolismo secundário vegetal, sendo geralmente biossintetizadas a partir de compostos originados do metabolismo primário.

A produção dos aleloquímicos pode ser regulada por fatores abióticos, como temperatura, a intensidade luminosa, a disponibilidade de água e nutrientes, textura do solo e microrganismos (CARMO *et al.*, 2007; CHOU; KUO, 1986). A liberação destes metabólitos secundários ou substâncias químicas podem ocorrer de diferentes maneiras: volatilização proveniente das partes aéreas da planta; lixiviação causada pela água da chuva, neblina e orvalho; exsudação das raízes e decomposição de resíduos vegetais (ANAYA, 1999; CHOU, 1986; DALLALI *et al.*, 2014).

Os aleloquímicos são sinais químicos transmitidos ao ambiente. Em geral são responsáveis pelas interações químicas entre diferentes organismos, que podem responder de forma positiva (promoção, atração, etc) ou negativa (inibição, repelência, etc). O fenômeno da alelopatia, para o âmbito da ecologia, pode explicar os mecanismos da sucessão vegetal, onde espécies invasoras podem excluir espécies nativas a partir de resíduos e substâncias liberadas para o ambiente, agindo como um mecanismo de defesa das plantas adquirido ao longo do processo evolutivo e que influencia a dominância e a sucessão das plantas (CHOU, 1999; HIERRO, CALLAWAY, 2000; ALMEIDA, 2006).

Os aleloquímicos são compostos secundários, que podem ser divididos em diferentes categorias químicas: ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia curta, aldeídos alifáticos e cetonas; lactonas simples insaturadas; ácidos graxos de cadeia longa e poliacetileno; naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas; fenóis simples, ácido

benzóico e derivados; ácido ciânico e derivados; cumarinas; flavanóides; taninos; terpenóides e esteróides; aminoácidos e polipeptídeos; alcalóides e cianohidrininas; derivados sulfurados e glicosídeos de óleo de mostarda e purinas e nucleosídeos (RICE, 1984; REZENDE et al., 2003). Suas concentrações nos tecidos dependem de diversos fatores, como características nutricionais do solo, temperatura e pluviosidade (BORELLA et al., 2009).

Dentre todas as substâncias químicas que apresentam potencial alelopático, descritos na literatura, algumas classes de aleloquímicos merecem maior atenção, como as saponinas, os flavonóides que estão presentes na planta em diversas formas e com variadas funções. Também há os taninos que possuem a capacidade de ligar proteínas, terpenóides, derivados fenólicos e alcalóides. Os recentes avanços na química de produtos naturais, através de métodos modernos de extração, purificação e identificação, proporcionam avanços para que haja uso desses isolados químicos, que possam vir a ser empregados na formulação de herbicidas, inseticidas e nematicidas, podendo a alelopatia representar uma busca de manejo alternativo e biológico no controle de diversas espécies de plantas invasoras e pragas agrícolas (FERREIRA, AQUILA, 2000; ALVES, 2004; SOUZA FILHO, 2006a; SANTOS 2012;).

Dentro deste contexto, a compreensão das interações vegetais em ambientes naturais e agroecossistemas tornam-se importantes uma vez que estas substâncias aleloquímicas podem ser um fator determinante no sucesso ou insucesso do cultivo de plantas, podendo elas afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento e, até mesmo, a germinação das sementes de outras espécies vegetais (FERREIRA, BORGHETTI, 2004; REZENDE et al., 2003; SILVA et al., 2018).

Estudos fazem comparação entre a competição natural das plantas e a alelopatia, porém na literatura é descrito que há uma distinção entre as mesmas, onde uma é o inverso da outra, pois alelopatia implica na introdução de substâncias químicas no ambiente, e a competição refere-se a remoção, do ambiente, dos fatores de crescimento como luz, água, gás carbônico e nutrientes (PIRES, 2011; RICE 1984; REIGOSA et al., 2013). Entretanto, mesmo havendo em teoria uma distinção entre ambas, em condições de campo há uma dificuldade em interpretá-las de forma distinta, pois competição e alelopatia, na prática, podem ocorrer de maneira simultânea (SOUSA FILHO, 2006).

No Brasil, a prática de rotação de culturas na agricultura é bem difundida, assim como as práticas de consorciação de espécies. Ambas são largamente utilizadas para a produção. No entanto, apesar de todos os aspectos positivos do uso dessas práticas, elas também apresentam alguns desafios que estão atrelados não somente a competição por recursos (luz, umidade do solo, área e nutrientes), mas também a possíveis efeitos alelopáticos entre as culturas (VILELA, 2009). Isso está associado ao cultivo de plantas antagônicas, que podem promover a alelopatia, que pode interferir de forma negativa no crescimento de uma ou de ambas as espécies (RESENDE et al., 2005).

Estudos para comprovar as atividades alelopáticas têm sido realizados com diferentes metodologias e em condições de laboratório, como avaliação de extratos brutos, bioensaios de germinação, bioensaios de desenvolvimento, sinergismo e antagonismo entre substâncias. Desses, o mais utilizado é o bioensaio de germinação de sementes, por ser considerado um bom indicador do potencial alelopático, além de apresentar simplicidade e rapidez (SOUZA, 2010; PIRES, 2011). Esse tipo de bioensaio é conduzido em câmara de germinação, em condições controladas de temperatura e luz, com duração de tempo variável, que é definido de acordo com cada espécie. Um dos aspectos que mais exercem influência nos resultados é a planta receptora, sendo que as espécies mais indicadas devem apresentar germinação rápida e uniforme, além de um elevado grau de sensibilidade que permita expressar os resultados sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas (FERREIRA; AQUILA, 2000; SOUZA, 2010).

Nestes bioensaios de germinação de sementes usa-se como indicadores algumas variáveis (porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, etc), que são bons indicadores do potencial alelopático e, por isso, são amplamente utilizados. Isso porque os efeitos alelopáticos são associados diretamente a efeitos inibitórios de germinação e desenvolvimento de plântulas, processos estes importantes em ambientes naturais (FRITZ *et al.*, 2007). Também se leva em consideração o número de sementes, assim como o volume da solução adicionado ao teste, o potencial osmótico do extrato, dentre outros fatores (SOUZA, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes - LAS, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC/ Campus Pici, Fortaleza – CE. A cebolinha cv. Todo Ano (da empresa Isla), utilizada na pesquisa foi produzida no setor de olericultura da UFC, cultivadas em canteiros, adubados inicialmente com composto orgânico, na proporção de 8 kg m⁻². Depois de 20 dias do transplântio foi realizada a aplicação da cama de frango (2 kg m⁻²) e, então, manejada durante 90 a 110 dias, quando foi realizada a colheita, em outubro de 2018.

3.2 Preparo do extrato

O material vegetal foi colhido e lavado em água corrente para remoção do resíduo de terra aderido a planta, sendo logo após seco com papel toalha. No LAS, realizou-se a pesagem do material em balança de precisão de 0,001g. Utilizou-se uma proporção de 1:10 massa/volume, para a preparação dos extratos.

Os extratos aquosos de cebolinha foram preparados com material vegetal proveniente das seguintes partes da planta: 1- Parte Aérea (PA), utilizando-se toda a estrutura verde que se forma acima do solo; 2- Parte Radicular (R), formada pelo conjunto caule e raízes e 3- Planta Total (PT), sem separação das estruturas da planta.

O material vegetal foi triturado, com auxílio de um liquidificador por aproximadamente cinco minutos, sendo então filtrado com o uso de um pano, do tipo multiuso, para a obtenção do extrato bruto de 100% concentração. As concentrações (Anexo 1) de 75, 50 e 25% foram obtidas por meio da diluição do extrato bruto em água destilada e o tratamento controle, referente a concentração 0% foi composto apenas de água destilada.

Os extratos foram caracterizados quanto aos parâmetros físico-químicas, através da determinação do pH, em pHmetro de bancada HANNA modelo HI 8417; da condutividade elétrica (CE) com condutivímetro digital de (Anexo 2) bancada MARCONI modelo MA-521, sendo o resultado final convertido para dS.m⁻¹ a 25°C e potencial osmótico obtido pela equação (1) de Ayers e Westcot (1999) com conversão do resultado para MPa:

$$PO = - 0,36 \times CE \quad (1)$$

Em que:

PO – Potencial osmótico, em atm;

CE – Condutividade elétrica, em dS^{-1}m .

3.3 Bioensaio da alelopatia e variáveis analisadas

Os testes foram conduzidos em caixas plásticas do tipo Gerbox®, com quatro repetições contendo 50 sementes dispostas uniformemente sobre duas folhas de papel do tipo Germitest® umedecidas com água (para o tratamento testemunha) ou extrato na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas foram mantidas em câmeras de germinação do tipo “Biochemical Oxygen Demand” (BOD), em regime alternado de luz (12 horas sob luz e 12 horas sob escuro) e mantendo a temperatura constante a 25 ± 3 °C. O efeito alelopático da cebolinha no bioensaio foi analisado através da observação das seguintes variáveis:

Germinação (%) – Após 7 dias de incubação em BOD, foi contabilizado a porcentagem de germinação com base no número de plântulas normais, adotando os parâmetros descritos por Brasil (2009), sendo determinado o resultado pela seguinte equação:

$$\text{Germinação (\%)} = \frac{\text{NG}}{\text{NS}} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

Germinação (%) – Porcentagem de germinação;

NG – Número de sementes germinadas; e

NS – Número de sementes semeadas.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – Diariamente, no mesmo horário, até o sétimo dia, foram contabilizados o número de sementes que apresentaram radículas maiores que 2 mm, sendo calculado o índice por meio da equação de Maguire (1962):

$$\text{IVG} = \sum \frac{n_i}{t_i} \quad (3)$$

Em que:

n_i - número de sementes que germinaram no tempo ‘i’;

t_i = tempo após a instalação do teste.

Tempo Médio de Germinação (TMG) – Com base na contagem diária também foi determinado o TMG, calculado através da equação proposta por Labouriau (1983), com resultados expressos em dias:

$$\text{TMG} = \frac{(\sum \frac{ni}{ti})}{\sum ni} \quad (4)$$

Comprimento da Parte Aérea e da Raiz – Após a contagem final do teste de germinação, 20 plântulas normais foram selecionadas de forma aleatória sendo mensurados, com auxílio de uma régua graduada, o comprimento da parte aérea e do sistema radicular. O resultado final foi expresso em cm.plântulas⁻¹.

Massa seca da plântula – Após a mensuração do comprimento, as 20 plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft, sendo então levadas para serem secas em estufa a temperatura de 65° C por 48 horas ou até atingir uma massa constante. Após este processo, as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,0001g e os resultados expressos em mg.plântula⁻¹.

3.4 Análise estatística

Os tratamentos foram formados pelo arranjo fatorial das partes das plantas de cebolinha utilizadas no preparo dos 3 extratos (PA, R e PA+R=PT) 3 × 5 concentrações dos extratos (0, 25, 50, 75 e 100), que foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5% de significância, por meio do software estatístico SISVAR e as variáveis com diferença significativa tiveram a variação representada por modelos de regressões, obtidos pelo software TableCurve, versão 5.01 e representadas em gráficos confeccionados no software SigmaPlot, versão 12.5.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise físico-química dos extratos mostrou que o pH e o potencial osmótico nos diferentes tratamentos variaram entre 5,3 a 5,9 e -0,039 a -0,012 MPa, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Características físico-químicas dos extratos aquosos de diferentes partes de cebolinha. Fortaleza, CE.

Tipo de extrato	Concentração (%)	pH	Condutividade (dS /m 25 °C)	Potencial Osmótico (MPa)	
Água Destilada	0	6,6	0,154	-0,005	
	Parte Aérea	25	5,7	0,381	-0,013
		50	5,6	0,663	-0,024
		75	5,5	0,889	-0,032
		100	5,4	1,093	-0,039
Raiz	25	5,9	0,356	-0,012	
	50	5,7	0,551	-0,020	
	75	5,6	0,742	-0,027	
	100	5,6	0,914	-0,033	
Planta Total	25	5,7	0,375	-0,013	
	50	5,4	0,575	-0,020	
	75	5,3	0,778	-0,028	
	100	5,3	0,926	-0,033	

Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

Os valores de pH estão dentro da faixa que não afeta a germinação e o desenvolvimento de plântulas da espécie teste (alface) que é de 3,0 a 11,0 (WANDSCHEER *et al.*, 2011). Também o potencial osmótico dos extratos que variaram de -0,085 a -0,017 MPa não interferiu na análise do efeito alelopático durante o bioensaio realizado com extratos aquosos (Wandscheer *et al.*, 2011).

Segundo Ferreira e Aquila (2000), em estudos voltados para alelopatia a avaliação do pH e da concentração osmótica devem ser feitos já que os extratos utilizados podem conter substâncias (açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, dentre outras moléculas) que influenciam no efeito alelopático interferindo na concentração iônica e, por consequência, tornando-se osmoticamente ativo, já que alteram a propriedade da água resultando em pressão osmótica diferente de zero na solução. Além disso, a presença destas substâncias também aumenta a condutividade elétrica (CE) dos extratos.

No caso deste trabalho os maiores valores de CE foram observados nos extratos brutos (0,914 a 1,093 dS m⁻¹) e diminuíram à medida que estes foram sendo diluídos (Tabela 1). Oliveira *et al.* (2012) e Oliveira *et al.* (2015), ao analisarem o efeito de extratos aquosos de *Ziziphus joazeiro* Mart., verificaram a redução da condutividade do extrato conforme foi aumentada sua diluição, sendo que os valores observados, entre 0,153 e 5,850 dS m⁻¹, não prejudicaram a germinação da alface.

Sendo assim, com base nos resultados observados para os extratos aquosos de cebolinha, descarta-se a hipótese da interferência de fatores físico-químicos como causa de alterações que prejudiquem os estádios iniciais de desenvolvimento de plântulas de alface.

Quanto aos dados relativos ao desenvolvimento das plântulas de alface, as distintas variáveis analisadas apresentaram diferença que foi causada pelo efeito da fonte de variação isolada e pela interação, à exceção do comprimento da parte aérea que diferiu somente entre os extratos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância do efeito alelopático dos extratos de cebolinha e das concentrações nas distintas variáveis. Fortaleza, CE.

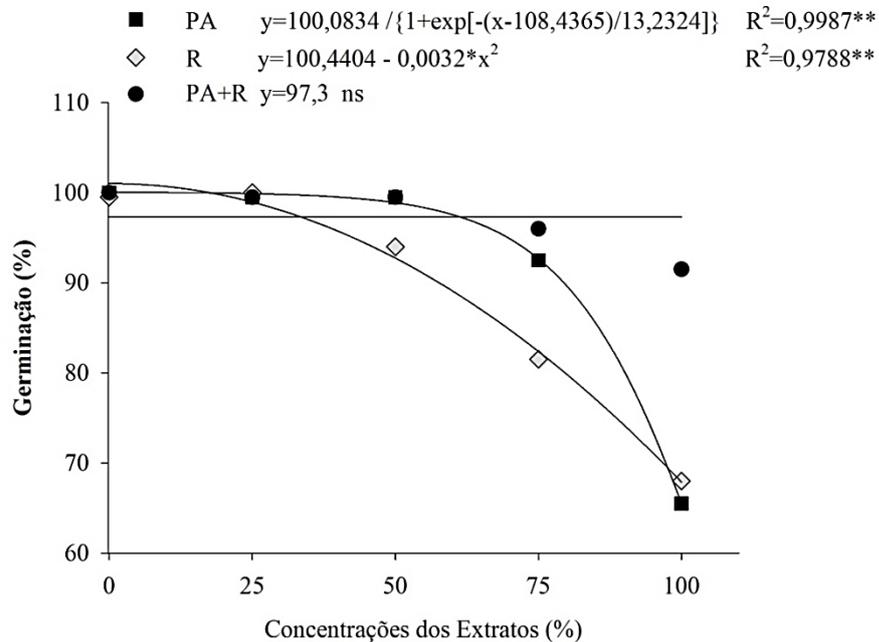
FV	GL	Teste F						
		G%	PC	IVG	TMG	CPA	CR	MS
Extratos	2	3,58*	8,78**	2,95 ns	3,47*	30,78**	151,8**	9,45**
Concentração	4	12,12**	35,22**	250,88**	82,50**	1,06 ns	33,91**	29,56**
Interação	8	3,58 *	4,96**	7,49**	4,33**	1,75 ns	13,59**	2,55*
CV (%)		11,34	20,28	8,78	13,02	21,79	17,91	6,13

Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

FV-fonte de variação; GL-grau de liberdade; G%-porcentagem de germinação; PC-primeira contagem; IVG-índice de velocidade de germinação; TMG-tempo médio de germinação; CPA-comprimento da parte aérea; CR-comprimento da raiz; e MS-massa seca.

A porcentagem de germinação (G%) das sementes de alface apresentou alteração quando o substrato foi umedecido com extratos de cebolinha preparados a partir do sistema radicular (R) e da parte aérea (PA), sendo que a maior concentração (100%), destes extratos, causou maior efeito inibitório (Figura 1). Para as sementes umedecidas com extrato PA, essa variável apresentou resultados que puderam ser ajustados por um modelo sigmoidal, enquanto que as umedecidas com extrato R, o melhor ajuste foi obtido a um modelo de segundo grau.

Figura 1 - Porcentagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.



Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

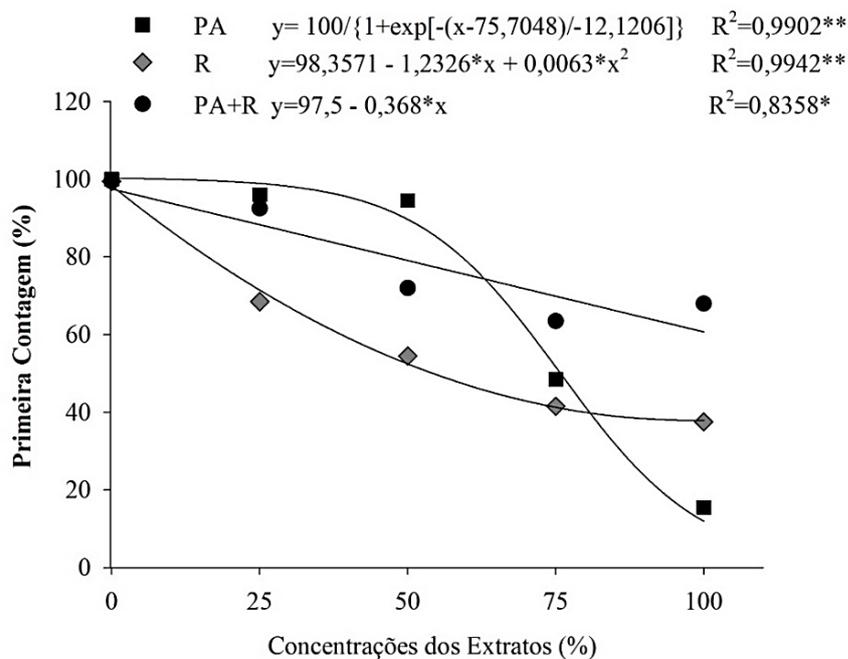
Os tratamentos nos quais as sementes foram submetidas ao extrato PA, no intervalo de 0 a 50% de concentração, não tiveram alterados o G%, sendo que todas as sementes germinaram. No entanto, com o aumento da concentração do extrato observou-se redução no G% até a maior concentração, momento em que o G% chegou a apenas 65%. Já para sementes submetidas ao extrato R, o efeito da redução na germinação ocorreu já a partir de concentrações de 25% do extrato. No entanto, apesar de influenciar mais precocemente no G%, para a maior concentração do extrato, seus efeitos sobre esse fator foram compatíveis ao extrato PA 100%. Quando se utilizou extrato da planta toda (PA + R) para o umedecimento das sementes, o percentual de germinação em relação a testemunha não se diferiu, apresentando germinação média de 97,3%.

O efeito negativo da presença de compostos alelopáticos em plantas também foi verificado por Novais *et al.* (2017). Em sua pesquisa, esses pesquisadores verificaram que o aumento da concentração dos extratos tornou o meio de cultivo mais limitante para a germinação. Segundo os pesquisadores e em consonância com o observado neste trabalho, os extratos obtidos de diferentes partes da planta podem influenciar diferentemente nas respostas a alelopatia, sendo que no caos específico de sua pesquisa foram observados maiores efeitos nos extratos mais concentrados provenientes do sistema radicular. Resultados semelhantes foram obtidos por Denardin (2018), que avaliando extratos obtidos

a partir de parte da folha e de frutos verdes da planta de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), também observaram diminuição na germinação da alface.

Para o fator primeira contagem de germinação, o tratamento controle (concentração 0%) foi o que apresentou 100% de germinação. Os demais tratamentos apresentaram respostas diferentes, sendo essa incrementada na medida em que houve aumento na concentração do extrato utilizado. Para os tratamentos submetidos ao extrato de PA+R observou-se um melhor ajuste ao modelo de regressão linear, para os tratamentos submetidos ao extrato R o melhor modelo de ajuste foi o quadrático e para os tratamentos submetidos ao extrato PA o melhor ajuste foi ao modelo sigmoide (Figura 2).

Figura 2 – Primeira contagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.



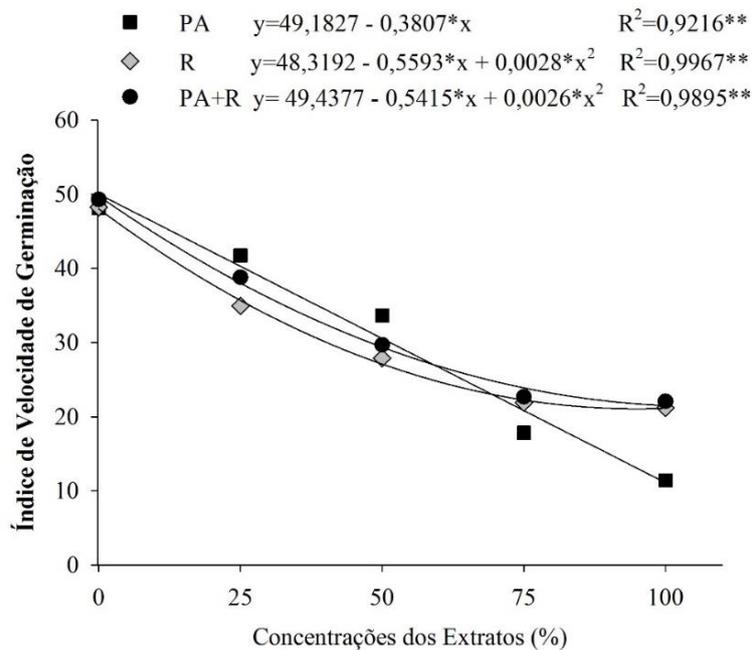
Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

Apesar do extrato PA+R não ter apresentado efeito de redução no percentual de germinação final (Figura 1), na avaliação da primeira contagem de germinação, observou-se redução da germinação conforme houve aumento na concentração do extrato. Tal resultado é importante, pois mostra maior sensibilidade, desta variável analisada, na identificação da presença de compostos alelopáticos nos extratos, mesmo que em baixas concentrações, quando comparada a variável percentual de germinação.

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (2015) trabalhando com extratos de braquiária e Souza *et al.* (2007) avaliando o efeito alelopático de extrato aquoso de aroeira (*Schinus terebinthifolius*).

Para a variável índice de velocidade de germinação, observou-se decréscimo com o aumento das concentrações dos extratos, sendo que as sementes submetidas aos tratamentos com extrato PA, apresentaram comportamento de regressão linear, enquanto os extratos de R e PA+R tiveram um ajuste de regressão quadrático (Figura 3). De forma geral, as sementes submetidas aos tratamentos com extrato PA foram mais afetadas na concentração de 100% de extrato, porém, para os demais extratos a maior redução ocorreu na concentração de 75%, sendo observada pouca variação entre as concentrações de 75 e 100%.

Figura 3 – Índice de velocidade de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.

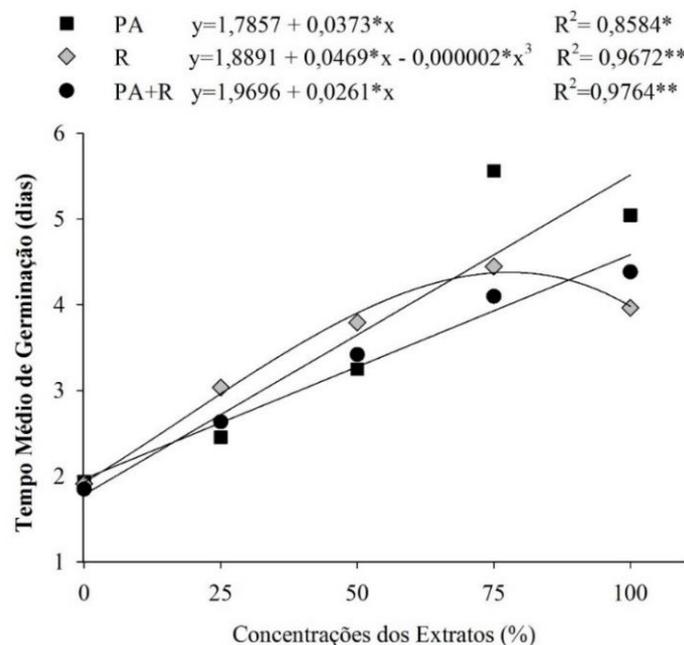


Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

A presença de compostos alelopáticos podem causar a redução no vigor das sementes por tornarem o meio mais limitante para a germinação. Esses compostos podem tornar esse importante processo inicial de desenvolvimento das plantas mais desuniforme e, conseqüentemente, provocar a redução no índice de velocidade de germinação. Resultado semelhante foi observado por Silva (2018) para as sementes de alface submetidas a extratos de folhas da espécie *Macropitilium lathyroides*.

Quanto ao tempo médio de germinação (TMG) pode-se observar na Figura 6 que os diferentes extratos utilizados tiveram influência na germinação das sementes de alface. Os extratos provenientes da PA e da PA+R apresentaram melhor ajuste ao modelo de regressão linear quando comparados com o extrato de raiz, que apresentou um melhor ajuste ao modelo de regressão de terceira ordem (Figura 4).

Figura 4 – Tempo médio de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.



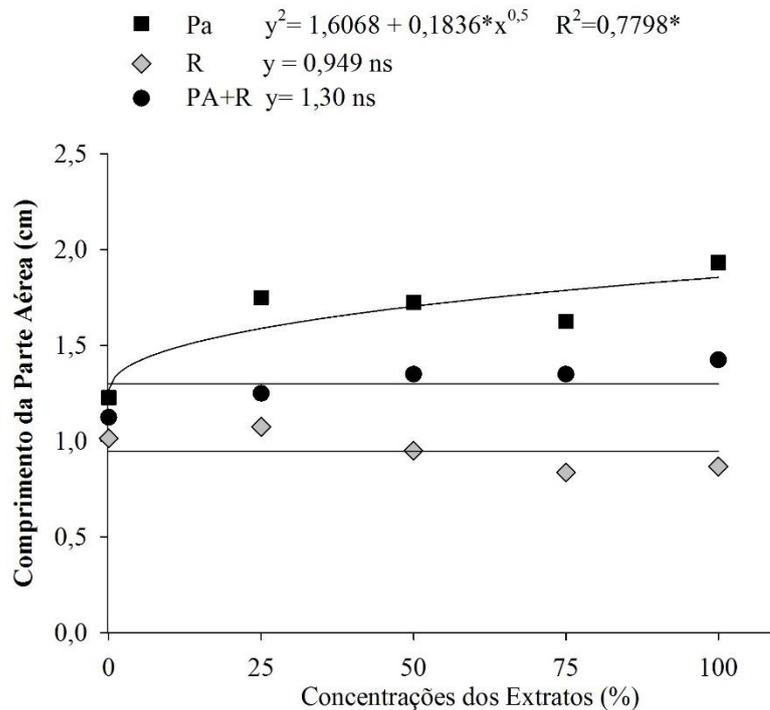
Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

Na figura observa-se que à medida que a concentração aumenta há um efeito alelopático produzido de maneira crescente e que eleva o tempo médio de germinação das sementes. De acordo com o observado, o maior efeito foi produzido pelo extrato PA e PA+R, que quando comparadas ao controle apresentaram tempo médio de germinação aumentado em aproximadamente 5 dias, o que demonstra mais uma vez uma maior atividade inibitória desses extratos que é incrementada conforme aumenta suas concentrações nos extratos.

Resultados semelhantes foram observados por Araújo (2017), que trabalhando com a alface, também verificou incremento no TMG, através do uso de extrato das folhas frescas de *Cryptostegia madagascariensis*.

Para a variável comprimento da parte aérea, não foi observada diferença entre as concentrações estudadas, porém, com diferença entre os extratos (Figura 5).

Figura 5 – Comprimento da parte aérea de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.



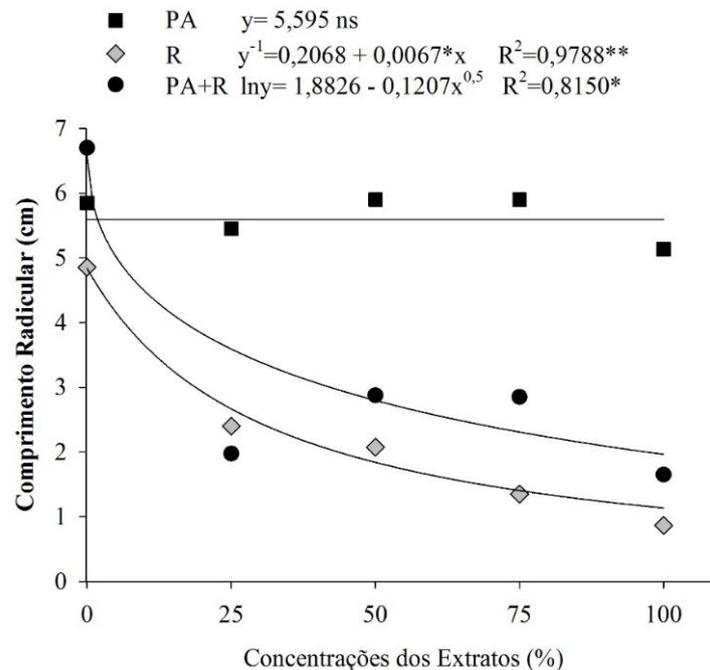
Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

As plântulas com maior crescimento da parte aérea foram verificadas em extratos de PA, com comprimento médio de 1,7 cm, enquanto, que as plantas provenientes dos tratamentos com extrato R apresentaram maior inibição já as plântulas que receberam o tratamento com extrato de PA+R, apresentam valor intermediário, o que pode ser indicativo de um possível efeito de diluição dos compostos inibidores que parecem estar em maior concentração no extrato R.

Borella et al. (2009) trabalhando com plântulas de alface submetidas a extratos de folhas frescas e secas de abacateiro, também observaram efeito no comprimento da parte aérea da alface.

Quanto ao comprimento médio de raiz das plântulas (Figura 6), os tratamentos com substrato umedecido com extrato PA apresentaram comprimento médio de aproximadamente 5,8 cm, não sendo observada uma variação mesmo com o aumento da concentração do extrato. Já para os extratos R e PA+R, o aumento da concentração reduziu o comprimento radicular, sendo que, para estes tratamentos, puderam ser ajustados, modelos de regressão logarítmicos. Os tratamentos com extrato R influenciaram negativamente no desenvolvimento radicular, observaram-se no período de avaliação de contagem, ainda nos primeiros dias, raízes primárias necrosadas.

Figura 6 – Comprimento da raiz de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.



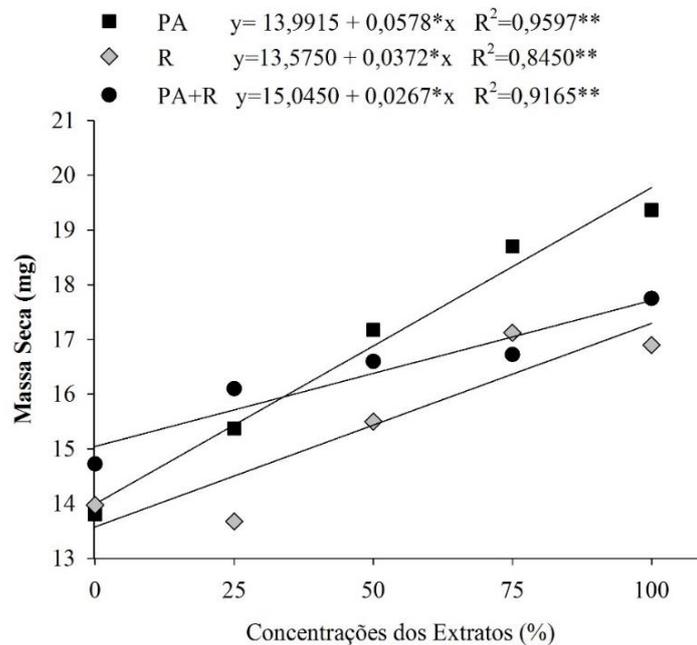
Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

De acordo com Ferreira e Borguetti (2004) as substâncias presentes nos extratos podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo os mais comuns a inibição ou até mesmo necrose da raiz primária. O mesmo comportamento foi observado para o extrato PA+R, no entanto, em menor intensidade já que pode ter ocorrido o fator de diluição da substância alelopática presente.

Silveira et al. (2012), avaliando o potencial alelopático de extratos de *Mimosa tenuiflora* sobre a germinação da alface, observaram que as raízes dessa espécie foram sensíveis ao extrato, sendo seu crescimento afetado negativamente. Também Pereira et al. (2018) observaram influência negativa no comprimento da raiz primária de plantas de Alface a partir das menores concentrações de extratos de *Anacardium bumile*. Da mesma forma Oliveira (2015) também observou comportamento semelhante, já que verificou efeito inibitório no crescimento de plântulas de alface, quando submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas frescas de *Catingueira* Tul.

Para a variável massa seca das plântulas, os diferentes extratos utilizados apresentaram resultados que puderam ser expressos em modelos de regressão linear, comportando-se de maneira crescente com o aumento das concentrações (Figura 7).

Figura 7 – Massa seca das plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de cebolinha.



Fonte: MESQUITA, C. M. S, 2018.

O tratamento controle (0%) teve uma variação de 13,7 a 14,9 mg do acúmulo de biomassa por plântula de alface, enquanto que os demais tratamentos obtiveram um acúmulo de biomassa variando de 16,9 a 19,5 mg, sendo que para as plântulas obtidas nos tratamentos cujo extrato foi proveniente de PA foi observado um maior acúmulo de massa seca por planta.

Resultados diferentes dos observados neste trabalho foram apresentados por Silva (2018) onde foi possível identificar efeitos alelopáticos dos extratos oriundos de folhas de *Macroptilium lathyroides*, sendo significativo a partir do tratamento de 5% na redução do peso de massa seca das plântulas de alface.

CONCLUSÃO

Os extratos aquosos de cebolinha causaram efeito alelopático sobre as sementes de alface, já que interferiram na germinação e no desenvolvimento das plântulas.

Os extratos provenientes de raiz de cebolinha provocam um maior efeito alelopático se comparado aos extratos proveniente da parte aérea da planta ou confeccionado a partir de planta total.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. F. R. **Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae)**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 107p. 2016.
- ALVES, M. C. S., MEDEIROS FILHO, S., INNECCO, R., TORRES, S. B. **Alelopatia de extratos volateis na germinacao de sementes e no comprimento da raiz de alface**. *Pesq.Agropec. Bras.* 39, 1083-1086. 2004.
- ANAYA, A. L. **Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems**. *Crit. Rev. Plant Sci.*18, 697-739. 1999.
- ARAÚJO, H. T. N. **Potencial alelopático e identificação de compostos de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia – Tecnologia de Sementes), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2017.
- BORELLA, J., WANDSCHEER, A. C. D., BONATTI, L. C., PASTORINI, L. H. **Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L.** Porto Alegre: *Revista Brasileira de Biociências*, v.7, n.3, p.260-265, jul./set. 2009.
- BORELLA, J., MARTINAZZO, E. G., AUMONDE, T. Z. **Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete**. *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 398-404, jul./set. 2011.
- CARMO, F. M. S., BORGES, E. E. L., TAKAKI, M. **Allelopathy of Brazilian sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer aqueous extracts**. *Acta Bot. Bras.* 21, 697-705. 2007.
- CARDOSO, M. O., BERNI, R. F. **Índices agronômicos na cebolinha com doses de sulfato de amônio**. *Horticultura Brasileira* 30: S2375-S2382. 2012.
- CHANG, T. C., CHANG, H. T., CHANG, S. T., LIN, S. F., CHANG, Y. H., JANG, H. D. **A Comparative Study on the Total Antioxidant and Antimicrobial Potentials of Ethanolic Extracts from Various Organ Tissues of *Allium* spp.** *Food and Nutrition Sciences*, 2013, 4, 182-190. 2013.
- CHOU, C. H., KUO, Y. L. **Allelopathic research of subtropical vegetation in taiwan. III. Alelopathic exclusion of understrory by *Leucaena leucocephala* (Lam.)**. *J. Chem.Ecol.* 12, 1431-1448. 1986.
- CHOU, C. H. **Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture**. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18: 609-630. 1999.
- DALLALI, S., LAHMAYER I., MOKNI R., MARICHALI A., OUERGHEMMIS., LTAIEF H.B.H., BEL HADJ, SEBEI H. **Phytotoxic effects of volatile oil from *Verbena* spp. on the germination and radicle growth of wheat, maize, linseed and canary grass and phenolic content of aerial parts**. *Allelopathy Journal* 34(1): 95-105. 2014.

DENARDIN, R. B., NICOLOSO, KRAEMER, A; CORONA, J. M., BERNARDI, D., SOBRAL, L. S., DE MOURA, N. F. **Potencial alelopático de extratos de folhas e frutos verdes de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018.

FERREIRA, A. G; AQUILA M. E. A. **Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia**. Rev Bras Fisiol Veg 2000; 12:175-204. ISSN: 1806-9355.

FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2005. 323p.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M. **Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, junho 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed., UFV, 2008.

FREDDO, A. R., CECHIN, F. E., MAZARO, S. M. **Conservation of post-harvest leaves of green onion (*Allium fistulosum* L.) with the use of salicylic acid solution**. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava-PR, v.6, n.3, p.87-93. 2013.

FRITZ, D., BERNARDI, A. P., HASS, J. S., ASCOLI, B. M., BORDIGNON, S. A. DE L. & POSER, G.V. **Germination and growth inhibitory effects of *Hypericum myrianthum* and *H. polyanthemum* extracts on *Lactuca sativa* L.** Brazilian Journal of Pharmacognosy 17(1): 44-48. 2007.

GAMA, G. O., SOUZA, T. C., QUEVEDO, L. F. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de cebolinha produzidas em três tipos de substratos comerciais na região de dourados- ms**. A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia, v. 5, n. 8, 2016.

GRYCZAK, M., KILIPPER, J. T., COSTA, P. D., MACCARI, A. **Sementes de *lactuca sativa* como bioindicador de toxicidade em resíduos de construção civil**. Revista Tecnologia e Ambiente, v. 24, 2018, Criciúma, Santa Catarina/SC ISSN Eletrônico 2358-9426 e ISSN Impresso 1413-8131

HIERRO, J. L., CALLAWAY, R. M. **Allelopathy and exotic plant invasion**. Plant and Soil, v. 256, p. 29-39, 2003.

HEREDIA Z., N. A., VIEIRA, M. C., WEISMANN, M., LOURENÇÃO, A. L. F. **Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 3, p. 574-577, julho-setembro 2003.

HEREDIA Z., N. A.; VIEIRA, M. C. **Produção e renda bruta da cebolinha solteira e consorciada com espinafre**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.4, p.811-814, out-dez 2004.

HENDGES, A. R. A. A., 2016. **Desempenho do cultivo de couve de folha com espécies aromáticas e condimentares**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2016.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de Hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPq: EMBRAPA-SPI, 1993. 116 p. (Coleção plantar, 4).

MALHEIROS, R. S. P., SANTANA, F. S., NETO, M. V. L., MACHADO, L. L., MAPELLI, A. M. **Atividade alelopática de extratos de *Lafoensia pacari* A. ST.-HIL. sobre *Lactuca sativa* L. e *Zea mays* L. em condições de laboratório**. Revista Brasileira de Agroecologia, ISSN: 1980-9735, 9(1): 185-194 (2014).

NASCIMENTO, G. R. **Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes épocas e condições de cultivo**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 61 p. Dissertação de Mestrado.

NOVAIS, D. B., SOUTO, J. S., SOUTO, P. C., LEONARDO, F. A. P. **Efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas e raízes de *Luetzelburgia auriculata* L. sobre a germinação da alface**. Agropecuária Científica no Semiárido. <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/index> ISSN: 1808-6845, 2017.

OLIVEIRA, A. K., COELHO, M. F. B., MAIA, S. S. S., DIÓGENES, F. E. P., MEDEIROS FILHO, S. **Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.-Rhamnaceae)**. Acta Botânica Brasilica, v. 26, n. 3, p. 685-690, 2012a.

OLIVEIRA, A. S. L., SILVA, M. A. D., ARAÚJO, A. V. A., NUNES, A. F., BRITO, A. C. V. **Extratos de juazeiro e catingueira são alelopáticos às Plântulas de alface?** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 11 n. 21; p. 2030, 2015.

OLIVEIRA, J. S., PEIXOTO, C. P., POELKING, V. G. C., ALMEIDA, A. T. **Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Av. Rui Barbosa, 710, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. 2015.

PEREIRA, K. C. L., OLIVEIRA, A. K. M., MATIAS, R., RIZZI, E. S., ROSA, A. C. **Potencial alelopático do extrato etanólico de *Anacardium humile* A.St.-Hil. (Cajuzinho-do-cerrado) na germinação e formação de plântulas de *Lactuca sativa* L. (Alface), *Lycopersicon esculentum* Mill. (Tomate) e *Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby (Fedegoso)**. Gaia Scientia (2018). Volume 12(2): 144-160. Issn 1981-1268.

PINTO, C. M., FILHO, F. A. S., CYSNE, J. R. B., PITOMBEIRA, J. B. **Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v.6, n.2, p.75-85, 2011.

PIRES, M. N.; OLIVEIRA, V. R. **Alelopatia**. Pág. 145-185. (cap. 5) In: R.S. Oliveira Jr. & J. Constantin. 2011.

REIGOSA, M., GOMES, A. S., FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Allelopathic research in Brazil**. Acta Botanica Brasilica 27(4): 629-646. 2013.

RESENDE, M. L. V., SALGADO, S. M. L., CHAVES, Z. M. **Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos**. Fitopatologia Brasileira 28:123-130. 2003.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CATELAN, F.; MARTINS, M. I. E. **Análise econômica de cultivos consorciados de alface americana x rabanete: um estudo de caso**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.3, p.853-858, jul-set 2005.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York, Academic Press, 1974.

SALA, F. C., COSTA, C. P. **Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira**. UFSCar, Depto. Biotecnol. e Prod. Vegetal e Animal, C. Postal 153, 13600-970 Araras-SP; fcsala@cca.ufscar.br; cpcosta@terra.com.br, 2012. Horticultura Brasileira 30: 187-194.

SALVADOR, D. J. S., ZARATE, N. A., VIEIRA, M. C. **Produção e renda bruta de cebolinha e de almeirão, em cultivo solteiro e consorciado**. Maringá, v. 26, n. 4, p. 491-496. 2004.

SANQUETTA, C. R., MIRANDA, D. L. C., CORTE, A. P. D., MOGNON, F., SANQUETTA, M. N. I. **Potencial alelopático de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky sobre a germinação de *Mimosa scabrella* Benth.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2012040 2013.

SANTI, A., SCARAMUZZA W. L. M. P., NEUHAUS, A., DALLACORT, R., KRAUSE, W., TIEPPO, R. C. **Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido**. Horticultura Brasileira 31: 338-343. 2013.

SANTOS, V. H. M. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes e plântulas de *Lactuca sativa*. 2012. 251f.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Ecofisiologia) - Instituto de Biociências de Botucatu; Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2012.

SILVA, M. S. A., YAMASHITA, O. M., ROSSI, A. A. B., KARSBURG, I. V., CONCENÇO, G., FELITO, R. A., **Potencial alelopático do extrato aquoso das folhas e raízes frescas de *Macroptilium lathyroides* na germinação e no desenvolvimento inicial de alface**. Rev. Ciênc. Agroamb. v.16, n.1, 2018.

SILVA, A. P. G., BORGES, C. D., MIGUEL, A. C. A., JACOMINO, A. P., MEDONÇA, C. R. B. **Características físico-químicas de cebolinha comum e europeia**. Brazilizn journal of food technology, Campinas, v. 18, n. 4, p. 293-298, out./dez. 2016
<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3015>

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

SOUZA FILHO, A. P. S., SANTOS, R. A., SANTOS, L. S., GUILHON, G. M. P., SANTOS, A. S., ARRUDA, M. S. P., MULLER, A. H., ARRUDA, A. C. **Potencial alelopático de *Myrcia guinensis*.** Planta Daninha, 24(4):649-656, 2006.

SOUZA FILHO, A. P. 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-MG, v. 28, n. 3, p. 689-6. 2010.

SOUZA, C. S. M., SILVA, W. L. P., GUERRA, A. M. N. M., CARDOSO, M. C. R., TORRES, S. B. **Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface.** Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.2, n.2, p.96 - 100 julho/dezembro de 2007 <http://revista.gvaa.com.br>.

TEIXEIRA, I. R., MOTA, J. H., SILVA, A. G. **Consórcio de Hortaliças.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 4, p. 507-514, out./dez. 2005.

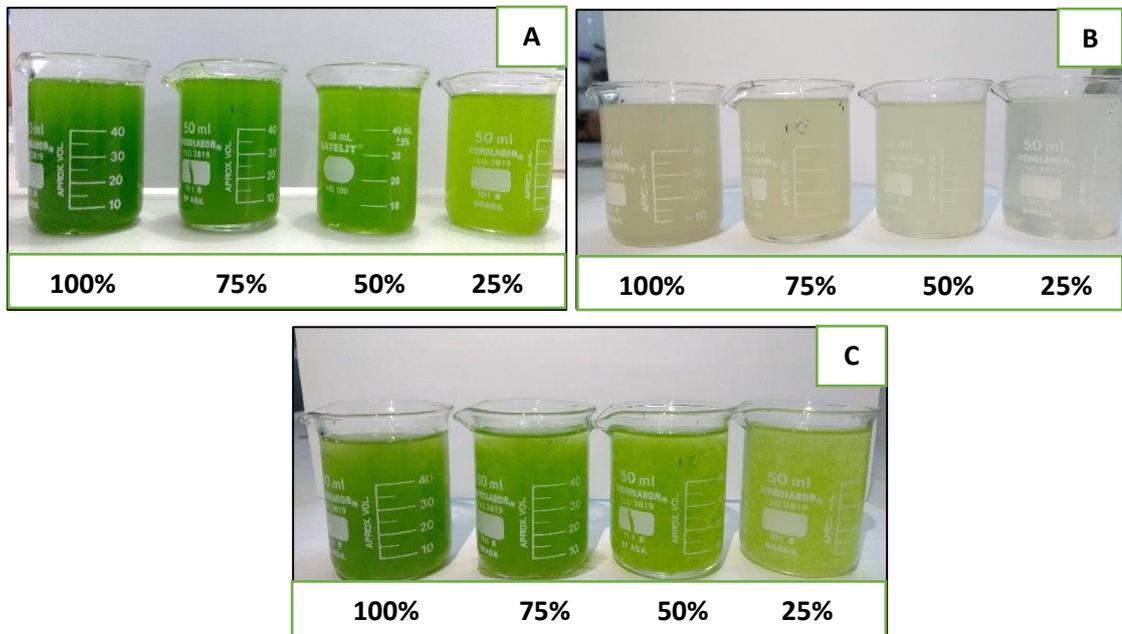
VILELA, H. **Alelopatia e os agrossistemas.** Retrieved April 17, 2013, from http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_alelopatia_e_os_agrossistemas.html. 2009.

WANDSCHEER, A. C. D., BORELLA, J., BONATTI, L. C., PASTORIN, L. H. **Atividade alelopática de folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae).** *Acta Botanica Brasilica* 25(1): 25-30. 2011.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; GRACIANO, J. D.; GASSI, R. P.; ONO, F. B.; AMADORI, A. H. **Produção de cebolinha, solteira e consorciada com rúcula, com e sem cobertura do solo com cama-de-frango.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 4, p. 505-514, out./dez. 2006.

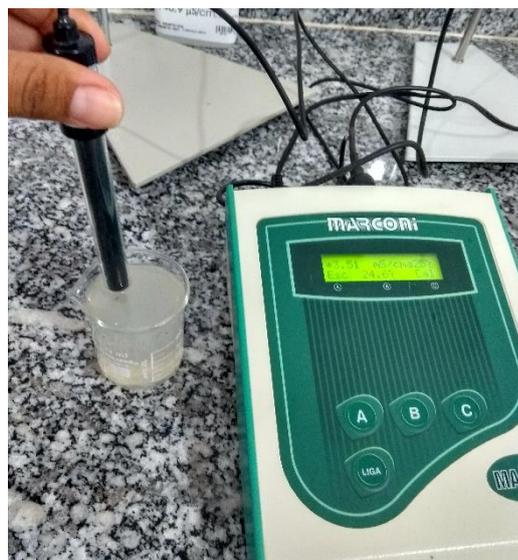
ANEXOS

ANEXO 1 – Extratos preparados com suas diferentes concentrações (100% → 25%). (A) Extratos de parte aérea, (B) Extratos de raiz e (C) Extratos da planta toda.



FONTE: MESQUITA, C.M.S., 2018

ANEXO 2 – Caracterização físico-química do extrato, do pH e da condutividade elétrica usando condutivímetro digital de bancada MARCONI modelo MA-521.



FONTE: Mesquita, C.M.S., 2018