



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
AGRONOMIA

**ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES
DE MALVA BRANCA (*Sida Cordifolia* L.) NA GERMINAÇÃO E
CRESCIMENTO INICIAL DE HORTALIÇAS**

Natali Almeida Evangelista Pereira

Orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

POMBAL - PB

2015

Natali Almeida Evangelista Pereira

**ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES
DE MALVA BRANCA (*Sida Cordifolia* L.) NA GERMINAÇÃO E
CRESCIMENTO INICIAL DE HORTALIÇAS**

Monografia apresentada à Coordenação
Curso de Agronomia da Universidade
Federal de Campina Grande, como um dos
requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

POMBAL - PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- P436a Pereira, Natali Almeida Evangelista.
 Atividade alelopática de extrato aquoso de raízes de malva branca (*Sida cordifolia* L.) na germinação e crescimento inicial de hortaliças / Natali Almeida Evangelista Pereira. – Pombal, 2015.
 62 f.: il. color.
- Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2015.
- "Orientação: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes".
- Referências.
1. Alelopatia. 2. Potencial Osmótico. 3. Alface. 4. Cebolinha. 5. Pimentão. I. Lopes, Kilson Pinheiro. II. Título.

CDU 633.88(043)

Natali Almeida Evangelista Pereira

**ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES
DE MALVA BRANCA (*Sida Cordifolia* L.) NA GERMINAÇÃO E
CRESCIMENTO INICIAL DE HORTALIÇAS**

Monografia apresentada à Coordenação
Curso de Agronomia da Universidade
Federal de Campina Grande, como um
dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Aprovada ou Apresentada em:

BANCA EXAMINADORA:

Orientador - Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes
(UFCG)

Membro – Prof. Dr. Caciana Cavalcanti Costa
(UFCG)

Membro – Roberta Chaiene Almeida Barbosa
(UFCG)

Pombal-PB
2015

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sônia e Valdir, por terem sempre se dedicado para ajudar-me a chegar onde cheguei e ao meu filho Paulo, que por ele criei forças para chegar até aqui, lembrem-se, essa conquista também é de vocês.

Aquilo que persistimos em fazer torna-se mais fácil de realizar; não que a natureza da tarefa mude, mas nossa capacidade para fazê-la aumenta.

Heber J. Grant

AGRADECIMENTOS

Ao meu Pai Celestial por me conceder paciência e sabedoria para realizar este sonho e por estar sempre presente, me guiando e fortalecendo;

A minha família que com muito apoio e dedicação, nunca mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Ao meu filho Paulo Brenner por fazer parte da minha vida, e por ser a inspiração maior para eu me tornar uma pessoa cada vez melhor.

Ao meu orientador, Kilson Pinheiro Lopes, por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades, que tornaram possível a conclusão desta monografia.

Aos que fazem a administração do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar e à Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Campina Grande, em especial ao coordenador de curso, professor Marcos Eric Barbosa Brito.

A meu grande amigo Jerffeson Araujo pelo apoio incondicional durante essa árdua caminhada, sempre compartilhando a sua bondade e força de vontade para me ajudar.

A técnica de laboratório de sementes e mudas (LABASEM) Roberta Chaiene Almeida Barbosa, que ao longo dessa jornada tornou-se uma grande amiga.

Aos técnicos de laboratório, em especial a Joyce Emanuele Medeiros, por me auxiliar sempre quando precisei neste trabalho e em outras situações.

Aos meus colegas de curso da turma 2009.2, em especial a Jerffeson Araujo, Ana Gabriela Basílio, Fablo Fernandes, Maurício Cavalcanti e João Raimundo, por toda a convivência, com momentos bons e os ruins, que vão ficar como aprendizados.

Aos colegas do PET - Agronomia, Jerffeson, Ivando, Joseano, Jackson, Tarcísio, Pedro Jorge, Guilherme e Odair. Obrigado por terem me ajudado.

A todos os estagiários do LABASEM, em especial a Janiny Abrantes, pela oportunidade de trabalhar com eles.

Aos membros da banca Kilson Pinheiro Lopes, Caciana Cavalcanti Costa e Roberta Chaiene Almeida Barbosa, agradeço de coração pela significativa ajuda na melhoria desse trabalho.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Porcentagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. Determinação do Grau de Umidade inicial e Porcentagem de Germinação das sementes de hortaliças. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB. 19
- Figura 2 - Primeira contagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.20
- Figura 3 - Índice de velocidade de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.21
- Figura 4 - Tempo médio de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB21
- Figura 5 - Índice de efeito alelopático de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.22
- Figura 6 - Porcentagem de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB. 23
- Figura 7 - Primeira contagem de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB. 24
- Figura 8 - Índice de velocidade de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB. 24
- Figura 9 - Tempo médio de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB 25

Figura 10 - Índice de efeito alelopático de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	25
Figura 11 - Porcentagem de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.	26
Figura 12 - Primeira contagem de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	27
Figura 13 - Índice de velocidade de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	27
Figura 14 - Tempo médio de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.	28
Figura 15 - Índice de efeito alelopático de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	28
Figura 16 - Comprimento da raiz primária de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	30
Figura 17 - Comprimento da parte aérea de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.	31
Figura 18 - Massa seca total de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	32

Figura 19 - Comprimento da raiz primária de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	33
Figura 20 - Comprimento da parte aérea de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	33
Figura 21 - Massa seca total de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	34
Figura 22 - Comprimento da raiz primária de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	36
Figura 23 - Comprimento da parte aérea de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.	37
Figura 24 - Massa seca total de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (C.E) e Potencial Osmótico (PO) dos diferentes extratos aquosos de raízes de <i>Sida cordifolia</i> L. em diferentes concentrações. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.	17
Tabela 2. Determinação do Grau de Umidade inicial e Porcentagem de Germinação das sementes de hortaliças. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal – PB.	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
2.1 OBJETIVO GERAL	03
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	03
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1 METABOLISMO SECÚNDARIO EM PLANTAS	04
3.2 ALELOPATIA E MECANISMOS DE AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS	05
3.3 ALELOPATIA EM AGROECOSSISTEMAS	06
3.4 ESPÉCIES ENVOLVIDAS NO ESTUDO ALELOPÁTICO	08
3.4.1 <i>Sida cordifolia</i> L	08
3.4.2. Alface	08
3.4.3 Cebolinha	09
3.4.4 Pimentão	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E COLETA DO MATERIAL	12
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	12
4.3 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	12
4.4 BIOENSAIO DE GERMINAÇÃO (BIOENSAIO I)	13
4.4.1 Variáveis analisadas	13
4.5 BIOENSAIO DE CRESCIMENTO (BIOENSAIO II)	15
4.5.1 Variáveis analisadas	15
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES DE <i>Sida cordifolia</i> L.	16
5.2 BIOENSAIO I – AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DO EXTRATO AQUOSO DE RAIZES DE <i>Sida Cordifolia</i> L. SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS	18
5.2.1 Alface	18
5.2.2 Cebolinha	22
5.2.3 Pimentão	25

5.3 BIOENSAIO II - AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES DE <i>Sida cordifolia</i> L. SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE HORTALIÇAS.	29
5.3.1 Alface	29
5.3.2 Cebolinha	32
5.3.3 Pimentão	35
6 CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
APÊNDICES	51
ANEXOS	61

RESUMO

Alelopatia refere-se à liberação natural de substâncias inibitórias por certas plantas, capazes de interferir no crescimento de outras no ambiente. Objetivou-se identificar a atividade alelopática de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., na germinação e crescimento inicial de plântulas de alface, cebolinha e pimentão. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e Mudanças do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal-PB. Foram empregados dois bioensaios (germinação - I e crescimento inicial - II) em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes por tratamento para o bioensaio de germinação e cinco repetições com 10 plântulas para o bioensaio de crescimento inicial. Os extratos aquosos foram obtidos a partir de raízes de plantas de *Sida cordifolia* L. previamente seca em estufa de circulação de ar forçada e trituradas, adicionando-se 10 ml de água deionizada para cada grama do pó obtido, o extrato foi filtrado e armazenado por 48 horas. Antes da aplicação do extrato, o mesmo foi diluído em água deionizada para obter as seguintes concentrações: 20, 40, 60 e 80%, sendo ainda utilizada a concentração de 0% (água deionizada) como testemunha. As soluções nas diferentes concentrações tiveram sua osmolaridade medida e em seguida foram preparadas soluções de PEG 6000 na mesma osmolaridade dos extratos, para se obter um controle do efeito osmótico na germinação e crescimento das espécies alvo em estudo. As avaliações consistiram do teste de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e índice de efeito alelopático para o bioensaio I e comprimento da parte aérea e radicular e massa seca total para o bioensaio II. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial e os dados significativos, ajustados em equações, visando analisar o comportamento das variáveis com o aumento das doses do extrato aquoso de *Sida cordifolia* L. O extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. não interferiram sobre a germinação das sementes de alface, cebolinha e pimentão, contudo, apresentaram atividade alelopática sobre o desenvolvimento inicial de plântulas das mesmas e os efeitos se mostraram em geral dose-dependente. Mas, o efeito do extrato aquoso de *Sida cordifolia* L. sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de alface, cebolinha e pimentão não são de natureza osmótica ou hidrogeniônica.

Palavras-chave: Alelopatia. Potencial osmótico. Alface. Cebolinha. Pimentão

ABSTRACT

Allelopathy refers to the natural release of inhibitory substances by certain plants capable of interfering with the growth of other in the environment. This study aimed to identify the allelopathic activity of aqueous extract of *Sida cordifolia* L. roots, germination and initial growth of lettuce seedlings, green onions and peppers. The study was conducted at the Seed Analysis Laboratory and Seedlings of the Center for Science and Technology Agrifood the Federal University of Campina Grande, in Pombal-PB. Were employed two bioassays (germination - I and initial growth - II) in a completely randomized design with four replications of 25 seeds per treatment for the bioassay of germination and five replicates with 10 seedlings for the initial growth bioassay. The aqueous extracts were obtained from *Sida cordifolia* L. roots of plants of previously dried and ground in a forced air circulation oven, adding 10 ml of deionized water for every gram of the obtained powder, the extract was filtered and stored for 48 hours. Before application of the extract, it was diluted with deionized water to obtain the following concentrations: 20, 40, 60 and 80%, and still used the concentration of 0% (deionised water) as control. The solutions at different concentrations were measured osmolarity and then PEG 6000 were prepared in the same osmolarity of the extracts to obtain a control of the osmotic effect on the germination and growth of the target species under study. Evaluations consisted of the germination test, first count and germination speed index, average time of germination and allelopathic effect index for the bioassay I and length of root and shoot and total dry mass for the bioassay II. Data were subjected to analysis of variance and polynomial regression and significant data, adjusted equations in order to analyze the behavior of variables with increasing doses of the aqueous extract of *Sida cordifolia* L. The aqueous extract of *Sida cordifolia* L. roots not interfered on the germination of lettuce seeds, green anion and pepper, however, showed allelopathic activity on the early development of these seedlings and the effects have proved generally dose-dependent. But the effect of aqueous extract of *Sida cordifolia* L. on the initial development of lettuce seedlings, green onions and peppers are not osmotic or hydrogen ion nature.

Keywords: Allelopathy. Osmotic potential. Lettuce. Spring Onion. Bell Pepper

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo evolutivo, as plantas desenvolveram vários mecanismos para sobreviver a estresses provocados pelo meio em que estão inseridas, sejam eles bióticos ou abióticos. Como um desses estresses, pode ser citado os processos alelopáticos, que ocorrem devido a liberação de substâncias químicas, podendo afetar a germinação e/ou a emergência de plântulas ao redor, além de provocar mudanças na dinâmica das comunidades.

As plantas sintetizam uma grande diversidade de substâncias químicas em resposta a diferentes fatores ambientais. Estas substâncias, provenientes do metabolismo secundário das plantas, são conhecidas como aleloquímicos. A grande variedade de compostos secundários produzidos, foi possivelmente originado durante os processos evolutivos, em resposta a ação de microrganismos e da herbivoria (WALLER, 1999) e devido aos prejuízos e danos causados pelas plantas infestantes, as mesmas sempre se apresentaram como uma grande preocupação para os produtores rurais, pois além do processo de competição e dos problemas fitossanitários que acabam provocando perdas na produtividade, algumas dessas plantas podem provocar ainda, efeitos alelopáticos que representam aumento no custo de produção.

As plantas infestantes quando crescem juntamente com as culturas agrícolas, interferem no seu desenvolvimento reduzindo-lhes a produção, competem pela extração de elementos vitais e exerce inibição química sobre seu desenvolvimento, fenômeno esse conhecido como alelopatia. Estima-se que as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência das mesmas no Brasil sejam em torno de 20-30% (LORENZI, 2006).

O desejo crescente de substituir os insumos químicos sintéticos nos agroecossistemas por materiais produzidos naturalmente motiva pesquisas aplicadas à alelopatia, isso porque os benefícios da pesquisa alelopática podem ser utilizados para melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção e a conservação da vegetação, pois representam uma alternativa biológica com ação específica e menos prejudicial ao meio ambiente, reduzindo de custos na agricultura e os impactos ambientais (CHOU, 1999; 2006; BRASS, 2009).

O estudo dos efeitos alelopáticos e a identificação das plantas que o possuem é assunto de grande importância, tanto na utilização de cultivares agrícolas capazes de inibir plantas daninhas, quanto na determinação de práticas culturais e de manejo mais adequados, além de possibilitar ao pesquisador identificar possíveis causas do insucesso no desenvolvimento de determinada cultura agrícola (GOLDFARB, 2009; AZEVEDO NETO, 2010).

A malva branca (*Sida cordifolia* L.) é uma importante espécie invasora de diversas áreas de exploração agropecuária. A planta tem capacidade de produzir elevado número de sementes, mesmo em baixas densidades, interferindo decisivamente no desenvolvimento das culturas e provocando perdas de rendimento nas lavouras (FLECK et al., 2003; RIZZARDI et al., 2003).

A elevada produção de sementes pela planta deixa, no solo, um banco de sementes, cuja germinação ocorre de forma escalonada, necessitando de controle constante realizado por meio de moléculas sintéticas (RIZZARDI; FLECK, 2004; CONSTANTIN et al., 2007) ou por meio de técnicas alternativas, como a utilização de resíduos gerados por destilarias, como o óleo de fúsel e a vinhaça (AZANIA et al., 2004). Nesse contexto, é importante analisar o possível potencial alelopático da espécie *Sida cordifolia* L., pois o conhecimento das reações alelopáticas dessa planta, permitirá melhorar os sistemas agrícolas por meio da implementação de técnicas como rotação de culturas, época e processos de semeadura adequados, além de uma possível introdução de espécies cultivadas resistentes aos efeitos provocados pelos aleloquímicos da mesma.

Portanto, bioensaios laboratoriais envolvendo avaliações alelopáticas são de grande importância, pois na natureza os processos se interagem de forma simultânea e sequencial, além de mudarem constantemente, o que não ocorre no laboratório pois muitos dos parâmetros podem ser controlados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do extrato aquoso de raízes de malva branca (*Sida cordifolia* L.) na germinação e crescimento inicial de plântulas de alface, cebolinha e pimentão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Contribuir para o conhecimento do potencial alelopático da *Sida cordifolia* L., identificando qual o estágio de crescimento mais afetado nas interações alelopáticas.

Avaliar diferentes concentrações do extrato aquoso das raízes de *Sida cordifolia* L. e seu efeito sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface, cebolinha e pimentão.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 METABOLISMO SECUNDÁRIO EM PLANTAS

Metabolismo é definido como a soma das reações anabólicas e catabólicas das estruturas celulares, ou seja, o total de modificações das moléculas orgânicas nas células vivas, sendo tais modificações catalisadas por enzimas (NELSON; COX, 2002). O metabolismo vegetal é convencionalmente dividido em primário e secundário. Porém, para Salgado (2009), não há divisão exata entre metabolismo primário e secundário, pois qualquer mudança no metabolismo primário afeta diretamente o secundário, não devendo o metabolismo de planta ser estudado de forma separada.

Dessa forma, entende-se por metabolismo primário o conjunto de processos metabólicos que desempenham uma função essencial no vegetal, tais como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. Os compostos envolvidos no metabolismo primário possuem uma distribuição universal nas plantas. Esse é o caso dos aminoácidos, dos nucleotídeos, dos lipídeos, carboidratos e da clorofila (CASTRO et al., 2005).

Em contrapartida, os vegetais produzem grande variedade de compostos orgânicos que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento. Essas substâncias são conhecidas como metabólitos secundários, produtos secundários ou produtos naturais. Os metabólitos secundários em geral não apresentam ação direta, pois não são necessários para todas as plantas, sendo restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Segundo Ferreira e Aquila (2000), todas as plantas produzem metabólitos secundários, os quais variam em quantidade, qualidade e local de produção de uma espécie para outra, sendo uma síntese desencadeada por eventuais mudanças a que as plantas estão sujeitas no meio em que se encontram.

Embora o metabolismo secundário nem sempre seja necessário para que uma planta complete seu ciclo de vida, ele desempenha um papel importante na interação da plantas com o meio ambiente e sua síntese é, frequentemente afetada por condições ambientais. Um dos principais componentes do meio externo cuja interação é mediada por compostos do metabolismo secundário são os fatores bióticos. Desse modo, produtos secundários possuem um papel contra a herbivoria, ataque de patógenos, alelopatia, competição entre plantas e atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente e microrganismos simbiotes (CASTRO et al., 2005).

3.2 ALELOPATIA E MECANISMOS DE AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS

O termo alelopatia foi usado pela primeira vez pelo fisiologista vegetal Hans Molisch em 1937, enquanto explicava o efeito do etileno no amadurecimento dos frutos. Ao empregar as palavras gregas “*allelon*” e “*pathos*”, que significam respectivamente “mútuo” e “prejuízo”. O termo alelopatia refere-se à liberação natural de substâncias inibitórias por certas plantas, capazes de interferir no crescimento de outras plantas num ambiente compartilhado (CHOU, 2006).

A Sociedade Internacional de Alelopatia define esse termo como “A ciência que estuda qualquer processo envolvendo essencialmente metabólitos secundários que influenciem no crescimento e desenvolvimento de sistemas naturais e cultiváveis. Os metabólitos podem ser produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos, e esta definição inclui efeitos positivos e negativos (MACÍAS et al., 2000). Alguns autores preferem reconhecer apenas efeitos negativos como alelopáticos, como Lambers et al.(1998), citados por Inderjit e Duke (2003), que também adotaram esta ênfase para discutir os aspectos ecofisiológicos da alelopatia.

Rezende et al. (2003) mencionam que desde a antiguidade, sabe-se que algumas espécies vegetais podem prejudicar o crescimento de outras que estão na proximidade. No entanto, para que a ação seja eficaz, a liberação deve ser contínua, de modo que os efeitos persistam até os cultivos subsequentes (BELINELO et al., 2008; TUR et al., 2010).

Os compostos químicos que possuem atividade alelopática são produtos secundários produzidos pelas plantas e são chamados de aleloquímicos, substâncias alelopáticas, fitotoxinas ou apenas produtos secundários.

O modo de ação dos aleloquímicos pode ser dividido em direta e indireta. Para a ação indireta podem-se incluir alterações nas propriedades do solo, de suas condições nutricionais e das alterações de populações e/ou atividade dos microorganismos. A ação direta ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Muitas vezes o fenômeno da alelopatia é confundido com competição, pelo fato de que, em determinadas situações, ambos influenciam no crescimento e/ou desenvolvimento da planta circundante. Contudo, na alelopatia ocorre adição de um fator biológico ao meio ambiente, enquanto que na competição, há remoção ou redução de algum fator ambiental (água, luz, nutrientes, etc.), necessário para o crescimento de ambas as plantas que os disputam (ZANINE; SANTOS, 2004).

As interações planta-ambiente não são determinadas apenas por recursos ambientais e vem despertando cada vez mais o interesse dos pesquisadores. Os produtos

do metabolismo secundário das plantas, quando envolvidos em relações alelopáticas, são designados pelo termo aleloquímicos. Apesar da correlação existente entre os metabólitos secundários e aleloquímicos, alguns autores Inderjit e Duke (2003), ressaltam que os dois termos (metabólitos secundários e aleloquímicos) não são sinônimos, e tampouco substituíveis um pelo outro. De acordo com Berenbaum (1995), a identidade de um composto como aleloquímico depende mais da sua ação do que da sua via de síntese. Em situações de campo, a atividade alelopática é entendida como proveniente da ação conjunta de diversos aleloquímicos (INDERJIT; DUKE, 2003). Cada composto pode atuar de diversas formas na natureza, dependendo do organismo doador e dos parâmetros ambientais específicos que o atingem.

Segundo Miro et al. (1998), a alelopátia tem atraído grande interesse devido às suas aplicações potenciais na agricultura. A diminuição da produtividade causada por plantas invasoras ou resíduos de culturas anteriores, pode ser resultado dos efeitos alelopáticos e uma perspectiva interessante é o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas para serem alelopáticas às plantas invasoras.

As principais pesquisas sobre a alelopátia objetivam a busca de produtos naturais para o controle de plantas daninhas, tentando diminuir o uso de herbicidas sintéticos, preservando o meio ambiente e contribuindo assim para uma agricultura sustentável (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; CARVALHO et al., 2002; SANTOS et al., 2004).

São poucas as informações sobre como as substâncias alelopáticas atuam nas plantas. A grande dificuldade que se apresenta é que essas substâncias afetam mais de uma função e provocam efeitos colaterais difíceis de distinguir dos principais (GOLDFARB, 2009). Pesquisas em alelopátia no Brasil são necessárias, pois pouco se conhece a respeito das potencialidades das plantas e o benefício ou prejuízo que as mesmas podem proporcionar (TUR et al., 2010).

3.3 ALELOPATIA EM AGROECOSSISTEMAS

A influência dos processos alelopáticos em ecossistemas naturais iniciou-se com o estudo de Booth (1941), sobre regeneração de terrenos agrícolas abandonados, onde o autor observou que o processo de regeneração consistia de quatro fases: ervas pioneiras, gramíneas anuais, gramíneas perenes e savana. O desaparecimento do primeiro para o segundo estágio de desenvolvimento era devido à produção, pelas espécies pioneiras, de substâncias alelopáticas de toxicidade inter e intraespecífica.

Outro exemplo clássico de atuação de aleloquímicos sobre comunidades naturais foi realizado por Muller (1996), onde foram formadas vastas áreas de *Salvia leucophylla* e *Artemisia californica* impedindo o estabelecimento de outras espécies a uma

distância de dois metros, e somente a partir de seis a dez metros a vegetação normal voltava a se estabelecer.

Os efeitos da alelopatia não só diminuem o potencial produtivo das espécies desejáveis, como favorecem a disseminação de espécies indesejáveis (CASTRO; FERREIRA, 2001). Tem sido reconhecida como um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e de vegetação clímax, bem como a produtividade e manejo de culturas. Essas substâncias alelopáticas variam em concentração, localização na planta e composição, sendo que seus efeitos podem ser visualizados por meio da germinação ou desenvolvimento da planta, respondendo a nível molecular e celular (FERREIRA, 2004).

Quando as substâncias alelopáticas são liberadas em quantidades suficientes causam inibição ou estimulação da germinação, crescimento e/ou desenvolvimento de plantas já estabelecidas e, ainda, no desenvolvimento de microorganismos (CARVALHO, 1993). Esta interação alelopática responsável pelo estabelecimento e sobrevivência de certas espécies no meio ambiente, é feita através de um mecanismo de defesa e ataque de plantas, que vem sendo adquirido ao longo de um processo evolutivo (NISHIMURA; MIZUTANI, 1995). Taiz e Zeiger (2013) explicam que uma planta pode reduzir o crescimento das plantas vizinhas pela liberação de aleloquímicos no solo, isso pode ter como consequência a maior chance de acesso à luz, à água e aos nutrientes e, portanto, propiciar sua maior adaptação evolutiva.

Outra atuação dos aleloquímicos, que também pode influenciar a composição natural das comunidades foi descrita por Einhellig (1995), o qual sugere que o fato de certas sementes permanecerem viáveis por muitos anos no solo pode estar associado à presença de aleloquímicos nas cascas ou em outros tecidos destas sementes e através deles, consigam deter a ação microbiana e sua deterioração.

Apesar desses resultados, a importância da alelopatia em ecossistemas naturais ainda é controversa. Muitos cientistas questionam que a alelopatia seja um fator significativo na interação planta-planta, pois as evidências sobre tal fenômeno são de difícil obtenção. É fácil mostrar que os extratos ou os compostos purificados de uma planta possam inibir o crescimento de outra planta em experimentos de laboratório, mas não tem sido fácil demonstrar que esses compostos estejam presentes no solo em quantidades suficientes para alterar o desenvolvimento de um vegetal. Além desses fatores, as substâncias orgânicas presentes no solo estão, muitas vezes, ligadas a partículas do solo e podem ser rapidamente degradadas por microorganismos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

3.4 ESPÉCIES ENVOLVIDAS NO ESTUDO ALELOPÁTICO

3.4.1 *Sida cordifolia* L.

A história da ciência das plantas daninhas se confunde com a história do homem e da agricultura. As plantas indesejáveis, infestantes ou daninhas, existem desde que o homem deixou de ser nômade, sendo definidas como qualquer planta que ocorre onde não é desejada ou então uma planta sem valor econômico ou que compete, com o homem, pelo solo (CONCENÇO; GRIGOLLI, 2014). Em termos simples, uma planta pode ser considerada daninha se estiver direta ou indiretamente prejudicando o desenvolvimento de plantas cultivadas.

A espécie *Sida cordifolia* L., com possível potencial alelopático, é vulgarmente chamada de malva branca ou guaxuma, sendo uma planta herbácea ou subarborescente, pertencente à família Malvaceae. Apresenta ciclo anual ou perene, é propagada por sementes, sendo considerada planta invasora bastante comum em áreas cultivadas, principalmente em lavouras de plantio direto. É classificada como uma infestante altamente prejudicial pelas características competitivas com o cultivo agrícola devido à eficiência do sistema radicular (LORENZI, 2006).

Há na literatura consideráveis estudos de efeitos alelopáticos de plantas, mas no que se refere a estudos de efeitos alelopáticos de *Sida cordifolia* L., pouco tem sido descrito. Entretanto, existe alguns estudos utilizando extratos de espécies pertencentes à mesma família, como relata Furtado et al. (2013), que observando o efeito de extratos aquosos de maria-preta (*Melochia tomentosa*) sobre a germinação da exótica invasora tabaco-arbóreo (*Nicotiana glauca*) identificaram efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas de maria-preta reduzindo a germinação das sementes de tabaco-arbóreo.

3.4.2 Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae e seu cultivo encontra-se difundido em todas as regiões brasileiras, sendo componente básico de saladas tanto em nível doméstico quanto comercial que se deve a fatores como sabor, qualidade nutricional e baixo custo, fazendo desta hortaliça folhosa a mais consumida do país (FERNANDES et al., 2002).

Quanto às características botânicas da alface ressalta-se que esta é uma planta de porte herbáceo, com caule pequeno no qual se prendem as folhas, lisas ou crespas, que crescem em forma de roseta formando ou não uma cabeça, com coloração em vários tons de verde ou roxa, conforme a cultivar. O ciclo da cultura é anual, encerrando a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas, com início da fase

reprodutiva que consiste na emissão do pendão floral, sendo favorecida pelas épocas de elevadas temperaturas e dias longos (FILGUEIRA, 2008).

A principal vantagem do uso da alface como alvo nos estudos alelopáticos reside na sensibilidade da espécie, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos. Além disso, a espécie apresenta outras peculiaridades que favorecem sua utilização: germinação rápida, em aproximadamente 24h; crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos (SOUZA FILHO et al., 2007).

O possível efeito alelopático de plantas daninhas sobre a cultura têm sido estudado por diversos autores, como Hoffmann et al. (2007), que analisando a atividade alelopática da espirradeira (*Nerium Oleander* L.) e comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia picta* Schott) em sementes da alface e picão-preto (*Bidens pilosa* L.) constataram que os extratos aquosos de ambas as espécies afetam negativamente o índice de velocidade de germinação e reduzem a matéria fresca das plântulas da alface e picão-preto. Oliveira et al. (2012a) constataram que extratos de diferentes órgãos de mulungu (*Erythrina velutina*), reduz a germinação de sementes da alface cv. Mônica, e os extratos de flores e cascas causam germinação lenta e afetam o desenvolvimento da plântulas de alface.

Oliveira et al. (2005), avaliando os efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas da alface, constaram que os extratos aquosos de flores e folhas de rosqueira (*Chloroleucon tortum*) e de folhas de albizia (*Albizia blanchetii*) inibiram a taxa de germinação em 99 e 100%, respectivamente. Os maiores efeitos inibitórios sobre o comprimento das plântulas foram promovidos pelos extratos foliares aquoso de candeia (*Machaerium scleroxylon*) e etanólicos de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e periquiteira (*Acacia bahiensis*), com 100, 85 e 82% de inibição, respectivamente.

3.4.3 Cebolinha

A cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.) pertence à família Alliaceae. É um condimento muito apreciado pela população e é consumida em quase todos os lares brasileiros. A planta é considerada perene, apresenta folhas cilíndricas e fistulosas, coloração verde-escura, produz pequeno bulbo cônico, envolvido por uma película rósea, com perfilhamento e formação de touceira (FILGUEIRA, 2008).

Esta cultura apresenta faixa de temperatura média para o cultivo entre 8 e 22°C e adapta-se melhor a uma ampla faixa de temperaturas amenas ou frias, (MAKISHIMA, 1993; FILGUEIRA, 2008), não sendo adequada às condições ambientais da região, podendo este ser um fator limitante ao seu desenvolvimento, e conseqüentemente correndo o risco de

ficar predisposta ao efeito alelopático. Mas, para uma conclusão mais definitiva estudos precisam ser realizados.

Estudo fitoquímico de folhas de lobeira (*Solanum lycocarpum*) aplicados na alelopatia, demonstraram que em cebola (*Allium cepa* L.), pertencente à mesma família da cebolinha, o extrato de acetato de etila mostrou-se mais ativo na inibição do crescimento da parte radicular e diclorometano e acetona afetaram o crescimento da parte aérea. Assim como para germinação, as plântulas de cebola também demonstraram pouca sensibilidade aos extratos e frações da folha de lobeira (OLIVEIRA et al., 2012b).

3.4.4 Pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), cultivado em diferentes regiões do mundo, tem grande importância econômica tanto no Brasil como no exterior, porém a produção do pimentão muitas vezes baseia-se no uso excessivo de insumos externos, o que torna recomendável a adoção de práticas culturais alternativas e direcionadas à conservação do solo e aproveitamento dos recursos naturais localmente disponíveis (LEME, 2012).

O pimentão pertence à família Solanaceae, e é tipicamente de origem americana, sendo uma das dez hortaliças de maior importância econômica e social no Brasil, em razão de sua forte participação na culinária doméstica e empresarial e na geração de emprego e renda para muitas famílias (RIBEIRO, 2013).

A porcentagem de germinação das sementes e emergência das plântulas frequentemente são lentas, particularmente sob condições de baixa temperatura. Quando semeadas diretamente, sua emergência é bastante desuniforme, necessitando de replantios (FILGUEIRA, 2008). Técnicas que envolvem o controle da hidratação das sementes, podem ser empregados para assegurar uma performance superior das mesmas e aumentar sua tolerância às condições adversas (BRADFORD, 1986).

Monteles et al. (2011) avaliando o efeito alelopático dos extratos aquosos de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e da erva-de-touro (*Tridax procumbens*) sobre a germinação de sementes de pimentão, observaram que os extratos testados, nas concentrações avaliadas, induzem ou aceleram a germinação e o desenvolvimento do eixo hipocótolo-radicular das sementes da hortaliça.

Moura et al. (2013), observando o efeito alelopático de óleo essencial de plantas medicinais sobre sementes e plântulas de pimentão, identificaram um maior efeito do óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e canela (*Cinnamomum zeylanicum*) em inibir significativamente o desenvolvimento da parte aérea e da radícula de pimentão. Já Sobreira et al. (2012), analisando a influência do extrato aquoso de folhas de hortelã sobre o desenvolvimento de

mudas de pimentão, observaram efeitos benéficos para as variáveis emergência de plântulas e comprimento da parte aérea das mudas de pimentão, sendo as concentrações 60, 80 e 100% as que promoveram melhores médias dessas variáveis.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E COLETA DO MATERIAL

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise Sementes e Mudas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal-PB, no período de agosto à dezembro de 2014. Como espécie alvo no estudo alelopático foram empregadas as sementes da alface, cebolinha e pimentão das cultivares 'Cristina', 'Todo Ano' e 'All Big', respectivamente, cujas sementes utilizadas nos ensaios foram adquiridas no comércio local. Antes da utilização, as sementes das diferentes espécies estudadas foram avaliadas quanto a sua qualidade física e fisiológica por meio da determinação do grau de umidade e do teste padrão de germinação, conforme Brasil (2009). Raízes da espécie com possível potencial alelopático, *Sida cordifolia* L. (Anexo A), foram coletadas aleatoriamente em áreas de vegetação natural do município de Pombal-PB.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, correspondendo o primeiro nível às três espécies alvo (alface, cebolinha e pimentão) e o segundo nível às cinco concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. (0, 20, 40, 60 e 80%), totalizando 15 tratamentos com 4 repetições para o Bioensaio I e 5 repetições para o Bioensaio II.

4.3 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO

As raízes de *Sida cordifolia* L. foram postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até obtenção de massa seca estável, depois foram trituradas em um moinho de facas "tipo Willey", para a obtenção de um pó fino, sendo utilizado para o preparo da solução estoque 1 g do triturado das raízes para cada 10 ml de água deionizada (peso/volume), segundo recomendações de Santore (2013). A homogeneização do preparo foi feita em liquidificador por 3 minutos.

A solução foi armazenada e mantida em repouso por 48 horas na geladeira ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) em frasco de vidro ambar de 1000 ml com tampa. Após esse procedimento, a mesma foi centrifugada e depois filtrada em um funil de Buchner, com auxílio de uma bomba a vácuo e com três papéis filtro qualitativo. O extrato aquoso bruto obtido na concentração de $1\text{g } 10\text{ml}^{-1}$ (100%), foi diluído com água deionizada para obtenção das concentrações de 20, 40, 60 e 80%. A concentração 0% (testemunha) foi obtida apenas com emprego de água deionizada. Depois da diluição foi medida a condutividade elétrica e o pH das soluções.

As soluções dos extratos aquosos nas diferentes concentrações tiveram sua osmolaridade medida em osmômetro de vapor de pressão (Modelo PZL-1000). Em seguida

foram preparadas soluções de Polietileno glicol 6000 (PEG 6000 – VETEC®) com os mesmos valores de potencial osmótico obtidos nos extratos (OLIVEIRA, 2003), para se obter um controle do efeito osmótico na germinação e crescimento das espécies alvo em estudo. Para a utilização dessas soluções, o experimento realizado utilizou a mesma metodologia descrita no item 4.4.

4.4 BIOENSAIO DE GERMINAÇÃO (BIOENSAIO I)

Sementes das diferentes hortaliças estudadas, foram semeadas em substrato umedecidos com as diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. Foram empregadas para as três espécies de hortaliças, quatro repetições de 25 sementes, postas para germinar sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com o extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. nas suas diferentes concentrações, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, no interior de caixas plásticas “gerbox” (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), mantidas em câmara de germinação BOD (Eletrolab® 122FC), à temperaturas alternadas de 20-30°C para o pimentão e a 20°C para as sementes de alface e cebolinha, com fotoperíodo de 8 horas de luz utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W) para todas as espécies.

4.4.1 Variáveis analisadas

- *Teste de germinação*: As avaliações foram efetuadas de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para cada espécie, contando e retirando diariamente do substrato as plântulas normais de cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.
- *Primeira contagem de germinação (PCG)*: Os valores da primeira contagem de germinação para as sementes das espécies alvo foram realizadas de acordo com Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).
- *Índice de velocidade de germinação (IVG)*: Foi calculado por meio do somatório de contagens diárias do número de sementes germinadas, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a equação proposta por Maguire, (1962):

$$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + \dots + (G_n/N_n)$$

Onde:

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

- *Tempo médio de germinação (TMG)*: Foi calculado de acordo com Ferreira; Borghetti (2004) utilizando a equação:

$$t = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i}$$

Onde n_i é o número de sementes germinadas dentro de determinado intervalo de tempo t_{i-1} e t_i .

- *Índice de efeito alelopático (RI)*: Foi avaliado de acordo com Gao et al. (2009), empregando-se a seguinte equação:

$$RI = 1 - \frac{C}{T} \quad (T \geq C) \quad \text{ou} \quad RI = \frac{T}{C} - 1 \quad (T < C)$$

Onde:

C = velocidade de germinação do controle

T = velocidade de germinação do tratamento

O RI é analisado baseando-se na média das repetições. Valores positivos em relação ao controle indica estímulo a germinação, enquanto que negativos estão relacionados a inibição.

Para a Velocidade de Germinação, empregou-se a equação:

$$VG (\%) = \frac{\sum(Gt \times D)}{\sum(Gc)}$$

Onde:

Gt = número de sementes germinadas diariamente do tratamento

Gc = número de sementes germinadas total do controle.

D = número de dias correspondente.

4.5 BIOENSAIO DE CRESCIMENTO (BIOENSAIO II)

Para o experimento de crescimento, sementes das espécies de hortaliças foram postas para germinar de acordo com as condições já estabelecidas no item 4.4 contudo, não foram utilizadas as diferentes concentrações do extrato aquoso, pois as sementes foram umedecidas apenas com água deionizada. Após a germinação as mesmas foram selecionadas por uniformidade do tamanho de radícula, adotando-se 5 mm de comprimento e acondicionadas em placas de Petri com duas folhas de papel filtro, 10 sementes por placa, cinco placas por tratamento, totalizando 50 sementes por tratamento para cada espécie alvo. Antes da transferência das sementes germinadas, as placas foram umedecidas com o equivalente a três vezes o peso do substrato com as soluções do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* nas concentrações de 20, 40, 60 e 80%, além da testemunha (água deionizada) e colocadas em germinador regulado às temperaturas alternadas de 20-30°C para o pimentão e a 20°C para as sementes de alface e cebolinha, com fotoperíodo de 12 horas de luz utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W) para todas as espécies.

4.5.1 Variáveis analisadas

Após cinco dias de crescimento, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- *Comprimento da parte aérea e radicular*: o comprimento médio da parte aérea e da raiz primária das plântulas de alface, cebolinha e pimentão foi determinado considerando o comprimento da parte aérea do colo até o meristema caulinar e o da raiz primária, do colo até o meristema radicular, utilizando-se um paquímetro digital (ZAAS Precision 6") e os dados foram expressos em mm/plântulas.

- *Massa seca total*: depois de feitas as medidas biométricas, as plântulas de cada repetição foram pesadas e posteriormente acondicionadas em sacos de papel, mantidos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 48 h quando ocorreu a estabilização do peso. Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica de precisão para estimativa da massa seca média acumulada das plântulas e os resultados foram expressos em g/plântulas.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados pelo programa SISVAR, realizando análise de variância e regressão polinomial para as concentrações do extrato raízes de *Sida cordifolia* L. Para os

dados significativos, ajustaram-se equações de regressão visando avaliar o comportamento das variáveis com o aumento das doses do extrato aquoso de *Sida cordifolia* L.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES DE *Sida cordifolia* L.

A caracterização físico-química dos extratos vegetais utilizados nesses bioensaios é de fundamental importância, para que se possa aferir a respeito dos efeitos fisiológicos observados (SILVEIRA, 2010). Dentre essas características, a avaliação do pH e do potencial osmótico dos extratos vegetais é fundamental quando se desconhece sua constituição em açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, íons e outras moléculas, pois valores extremos tanto de pH quanto de potencial osmótico dos extratos, podem atuar sobre as sementes e/ou plântulas e mascarar o efeito alelopático (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Os valores de pH, condutividade e osmolaridade dos extratos aquosos de raízes de *Sida cordifolia* L. estão demonstrados na Tabela 1. De acordo com a tabela, observa-se que os valores de pH se apresentaram entre 5,83 e 7,03 no primeiro bioensaio e de 6,03 a 6,51 no segundo, valores estes considerados adequados para as amostras. Autores como Rao e Reddy (1981), Eberlein (1987) e Pattnaik e Misra (1987) mostram que em condições onde o pH seja igual ou inferior a 3,0 ou igual e superior a 9,0, os efeitos depressivos sobre a germinação e o crescimento da radícula são manifestados. Sendo assim, uma possível interferência do pH das amostras sobre a germinação pode ser descartada. Ferreira e Borghetti (2004) reforçam que estes valores de pH não influem no processo de germinação e crescimento das plântulas das espécies estudadas, que possuem germinação e crescimento em ampla faixa de pH. Portanto os valores de pH encontrados no presente trabalho estão fora da faixa média onde o pH poderia comprometer tanto a germinação como o desenvolvimento da plântula. Desta maneira, o pH dos extratos aquosos de raízes de *Sida Cordifolia* L. não deve ser considerado como fator promotor de alterações dos resultados obtidos.

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (C.E) e Potencial Osmótico (PO) dos diferentes extratos aquosos de raízes de *Sida cordifolia* L. em diferentes concentrações. UAGRA/CCTA/UFCEG. Pombal - PB.

Tratamentos	pH		C.E ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		PO (Mpa)	
	Bio I	Bio II	Bio I	Bio II	Bio I	Bio II
0%	7,03	6,03	2,21	2,40	0	0
20%	5,98	6,37	555	697	- 0,02	- 0, 04
40%	5,92	6,51	1065	1169	- 0,05	- 0,07
60%	5,83	6,34	1533	1721	- 0,08	- 0,11
80%	5,89	6,25	2002	2190	- 0,12	- 0,14

Bio (Bioensaio). CE (condutividade elétrica). PO (potencial osmótico).

Quanto aos valores da condutividade elétrica, os mesmos se apresentaram entre 2,21 e 2002 no primeiro bioensaio e de 2,40 a 2190 no segundo, se mostrando superiores ao recomendado por Souza et al. (2003), que afirma que somente valores abaixo de $20 \mu\text{S cm}^{-1}$ não influenciam negativamente a germinação. Apesar disso, os dados obtidos dos extratos aquosos das raízes de *Sida Cordifolia* L. não influenciaram nos resultados da germinação, pois não houve diferença significativa entre a testemunha e os diferentes tratamentos adotados para as hortaliças.

Os resultados observados do potencial osmótico dos extratos estudados, não ultrapassou valores acima de -0,2 Mpa, sendo considerado o potencial osmótico ideal para os testes de germinação de acordo com Gatti et al. (2004). Esses dados corroboram com os encontrados por Oliveira et al. (2009), que obtiveram um baixo potencial osmótico no extrato aquoso da polpa do fruto do juazeiro, em diferentes concentrações, descartando sua interferência na germinação de sementes de alface. Assim, os valores do pH, condutividade elétrica e potencial osmótico não influenciaram na germinação de sementes das espécies estudadas, pois os resultados obtidos encontram-se dentro dos limites de tolerância apresentados por outros pesquisadores. A determinação desses parâmetros físico-químicos é de grande importância para que não ocorra a caracterização de um possível efeito alelopático equivocado.

As sementes das espécies empregadas no estudo apresentaram valores de umidade inicial inferiores a 7%, se encontrando em uma faixa ideal de teor de água (Tabela 2). Quanto aos valores de germinação, todas as hortaliças apresentaram porcentagens acima de 85%, garantindo assim a qualidade fisiológica inicial das sementes.

Tabela 2. Determinação do Grau de Umidade inicial e Porcentagem de Germinação das sementes de hortaliças. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Espécies	Umidade (%)	Germinação (%)
Alface	5,67	96,1
Cebolinha	6,66	86,1
Pimentão	6,10	85,1

Mediante a análise de variância, para as sementes das espécies estudadas submetidas às diferentes concentrações de soluções de polietileno glicol 6000 (PEG 6.000) com potenciais osmóticos similares aos encontrados nos extratos aquosos, constata-se que não houve efeito significativo para a germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, em função do tratamento empregado (Apêndice 1A, 2A e 3A). Estes resultados permitem inferir que os potenciais osmóticos identificados nas diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., não interferem na germinação das sementes e/ou no desenvolvimento de plântulas das espécies alvo estudadas. Conforme relata Marcos Filho (2005), soluções de polietilenoglicol tem sido comumente utilizada para diversos fins de avaliação osmótica, pois esse agente osmótico é quimicamente inerte, não tóxico e não eletrolítico. Hasegawa et al. (1984), relatam ainda que o polietilenoglicol não penetra nas células, devido ao seu elevado peso molecular.

5.2 BIOENSAIO I - AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO AQUOSO DE RAÍZ DE *Sida cordifolia* L. SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS.

5.2.1 Alface

A análise de variância da regressão dos dados de porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de alface submetidas as diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., encontram-se no Apêndice 1B. Mediante a análise de variância, verificou-se que ocorreu diferença significativa apenas para a variável primeira contagem de germinação.

O comportamento da germinação de sementes de alface submetidas as diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. encontra-se na Figura 1. Observa-se que o efeito ocasionado pelas concentrações do extrato aquoso sobre a

germinação das sementes, não resultou em diferenças significativas de desenvolvimento, mediante as concentrações empregadas. Esses resultados corroboram com Oliveira et al. (2014) que ao avaliarem o potencial alelopático de extratos de abú-coriola (*Pouteria ramiflora*) na germinação da alface, não identificaram efeito negativo nas taxas de germinação daquela espécie. Por outro lado, Capobiango et al. (2009) ao analisarem o efeito alelopático de folhas secas de guaçatonga (*Casearia sylvestris* Sw.) em sementes de alface, identificaram que extratos mais concentrados proporcionaram efeitos reducionais na porcentagem de germinação e IVG. Da mesma forma, Rickli et al. (2011) evidenciaram que o extrato aquoso de nim (*Azadirachia indica*) exerceu efeito alelopático negativo sobre a germinação de sementes de alface.

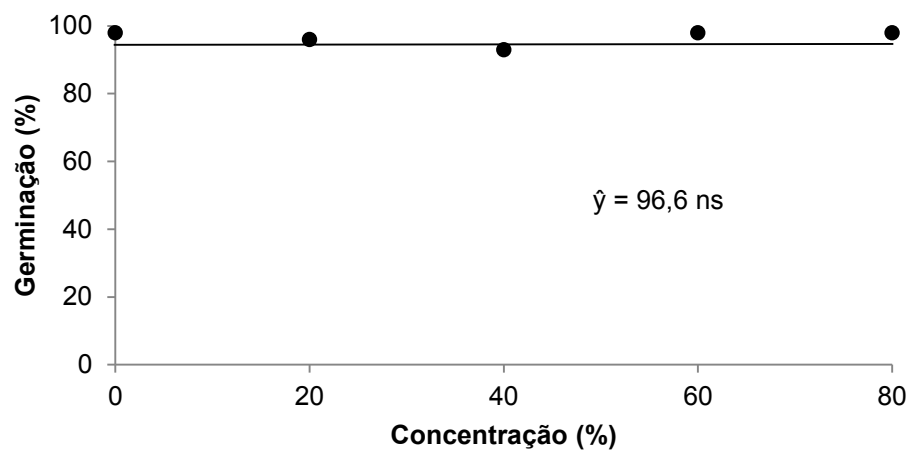


Figura 1: Porcentagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Para os resultados obtidos na primeira contagem de germinação, constata-se que as sementes de alface sofreram variações conforme a concentração empregada do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. (Figura 2). As concentrações de 40% e 60% do extrato, interferiam negativamente na primeira contagem de germinação de alface, ao passo em que a concentração de 80% tendeu a elevar o vigor das sementes, igualmente aos valores obtidos quando as sementes não foram submetidas aos tratamentos (testemunha).

De acordo com Gonzalez et al. (2002), isso pode ter ocorrido porque, no processo germinativo, juntamente com a água, podem penetrar algumas substâncias alelopáticas capazes de inibir ou retardar a multiplicação ou crescimento das células, podendo também retardar a germinação.

Por outro lado, em termos de valores absolutos observados para este parâmetro de vigor verifica-se que, os percentuais alcançados pelas sementes de alface mediante as diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., permaneceram

numa faixa muito estreita, não refletindo exatamente o constatado na estatística. Estes resultados reforçam a ideia de que o extrato aquoso das raízes de *Sida cordifolia* L. nas suas diferentes concentrações, não exercem qualquer efeito alelopático sobre o vigor das sementes de alface. Comportamento semelhante foram observados por Oliveira et al. (2014) ao avaliarem o potencial alelopático de extratos de *Pouteria ramiflora* sobre as sementes de alface, não apresentando nenhuma interferência dos extratos testados nas várias concentrações avaliadas.

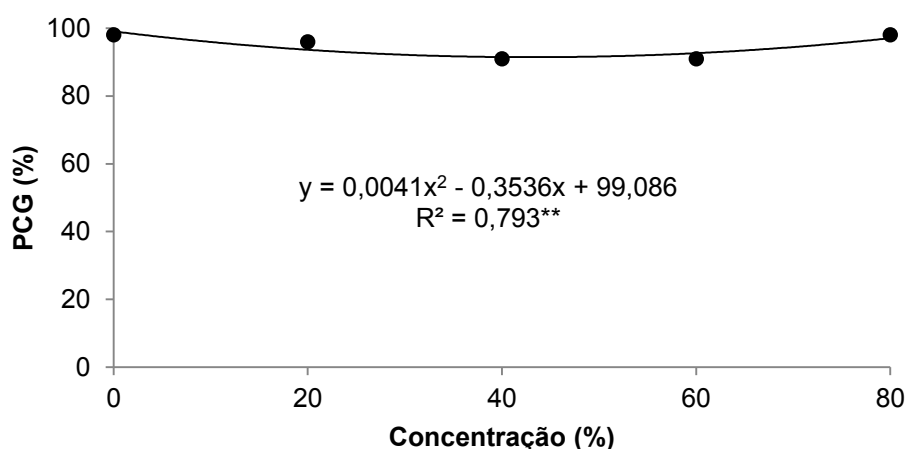


Figura 2: Primeira contagem de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Para o índice de velocidade de germinação (Figura 3) e tempo médio de germinação (Figura 4), observa-se que não houve diferença significativa entre os valores de vigor das sementes de alface submetidas às diferentes concentrações do extrato aquoso em relação às sementes da testemunha. Resultados contrários foram relatados por Borges et al. (2007), trabalhando com extrato de folhas de mamona (*Ricinus communis* L.) e Pessotto e Pastorini (2007) avaliando a influência alelopática do funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.), onde constataram redução significativa do IVG bem como o atraso no processo germinativo e consequente diminuição da porcentagem de germinação das sementes de alface quando se aumentaram a concentração do extrato.

Copobiango et al. (2009) avaliando o efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de outra Euphorbiaceae (*Joannesia princeps* Vell.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de repolho, alface e tomate, observaram que, para a alface, o extrato não afetou o crescimento inicial das plântulas, exceto para o sistema radicular quando se empregou a concentração mais elevada do extrato aquoso.

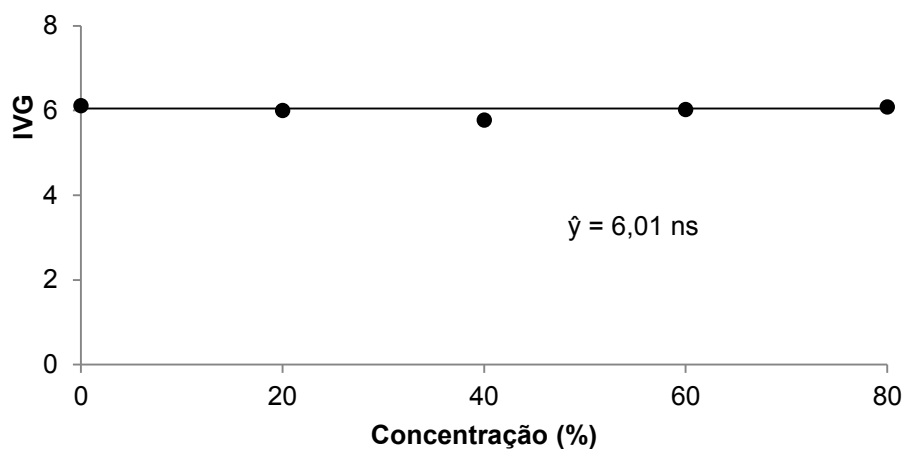


Figura 3: Índice de velocidade de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Dorneles e Pastorini (2008) com extratos de folhas e raízes de saramago (*Raphanus raphanistrum*) indicaram que, nas concentrações de 5 e 10%, os extratos influenciaram na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação de sementes de alface.

O tempo médio de germinação é um parâmetro mais sensível à presença de aleloquímicos porque muitos deles permitem que a semente germine, mas com um pequeno atraso, seja devido à presença de aleloquímicos com essa função seja pelo efeito osmótico dos extratos (OLIVEIRA et al. 2004), embora isso ocorra, o mesmo não foi observado na presente pesquisa.

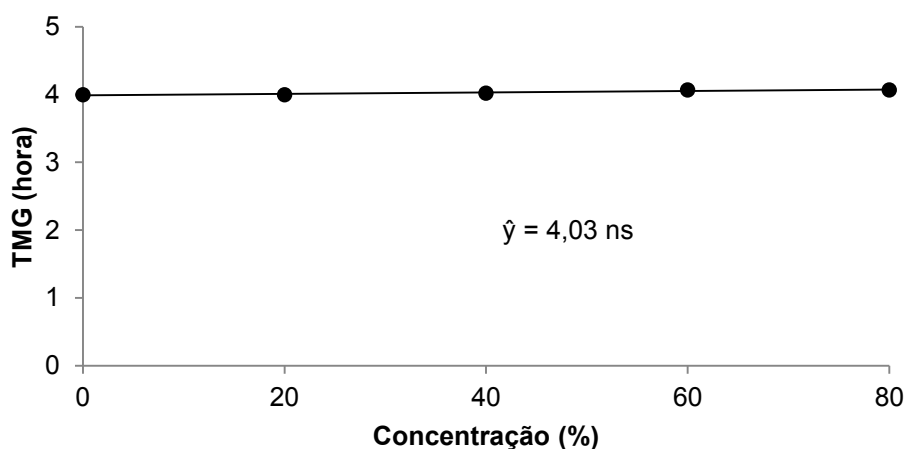


Figura 4: Tempo médio de germinação de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Em relação ao índice de efeito alelopático (RI) que indica estímulo de germinação quando apresenta valores positivos em relação ao controle, enquanto negativos estão relacionados à inibição, é possível observar na Figura 5 que as concentrações de 0 e 20% do extrato aquoso da raiz de *Sida cordifolia* L. se mostraram nulas quanto ao efeito alelopático. Porém, as demais concentrações testadas promoveram um leve estímulo da germinação das sementes de alface, mas os efeitos estimulantes não foram proporcionais ao aumento da concentração dos extratos, sendo a concentração de 60% a que mais proporcionou esse efeito. Esses resultados estão de acordo com os obtidos na porcentagem de germinação (GER), pois apesar de haver uma diferença entre os tratamentos, os valores observados são muito baixos ($<0,05$), indicando uniformidade na germinação.

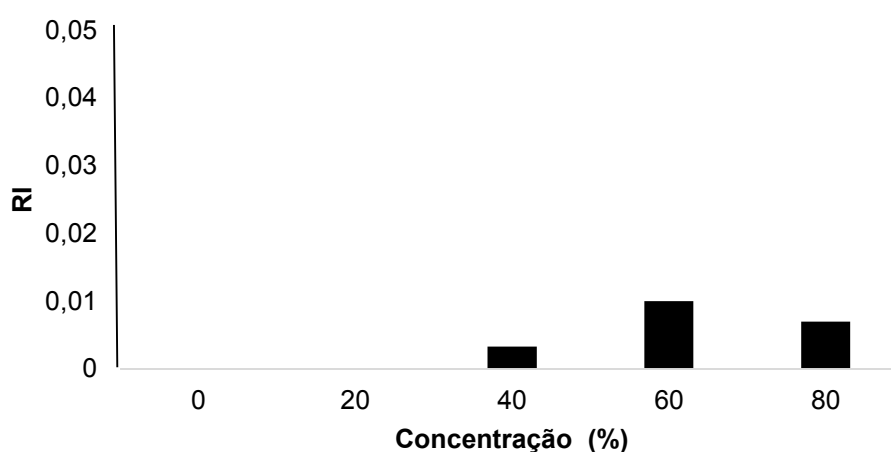


Figura 5: Índice de efeito alelopático (RI) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

5.2.2 Cebolinha

A análise de variância da regressão dos dados de porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação de sementes de cebolinha submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., encontram-se no Apêndice 2B. Pode-se constatar efeito significativo dos tratamentos apenas para a primeira contagem de germinação.

A germinação das sementes de cebolinha (Figura 6), manteve-se com valores superiores a 80%, independente da concentração do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. empregada. Oliveira et al., (2012b) ao avaliarem o efeito do extrato aquoso de folhas de lobeira (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil) na germinação de sementes de cebola

(*Allium cepa* L.), observaram que o mesmo também não afetou a porcentagem de germinação.

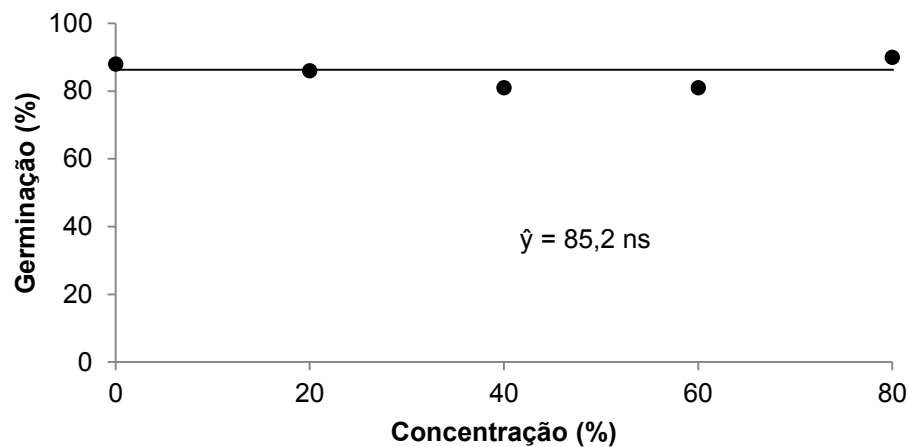


Figura 6. Porcentagem de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

No que se refere à primeira contagem de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., observa-se que as mesmas apresentaram diferença estatística entre si, em função do tratamento empregado (Figura 7). Concentrações do extrato aquoso superiores a 20%, tenderam a promover reduções no vigor das sementes de cebolinha até um determinado nível em que, este comportamento tendem a se restabelecer. Pode se observar uma relação dose dependente entre a germinação e os extratos, uma vez que, ao aumentar a concentração do extrato, ocorreu uma redução significativa na fase inicial da germinação das sementes de cebolinha, possivelmente relacionada ao aumento na quantidade de aleloquímicos da solução.

Santana et al. (2006) afirmam que, embora a porcentagem final de germinação possa não ser significativamente afetada pela ação de aleloquímicos, o padrão de germinação pode ser modificado, ocorrendo diferenças na velocidade e na sincronia da germinação de sementes submetidas a tais compostos. A intensidade do efeito alelopático ocasionado pelos extratos aquosos depende do tipo de tecido usado para a extração e da concentração de aleloquímicos, estando diretamente relacionados à espécie (WU et al., 2009).

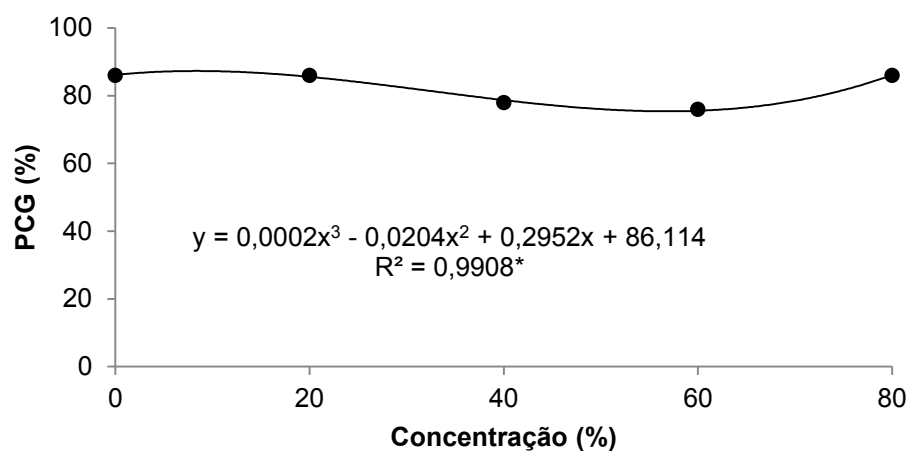


Figura 7: Primeira contagem de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Para o índice de velocidade de germinação (Figura 8) e tempo médio de germinação (Figura 9), observa-se que não houve diferença significativa entre as diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. Resultados semelhantes foram observados por Bernardy et al. (2014), que ao avaliarem a ação alelopática de coberturas vegetais distintas na emergência das plântulas de cebola (*Allium cepa*) não observaram efeito alelopático nos primeiros dias de emergência da cebola.

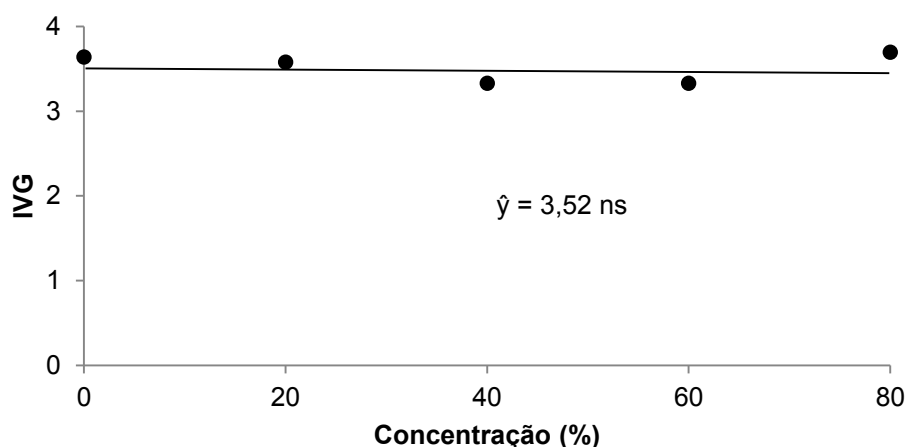


Figura 8: Índice de velocidade de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

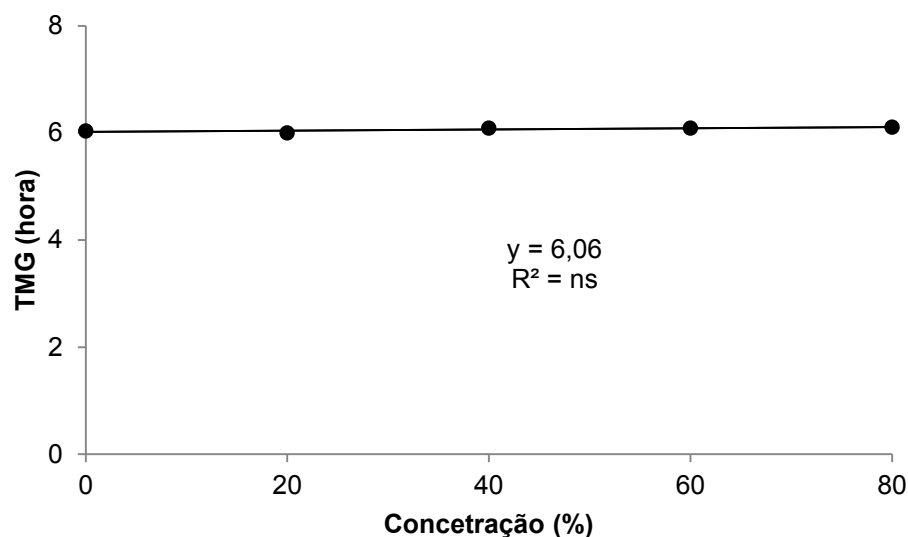


Figura 9: Tempo médio de germinação de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Em relação ao índice de efeito alelopático (RI), verifica-se nas concentrações de 20% a 60% que houve um leve estímulo ao aumento da germinação (Figura 10), porém os efeitos estimulantes não foram proporcionais ao aumento da concentração dos extratos.

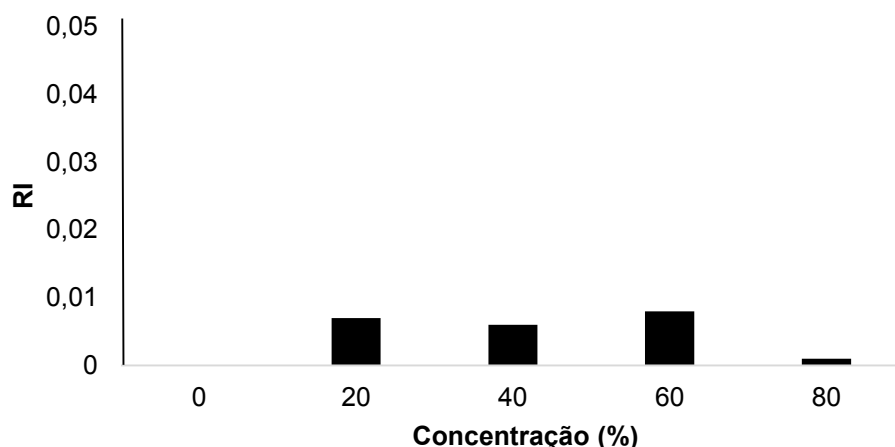


Figura 10. Índice de efeito alelopático de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

5.2.3 Pimentão

Encontra-se, no Apêndice 3B, o resumo da análise de variância de regressão referente aos dados obtidos para sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., mostrando que não ocorreu diferença significativa para tratamento em qualquer das variáveis analisadas.

Não foram observadas variações na porcentagem de germinação das sementes de pimentão em nenhuma das concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. (Figura 11), apresentando medias acima de 85% de germinação, indicando que, possivelmente apesar das diferenças de concentração, não existiram diferenças significativas no potencial hídrico que interferissem na germinação, através do processo de absorção de água. Esses dados não corroboram com Moura et al., (2011), que avaliando o efeito alelopático de óleos essenciais de cravo-da-índia, canela e alfavaca-cravo, observaram que houve uma inibição completa na germinação das sementes de pimentão, demonstrando elevado efeito alelopático. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), a germinação normalmente é o processo menos afetado pelos aleloquímicos.

Oliveira et al. (2014) afirmam ainda que embora ocorra a presença de compostos secundários potencialmente danosos ao processo de germinação, suas concentrações e proporções podem variar e não serem significativos para levar a um efeito negativo no processo germinativo, considerando-se a emissão da raiz primária.

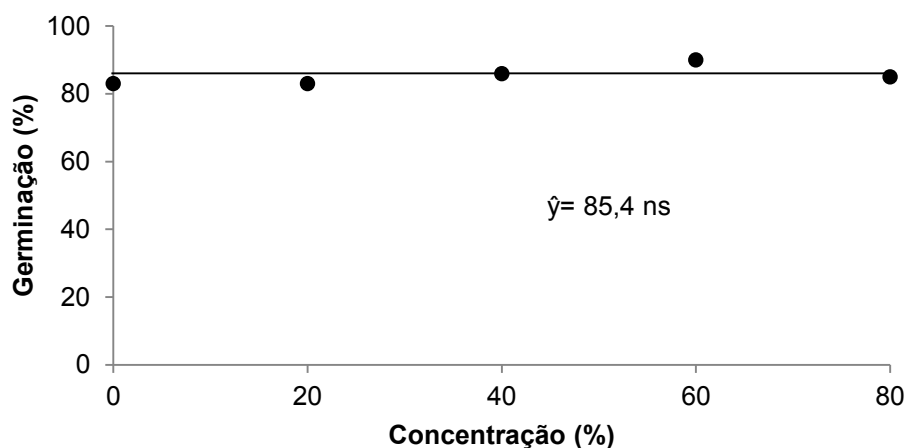


Figura 11. Porcentagem de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFPG. Pombal – PB.

Quanto ao vigor das sementes de pimentão, medido indiretamente pela primeira contagem de germinação (Figura 12), índice de velocidade de germinação (Figura 13) e tempo médio de germinação (Figura 14) também não foi observada nenhuma interferência do extrato aquoso das raízes de *Sida cordifolia* L. nas várias concentrações, mantendo médias estatisticamente iguais ao tratamento controle.

Por outro lado, Monteles et al., (2011) trabalhando extratos aquosos de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e da erva-de-touro (*Tridax procumbens*) observaram efeito

alelopático positivo dos extratos em acelerar a germinação e promover desenvolvimento do eixo hipocótilo-radicular de sementes de pimentão.

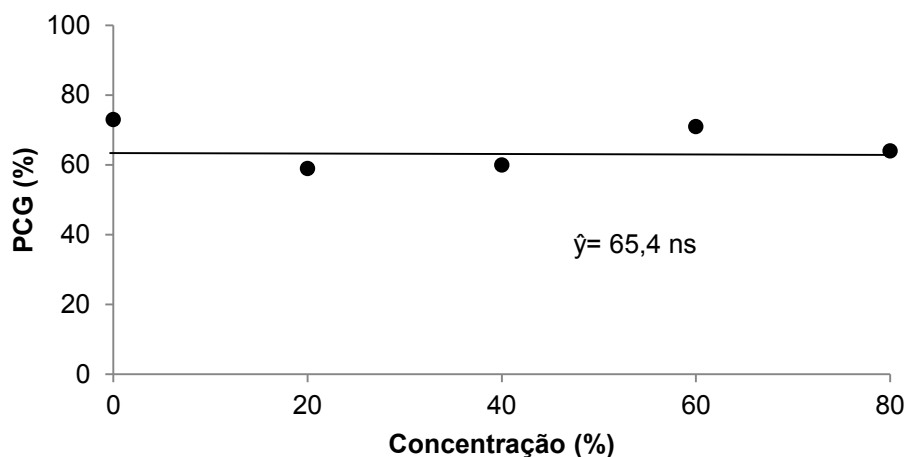


Figura 12. Primeira contagem de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

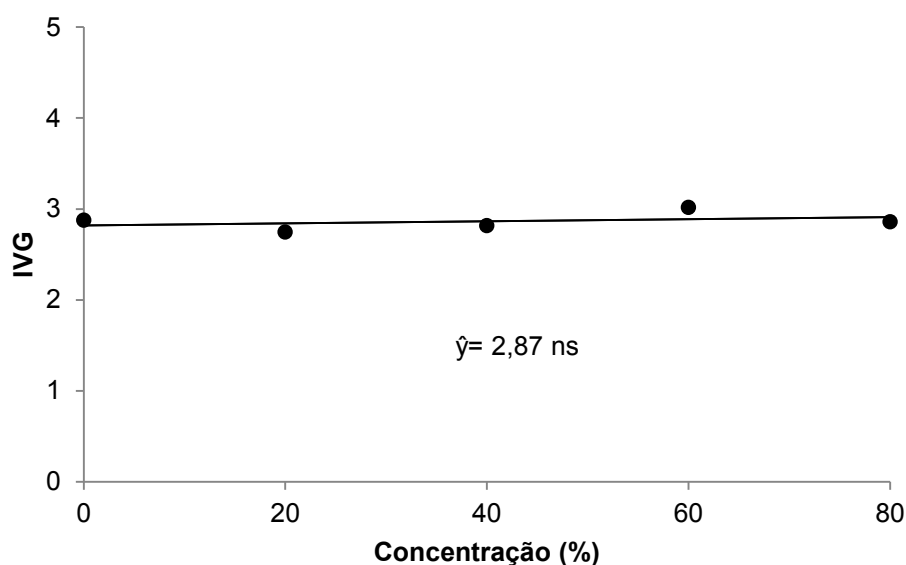


Figura 13. Índice de velocidade de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

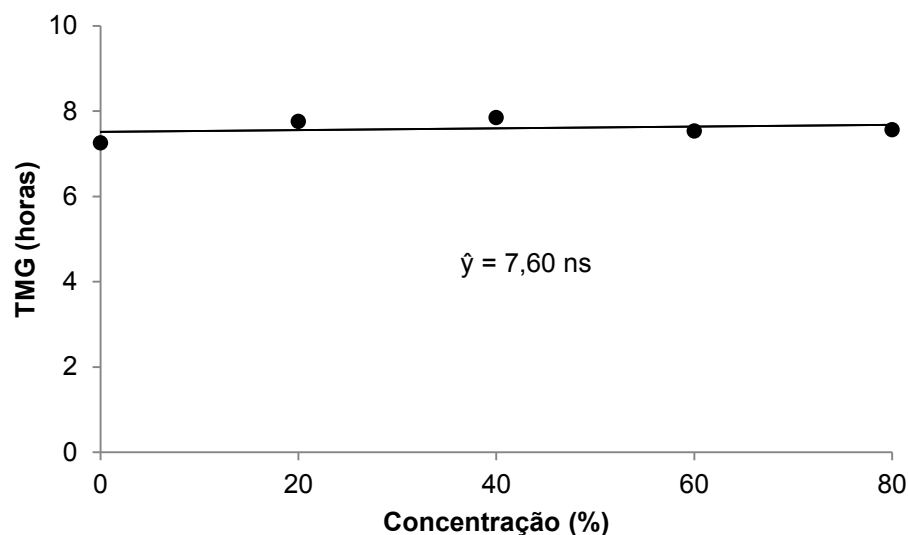


Figura 14. Tempo médio de germinação de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

O índice de efeito alelopático (RI) indicou estímulo de germinação em todas as concentrações utilizadas (Figura 15), sendo que, a concentração de 40% foi a que promoveu maior aumento da germinação.

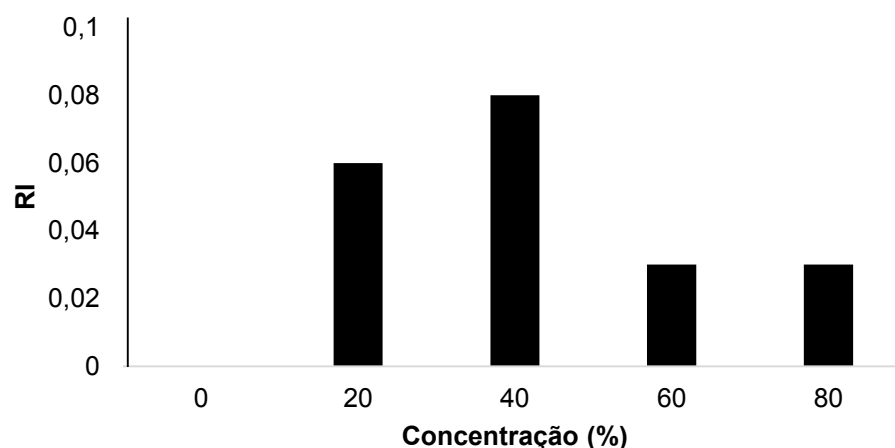


Figura 15. Índice de efeito alelopático de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

De acordo com Rodrigues et al. (1992), os compostos alelopáticos podem atuar em algumas espécies como inibidores da germinação e do crescimento, interferindo na divisão celular, permeabilidade das membranas e ativação de enzimas. Esse mesmo autor relata que, o efeito alelopático, positivo ou negativo, varia de acordo com a espécie produtora do

aleloquímico com a espécie alvo. Algumas espécies podem responder e outras não a um determinado composto alelopático.

5.3 BIOENSAIO II - AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO AQUOSO DE RAÍZES DE *Sida cordifolia* L. SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE HORTALIÇAS.

5.3.1 Alface

A análise de variância da regressão dos dados de comprimento da raiz primária (CRP), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MST) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., encontram-se no Apêndice 1Cs sendo observado efeitos significativos para todas as variáveis analisadas.

O comprimento das plântulas de alface foi afetado significativamente pelo extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. em todas as concentrações, quando comparado à testemunha. A ação do extrato aquoso provocou redução linear no comprimento radicular da alface, apresentando efeitos inibitórios proporcionais ao aumento da concentração do extrato em relação ao tratamento controle (Figura 16), onde a concentração de 80% proporcionou uma redução de 52% no comprimento da raiz primária comparado a testemunha.

Goldfarb et al. (2009) afirmam que embora os compostos secundários presentes não afetem negativamente a porcentagem e velocidade de germinação (conforme se observou no presente trabalho com as sementes de alface), podem contudo interferirem no processo de divisão celular, síntese orgânica e no metabolismo respiratório, levando a um menor desenvolvimento das plântulas, indicando que o crescimento foi mais sensível à presença de compostos secundários presentes, em suas concentrações e proporções. Segundo Chon et al. (2000), as raízes em geral são mais sensíveis às substâncias presentes nos extratos, quando comparadas com as demais estruturas das plântulas. Isso deve-se ao fato das raízes estarem em contato íntimo e prolongado com o extrato (aleloquímicos) em relação às demais estruturas (CHUNG et al., 2001) e/ou a um reflexo da fisiologia distinta entre as estruturas (AQUILA et al., 1999).

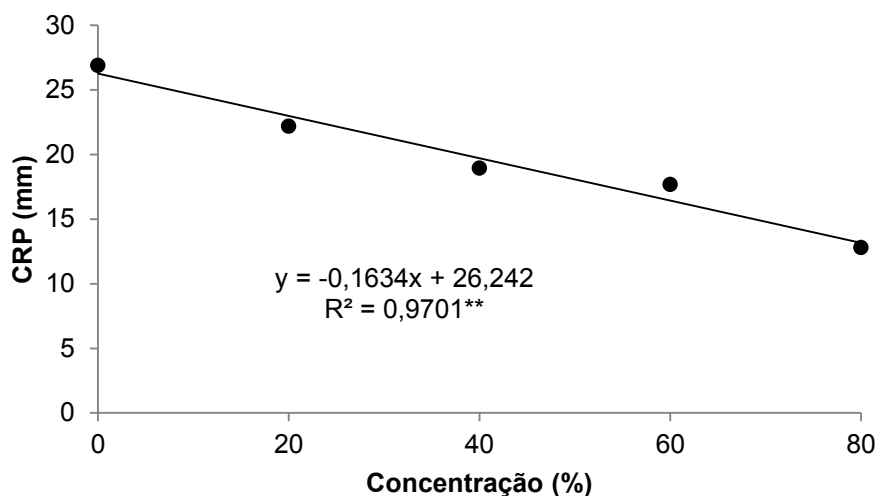


Figura 16. Comprimento da raiz primária de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Vaccarine e Bonetto (2000) e, Oliveira et al. (2014) também verificaram que tanto o aleloquímico, como sua concentração, proporcionaram respostas diferentes em raízes de plântulas de alface. Apesar do efeito inibitório do crescimento inicial das raízes das plântulas de alface, provocado pelo extrato aquoso de *Sida cordifolia* L., não foram observados, contudo, aparecimento de plântulas anormais, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas, ausência de raiz secundária e/ou necrose radicular. Sintomas diferentes aos observados nos testes com alface analisados por Gatti et al. (2004), Periotto et al. (2004) e Maraschin-Silva e Aquila (2006).

Os dados do comprimento da parte aérea das plântulas de alface submetidas às diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. ajustam-se a uma curva de regressão cúbica (Figura 17), apresentando um ponto máximo para a concentração de 60% do extrato aquoso de *S. cordifolia* L., que provocou um estímulo no crescimento da parte aérea de até 16% o total do comprimento, comparativamente às plântulas da testemunha. Enquanto o emprego do extrato aquoso em concentração mais baixa (< a 20%) tendeu a provocar inibição no crescimento da parte aérea das plântulas de alface.

Comportamento contrário foi observado por Gatti et al. (2004) que ao estudarem a atividade alelopática de extrato aquosos de cipó-de-mil-homens (*Aristolochia esperanzae*) na germinação e no crescimento de alface, observaram que o emprego dos extratos em concentrações menores apresentaram estímulo no crescimento das plântulas, tanto para altura de planta como para comprimento de raiz. Segundo Rice (1984), alguns compostos

químicos tem atividade alelopática inibitória em altas concentrações e, em menores, podem estimular o mesmo processo. Reigosa et al. (1999) explicaram este fato afirmando que os aleloquímicos podem promover resposta diferenciada para o mesmo processo, dependendo da concentração deste composto.

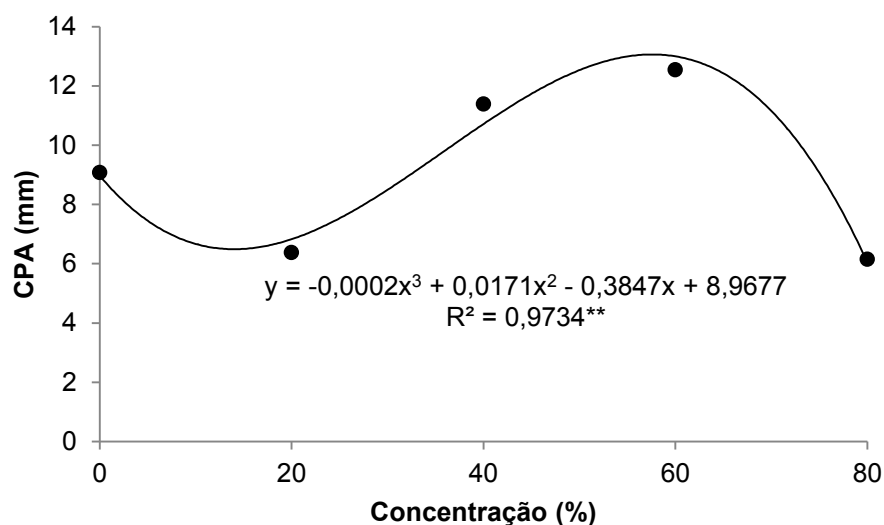


Figura 17. Comprimento da parte aérea de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Gatti (2003) verificou que os valores de altura de plântulas de alface foram maiores quando utilizados extratos de folha de cipó-mil-homens (*Aristolochia esperanzae*) nas concentrações de 50 e 100% e de caule e raiz na concentração de 50%, quando comparados ao controle, evidenciando assim, um estímulo no crescimento das plântulas. Mano (2006) avaliando o efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) em plântulas de alface, observou que o comprimento da parte aérea foi afetado a partir da concentração de 0,39 mg mL⁻¹.

A massa seca total de plântulas de alface, também mostrou-se sensível as diferentes concentrações do extrato, apresentando maiores pesos na concentração de 20% quando comparado a massa seca total das plântulas do tratamento testemunha (Figura 18), com o aumento da concentração do extrato observou-se uma tendência de redução da MST de plântulas da alface. Dados esses que não corroboram com Medeiros e Lucchesi (1993), que ao analisar os efeitos alelopáticos de ervilhaca (*Vicia sativa* L), observaram que o mesmo não interferiu no peso da matéria seca de plântulas de alface.

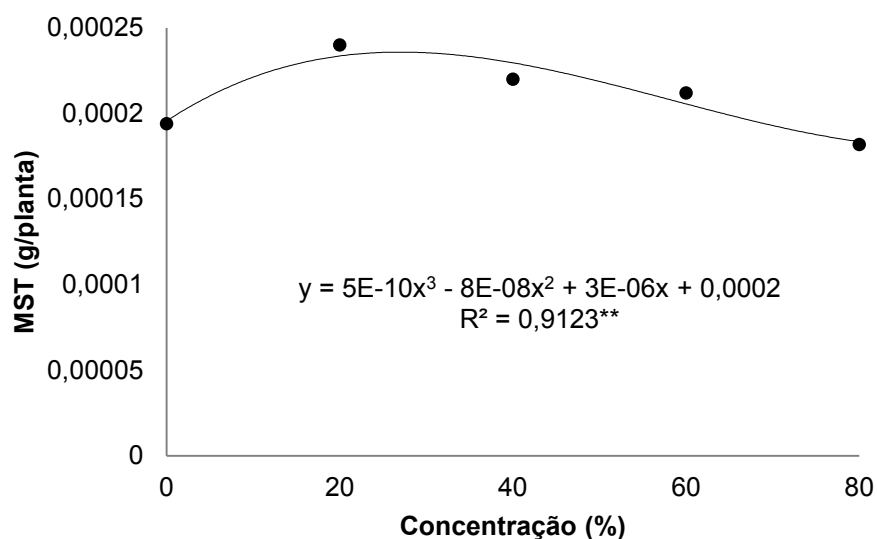


Figura 18. Massa seca total de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Cebolinha

A análise de variância da regressão dos dados de comprimento da raiz primária (CRP), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MST) de plântulas de cebolinha submetidas às diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. encontram-se no Apêndice 2C. Os dados mostram que houve diferença significativa para todas as variáveis avaliadas.

O aumento da concentração do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. levou a uma diminuição do crescimento das raízes primárias das plântulas de cebolinha (Figura 19). Mesmo tendo se adequado à uma curva de equação de regressão polinomial cúbica, com tendência a um leve aumento do comprimento das raízes primárias em concentrações mais elevadas do extrato aquoso, estes valores contudo, mantiveram-se inferiores aos das plântulas do tratamento controle. Ferreira e Aquila (2000) apontam que o crescimento da plântula é mais sensível aos aleloquímicos, pois as substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns. Segundo Hoffmann et al (2007), isto ocorre, porque o seu alongamento da raiz depende das divisões celulares que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal.

Essas afirmações estão de acordo com o observado nessa pesquisa, uma vez que, morfológicamente, as raízes de plântulas submetidas ao extrato em suas diferentes concentrações mostraram-se diferentes das plântulas da testemunha, com o aparecimento de anormalidade, caracterizadas pela presença de raízes primárias atrofiadas e ausência de pelos radiculares, para todas as concentrações utilizadas. Muitas fitotoxinas são capazes de

afetar a morfologia e anatomia de plântulas, o que pode ser evidenciado pelo endurecimento e escurecimento de ápices radiculares, fragilidade e aumento de ramificações, entre outras manifestações, conforme a espécie (INDERJIT, 1996; CRUZ-ORTEGA et al., 1998).

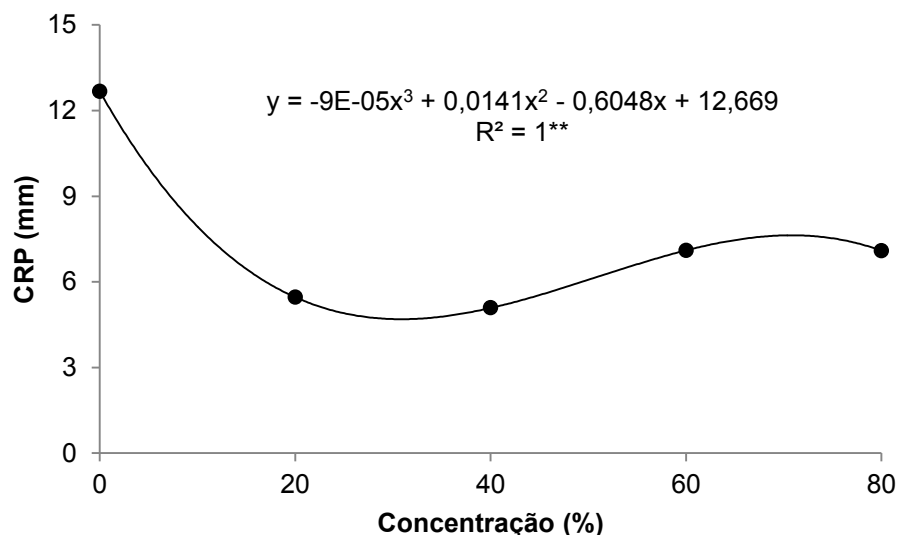


Figura 19. Comprimento da raiz primária de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Avaliando o comprimento da parte aérea das plântulas de cebolinha, observa-se que os extratos promoveram efeito alelopático nas concentrações de 20 e 40%, sendo esses efeitos fitotóxicos, capazes de reduzirem o comprimento da parte aérea das plântulas, quando comparado a testemunha (Figura 20).

A correlação entre o baixo desenvolvimento do sistema radicular e o baixo desenvolvimento no comprimento da parte aérea de plântulas de cebolinha mediante as concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., pode ser justificada pelo fato de que a plântula necessita absorver água e nutrientes para o seu desenvolvimento, entretanto, estes processos de absorção são prejudicados quando há redução no crescimento do sistema radicular (ROSOLEM et al., 1994; FERNANDEZ et al., 1995; GUIMARÃES; MOREIRA, 2001), comprometendo assim o desenvolvimento da parte aérea e posteriormente a produtividade da cultura (BEEMSTER et al., 1996). Sendo assim, é possível afirmar que a má formação e desenvolvimento das raízes pode ter afetado diretamente o desenvolvimento da parte aérea das plântulas. Porém, não se pode assegurar se a redução do crescimento da parte aérea foi também resultante da ação direta do(s) aleloquímico(s).

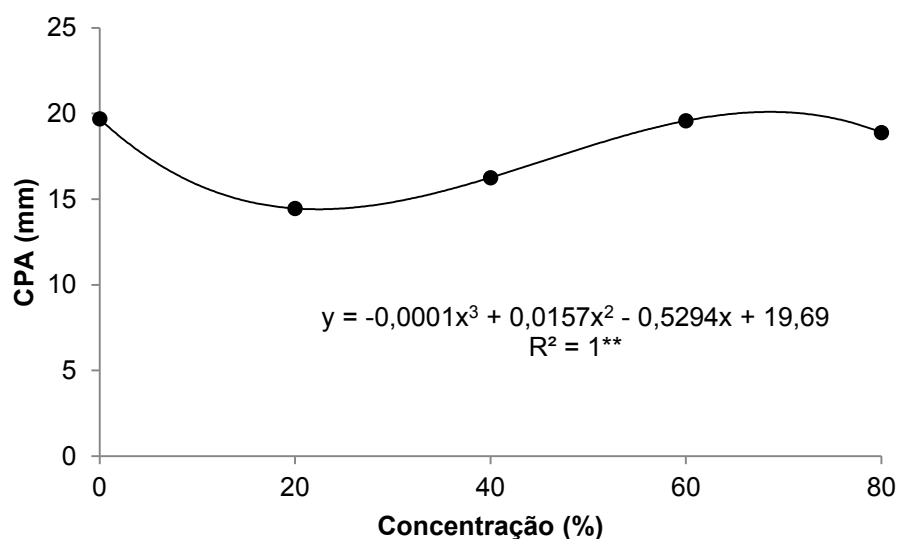


Figura 20. Comprimento da parte aérea de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

No bioensaio de crescimento da cebolinha, observou-se que os resultados, provenientes dos extratos em concentrações menores (20%), apresentaram inibição no crescimento de plântulas, tanto para a altura das plântulas quanto para o comprimento da raiz. De acordo com Ferreira e Aquila (2000), o estímulo ou inibição no desenvolvimento de plantas por aleloquímicos, sinalizam de forma secundária mudanças ocorridas em nível celular. Alterações nas estruturas citológicas e ultra-estruturas, na permeabilidade da membrana, nos processos metabólicos e no material genético, podem induzir alterações no DNA e RNA.

As diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., não afetaram a massa seca total de plântulas de cebolinha, mostrando-se semelhante ao tratamento controle (Figura 21), apesar de constatar em valores absolutos, a mesma tendência de redução quando submetida à concentrações mais baixas do extrato aquoso, conforme observado para o comprimento da raiz primária e comprimento da parte aérea de plântulas de cebolinha.

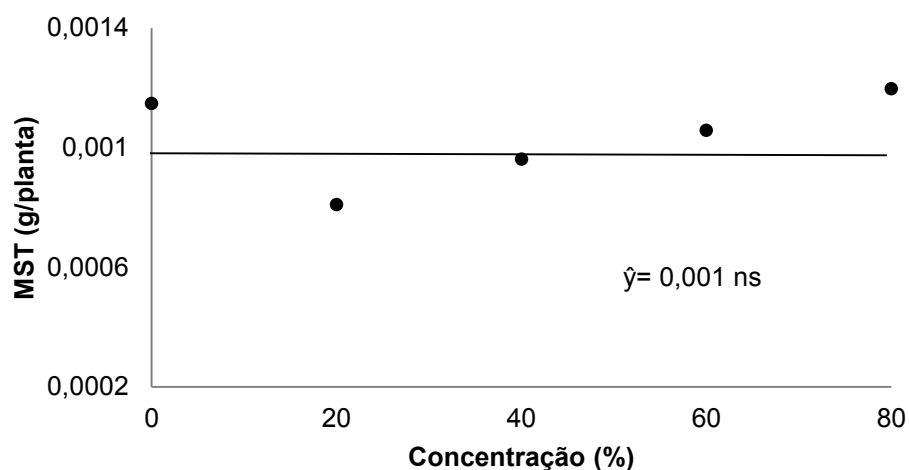


Figura 21. Massa seca total de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Pimentão

A análise de variância da regressão dos dados de comprimento da raiz primária (CRP), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MST) de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. encontram-se no Apêndice 3C. De acordo com a análise de variância, os extratos aquosos de *Sida cordifolia* L. provocaram alterações significativas em todas as variáveis analisadas.

As plântulas de pimentão, apresentaram uma redução no comprimento de suas raízes primárias quando submetidas ao extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. na concentração de 20%, evidenciando um efeito inibitório (Figura 22). Apesar deste efeito inibitório, não se observou alterações morfológicas nas plântulas avaliadas, apresentando-se morfológicamente normais.

Moura et al., (2013) analisando o potencial alelopático de óleos essenciais em plântulas de pimentão, constataram que os óleos essenciais de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), e cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), reduziram o comprimento de radícula das plântulas em 28,1, 31,7 e 39,0% em relação à testemunha.

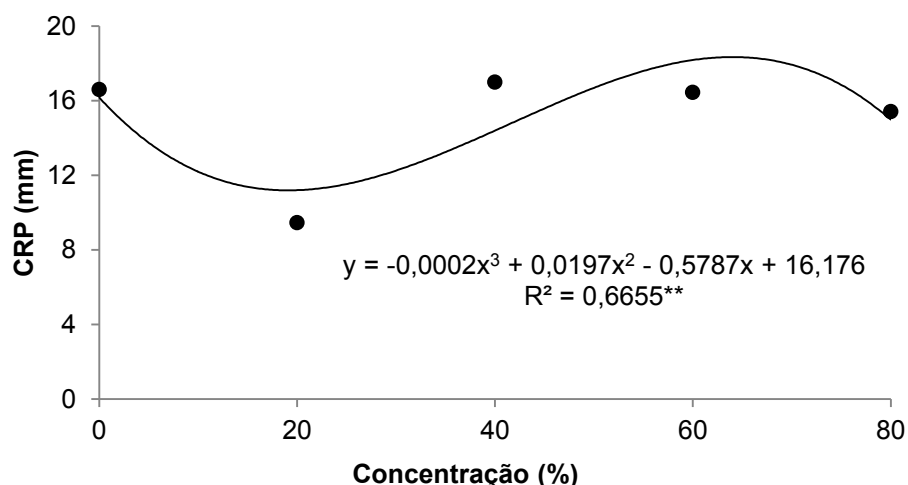


Figura 22. Comprimento da raiz primária de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

No comprimento da parte aérea de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. (Figura 23), observa-se que os valores do comprimento tendem, conforme a curva de regressão, a aumentar na medida em que se elevou a concentração do extrato aquoso na solução. Esses resultados obtidos estão de acordo com os observados por Sobreira et al., (2012), onde o extrato aquoso de folhas de hortelã proporcionaram efeitos benéficos para o comprimento da parte aérea das plântulas de pimentão, sendo as concentrações 60, 80 e 100% as que promoveram melhores médias.

Silva e Aquila (2006) afirmam que os aleloquímicos podem agir de maneira diversa dependendo do ambiente e do estágio do ciclo vital em que a planta alvo se encontra, visto que ambos refletem diferentes estados fisiológicos. Esses efeitos também podem ser variados quando se considera em qual órgão da planta eles estão atuando, fato esse, que explica a diferença nos efeitos provocados pelo extrato nos comprimentos da parte aérea e radicular do presente experimento.

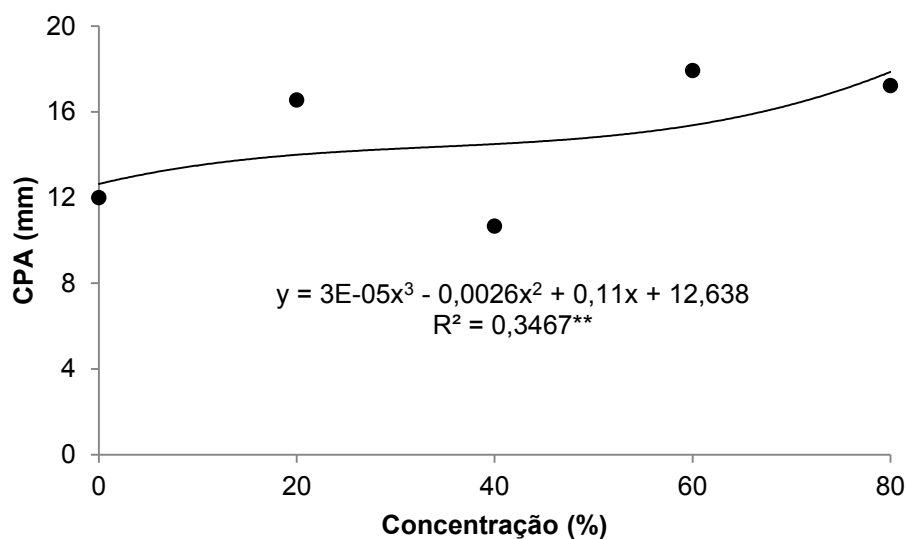


Figura 23. Comprimento da parte aérea de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Para os dados de massa seca total de plântulas de pimentão submetidas às diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L., não foram identificadas alterações significativas da massa seca total, se mostrando estatisticamente semelhante ao controle (Figura 24), apesar de constatar em valores absolutos, que para as concentrações mais altas do extrato aquoso houve uma tendência de estímulo positivo, conforme observado para o comprimento da raiz primária e comprimento da parte aérea de plântulas de pimentão.

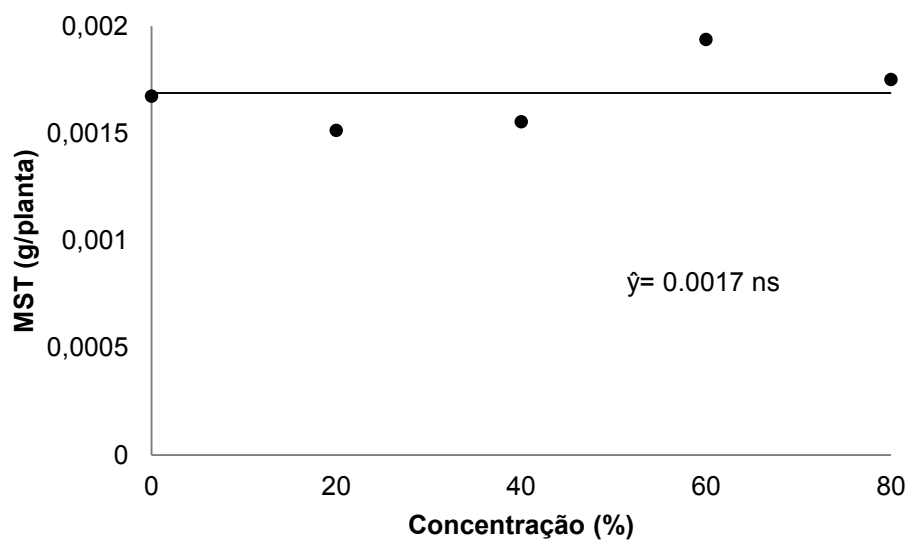


Figura 24. Massa seca total de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFPG. Pombal - PB.

O efeito positivo ou negativo dos alelopáticos varia de acordo com a espécie produtora do aleloquímico e a espécie alvo (Rodrigues et al., 1992) ou seja, algumas espécies podem responder e outras não ao efeito de um determinado composto.

6 CONCLUSÕES

O extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. não interfere sobre a germinação das sementes de alface, cebolinha e pimentão.

O extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L apresenta atividade alelopática sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de alface, cebolinha e pimentão, e os efeitos se mostraram em geral dose-dependente.

O efeito do extrato aquoso de *Sida cordifolia* L. sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de alface, cebolinha e pimentão não são de natureza osmótica ou hidrogeniônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. F. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p (Circular IAPAR, 53).
- AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; MARQUES, M. O.; PAVANI, M. C. M. D. Emergência e desenvolvimento de guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) influenciados por subprodutos da destilação do álcool. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 331-336, 2004.
- AQUILA, M.E.A., UNGARETTI, J.A.C. & MICHELIN, A. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureoides* (Lam.) DC. **Acta Horticulturae**, 502: 383-388. 1999.
- AZEVEDO NETO, E. N. de. **Potencial alelopático de leucena e de sabiá na germinação, na emergência e no crescimento inicial do sorgo**. Patos, PB: UFCG, CSTR, 2010.
- BEEMSTER, G.T.S.; MASLE, J; WILLIAMSON, R.E.; FARQUHAR, G. Effects of soil resistance to root penetration on leaf expansion in wheat (*Triticum aestivum* L.): Kinematic analysis of leaf elongation. **Journal of Experimental Botany**, London, v.47, p.1663-1678, 1996.
- BELINELO, V. J.; CZEPAK; VIEIRA FILHO, S. A.; MENEZE, L .F. T.; JAMA, C. M. Alelopatia de *Arctium minus* BERNH (Asteraceae) na germinação e crescimento radicular de sorgo e pepino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.4, p.12-16, 2008.
- BERENBAUM, M.R.; **The chemistry of defense: theory and practice**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. p.92. 1995.
- BERNARDY, J. P. F.; KRAMER, M.; JUBINI, G. M.; ANDREOLLA, V. R. M. Ação alelopática de coberturas vegetais distintas na emergência das plântulas de cebola (*Allium cepa*). In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA INTERDISCIPLINAR, 7, 2014, Araquari – SC. **Anais...** Araquari - SC, INSTITUTO FEDERAL CATARINESE, p. 1-5. 2014.

BOOTH, W.E. Revegetation of abandoned fields in Kansas and Oklahoma. **American Journal of Botany**. v.28, p.415-422. 1941.

BORGES, C. S.; CUCHIARA, C. C.; MACULAN, K.; SOPEZKI, M. S.; BOBROWSKI, V. L. Alelopatia do extrato de folhas secas de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.747-749, 2007.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.

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

BRASS, F. E. B. Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de falsamurta sobre a germinação de picão-preto e caruru. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 8, p. 1-19, 2009.

CAPOBIANGO, R. A.; VESTENA S.; BITTENCOURT, A. H. C. 2009. Alelopatia de *Joanesia princeps* Vell. e *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. vol.19, n.4, p. 924-930, 2009.

CARVALHO, G. J.; FONTANÉTTI, A. A.; CANÇADO, C.T. Potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, p. 647-651, 2002.

CARVALHO, S.I.C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris* cv. Bandeirante**. 1993. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais (*Baccharis genistelloides*)**. Viçosa: Ed. UFV, 2001.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia vegetal**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005.

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

CHOU, C. H. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 5, p. 609-630, 1999.

CHOU, C. H. Introduction to allelopathy. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Eds). Allelopathy: A physiological process with ecological implications. **Dordrecht: Springer**, p.1-9, 2006.

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

CONCENCO, G.; GRIGOLLI, J. F. J. Plantas daninhas em sistemas de produção de soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Maracaju, MS: Fundação MS, p. 98-107. 2014.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; KAJIHARA, L. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; ALONSO, D. G. Controle de diferentes espécies de guanxuma com aplicações sequenciais de flumiclorac-pentil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 475-480, 2007.

CRUZ-ORTEGA, R.; ANAYA, A.L.; HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.E.; LAGUNAHERNÁNDEZ, G Effects of allelochemical stress produced by *Sicyios deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* e *Curcubita ficifolia*. **Journal of Chemical Ecology**, v.24, n.12, p. 2039-2057, 1998.

DORNELES, A. C. W.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v. 38, n.1, p. 949-953. 2008.

EBERLEIN, C. V. Germination of Sorghum alnum seeds and longevity in soil. **Weed Science**, v.35, p.796-801. 1987.

EINHELLIG, F. A. Allelopathy: Current status and future goals. In: Allelopathy: Organisms, Processes and Applications, Inderjit, Dakshini, K.M.M. and Einhellig, F.A, Eds.; Am. Chem. Soc. Washington DC, USA, p. 01-24.1995.

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 hidropônia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

FERNANDEZ, E.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; THIMOTEO, C.M. DE S.; ROSOLEM, C.A. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e adubação fosfatada. **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.117-132, 1995.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12 (edição especial), p. 175-204, 2000.

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

FERREIRA, A. G. Interferência: competição e alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 252-262.

FILGUEIRA, F.A. R. **Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, p. 418, 2008.

FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D.; VIDAL, R. A. Produção de sementes por picão-preto e guanxuma em função de densidades das plantas daninhas e da época de semeadura da soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 191-202, 2003.

FURTADO, M. D. G.; ARAÚJO, K. C. T.; CASTRO, R. A.; FABRICANTE, J. R.; SILVA, H. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. **Efeito de extratos aquosos de *Melochia tomentosa* (Malvaceae) sobre a germinação da exótica invasora *Nicotiana glauca* (Solanaceae)**. In: 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, MG. 2013.

GAO, X.; LI, M.; GAO, Z.; LI, C.; SUN, Z. Allelopathic effects of *Hemistepta lyrata* on the germination and growth of wheat, sorghum, cucumber, rape, and radish seeds. **Weed Biology and Management** 9:243-249. 2009.

GATTI, A.B., LIMA, M.I.S. & PEREZ, S.C.J.G.A. Allelopathic potential of *Ocotea odorifera* (Vell) Rohwer on the germination and growth of *Lactuca sativa* L. and *Raphanus sativus* L. **Allelopathy J.**, v. 21, p. 73-82, 2003.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana-BA, v. 8, p. 459-472, 2004.

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

GONZALEZ, H. R.; MEDEIROS, D. M.; SOSA, I.H. Efectos alelopáticos de restos de diferentes espécies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratório. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, La Habana, v.7, n.2, p. 67-72, 2002.

GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.4, p.703-707, 2001.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R. A.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **Hortescience**, Alexandria, v19, n.3, p.371-377, 1984.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S. DAS; BASTOS, C. F.; WALLAU, G. DA L. **Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L.** Revista de Ciências Agroveterinarias, Lages, v. 6, n. 1, p. 11-21, 2007.

INDERJIT. Plant phenolics in allelopathy. **The Botanical Review** v.62. n.2, p.186-202. 1996.

INDERJIT; DUKE, S.O. Ecophysiological aspects of allelopathy. **Planta**, v.217, p.529-539, 2003.

LAMBERS, H; COLMER, T. D. **Root Physiology: from Gene to function**. Springer, New York. 1998.

LEME, S. C. **Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico**. 116 p. Lavras: UFLA, 2012.

LORENZI, H. **Manual de controle de identificação de plantas daninhas: plantio direto e convencional / 6. ed.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2006.

MACÍAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G., 2007. Plant biocommunicators application of allopathic studies. In: Lujendij, J. C. **2000 years of natural products research – past, present and future**. Leiden: Pphytoconsult, P 137-161. 2000.

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

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. 1ª ed. Brasília: EMBRAPA CNPH: EMBRAPA-SPI, 1993.

MANO, A. R. DE 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. p. 102. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n. 1.pg. 61-69. 2006.

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

MEDEIROS, A.R.M. & LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopáticos de ervilhaca (*Vicia sativa*) sobre a alface em testes de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 28:9-14, 1993.

MIRÓ, C.P.; FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E. Alelopatia de frutas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.33, n.8, p. 1261-1270, 1998.

MOLISCH, H. Der **Einfluss einer Pflanze auf die andere - Allelopathie**. Jena, Fischer. 1937.

MONTELES, F. H. R.; MELO, T. A.; LIMA FILHO, F. V. de P.; SOUSA, R. M. S.; SILVA, M. R. M.; SERRA, I. M. R. de S. Efeito alelopático dos extratos aquosos de amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*) e da erva-de-touro (*Tridax procumbens*) sobre a germinação de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) e pimentão (*Capsicum annum*). **Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE –2011**.

MOURA, G. S.; CRUZ, M. E. DA S.; AMARAL, V. A. DO; FRANZENER, G. **Efeito alelopático de óleo essencial de plantas medicinais sobre sementes e plântulas de pimentão**. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE. 2011.

MOURA, G. S.; AMARAL J. V. DO; NOCCHI, P. T. R.; FREITAS SCHWAN - ESTRADA, K. R.; FRANZENER, G. Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e pimentão. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 2, p. 51-62. Universidade Anhanguera Campo Grande, Brasil. 2013.

MULLER, C. H. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**. V.5, p.332-351. 1966.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios de bioquímica**. São Paulo: Servier, 2002.

NISHIMURA, H.; MIZUTNI, J. Identification of allelochemicals in *Eucalytus citriodora* and *Polygonum sachalinense*. In: INDERIJIT; DAKSHINI, K.M.M.; EINHELLING, F.A. (Ed.) **Allelopathy – organisms, processes and applications**. Washington: American Chemical society, p. 74-85. 1995.

OLIVEIRA A. K; COELHO M.F.B.; MAIA S.S.S.; DIÓGENES F.E.P.; MEDEIROS FILHO S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, p. 480-483. 2012a.

OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. E. P.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S. Alelopatia em extratos de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae). **Acta Botânica Brasileira**, Feira de Santana-BA, v. 23, p. 1186-1189, 2009.

OLIVEIRA, A.K.M.; PEREIRA, K.C.L.; MULLER, J A. I.; MATIAS, R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p, 41-47.2014.

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 Botânica Brasília** v.18, n.3, p.401-406. 2004.

OLIVEIRA, S. C. C; GUALTIERI, S. C. J.; DOMÍNGUEZ, F. A. M.; MOLINILLO, J. M. G.; MONTOYA, R. V. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta Botânica Brasília** 26(3): 607-618. 2012b.

OLIVEIRA, M. N. S. DE; SIMÕES, M.O. M.; RIBEIRO, L. M.; LOPES, P. S N.; GUSMÃO, E.; DIAS, B. A. S. Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae. **Unimontes Científica**. Montes Claros, v.7, n.2 - jul./dez. 2005.

OLIVEIRA, S. C. C. Alelopatia em *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae). Brasília, **Dissertação** (Mestrado) – CPG – Botânica/UnB. 78p. 2003.

PATTNAIK, S.K., MISRA, M.K. Morphology and germination characteristics of *Aristida setacea* seeds. **Acta. Botanica Hungarica**, Budapeste, v. 33, n. 3/4, p. 413-420, 1987.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.18, n.3, p.425-430, 2004.

PESSOTTO, B. G. P.; PASTORINI, L. H. Análise da germinação da alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob a influência alelopática do funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.8, n.3, p.381-386, 2007.

RAO, P.N., REDDY, B.V.N. Autoecological studies in *Indigofera linifolia* (L.f.) Retz. I. Germination behaviour of the seeds. **Journal of the Indian Botanical Society.**, v.60, n.1, p.51-57. 1981.

REIGOSA, M.J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences** 18, v.5, p.577-608. 1999.

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**, p.18. 2003.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic Press, 422 p. 1984.

RIBEIRO, M. C. V.; PEREIRA, T. DOS S.; PEREIRA, R. B.; VIDAL, M. C.; PINHEIRO, J. B. Óleos essenciais no controle do oídio em pimentão. **III Jornada Científica da Embrapa Hortaliças**, Embrapa Hortaliças 2013.

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

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G. Dose econômica ótima de acifluorfen + bentazon para controle de picão-preto e guanxuma em soja. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 117-125, 2004.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.O.; REIS, R.A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal: FCAVJ-UNESP/FUNEP, P.18, (Boletim). 1992.

ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C. DA S.; SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.259-266, 1994.

SALGADO, P. R. Compostos Fenólicos relacionados a resistência do cafeeiro ao bicho –mineiro (*Leucoptera coffeella*) e a ferrugem (*Hemileia vastatrix*). **Tese de doutorado**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 2009.

SANTANA, D. G. et al. Germination measurements to evaluate allelopathic interactions. **Allelopathy Journal**, New York, v. 17, p. 43-52, 2006.

SANTORE, T. **Atividade alelopática de extratos de plantas medicinais sobre a germinação de corda-de-viola (*Ipomoea nil* (L.) Roth.)**. Palotina – PR, 2013.

SANTOS, C. C.; OLIVEIRA, D. F.; ALVES, L. W. R.; SOUZA, I. F.; FURTADO, D. A. S. Efeito de extratos orgânicos, associados ao surfactante TWEEN 80, na germinação e crescimento de plântulas de alface. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 296-299, mar./abr. 2004.

SILVA, F. M.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.

SILVEIRA, P. F. **Efeito alelopático do extrato aquoso da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir.) sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L)**. 2010. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, RN, 2010.

SOBREIRA, A. M.; SILVA, M.A.D.; COELHO JUNIOR, L.F.; CALADO, T.B.; TELES, E.C..P.V.A.; FERRAZ, A.P.F. Influência do extrato aquoso de folhas de hortelã sobre o desenvolvimento de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, julho 2012.

SOUZA FILHO, A. P. S.; DUARTE, M. L. R. Atividade alelopática do filtrado de cultura produzido por *Fusarium solani*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.25, n.1, p.227-230, 2007.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento Inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, ViçosaMG, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 319p. 2013.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Revista Biotemas**, v. 23, n.2, p.13-22, jun. 2010.

VACCARINI, C. E.; BONETTO, G. M. Selective phytotoxic activity of withanoloides from *lochroma austral* to crop and weed species. **Journal o Chemical Ecology**, v. 26, n.9, p. 2187-2196, 2000.

WALLER, G.R. Introduction. In: MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. & CUTLER, H.G. (Eds.) **Recent advances in allelopathy**. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999.

WU, A. P.; YU, H.; GAO, S. Q.; HUANG, Z. Y.; HE, W. M.; MIAO, S. L.; DONG, M. Differential belowground allelopathic effects of eaf and root of *Mikania micrantha*. **Trees Struct. Funct.** **23**: 11-17. 2009.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E; M. Competição entre espécies de plantas – Uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

APENDICE

Apêndice 1A: Análise de variância da regressão, porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de solução PEG6000. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	GER (%)	PCG (%)	IVG	TMG
Tratamento	4	2,80 ^{ns}	27,20 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,012 ^{ns}
Efeito Linear	1	3,60 ^{ns}	10,00 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	0,28 ^{ns}	14,00 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	0,40 ^{ns}	40,00 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,022 ^{ns}
Desvio Padrão	1	6,91 ^{ns}	44,8 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Resíduo	15	6,66	8,26	0,021	0,004
Total	19				
CV (%)		2,63	2,98	2,42	1,63

NS Não significativo.

Apêndice 1B: Análise de variância da regressão para porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	GER (%)	PCG (%)	IVG	TMG
Tratamento	4	19,20 ^{ns}	50,80*	0,07 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Efeito Linear	1	1,6 ^{ns}	10,0 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,018 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	41,14 ^{ns}	151,14**	0,198*	0,0002 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	6,4 ^{ns}	40,0 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Desvio Padrão	1	27,65 ^{ns}	2,05 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
Resíduo	15	10,4	16,53	0,042	0,002
Total	19				
CV (%)		3,34	4,29	3,44	1,19

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo.

Apêndice 1C: Análise de variância da regressão, comprimento da raiz (CRP), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MST) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações do extrato aquosos de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CRP (mm)	CPA (mm)	MST (g/planta)
Tratamento	4	137,60**	41,543**	0,0006**
Efeito Linear	1	533,8**	0,055 ^{ns}	0,000004**
Efeito Quadrático	1	0,905 ^{ns}	45,21**	0,0005 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	13,04 ^{ns}	116,49**	0,000003**
Desvio Padrão	1	2,626 ^{ns}	4,408 ^{ns}	0,00002**
Resíduo	19	19,64	2,984	0,0003
Total	23			
CV (%)		21,58	18,95	21,3

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo.

Apêndice 2A: Análise de variância da regressão para a porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de solução PEG6000. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	GER (%)	PCG (%)	IVG	TMG
Tratamento	4	46,8 ^{ns}	62,8 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Efeito Linear	1	3,6 ^{ns}	3,6 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0058 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	126,0 ^{ns}	103,1 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	32,4 ^{ns}	48,4 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Desvio Padrão	1	25,2 ^{ns}	96,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,0237 ^{ns}
Resíduo	15	46,1	57,06	0,07	0,01
Total	19				
CV (%)		7,88	9,08	7,74	2,10

NS Não significativo.

Apêndice 2B: Análise de variância da regressão para porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de cebolinha submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	GER (%)	PCG (%)	IVG	TMG
Tratamento	4	66,8 ^{ns}	99,2*	0,121 ^{ns}	0,009 ^{ns}
Efeito Linear	1	0,4 ^{ns}	40,0 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	208,2*	193,1*	0,348*	0,0008 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	57,6 ^{ns}	160,0*	0,123 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Desvio Padrão	1	0,91 ^{ns}	3,65 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo	15	31,4	32,0	0,050	2,0
Total	19				
CV (%)		6,58	6,87	6,38	

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo.

Apêndice 2C: Análise de variância da regressão, comprimento da raiz (CRP), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MSPA) de plântulas de cebolinha submetidas a diferentes concentrações de extrato de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CRP (mm)	CPA (mm)	MST (g/planta)
Tratamento	4	46,26**	28,99**	0,0008 ^{ns}
Efeito Linear	1	45,31**	6,16ns	0,00006 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	100,5**	40,12*	0,0005 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	39,24**	60,87**	0,00007 ^{ns}
Desvio Padrão	1	0,0001 ^{ns}	8,81ns	0,0007 ^{ns}
Resíduo	19	3,07	5,13	0,008
Total	23			
CV (%)		23,44	12,74	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo.

Apêndice 3A: Análise de variância da regressão para porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações de solução PEG6000. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	GER (%)	PCG (%)	IVG	TMG
Tratamento	4	22,8 ^{ns}	26,8 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,112 ^{ns}
Efeito Linear	1	48,4 ^{ns}	67,6 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,42*
Efeito Quadrático	1	2,57 ^{ns}	14,0 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,00003 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	25,6 ^{ns}	14,4 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,028 ^{ns}
Desvio Padrão	1	14,6 ^{ns}	11,2 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00004 ^{ns}
Resíduo	15	44,0	98,4	0,072	0,082
Total	19				
CV (%)		7,70	13,74	9,19	3,83

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo.

Apêndice 3B: Análise de variância da regressão para porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de pimentão submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	GER (%)	PCG (%)	IVG	TMG
Tratamento	4	33,2 ^{ns}	161,2 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,209 ^{ns}
Efeito Linear	1	48,4 ^{ns}	14,4 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,065 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	23,14 ^{ns}	164,57 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,512 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	57,6 ^{ns}	435,6 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,229 ^{ns}
Desvio Padrão	1	3,65 ^{ns}	30,22 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,029 ^{ns}
Resíduo	15	55,73	141,06	0,083	0,158
Total	19				
CV (%)		8,74	18,16	10,05	5,25

NS Não significativo.

Apêndice 3C: Análise de variância da regressão para comprimento da raiz (CRP), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca total (MST) de plântulas de pimentão submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. UAGRA/CCTA/UFCG. Pombal - PB.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CRP (mm)	CPA (mm)	MST (g/planta)
Tratamento	4	49,35**	54,54**	0,00004 ^{ns}
Efeito Linear	1	10,58 ^{ns}	70,02**	0,0002 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	6,07 ^{ns}	2,52 ^{ns}	0,00001 ^{ns}
Efeito Cúbico	1	114,82**	3,03 ^{ns}	0,00001 ^{ns}
Desvio Padrão	1	65,91**	142,6**	0,0005 ^{ns}
Resíduo	19	3,2	4,48	0,0003
Total	23			
CV (%)		11,94	14,23	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo.

ANEXO

Anexo A: Malva branca (*Sida cordifolia* L.) e suas diferentes estruturas. Planta adulta (A), estrutura floral (B) e raízes (C).

