MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE

EFEITO ALELOPÁTICO DE CAPIM-VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) E CAPIM-PASPALUM (*Paspalum milegrana* Schrad) PROVENIENTES DE TALUDES DA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO.

ÉRICA CARDOSO COSTA

2015

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE

ÉRICA CARDOSO COSTA

EFEITO ALELOPÁTICO DE CAPIM-VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) E CAPIM-PASPALUM (*Paspalum milegrana* Schrad) PROVENIENTES DE TALUDES DA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de "Mestre em Ciências".

Orientador:
Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Costa, Érica Cardoso.

C837e Efeito Alelopático de Capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) e Capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) Provenientes de Taludes da Margem do Rio São Francisco./ Érica Cardoso Costa; orientador Francisco Sandro Rodrigues Holanda. – São Cristóvão, 2015.

72 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Alelopatia. 2. Engenharia natural. 3. Vetiver. 4. Paspalum. I. Holanda, Francisco Sandro Rodrigues, orient. II. Título.

.

CDU: 581.524.13:582.542.11

Érica Cardoso Costa

EFEITO ALELOPÁTICO DE CAPIM-VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) E CAPIM-PASPALUM (*Paspalum milegrana* Schrad) PROVENIENTES DE TALUDES DA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de "Mestre em Ciências".

APROVADA em 26 de Fevereiro de 2015.

Prof. Dra. Eliana Midori Sussuchi
DQI/UFS

Prof. Dr. Sérgio de Oliveira Procópio
EMBRAPA/CPATC

Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda
DEA/UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

A Deus, pela vida, por me amar, por me acalmar nos momentos de aflição e dificuldades, por me permitir vivenciar momentos de evolução espiritual e por ter me dado força nos momentos em que já não existiam.

Ao meu esposo Cleriston, pela paciência, força, compreensão, carinho e por ter acompanhado todas as etapas para que essa meta fosse alcançada.

A minha princesa Lis por ter permitido viver muitas alegrias durante a sua vida. ELA realmente foi a companheira fiel. E, as minhas pequeninas, Vida e Vitória por terem resistido e lutado pela vida, mesmo sem terem conseguido sentir o calor materno.

Aos meus amigos, Nathy, Cecília, Suzy, Cida, Tereza, Michel, Valdicélio, Simão, Dênio,Vinícius e Simei pelo orgulho que sentem a cada passo dado, a cada conquista e vibrações positivas mesmo quando ficamos distantes fisicamente.

A minha afilhada Yasmim por me fazer tão bem.

A minha cunhada Jeane, pela força e apoio.

A minha mãe Nininha, minha irmã Graciela e familiares pelo apoio e presença nos momentos de dificuldades.

As minhas médicas Helena Sá e Ana Rita por me ajudarem durante o mestrado.

As colegas do laboratório e curso, Bruna, Greice, Hosana e Cátia pelas conversas, desabafos, trocas de experiências e interatividade com os estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda pela ideia do estudo e parcerias para a realização do trabalho.

A todos que fazem parte do grupo de pesquisa LABES pelos aprendizados adquiridos durante os seminários semanais e ajuda nas coletas de campo.

A Lucas, por ter me ajudado nas análises experimentais.

Aos professores Dr. Robério, Dra. Renata Mann, Dr. Paulo César e Dra. Midori Susuchi por disponibilizarem alguns materiais imprescindíveis para a pesquisa e terem esclarecido algumas dúvidas.

A professora Renata Mann por ter permitido assistir suas aulas de tecnologia de sementes como ouvinte.

A professora Midori por ter permitido ajudá-la nas aulas de química experimental durante o estágio docência. A experiência foi maravilhosa...

A Fernanda, pela disposição e dicas nas avaliações dos testes de germinação.

As técnicas Ana Carla e Luciana pelo apoio.

Ao Departamento de Química pela oportunidade de realizar análises necessárias para a pesquisa.

A Universidade Federal de Sergipe e ao Núcleo de pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade pela oportunidade e execução deste trabalho.

A Capes pelo apoio financeiro.

BIOGRAFIA

A autora nasceu em Aracaju, Estado de Sergipe, no dia 07 de outubro de 1984. Concluiu o ensino fundamental e médio no Colégio Estadual Professor Gonçalo Rollemberg Leite, em 2001. Em 2004, ingressou no curso técnico em Química com habilitação em Análise e Processos Químicos pelo Instituto Federal de Sergipe, concluindo-o em 2006. No período de Fevereiro de 2007 à Fevereiro de 2009 foi bolsista da Embrapa Tabuleiros Costeiro. Em 2007, ingressou no curso de Química Licenciatura pela Universidade Federal de Sergipe, concluindo-o em Agosto de 2011. No período de Março de 2009 à Julho de 2011 foi bolsista de Iniciação Científica pela Universidade Federal de Sergipe. Nesta mesma Universidade, em março de 2013, iniciou o curso de mestrado em Agricultura e Biodiversidade, concluindo na presente data o seu trabalho de dissertação.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS i
LISTA DE TABELAS iii
LISTA DE QUADROS..... iv
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS..... v
RESUMO vi
ABSTRACT vii
1. INTRODUÇÃO 1
2. REFERENCIAL TEÓRICO 4
2.1 Alelopatia..... 4
2.1.1 Compostos químicos com efeitos alelopáticos..... 5
2.1.2 Vias de liberação e fatores que afetam a produção de aleloquímicos 7
2.1.3 Mecanismo de ação dos compostos alelopáticos..... 8
2.2 Características do capim-vetiver e do capim-paspalum..... 9
2.2.1 Capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) - Características e Aplicações..... 10
2.2.1.1 Identificação de substâncias alelopáticas..... 11
2.2.2 Capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) - Características e Aplicações..... 12
2.3 Processo de Germinação de sementes..... 14
2.3.1 Características das sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)..... 15
2.4 Extratos vegetais por maceração e infusão..... 16
3. MATERIAL E MÉTODOS..... 18
3.1 Descrição da área de coleta do capim – vetiver e do capim – paspalum..... 18
3.2. Preparação dos extratos..... 18
3.2.1 Obtenção do material vegetal das espécies botânicas..... 19
3.2.2 Extratos aquosos por maceração..... 19
3.2.3 Extratos aquosos por infusão..... 19
3.2.4 Tratamentos..... 19
3.3 Parâmetros físico-químicos dos extratos..... 21
3.3.1pH, Condutividade elétrica, Potencial osmótico e Quantificação de açúcares solúveis totais..... 21
3.3.2 Perfil cromatográfico dos extratos liofilizados..... 22
3.4 Teste de germinação com sementes de *Lactuca sativa* L..... 23
3.4.1 Parâmetros avaliados nos testes de germinação..... 23
3.4.1.1 Porcentagem da primeira contagem de germinação (%PCG)..... 23
3.4.1.2 Porcentagem de germinação (%g)..... 24
3.4.1.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)..... 24
3.4.1.4 Tempo médio de germinação (TMG)..... 24
3.5 Parâmetros avaliados nas plântulas..... 25
3.5.1 Comprimento da parte aérea (CPA)..... 25
3.5.2 Comprimento da raiz (CR)..... 25
3.5.3 Comprimento do eixo embrionário (CEE)..... 25
3.6 Análises estatísticas..... 26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 27
4.1 Parâmetros físico-químicos dos extratos..... 27
4.1.1 pH..... 27
4.1.2 Condutividade elétrica e potencial osmótico..... 29

4.1.3 Análise quantitativa de açucares solúveis totais..... 30
4.1.4 Perfil cromatográfico dos extratos aquosos liofilizados..... 32
4.2 Avaliação dos efeitos dos extratos na germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. 39
4.2.1 Porcentagem da Primeira Contagem de Germinação (%PCG), Porcentagem de Germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG)..... 43
4.2.1.1 Porcentagem da Primeira Contagem de Germinação (%PCG)..... 43
4.2.1.2 Porcentagem de Germinação (%G)..... 44
4.2.1.3 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)..... 46
4.2.1.4 Tempo Médio de Germinação (TMG)..... 47
4.2.2 Comprimento da parte aérea, raiz e eixo embrionário das plântulas..... 48
5. CONCLUSÕES..... 57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA..... 59

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estruturas de grupos orgânicos com potencialidades alelopáticas.....	6
2	Vias prováveis seguidas por compostos aleloquímicos da liberação pela planta doadora até causar o efeito alelopático na espécie receptora	8
3	Ilustração do capim-vetiver (*Chrysopogon Zizanioides* (L.) Roberty) e do capim-paspalum (*Paspalum milegrana* schrad)..... ...	18
4	Curva-padrão de glicose.....	22
5	Esquema de medidas realizadas para o comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CR) e eixo embrionário (CEE)	26
6	Cromatograma (HPLC-DAD) do extrato aquoso por infusão das raízes do vetiver em 254nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1 e 2.....	32
7	Cromatograma (HPLC-DAD) do extrato aquoso por maceração das raízes do vetiver em 254nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1 e 2.....	33
8	Cromatograma (HPLC-DAD) do extrato aquoso por maceração das partes aéreas do vetiver em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.....	34
9	Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por infusão das raízes do paspalum em 2800nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1 e 2.....	35
10	Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por maceração das raízes do paspalum em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4 e 5.....	36
11	Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por infusão das partes aéreas do paspalum em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4 e 5.....	37
12	Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por maceração das partes aéreas do paspalum em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.....	38
13	Anomalias identificadas durante os testes de germinação com sementes de alface e extratos aquosos vegetais do vetiver e paspalum.....	46
14	Efeito da água destilada (a), dos extratos aquosos da parte aérea (b) e dos extratos aquosos da raiz do vetiver (c) na concentração de 1%, nos testes de germinação com a alface	47
15	Tempo médio de germinação considerando os tratamentos aplicados.....	48
16	Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Vetiver pela técnica de maceração. T1 – água destilada, T2 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T3 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T4 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T5 - extrato da raiz na concentração de 1%, T6 - extrato da raiz na concentração de 3% e T7 - extrato da raiz na concentração de 5%	52
17	Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle	

(Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Paspalum pela técnica de maceração. T1 – água destilada, T8 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T9 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T10 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T11 - extrato da raiz na concentração de 1%, T12 - extrato da raiz na concentração de 3% e T13 - extrato da raiz na concentração de 5% 53

18 Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Vetiver pela técnica de infusão. T1 – água destilada, T14 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T15 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T16 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T17 - extrato da raiz na concentração de 1%, T18 - extrato da raiz na concentração de 3% e T19 - extrato da raiz na concentração de 5% 54

19 Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Paspalum pela técnica de infusão. T1 – água destilada, T20 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T21 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T22 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T23 - extrato da raiz na concentração de 1%, T24 - extrato da raiz na concentração de 3% e T25 - extrato da raiz na concentração de 5% 55

20 Diferença entre o desenvolvimento das plântulas de alface com os extratos, do tratamento 2 ao 25, em relação ao controle, tratamento 1 56

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Dados físico-químicos dos extratos aquosos do Capim-vetiver e do Capim-paspalum	28
2	Concentração de açúcares solúveis totais nos extratos	31
3	Resumo das Análises de Variâncias (ANAVA), considerando as variáveis analisadas: Primeira Contagem de Germinação (PCG), Porcentagem de Germinação (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG)	40
4	Resumo das Análises de Variâncias (ANAVA), considerando as variáveis analisadas: comprimento da parte aérea (C. P. A.), comprimento da raiz (C. R.), comprimento do eixo embrionário (C. E. E.)	40
5	Estudo comparativo das médias das variáveis, Primeira Contagem de Germinação (PCG), Porcentagem de Germinação (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG) dos 25 tratamentos	41
6	Desdobramentos das interações da análise de variância referente a PCG, G, IVG e TMG do teste de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-vetiver na concentração de 5%.....	42
7	Desdobramentos das interações da análise de variância referente a PCG, G, IVG e TMG do teste de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-paspalum na concentração de 5%.....	42
8	Estudo comparativo das médias nas variáveis, Comprimento da Parte Aérea (C. P. A.), Comprimento da Raiz (C. R.), Comprimento do Eixo Embrionário (C. E. E.) dos 25 tratamentos.....	49
9	Desdobramentos das interações da análise de variância referente ao CPA e CR nos testes de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-vetiver na concentração de 5%.....	50
10	Desdobramentos das interações da análise de variância referente ao CPA e CR nos testes de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-paspalum na concentração de 5%.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Tratamentos dos extratos utilizados para o estudo da alelopatia do capim-vetiver e do capim-paspalum	20

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

pH	Potencial Hidrogeniônico
AST	Açúcares Solúveis Totais
RAS	Regra de Análise de Sementes
CE	Condutividade elétrica
G	Germinação
PCG	Primeira contagem de germinação
IVG	Índice de velocidade de germinação
TMG	Tempo médio de germinação
CPA	Comprimento da parte aérea
CR	Comprimento da raiz
CEE	Comprimento do eixo embrionário
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DNA	Ácido desoxirribonucleico
RNA	Ácido ribonucleico
UTM	Universal Transversa de Mercator
Am	Clima Tropical Monçônico
N	Norte
E	Leste
PA	Parte aérea
UV	Ultravioleta
VIS	Visível
LABES	Laboratório de Erosão e Sedimentação
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DAD	Detector de Arranjo de Diodos
BOD	Demanda Biológica de Oxigênio
MF	Massa Fresca
MS	Massa Seca
A	Água
CV	Coeficiente de Variação
QM	Quadrado Médio
ANAVA	Análise de Variância
GL	Grau de Liberdade
Fc	Frequência acumulada

RESUMO

COSTA, ÉRICA CARDOSO. **Efeito Alelopático de Capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) e Capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) Provenientes de Taludes da Margem do Rio São Francisco**. São Cristóvão: UFS, 2015. 71p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade).*

A alelopatia é um mecanismo de interação bioquímica entre vegetais, considerada uma forma de adaptação química defensiva das plantas. Neste fenômeno, biomoléculas produzidas por uma planta são liberadas para o meio ambiente e influenciam no crescimento e desenvolvimento de plantas vizinhas. A germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas são utilizados para avaliar o efeito alelopático, sendo frequentemente usados extratos vegetais ou aleloquímicos isolados. As plantas em estudo são da espécie *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty e *Paspalum millegrana* Schrad., plantas medicinais aromáticas da família Poaceae. Elas foram introduzidas na margem do rio São Francisco visando o aumento da coesão do solo e estabilização do talude, no entanto percebe-se que poucas espécies se desenvolvem no trecho onde o vetiver foi implantado, sinalizando possíveis efeitos alelopáticos. Também foi feito o estudo com a planta nativa paspalum, já que o vetiver é uma planta exótica. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático das espécies *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty e *Paspalum millegrana* Schrad em sementes-testes de *Lactuca sativa L.* Foram preparados extratos aquosos por duas técnicas (maceração e infusão), a partir da parte aérea e da raiz em três concentrações, 1%, 3% e 5%, para as duas espécies, totalizando 25 tratamentos. Foram analisados os parâmetros físico-químicos dos extratos através do pH, condutividade elétrica (CE), açúcares solúveis totais (AST) e perfis cromatográficos. Os testes de germinação foram realizados em quadruplicata com 50 sementes para cada gerbox, seguindo as recomendações da RAS. Para cada tratamento, foi calculado o percentual de germinação (%G), o índice de velocidade de germinação (IVG), o percentual da primeira contagem de germinação (%PCG), o tempo médio de germinação (TMG), e o comprimento da parte aérea (CPA), das raízes (CR), e do eixo embrionário (CEE) das plântulas de alface. Foi utilizado o teste de médias Scott-knott a 5% de probabilidade e o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os parâmetros de pH, CE e AST nos extratos apresentaram dentro da normalidade. Foi possível perceber com os perfis cromatográficos, a existência e variabilidade em relação às concentrações e tipos de flavonoides nos tratamentos. Ocorreu uma diferença estatística entre as médias do %PCG, %G, IVG e TMG. Os menores percentuais da PCG foram obtidos com os extratos aquosos da raiz do vetiver nas três concentrações, para as duas técnicas, e com o extrato aquoso da raiz do paspalum a 1% por maceração. O menor %G e IVG foi obtido com o extrato aquoso da raiz do vetiver a 1%, seguido das concentrações de 3 e 5% e do extrato aquoso da raiz do paspalum a 1%, todos por maceração.Também ocorreu uma diferença estatística entre as médias do CPA, CR e CEE. Os extratos aquosos do capim-vetiver e do capim-paspalum evidenciaram potencialidades alelopáticas mostrando diferentes respostas (inibição ou promoção).

Palavras-chave: Engenharia natural, erosão alelopatia, *Lactuca sativa* L.

---

* Comitê Orientador: Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda – UFS (Orientador)– UFS.

ABSTRACT

COSTA, ÉRICA CARDOSO. **Allelopathic Effect of Grass-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) and Grass-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) from Slope of Riverbank San Francisco.** São Cristóvão: UFS, 2015. 71p. (Thesis - Master's of Science in Agriculture and Biodiversity).*

Allelopathy is a biochemical interaction mechanism among plants that is considered a form of defensive chemical plant adaptation. Produced by a plant, biomolecules are released, on this phenomenon, into the environment and they influence the growth and development of the neighboring plants. The seed germination and early development of seedlings are used to evaluate the allelopathic effect and is often used plant extracts or isolated allelochemicals. The test plants are *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty and *Paspalum millegrana* Schrad species, aromatic medicinal plants of the Poaceae family. They were introduced on San Francisco waterfront aimed at increasing soil cohesion and stabilization of the slope, however it was possible to realize few species develop in the stretch where vetiver was introduced, signaling possible allelopathic effects. The study also was done with the native plant paspalum, because vetiver is an exotic plant. The objective of this study was to evaluate the allelopathic effect of *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty and *Paspalum millegrana* Schrad species in *Lactuca* sativa L. seed-tests. Aqueous extracts were prepared of two techniques (maceration and infusion), from the aerial part and the root in three concentrations, 1%, 3% and 5%, for both species, totaling 25 treatments. The physical and chemical parameters of the extracts by pH, electrical conductivity (EC), total soluble sugars (TS) and chromatographic profiles were analyzed. Germination tests were carried out in quadruplicate with 50 seeds to with gearbox, in according to RAS recommendations. For each treatment, it was calculated the germination percentage (% G), the germination speed index (GSI), the percentage of the first germination count (PCG%), the mean germination time (MGT), and the length of the aerial part (CPA), roots (CR) and the embryonic axis (EEC) lettuce seedlings. We used the Scott-Knott mean test at 5% probability and the design was completely randomized. The pH, EC and AST parameters in extracts showed normal. It could be observed with the chromatographic profiles, the existence and variability in relation to the concentrations and types of flavonoids in treatments. There was a statistical difference among the means of the %PCG, %G, IVG and TMG. The lowest percentages of PCG were obtained with aqueous extracts of vetiver root in the three concentrations, for both techniques, and the aqueous extract of the root of paspalum 1% maceration. The lower %G and IVG was obtained with the aqueous extract of 1% vetiver root, followed by concentrations of 3 and 5% and the aqueous extract paspalum root of 1%, all by maceration. There was also a statistical difference among the average of the CPA, CR and CEE. The aqueous extracts of vetiver grass and paspalum grass revealed allelopathic potential showing different responses (inhibition or promotion).

Key-words: Natural engineering, erosion, allelopathy, *Lactuca sativa* L.

---

* Supervising Committee: Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda – UFS (Orientador).

1. INTRODUÇÃO

As plantas competem por luz, água e nutrientes, revelando uma concorrência constante entre as espécies que vivem em comunidade. Certas espécies interferem alelopaticamente sobre as plantas cultivadas, provocando redução ou estímulo de forma qualitativa e quantitativa na produção (SOUZA et al., 2006). O termo alelopatia foi cunhado por Molisch (1937) e significa do grego *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. O conceito descreve a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou favorecendo o segundo, e sugere que o efeito é realizado por biomoléculas (denominadas aleloquímicos) produzidas por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres (FREITAS & VIECELLI, 2011).

Compostos secundários com potencial alelopático são produzidos em diferentes tecidos de plantas tais como folhas, caules, raízes e sementes. No entanto, a sua quantidade varia de um tecido para outro. A sensibilidade de espécies diferentes de plantas às substâncias inibidoras depende das condições ambientais, bem como das características fisiológicas e bioquímicas de cada espécie. Vários estudos mostram que o efeito negativo de substâncias químicas sobre as plantas daninhas é dependente das espécies (SODAEIZADEH et al., 2009).

Os efeitos alelopáticos são mediados por substâncias que pertencem a diferentes categorias de compostos secundários. Os recentes avanços na química de produtos naturais, por meio de métodos modernos de extração, isolamento, purificação e identificação, têm contribuído bastante para um maior conhecimento desses compostos secundários, os quais podem ser agrupados de diversas formas (FERREIRA & ÁQUILA, 2000). Entre os produtos naturais, destacam-se os óleos essenciais produzidos pelas plantas e armazenados em estruturas anatômicas altamente especializadas, como tricomas glandulares, células oleíferas, cavidades secretoras, ductos e laticíferos (BUCHANAN, et al., 2000).

A germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas são utilizados para avaliar o efeito alelopático, sendo frequentemente usados extratos vegetais ou aleloquímicos isolados. As substâncias com efeitos alelopáticos podem ser flavonoides, fenóis, terpenoides, alcaloides, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos e outros (ALMEIDA, 2006). Os flavonoides participam dos processos relacionados à absorção iônica que pode comprometer o gradiente eletroquímico das membranas celulares das raízes (GLASS &

DUNLOP, 1974), e dependendo da concentração poderão promover ou inibir o crescimento de raízes (MACIAS et al., 1997).

Os compostos alelopáticos podem afetar a estrutura e ultra-estrutura celulares; concentração e balanço hormonal; permeabilidade das membranas afetando a absorção de minerais; movimento dos estômatos influenciando a fotossíntese; síntese de pigmentos e proteínas; atividade enzimática; relações hídricas e condução de seiva, como também podem alterar DNA e RNA (ALMEIDA, 2006). Os efeitos desses compostos potencialmente alelopáticos são pesquisados por meio de extratos aquosos e/ou alcoólicos derivados tanto de plantas cultivadas quanto de medicinais (HOFFMANN et al., 2007).

A fotossíntese é afetada pelos aleloquímicos, pois estes provocam mudanças no conteúdo de clorofila das plantas receptoras (CHOU, 1999). A redução ou o aumento da clorofila nos tratamentos pode ser atribuído à inibição ou estímulo da biossíntese de clorofila. Rice (1984) sugere que compostos alelopáticos podem influenciar na rota de síntese de precursores de porfirina da biossíntese de clorofila.

Ainda são poucos os estudos sobre os efeitos alelopáticos de várias espécies, principalmente quando trata-se de situações voltadas para a recuperação de áreas degradadas, muito provavelmente porque na sua maioria tratam-se de trabalhos técnicos com pouco cunho cinetífico. Empiricamente suspeita-se de efeitos alelopáticos de plantas usadas corriqueiramente na recuperação de taludes em processo erosivo, mas sem nenhuma comprovação científica, nas quais está incluido o capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), poaceae, perene exótica, originária dos países tropicais e subtropicais (Índia, China, Filipinas, Indonésia), que tem sido largamente utilizada para a proteção de taludes em processo erosivo devido às suas características morfológicas e fisiológicas, e seu denso e profundo sistema radicular, assim como para a produção de óleo essencial (SRIVASTAVA et al., 2007). O capim-paspalum (*Paspalum millegrana* Schrad) espécie perene, nativa, também pertencente à família Poaceae, formando touceiras densas vem também sendo estudada visando a utilização na recuperação de áreas degradadas, ocorrendo amplamente desde os EUA até o Brasil, onde se distribui nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste (MACIEL et al., 2009, OLIVEIRA et al., 2013). O capim *Paspalum* também apresenta um denso sistema radicular, se credenciando para uso como cobertura vegetal em obras de engenharia natural (MARANDUBA et al., 2014).

É grande o interesse em estudos com espécies para estabilização dos taludes por meio de técnicas simples, que propõem promover melhorias estéticas, ecológicas e conservação na área de produção, porém as pesquisas tem levantado questões para além da

sua importância na promoção reforço mecânico que o sistema radicular promove no solo, mas também busca discutir a sua adaptabilidade às diversas condições ecológicas e o quanto estas espécies influenciam no desenvolvimento das outras espécies nativas da região. Em tempo, a bioengenharia de solos ou engenharia natural, é um conjunto de técnicas corretas do ponto de vista ecológico e estético, utilizando-se de conhecimentos biológicos para estabilização de encostas de terrenos e margens de cursos de água (OLIVEIRA et al., 2014).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito alelopático de extratos da planta do *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty (Vetiver) e de *Paspalum milegrana* Schrad (Paspalum) utilizadas na estabilização de taludes em processo erosivo na margem do rio São Francisco.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ALELOPATIA

Alelopatia pode ser definida como o efeito de uma planta no crescimento e estabelecimento de outra (incluindo microrganismos) através da liberação de compostos químicos para o ambiente (RICE, 1984). De acordo com Santos et al. (2001) a expressão ação alelopática refere-se à especificidade da composição bioquímica e das características biológicas pertinente às espécies doadoras e receptoras que promovem a ocorrência da interação. Essa interação acarreta resposta, positiva ou negativa, da planta sensível a tais substâncias chamadas de aleloquímico, as quais são produzidas no metabolismo secundário (TORRES et al., 1996; INDERJIT & NILSEN, 2003).

Os efeitos alelopáticos dependem dos aleloquímicos liberados no ambiente pelas plantas doadoras. Segundo Rezende et al. (2003) a alelopatia distingue-se de competição, pois essa envolve a redução ou retirada de algum fator do ambiente necessário à outra planta no mesmo ecossistema, tal como a água, luz e nutrientes. Taiz e Zeiger (2002) 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.

A alelopatia 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 (SEVERINO et al., 2006).

No âmbito da ecologia, o fenômeno da alelopatia pode explicar os mecanismos da sucessão vegetal, onde espécies invasoras podem excluir espécies nativas a partir de resíduos e substâncias liberados para o ambiente (HIERRO & CALLAWAY, 2003). Neste caso, a atividade dos aleloquímicos é apenas inibitória e pouco relacionada com a competição por recursos abióticos (CALLAWAY, 2002). Portanto, a presença dessas espécies numa área de plantio pode apresentar significativa influência no desenvolvimento de culturas (BATISH et al., 2001; SINGH et al., 2001; QASEM & FOY, 2001), como também, no padrão natural de formação e sucessão das populações e comunidades vegetais (FERREIRA & AQUILA, 2000).

2.1.1. COMPOSTOS QUÍMICOS COM EFEITOS ALELOPÁTICOS

Vários tipos de compostos orgânicos foram identificados como aleloquímicos, produzidos por microrganismos ou plantas superiores (RICE, 1984), podendo ser relacionados como principais os seguintes:

- Ácidos orgânicos solúveis em água, alcoóis de cadeia reta, aldeídos alifáticos e cetonas; ácidos cítrico, málico, acético e butírico; metanol, etanol e acetaldeído;
- Ácidos graxos de cadeia longa e poliacetilenos: oleico, esteárico, mirístico e agropireno;
- Naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas: julglona, tetraciclina e aureomicina;
- Fenóis simples, ácidos benzóico e derivados: ácido gálico, vanílico e hidroquinona;
- Ácido cinâmico e derivados: ácido clorogênico e ferúlico;
- Cumarinas: escopoletina e umbeliforona;
- Flavonoides: quercetina, florizina e catequina;
- Taninos condensados e hidrolisáveis: ácidos elágico e digálico;
- Terpenoides e esteroides: cineole, cânfora e limoneno;
- Aminoácidos e polipeptídeos: marasmina e victorina;
- Alcaloides e cianoidrinas: estriquinina, atropina, codeína, cocaína e amidalina;
- Sulfetos e glicosídeos: sirigrina e alilisotiocianato;
- Purinas e nucleosídeos: cordicepina, teofilina e paraxantina.

Para Almeida (1988), os aleleoquímicos são enquadrados em cinco principais grupos: ácidos fenólicos, flavonoides, terpenoides, esteroides e alcaloides (Figura 1). Segundo Azambuja et al. (2010), atualmente são conhecidas mais de dez mil substâncias fitoquímicas com potencial alelopático, pertencentes aos mais variados grupos químicos.

Os flavonoides possuem importante papel como compostos de defesa e moléculas sinalizadoras dos processos de reprodução, patogênese e simbiose, que são produzidas pelas

plantas em grande escala, e no ambiente, têm efeito significativo na composição química do solo, tendo importância nas interações planta-planta e planta-microrganismo (SHIRLEY, 1996).

Quanto aos terpenoides, estes são geralmente insolúveis em água e são encontrados em resinas, ceras, látex e óleos essenciais. As plantas produzem uma grande variedade dessas substâncias que atuam como reguladores de crescimento, fitoalexinas e repelentes para insetos herbívoros (ORTEGA et al., 2001; INDEJIT & DUKE 2003; MAIRESSE et al., 2007).

No que diz respeito aos derivados fenólicos, estes são estruturas com anel aromático e grupos hidroxila, tendo em sua maioria, origem a partir da fenilalanina. Estas substâncias atuam na defesa contra herbívoros e patógenos, na atração de polinizadores, na proteção contra a radiação ultravioleta e no estabelecimento de simbiose. Os compostos fenólicos compreendem ao maior grupo de metabólicos que foram identificados como alelopáticos (ALVES et al., 2004; CARMO et al., 2007).

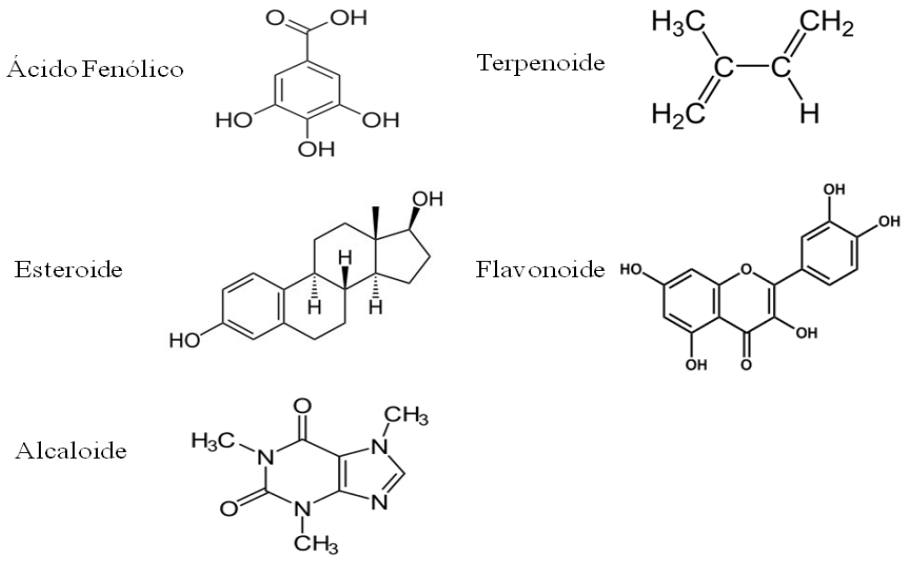

FIGURA 1: Estruturas de grupos orgânicos com potencialidades alelopáticas.
Fonte: Autora da Pesquisa.

Algumas plantas forrageiras acumulam compostos orgânicos como o ácido cianídrico, os glicosídeos, os alcaloides e os taninos, que possuem sabor amargo e/ou adstringente, o que pode representar uma defesa contra o pastejo e o ataque de pragas. Essas plantas escapam do pastejo, pois os animais selecionam as forrageiras mais pela

palatabilidade do que pela aparência ou odor que desprendem (DURIGAN & ALMEIDA, 1993).

2.1.2. VIAS DE LIBERAÇÃO E FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE ALELOQUÍMICOS

Os compostos alelopáticos podem ser liberados das plantas por lixiviação a partir dos tecidos, volatilização, exsudação pelas raízes e decomposição de resíduos da planta (SOUZA et al., 1988; RODRIGUES et al., 1992; WEIDENHAMER, 1996), do seguinte modo:

• Lixiviação: entende-se por lixiviação a remoção das substâncias químicas das plantas, vivas ou mortas. As toxinas solúveis em água são lixiviadas da parte aérea e das raízes ou, ainda, dos resíduos vegetais em decomposição (ALMEIDA, 1985). Os compostos lixiviados contem compostos orgânicas e inorgânicas tais como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, terpenoides, alcaloides e compostos fenólicos (SOUZA, 1988).

• Decomposição de resíduos: toxinas são liberadas pela decomposição das partes aéreas ou subterrâneas, direta ou indiretamente, pela ação de microrganismos. Perdas da integridade de membranas celulares permitem a liberação de um grande número de compostos que impõem toxicidade aos organismos vizinhos, tais como os glicosídeos cianogênicos (SOUZA, 1988), ácidos fenólicos, agropireno, cumarinas (SILVA, 1978) e flavonoides (RICE, 1984).

• Volatilização: compostos aromáticos são volatilizados das folhas, flores, caules e raízes e podem ser absorvidos por outras plantas (ALMEIDA, 1985). Nesse grupo, encontram-se compostos como o gás carbônico (CO_2), a amônia (NH_3), o etileno e os terpenoides, principalmente monoterpenos e sesquiterpenos (CHOU, 2006). Esses últimos atuam sobre as plantas vizinhas por meio dos próprios vapores ou condensados no orvalho ou, ainda, alcançam o solo e são absorvidos pelas raízes (SOUZA, 1988).

• Exsudação radicular: um grande número de compostos alelopáticos são liberados na rizosfera circundante e podem atuar direta ou indiretamente nas interações planta/planta e na ação de microrganismos (TUKEY JÚNIOR, 1969). Entre esses compostos, podem ser citados o ácido oxálico, a amidalina, a cumarina e o ácido transcinâmico (SILVA, 1978; SOUZA, 1988).

Resultados experimentais obtidos por vários autores mostram que todas as partes das plantas podem conter compostos alelopáticos. Em bioensaios, esses compostos já foram encontrados nas folhas, caules aéreos, rizomas, raízes, flores, frutos e sementes de diversas

espécies, mas as folhas e as raízes são as fontes mais importantes de aleloquímicos (RODRIGUES et al., 1993; WESTON, 1996).

A alelopatia está estreitamente ligada a outros estresses ambientais, incluindo temperaturas extremas, deficiências de nutrientes e de umidade, radiação, insetos, doenças e herbicidas (EINHELLIG, 1995).

Após a liberação pela "planta doadora", um composto aleloquímico pode seguir por diferentes vias (ou ser alterado), até causar o efeito alelopático na "planta receptora" (Figura 2).

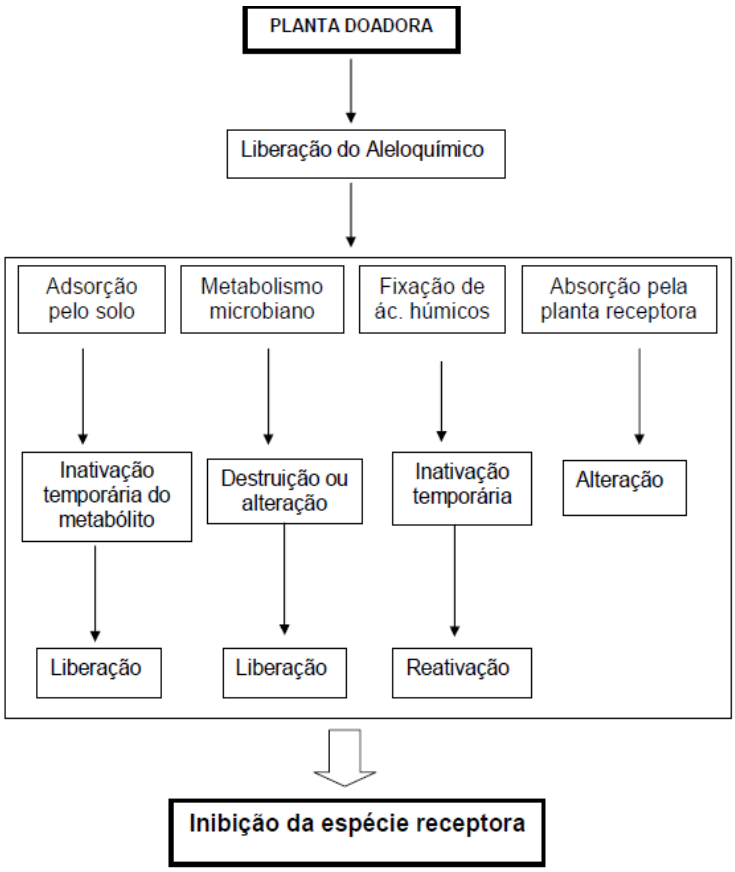

FIGURA 2: Vias prováveis dos compostos aleloquímicos na liberação pela planta doadora até causar o efeito alelopático na espécie receptora.
Fonte: REZENDE et al., 2000.

2.1.3. MECANISMO DE AÇÃO DOS COMPOSTOS ALELOPÁTICOS

Os conhecimentos dos efeitos alelopáticos e dos mecanismos de ação de várias substâncias são importantes para se entender as interações entre plantas, tanto nos ecossistemas naturais, como nos agrícolas. A grande diversidade dos compostos que causam

alelopatia indicam diferentes mecanismos de ação, ou efeitos que segundo Rice (1984) podem ocorrer sobre:

- a regulação do crescimento (divisão celular, síntese orgânica, interação com hormônios, efeito sobre enzimas, metabolismo respiratório);
- a abertura dos estômatos e fotossíntese;
- a absorção de nutrientes;
- a inibição da síntese de proteínas;
- as mudanças no metabolismo lipídico.

No que se diz respeito a ação dos aleloquímicos, os mesmos podem apresentar ação direta ou indireta sobre a planta alvo. A atuação indireta consiste nas alterações das propriedades e características nutricionais do solo e também nas populações e/ou atividades de organismos que habitam o solo. Quanto aos efeitos diretos, por sua vez, são mais estudados e compreendem alterações celulares e metabólicas, incluindo modificações no funcionamento de membranas, na absorção de nutrientes e de água, na atividade fotossintética e respiratória, no crescimento celular, na expressão e síntese de DNA e RNA entre outras (REIGOSA et al., 1999).

Independente de como são liberados, os agentes aleloquímicos conhecidos são classificados dentro do grupo de substâncias do metabolismo secundário das plantas. Dessa forma, segundo Whittaker e Feeny (1971) encontram-se os ácidos fenólicos, flavonoides e outros compostos aromáticos, além de substâncias como terpenoides, esteroides, alcaloides e cianetos orgânicos.

2.2. CARACTERÍSTICAS DO CAPIM-VETIVER E DO CAPIM-PASPALUM

Espécies exóticas ou nativas vêm sendo rotineiramente testadas na contenção de taludes em margens de cursos d´água, com características que atendem aos preceitos das técnicas de bioengenharia de solos ou engenharia natural, porém questões voltadas à sua adaptabilidade aos aspectos ecológicos locais demandam estudos mais aprofundados. Dentre esses aspectos cita-se a "provável" característica alelopática que podem apresentar, ou não, mas que demandam estudos de cunho científico. Dentre essas espécies cita-se o Capim-

Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) e o Capim-Paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad).

2.2.1. CAPIM-VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) - CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

A espécie *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty, é uma planta aromática da família Poaceae, conhecida popularmente como capim-vetiver, capim-de-cheiro, grama-das-índias, falso-patchouli (ou, simplesmente, patchouli) e raiz-de-cheiro (CORRÊA, 1984). Estudos realizados nos últimos 20 anos demonstraram que, devido às características do sistema radicular denso o capim-vetiver vem sendo utilizado como parte da técnica de bioengenharia de solos ou engenharia natural para proteção de taludes (PEREIRA, 2006).

O *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty é uma espécie perene que atinge uma altura entre 1,5 e 2,0 m, com caule rizomatoso, cilíndrico e raízes aromáticas. As folhas são alternas dísticas, relativamente rígidas, compridas (até 75 cm), finas (menos de 8 mm) e lisas. As inflorescências são do tipo panícula (15 a 30 cm de comprimento), espiguetas sésseis com duas flores, sendo a superior hermafrodita (com três estames, anteras rimosas, dois estigmas plumosos e ovário súpero) e a inferior masculina (VELDKAMP, 1999; SOUZA & LORENZI, 2005).

O capim-vetiver possui perfilhação abundante e por isso é usado na formação de barreiras para contenção do solo em áreas inclinadas. Sua parte aérea (colmos e folhas) é usada para a cobertura de construções rurais rústicas, para o artesanato (esteiras, biombos, divisórias, etc.) e para a cobertura do solo (ADAMS et al., 2004). As raízes são usadas, ao natural, como repelentes de insetos para uso doméstico (CASTRO & RAMOS, 2002). O óleo essencial extraído do *Vetiver* apresenta forte atividade cupinicida, antimicrobiana e antioxidante (KIM et al., 2005). Segundo Alencar et al. (2005), essa planta possui efeito anti-hipertensivo leve e também efeito diurético, sendo utilizada ainda no tratamento de queda de cabelos. As raízes, depois de secas e cortadas, podem ser utilizadas para extração de um óleo essencial espesso cor de âmbar, constituído principalmente por vetivona (ADAMS *et al.*, 2003).

O capim-vetiver demonstra as altas taxas de crescimento de uma gramínea C4, como indicado pelos valores de eficiência do uso de radiação solar (RUE) de 18 kg / ha por MJ/m^2. Este valor é comparável com os dados de outras gramíneas C4, como o milho (*Zea mays* L.), com um valor de 16 kg / ha por MJ/m^2, e cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), com um

valor de 18 kg / ha por MJ/m^2, e muito maior do que a RUE de gramíneas C3, como uma espécie de grama nativa da Austrália (*Cynodon dactylon*) de 5,3 kg / ha por MJ/m^2. Sua elevada taxa de crescimento, combinada à sua tolerância a diferentes condições ambientais, sugere que o Vetiver seria uma planta ideal para utilização em larga escala no tratamento de efluentes, desde que seja periodicamente cortada. A colheita não só estimula o crescimento vegetativo, mas também exporta nutrientes (VIERITZ, 2010; TRUONG, et al., 2008).

A vegetação desempenha um importante papel no controle da erosão em taludes marginais, uma vez que a cobertura do solo com gramíneas ou vegetação herbácea oferece uma das mais eficientes proteções contra erosão superficial pela diminuição do impacto das chuvas sob um solo desnudo (CHENG et al., 2003). As gramíneas como o capim-vetiver têm sido utilizadas em práticas de controle de erosão, estabilização de taludes, remediação de áreas salinas dentre outros usos (MICKOVSKI & VAN BEEK, 2009).

2.2.1.1. IDENTIFICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ALELOPÁTICAS

O óleo de Vetiver foi, recentemente, testado quanto às suas propriedades antioxidantes, carcinogênicas e termiticidas. Dos resultados obtidos, pode ser concluído que o óleo de vetiver possui atividades biológicas multifuncionais, demonstrando ser não somente um excelente antioxidante natural como um termiticida alternativo. No que diz respeito ao seu potencial anticarcinogênico, o óleo de vetiver demonstrou poder ser a chave para novas drogas contra cânceres específicos, já que inibiu o crescimento, em até 89%, de três tipos de células cancerosas testadas (HYUN-JIN, et al., 2005)

O óleo essencial do *Vetiver* é composto, principalmente, por sesquiterpenoides, possui aroma que varia do doce a terra e madeira, sendo muito apreciado pela indústria de perfumes. Também é usado na aromaterapia e em alimentos, como aromatizante em conservas de aspargos e ervilhas e como flavorizante em algumas bebidas (MARTINEZ et al., 2004). Em um estudo de prospecção fitoquímica, visando estabelecer parâmetros para o controle de qualidade da raiz do vetiver, foi detectada a presença de alcaloides, flavonoides, esteroides e triterpenos, digitálicos e cumarinas (ALENCAR et al., 2005).

Uma das classes químicas mais estudadas do capim-vetiver é o óleo de suas raízes. Weyerstahl et al. (2000), identificaram 155 constituintes do óleo essencial do capim-vetiver coletado no Haiti, incluindo um sesquiterpeno com um novo esqueleto, denominado 1,7-ciclogermacra-4-dien-15-al. Os compostos importantes que conferem o odor característico do vetiver são: khusimeno, delta-selineno beta-vetiveneno, cyclocopamphan-1,2-ol, o

isovalencenol, khusimol, alfa-vetivona e o beta-vetivona. Na pesquisa de Barros (2008), foram identificados 38 componentes no óleo essencial das raízes do vetiver cultivada no Hospital de Medicina de Goiás. Os compostos majoritários são o palustrol (8,67%), khusimona (7,86%), epi-zizanona (5,03%), khusimol (12,86%) e o alfa-vetivona (4,81%).

2.2.2. CAPIM-PASPALUM (*Paspalum milegrana* Schrad) - CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

O gênero *Paspalum* L. ocupa um lugar de destaque entre as gramíneas brasileiras por reunir o maior número de espécies nativas e o maior número de espécies com alto valor forrageiro (VALLS, 1987), constituindo importante alimento para o gado. Também apresenta papel relevante na conservação do solo, principalmente em zonas litorâneas (ARAÚJO et al., 2008). O *Paspalum L.* pertence a família Poaceae que é uma das mais ricas famílias de plantas, com aproximadamente 800 gêneros e 10.000 espécies economicamente importantes, pois incluem cereais, forrageiras e bambus.

Paspalum L. se caracteriza pelas inflorescências parciais racemiformes, com espiguetas plano-convexas distribuídas unilateralmente sobre a ráquis, com o dorso do lema superior em posição adaxial e, salvo algumas exceções, pela ausência da gluma inferior (OLIVEIRA & VALLS 2008).

Nos estudos realizados por Oliveira et al. (2013) sobre o levantamento das espécies de *Paspalum* existentes no Rio Grande do Norte, uma das espécies identificadas foi a *Paspalum millegrana* Schrad, essa amostra foi coletada em ambiente de Cerrado antropizado, locais úmidos em Caatinga Hiperxerófila, margens de estradas, em solos arenosos e argilosos de relevo ondulado a plano. Essa espécie é caracterizada pelo porte robusto de suas touceiras, atinge altura média de 1,2 m, inflorescência com aspecto piramidal, espigueta orbicular-obtusas com 2,1-2,2 mm de comprimento e gluma superior cartilaginosa. Ocorre desde os EUA até o Brasil, sendo comum nas bordas de matas, em restinga ou terrenos baldios e beiras de estradas (MACIEL et al., 2009).

Maciel e Alves (2011), pesquisaram sobre a riqueza de espécies do Parque Nacional Serra de Itabaiana, com enfoque na família Poaceae, que representa uma parcela significativa da biodiversidade local. Foram registradas 40 espécies para a Serra de Itabaiana, as quais estão classificadas em 19 gêneros, no qual foi identificada a ocorrência da espécie a *Paspalum millegrana* Schrad.

Devido ao grande potencial forrageiro das espécies de *Paspalum*, vários trabalhos com abordagens distintas têm sido conduzidos, estando disponível na literatura vasta informação citogenética, reprodutiva e filogenética.

O capim *Paspalum millegrana* Schrad foi utilizado por Maranduba et al. (2014) como reforço do solo para estabilização de taludes em obras de engenharia natural. Os resultados da pesquisa mostraram que a Razão de Raiz por Área (RAR) do capim reduz com o aumento da profundidade, apresentando maior densidade radicular nas camadas superficiais e consequentemente trazendo um reforço para a estabilização do talude. O *Paspalum millegrana* Schrad também apresentou capacidade de reforço do solo e possível aumento na resistência ao cisalhamento, com um sistema radicular que age na estruturação do solo, minimizando o deslocamento de massas em taludes marginais, além de apresentar fácil propagação.

O desenvolvimento do *Paspalum millegrana* Schrad, sob diferentes níveis de água e fósforo para recuperação de talude fluvial apresentou um melhor crescimento da parte aérea e do seu sistema radicular em condições de disponibilidade de água de 60% de VTP (Volume Total de Poros), indicando que o menor desenvolvimento das plantas observadas em campo está associado à longa permanência do solo inundado, ao contrário daquelas que se desenvolvem no terço superior do talude (OLIVEIRA et al, 2014).

De acordo com Corrêa et al. (2009), estudando o capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) relata que à medida que os compostos químicos produzidos por essa espécie são liberados para o ambiente, eles impõem limitações à germinação de sementes de outras espécies, restringindo o fluxo de novos indivíduos para a área de pastagem, comprometendo assim a renovação das demais espécies de plantas. Com isso, foi feita à extração sequencial exaustiva com hexano, acetato de etila e metanol dessa espécie *Paspalum maritimum* e identificado como componentes principais esteroides e flavonoides.

Os extratos do capim-gengibre apresentaram alto potencial para inibir a germinação das sementes e o desenvolvimento da radícula de todas as plantas utilizadas como receptoras (*Mimosa pudica, Senna obtusifolia* e *Puerária phaseoloides*). Os efeitos inibitórios estiveram positivamente associados à concentração dos extratos, com inibições máximas verificadas na concentração de 3,0%, em todos os extratos. A flavona tricina apresenta um considerável efeito alelopático sobre a espécie *Mimosa* pudica nas concentrações utilizadas. Entretanto, os ensaios realizados com as espécies *Senna obtusifolia* e *Puerária phaseoloides*, não foram siginitificativos (CORRÊA et al., 2010).

2.3. PROCESSO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES

De acordo com Paiva (2012), a germinação é um processo que se inicia com a reidratação das sementes em que as células do eixo embrionário reativam-se, expandem-se e durante essa fase ocorrem às divisões mitóticas, mobilização de reservas e principalmente a digestão da parede celular, permitindo à ruptura do tegumento na região da rafe, pela raiz.

A maioria das sementes requer oxigênio para germinar, mas esta exigência depende das espécies e do seu estado de dormência (BONACIN et al.,2006). A resposta das sementes à anoxia ou hipoxia pronunciada, que não permitem germinação, depende da espécie considerada. Santos et al. (2011), definem dormência como o fenômeno em que sementes viáveis não germinam mesmo em condições ambientais favoráveis, fornecendo assim um tempo adicional para sua dispersão natural.

A temperatura é um fator que interfere diretamente na qualidade fisiológica das sementes, por atuar na velocidade de absorção de água pela semente e nos processos bioquímicos afetando assim a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação. Porém, entre os fatores do ambiente, a água é o fator que mais influencia no processo de germinação. Com a absorção de água, por embebição, ocorre a reidratação dos tecidos e, consequentemente, a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que resultam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

O teste de germinação sob condições controladas (umidade, temperatura, luz e oxigênio) é utilizado para determinar a qualidade fisiológica das sementes, sendo muito útil para avaliar o potencial germinativo, contudo não fornece informações sobre o vigor. Dentre os testes que possibilitam determinar o vigor relativo entre os lotes de sementes está a comparação da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação (SOUZA, 2012). O vigor das sementes é definido como sendo as propriedades das sementes que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme, e proporcionando um desenvolvimento de plântulas normais sob diferentes condições de campo (NASCIMENTO, 2002).

Sabe-se que o pH do solo é de grande importância para o crescimento da planta , devido ao seu efeito na disponibilidade de nutrientes, em especial, de micronutrientes. Variações no pH podem alterar o equilíbrio químico e biológico do ambiente (WAGNER JÚNIOR et al., 2007). Segundo Ferreira (2004), é recomendável o controle do pH e da concentração de extratos brutos durante os testes de germinação realizados em laboratório,

pois pode haver neles a presença de substância como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos, os quais influem na concentração iônica e são osmoticamente ativos.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DAS SEMENTES DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

Sementes de alface são costumeiramente usadas como indicadoras em ensaios que testam efeitos alelopáticos das outras espécies, porque apresentam alta sensibilidade às condições do ambiente. Tal fato ocasiona problemas na germinação ou é responsável pela má qualidade e atraso na produção de mudas (MENEZES et al., 2000). Os efeitos dos produtos potencialmente aleloquímicos são basicamente testados em alface, considerada uma planta teste, sendo a mais utilizada para examinar alelopatia devido a sua sensibilidade aos metabolitos secundários que funcionam como aleloquímicos, bem como ao pequeno período requerido para a sua germinação (24 a 48 horas) e para o seu crescimento (FERREIRA & AQUILA, 2000).

Sementes de alface germinam em temperaturas próximas a zero grau Celsius, porém as temperaturas na faixa de 18 a 21°C são as mais indicadas. Acima de 30°C, ocorre inibição da germinação. O mecanismo de ação da germinação de sementes de alface em altas temperaturas parece estar relacionado com o enfraquecimento do endosperma, o qual permite o crescimento do embrião sob altas temperaturas. Esse enfraquecimento do endosperma tem sido associado com a indução da enzima endo-b-mannanase na região micropilar da semente (MENEZES et al., 2000).

Seguindo esse norteamento, estudos foram realizados, considerando as condições pertinentes à germinação. Para avaliar extratos aquosos de folhas de cerejeira e goiabeira em concentrações diversas, Sausen et al.(2009) testaram-nas sobre a germinação de cipselas de alface. O teste permitiu observar o tempo de germinação e a germinabilidade, por meio de incubação em câmara de germinação a 20°C.

Delgado e Barbedo (2011) realizaram testes de germinação com aquênios de alface ‘Babá de Verão’ (*Lactuca sativa* L.), devido à viabilidade de aquisição da espécie no comércio local e alta sensibilidade a vários aleloquímicos (FERREIRA, 2004). As temperaturas adotadas foram de 25,1 ± 0,6 °C, com contínua exposição à luz e umidade relativa do ar correspondente a 89,5% ± 3.

Santos, V. (2012) avaliou o potencial alelopático de extratos e frações de extratos foliares de *Neea theifera*, espécie do cerrado conhecida como “capa-rosa-do-campo”, por meio de bioensaios de germinação de sementes e no desenvolvimento radicular das plântulas

de *Lactuca sativa* L. e caracterizaram os compostos químicos presentes nos extratos e frações foliares desta espécie. Santana et al. (2006) constataram efeitos alelopáticos no extrato de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) tanto na germinação como no desenvolvimento radicular de sementes de *Lactuca sativa* L.

Medeiros e Lucchesi (1993) ao analisar os efeitos alelopáticos da parte aérea da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre sementes de alface constataram que os extratos foram mais ativos nas maiores concentrações, ocorrendo inclusive oxidação e morte das sementes. Do mesmo modo, extratos de folhas secas de *H. dulcis* causaram deformações e necroses nas plântulas de alface. As plântulas que se desenvolveram apresentaram epicótilos mais grossos que as plântulas submetidas ao tratamento controle. Wandscheer et al. (2011), identificou que extratos folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. também influenciaram no aparecimento de plântulas anormais, com disparidades no tamanho estrutural, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas e ausência de raízes secundárias. Segundo Ferreira e Aquila (2000), algumas substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns.

2.4. EXTRATOS VEGETAIS POR MACERAÇÃO E INFUSÃO

Extratos brutos vegetais são, normalmente, misturas complexas constituídas quase sempre por diversas classes de produtos naturais, contendo diferentes grupos funcionais. O processo de separação desses produtos naturais bioativos corresponde a três fases principais: extração a partir da matéria vegetal, fracionamento do extrato ou óleo e purificação do princípio ativo (BARRETO JÚNIOR et al., 2005). As soluções extrativas podem ser preparadas em meio aquoso, hidroalcoólico, hidropoliglicólico ou oleosos (SCHILCHEER, 1997).

De acordo com Falkenberg et al. (2004), maceração é a operação na qual a extração da matéria prima vegetal é realizada em recipiente fechado, em temperatura ambiente, durante um período prolongado (horas ou dias), sob agitação ocasional e sem renovação do líquido extrator (processo estático). Na infusão a extração ocorre pela permanência, durante certo tempo, do material vegetal em água fervente, num recipiente fechado.

Na preparação do extrato aquoso por infusão, Santos, M. (2012) utilizou 30 g de folhas frescas que foram imersas em um litro de água destilada a 100 ºC por uma hora em recipiente hermeticamente fechado até completo resfriamento. Após esse período o extrato foi

filtrado com auxílio de funil de vidro e algodão, sendo o mesmo considerado como o extrato a 100%, a partir do qual foram feitas as diluições a 75%, 50% e 25%. Azambuja et al. (2010), obtiveram os extratos aquosos por infusão através da água destilada (100 mL) fervente a 100ºC, no qual foi colocada sobre 100 g de folhas secas de *Plectranthus barbatus* dentro de erlenmeyer. O frasco foi tampado pelo tempo de 30 minutos constituindo-se da solução estoque (p/v). As diferentes concentrações utilizadas foram obtidas pelas diluições desse extrato bruto (100%) atingindo as concentrações de 25; 50; 75% (v/v), além da testemunha com água destilada, como controle negativo. Os resultados demonstraram que os extratos afetam negativamente o desempenho fisiológico de sementes de *Bidens pilosa* e de *Lactuca sativa*.

Quanto à maceração, Sausen et al. (2009), realizaram a preparação com as folhas, por meio da trituração, em água destilada, com temperatura ambiente na concentração de 10% (peso/volume). Em seguida, os extratos passaram por uma filtragem, com a utilização de um funil forrado com gaze. Com o material resultante da filtragem, prepararam-se os extratos nas concentrações de 100, 75, 50 e 25%. Observou-se que a germinação de cipselas de alface foi reduzida nas concentrações de 75 e 100%, diferenças significativas também foram observadas entre o comprimento das raízes e da parte aérea das plântulas de alface e tomate sob ação dos extratos aquosos de folhas de *Acca sellowiana* e *Eugenia involucrata* em relação ao controle.

Mano (2009), avaliou extratos aquosos de semente de cumaru através de três métodos (maceração, infusão e decocção) sobre a germinação de sementes e o crescimento e desenvolvimento de plântulas de alface. O método maceração inibiu totalmente a germinação das sementes de alface, a partir da concentração de 6,25 $mg.mL^{-1}$, bem como o desenvolvimento das plântulas que se mostrou afetado, em maior ou menor intensidade, em todas as concentrações. Para os métodos infusão e decocção, a germinação foi totalmente inibida a partir da concentração de 12,5 $mg.mL^{-1}$.

Delgado e Barbedo (2011) obtiveram extratos por meio da utilização de sementes de pitangueira. Neste caso, a maceração foi realizada de forma manual, nas proporções de 1 g e 10 g, com a utilização somente de sementes e retiradas, quando necessário, a raiz primária ou parte aérea e raiz. O material que foi macerado passou por extração etanólica por duas horas a frio.

Os extratos aquosos são considerados mais naturais por refletirem a reação normal de lançamento dos aleloquímicos ao ambiente, como através de lixiviações (FERREIRA, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE COLETA DO CAPIM – VETIVER E DO CAPIM - PASPALUM

O Capim-vetiver e o Capim-paspalum (Figura 3) foram coletados no sítio experimental localizado na margem direita do Rio São Francisco, no município de Amparo de São Francisco, em talude (coordenadas UTM N= 8.868.789,506, E= 736.583,864) formado por solo classificado como Neossolo Flúvico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). O clima do trecho sedimentar do Baixo São Francisco, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (clima megatérmico úmido e subúmido) com temperatura média anual de 25° C. A precipitação média anual é de 744,0 mm ano^{-1}, com variações na distribuição da chuva ao longo do ano, com período chuvoso entre os meses de março e agosto e o período seco entre os meses de dezembro e fevereiro (CODEVASF, 2003).

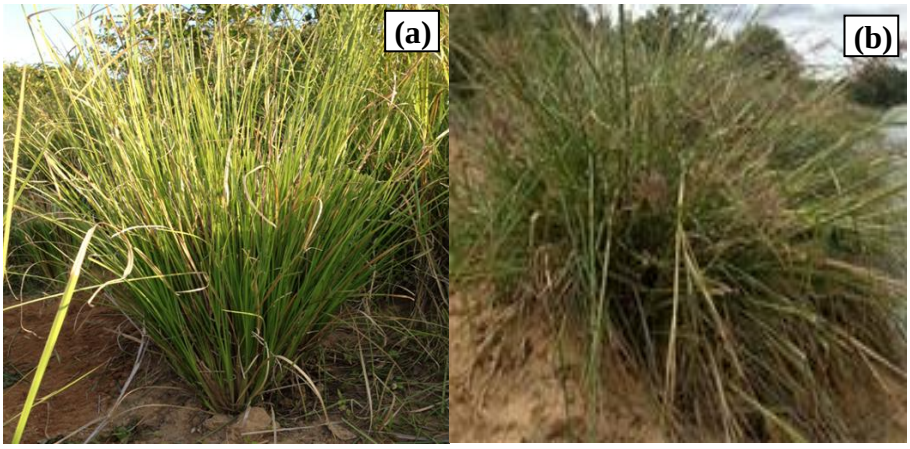

FIGURA 3: Foto de touceiras do capim-vetiver - *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty (a) e do capim-paspalum - *Paspalum milegrana* Schrad (b) no sítio experimental.
Fonte: LABES, 2013.

3.2. PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

Para a identificação da característica alelopática do Capim-vetiver e do Capim-paspalum foram realizados os seguintes ensaios experimentais:

3.2.1. OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL DAS ESPÉCIES BOTÂNICAS

Para realização desses ensaios as plantas de capim-vetiver e capim-paspalum foram coletadas, e separadas em Parte Aéreas (PA) e Raízes (R), sendo o peso inicialmente homogeneizado através de secagem ao sol por 72 horas e estufa à 40ºC durante 48 horas, com a finalidade de se obter peso constante da matéria seca. As folhas e raízes secas foram trituradas no moinho de facas, modelo MA 340 para a obtenção do pó, e a partir deste material foram preparadas as soluções.

3.2.2. EXTRATOS AQUOSOS POR MACERAÇÃO

Foram preparadas soluções com água destilada a partir do pó das folhas e raízes secas do capim-vetiver e do capim-paspalum, nas concentrações (p/v) de 1%, 3% e 5%, tais concentrações foram obtidas considerando 1g (um grama) completando até 100 mL (cem mililitros) de água destilada para a concentração de 1%, e assim por diante, para as demais concentrações. Após 48 horas de extração, as soluções foram filtradas e armazenadas em geladeira até o momento de sua utilização.

3.2.3. EXTRATOS AQUOSOS POR INFUSÃO

Foram preparadas soluções com água destilada a partir do pó das folhas e raízes secas do capim-vetiver e capim-paspalum, nas concentrações (p/v) de 1%, 3% e 5%, e tais concentrações foram obtidas considerando 1g (um grama) completando até 100 mL (cem mililitros) de água destilada fervente para a concentração de 1%, e assim por diante, para as demais concentrações. Estas soluções foram mantidas durante 5 minutos, em seguida foram filtradas e armazenadas em geladeira até o momento de sua utilização.

3.2.4. TRATAMENTOS

No Quadro 1 é apresentado um resumo dos procedimentos e tratamentos trabalhados com os extratos aquosos em três concentrações, da parte aérea e da raiz do capim-vetiver e do capim-paspalum, além do controle, a água destilada, nos testes de germinação com sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Baba de Verão, a partir dos seguintes tratamentos:

QUADRO 1: Tratamentos dos extratos utilizados para o estudo da alelopatia do capim-vetiver e do capim-paspalum.

Tratamento	Técnica de extração	Espécie	Local	Concentração (%)
1	0	0	0	0
2	Maceração	*Vetiver*	P. A.	1
3				3
4				5
5			Raiz	1
6				3
7				5
8		*Paspalum*	P. A.	1
9				3
10				5
11			Raiz	1
12				3
13				5
14	Infusão	*Vetiver*	P. A.	1
15				3
16				5
17			Raiz	1
18				3
19				5
20		*Paspalum*	P. A.	1
21				3
22				5
23			Raiz	1
24				3
25				5

Fonte: Autora da pesquisa.

As análises realizadas para todos os tratamentos foram: pH, condutividade elétrica, quantificação dos açucares solúveis totais (AST), perfil cromatográfico, além de testes de germinação em condições de laboratório. Para avaliar os efeitos dos tratamentos sobre a Primeira Contagem de Germinação (%PCG), Germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Comprimento da Raiz, (CR), Comprimento da Parte Aérea (CPA) e Comprimento do Eixo Embrionário (CEE).

3.3. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS EXTRATOS

3.3.1. pH, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, POTENCIAL OSMÓTICO, E QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

Foi utilizado o pHmetro modelo DM-21, fabricante Digimed, para medir o pH dos extratos, sendo essas medições realizadas com todos os tratamentos.

Foi utilizado o condutívimetro, modelo DM-31, fabricante Digimed, para medir a condutividade elétrica dos extratos, sendo essas medições realizadas com todos os tratamentos.

A partir dos valores obtidos da condutividade, foi determinado o potencial osmótico (PO) de acordo com a fórmula proposta por Ayers e Westcot (1976), ou seja, potencial osmótico em atmosfera (ATM) = - 0,36 x CE (condutividade elétrica em $mS.cm^{-1}$). Os dados foram transformados para Mpa (MAIA et al., 2013).

Os tratamentos foram quantificados quanto à concentração de açúcares solúveis totais (AST), utilizando-se o método do fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Para a dosagem foram retirados 50 µL das amostras (extratos) e colocado em tubo de ensaio, onde foram adicionados 450 µL de água destilada, 500 µL de fenol a 5% (p/v) e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após um tempo de repouso para que as soluções ficassem a temperatura ambiente, já que a reação é exotérmica, foram realizadas as leituras das absorbâncias no espectrofotômetro de absorção na região do UV-VIS, marca Varian, modelo Cary 100. As concentrações de açúcares foram determinadas através da curva padrão de glicose. Foi realizada uma varredura com a solução padrão e identificado a maior banda de absorção no comprimento de onda de 490 nm.

O valor da absorbância do branco (água destilada) foi subtraído dos valores das absorbâncias obtidos para a curva padrão e amostras.

Para o cálculo da quantidade de açucares solúveis totais nas amostras foi utilizada a equação da reta obtida da curva de calibração de glicose (Figura 4):

$y = 0{,}9677x - 0{,}0712$ ($R^2 = 0{,}9998$), onde:

y = absorbância da amostra e,
x = concentração da amostra.

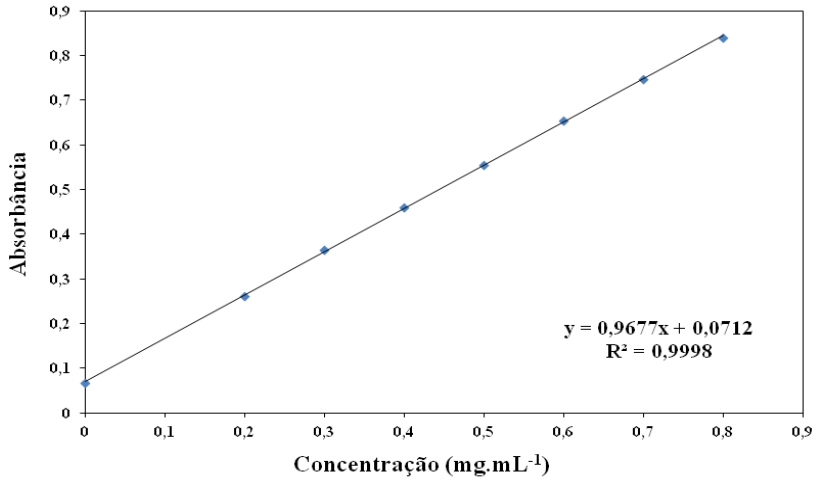

FIGURA 4: Curva de calibração de glicose em meio aquoso na faixa de concentração de 0,2 a 0,8 mg.mL $^{-1}$.
Fonte: Autora da pesquisa.

3.3.2. PERFIL CROMATOGRÁFICO DOS EXTRATOS LIOFILIZADOS

Os perfis cromatográficos foram realizados com os extratos na concentração de 5%, tratamentos 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 e 25 para obtenção de aleloquímicos em maior quantidade. Estes foram congelados em ultrafreezer a temperatura -86ºC, liofilizados e armazenados em freezer até a sua utilização. As substâncias obtidas dos extratos aquosos após a liofilização foram dissolvidas numa solução metanol:água (1:1) a fim de se obter uma concentração final de 12 mg.mL^{-1}. A análise por HPLC foi realizada num sistema de cromatografia líquida Shimadzu modelo Prominence que consiste de um desgaseificador DGU-20A$_3$, um autoinjetor SIL-20A, duas bombas LC-20AT, forno de coluna CTO-20A, detector UV com arranjo de diodos SPD-M20A conectado a uma interface CBM 20A. A separação cromatográfica foi realizada utilizando uma coluna analítica fenil-hexil Kinetex® (5 μm, 150 x 4,6 mm, Phenomenex) a 40^{o}C mantida pelo forno de coluna. O fluxo utilizado foi 1,0 mL/min e o volume da injeção da amostra foi de 20 μL. A fase móvel consistiu de uma mistura de água com 0,1% de ácido fórmico (A) e metanol (B), variando de 5% até 100% (B) em 60 min (modo de eluição gradiente), permanecendo 5 min em 100% (B) e, em seguida, retornando às condições iniciais. O detector UV com arranjo de fotodiodos operou entre 200-800nm para aquisição dos cromatogramas. Antes das análises por HPLC, as soluções foram centrifugadas a 13400rpm durante 5 minutos e os respectivos sobrenadantes foram separados, acondicionados em frascos de vidro apropriados e armazenados em freezer até as injeções no HPLC-DAD.

3.4. TESTE DE GERMINAÇÃO COM SEMENTES DE *Lactuca sativa* L.

Os testes foram realizados com a alface (*Lactuca sativa* L.), em quadruplicata com 50 sementes por gerbox, 200 sementes por tratamento, totalizando 100 caixas gerbox e 5.000 sementes analisadas para os 25 tratamentos. Elas foram colocadas sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com os tratamentos, na proporção 2,5 vezes o peso do substrato, em caixas gerbox e estas em câmera de germinação, do tipo BOD a temperatura constante de 20ºC com controle fotoperiódico de 8h de luz e 16h de escuro até o final do teste. As avaliações foram realizadas diariamente até o sétimo dia de implantação do experimento (BRASIL, 2009).

Exemplo1: Cálculo do volume de extrato utilizado para cada repetição.

$m_{substrato} = 5$ g

$m_{extrato} = 2,5$ X 5 g = 12,5g ---- $V_{extrato} = 12,5$mL

Nos experimentos foram necessários aproximadamente 50mL do extrato por tratamento, já que foram utilizados quatro repetições.

3.4.1. PARÂMETROS AVALIADOS NOS TESTES DE GERMINAÇÃO

Foram utilizadas todas as plântulas normais identificadas por repetição em cada tratamento e calculada a média das repetições para todos os parâmetros avaliados, exceto para o CPA, CR e CEE. Nesses parâmetros foram utilizadas 10 plântulas normais por repetição, 40 por tratamento, totalizando 1.000 plântulas.

3.4.1.1. PORCENTAGEM DA PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (%PCG)

A primeira contagem da germinação foi realizada conjuntamente com o teste de germinação. No quarto dia, após a implantação dos experimentos, foi calculado o percentual de plântulas normais, assim:

%G = quantidade de plântulas normais (4ºdia) / 50 (quantidade de sementes por gerbox)

3.4.1.2. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G)

Corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais obtidas sob as condições e períodos especificados. Plântulas normais são aquelas que possuem as estruturas essenciais para continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal. No sétimo dia foi encerrado o experimento e realizado o cálculo da porcentagem final de germinação, assim:

%G = quantidade de plântulas normais (7ºdia) /50 (quantidade de sementes por gerbox)

3.4.1.3. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

É uma ferramenta para avaliar o vigor das sementes, cuja expressão matemática associa o número de plântulas com suas partes constituintes normais com o número de dias. Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas normais e a quantidade de dias correspondente, foi calculado o IVG utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962), assim:

$$\mathbf{IVG} = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + ... + (G_n/N_n), \text{ em que:}$$

G_1, G_2, G_3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;
N_1, N_2, N_3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

3.4.1.4. TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG)

Utilizou-se o material do teste de germinação, contabilizando diariamente o número de sementes germinadas após a instalação do teste. Esse índice representa a média ponderada do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação a germinação diária, calculado pela equação:

TMG = (G1T1+ G2T2 + ... GnTn) / (G1+ G2 + ...+ Gn), sendo:

TMG - é o tempo médio, em dias, necessário para atingir a germinação máxima; **G1, G2 e Gn** é o número de sementes germinadas e nos tempos **T1, T2 e Tn**, respectivamente.

3.5. PARÂMETROS AVALIADOS NAS PLÂNTULAS

3.5.1. COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (CPA)

No final do teste de germinação foi realizada a medição do Comprimento da Parte Aérea com a régua, em dez plântulas normais, retiradas da gerbox aleatoriamente. Os resultados foram obtidos através da média do comprimento da parte aérea das dez plântulas por repetição e expressos em cm (Figura 5).

3.5.2. COMPRIMENTO DA RAIZ (CR)

No final do teste de germinação foi realizada a medição do Comprimento da Raiz com a régua, em dez plântulas normais, retiradas da gerbox aleatoriamente. Os resultados foram obtidos através da média do comprimento da raiz das dez plântulas por repetição e expressos em cm.

3.5.3. COMPRIMENTO DO EIXO EMBRIONÁRIO (CEE)

No final do teste de germinação foi realiza a medição do Comprimento do Eixo Embrionário com a régua, em dez plântulas normais, retiradas da gerbox aleatoriamente. Os resultados foram obtidos através da média do comprimento do eixo embrionário das dez plântulas por repetição e expressos em cm.

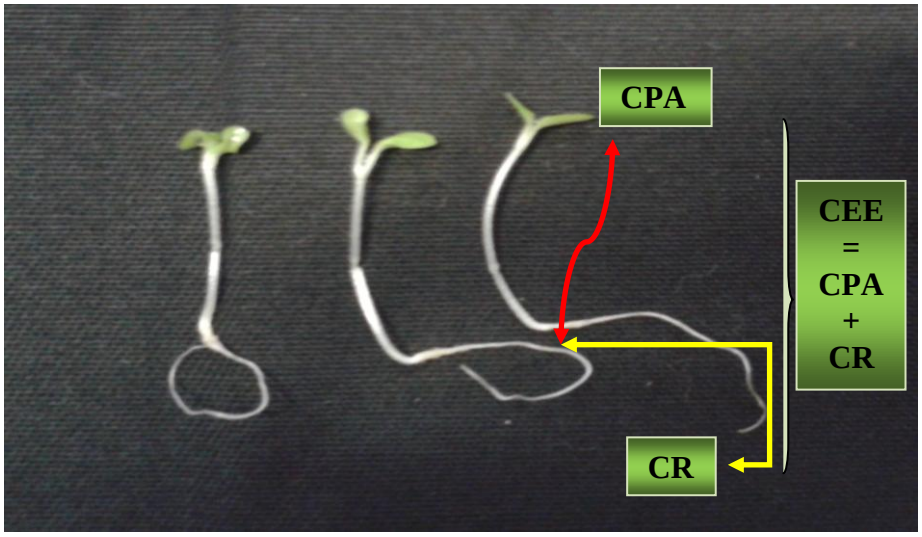

FIGURA 5: Foto com representação de medidas realizadas para o Comprimento da Parte Aérea (CPA), Comprimento da Raiz (CR) e Comprimento do Eixo Embrionário (CEE).
Fonte: Autora da pesquisa.

3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 25 tratamentos, 4 repetições e 200 sementes para cada tratamento dos testes em laboratório. No estudo da interação entre a técnica e parte da planta, também foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 4 tratamentos e 4 repetições para as duas espécies (Vetiver e Paspalum), consideradas como experimentos independentes.

Os resultados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (Teste F) e as médias comparadas pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para as variáveis: Primeira Contagem de Germinação (%PCG), Germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Comprimento da Raiz (CR), Comprimento da Parte Aérea (CPA) e Comprimento do Eixo Embrionário (CEE).

Foi realizada a interação técnica vs. parte da planta com os extratos aquosos da espécie a 5%. Os resultados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (Teste F) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade para as variáveis: Primeira Contagem de Germinação (%PCG), Germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Comprimento da Raiz (CR) e Comprimento da Parte Aérea (CPA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS EXTRATOS

As respostas fisiológicas e morfológicas das sementes ou das plântulas à exposição a compostos alelopáticos dos capins vetiver e paspalum são manifestações decorrentes de alterações cujos mecanismos são investigados nesse estudo. O perfil químico da maioria das espécies testadas nesses bioensaios de alelopatia também não está disponível na literatura. Assim, a realização da caracterização físico-química dos extratos vegetais utilizados nesses bioensaios é importante para que se possa concluir a respeito dos efeitos biológicos observados (MARASCHIN-SILVA & ÁQUILA, 2006). Nesse sentido, são apresentados inicialmente as características dos extratos alcançados na tentativa de melhor entende-los na aplicação dos testes que definem ou não alelopatia provocada pelas espécies estudadas.

4.1.1. pH

Avaliando especificamente o pH, os extratos aquosos por maceração variaram entre 5,17 a 6,60, os extratos aquosos por infusão variaram entre 5,38 a 6,30 e para comparação, o pH da água destilada foi de 6,19 (Tabela 1). Os menores valores de pH foram identificados nos extratos aquosos das raízes do vetiver e paspalum. O pH de todos os tratamentos apresentaram baixa variação entre os valores e baixa acidez. As medidas de pH encontradas por Abreu (1997) variaram entre 5,2 a 6,0 para extratos provenientes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) utilizados na germinação de alface (*Lactuca sativa* L.) e canafístula (*Peltophorum dubium*), não se diferenciando dos dados gerados nesses ensaios.

TABELA 1: Dados físico-químicos dos extratos aquosos do Capim-vetiver e do Capim-paspalum**.**

Trat.	Espécie	Local	Conc. (%)	pH	C.E. ($mS.cm^{-1}$)	P.O (Mpa)
1	0	0	0	6,19	0,00	0,00
Maceração						
2	*Vetiver*	P. A.	1	6,48	0,37	-0,01
3			3	6,22	0,86	-0,03
4			5	6,57	1,36	-0,05
5		Raiz	1	5,78	0,18	-0,01
6			3	5,17	0,45	-0,02
7			5	5,26	0,77	-0,03
8	*Paspalum*	P. A.	1	6,48	0,59	-0,02
9			3	6,22	1,66	-0,06
10			5	6,57	2,62	-0,10
11		Raiz	1	6,60	0,28	-0,01
12			3	5,23	0,61	-0,02
13			5	6,20	0,96	-0,03
Infusão						
14	*Vetiver*	P. A.	1	6,02	0,31	-0,01
15			3	5,68	0,74	-0,03
16			5	6,05	1,25	-0,05
17		Raiz	1	6,23	0,14	-0,01
18			3	6,00	0,31	-0,01
19			5	6,30	0,59	-0,02
20	*Paspalum*	P. A.	1	6,08	0,23	-0,01
21			3	5,74	0,64	-0,02
22			5	5,88	1,35	-0,05
23		Raiz	1	6,12	0,16	-0,01
24			3	5,73	0,43	-0,02
25			5	5,38	0,61	-0,02

Fonte: Autora da pesquisa.

Segundo Eberlein (1987), no que se refere à germinação e crescimento de plântulas só caracterizam-se interferência por potencial hidrogeniônico quando é muito básico ou extremamente ácido, observando-se efeitos prejudiciais em pH abaixo de 4 e acima de 10.

Assim tais parâmetros estão de acordo com os padrões aceitáveis para a germinação, crescimento e desenvolvimento de plântulas em testes com potenciais alelopáticos.

4.1.2. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E POTENCIAL OSMÓTICO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada uma planta glicófita, ou seja, ela não é capaz de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações salinas, com isso os sais promovem distúrbios fisiológicos comprometendo a vida vegetal. Em condições de estresse, o ajustamento osmótico é o mecanismo chave, pelo qual as plantas se tornam capazes de adaptar-se aos elevados níveis de salinidade e continuar a obter água suficiente para o crescimento e desenvolvimento.

A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico e, portanto, a magnitude de escassez de água na planta (DIAS & BLANCO, 2010). Na planta, os sais ocasionam redução do potencial osmótico devido à alta acumulação Na^+, Cl^- e K^+ e outros íons (HASEGAWA et al., 2000).

Na Tabela 1, os resultados mostram baixas concentrações de eletrólitos. A condutividade elétrica dos extratos aquosos por maceração aumentou com o aumento da concentração daqueles extraídos da parte aérea (Tratamentos 2, 3, 4, 8, 9 e 10), sendo então os que apresentaram maiores valores de condutividade elétrica do que aqueles extraídos da raiz (Tratamentos 5, 6, 7, 11, 12 e 13) tanto para o capim-vetiver quanto para o capim-paspalum. O mesmo aconteceu com os extratos aquosos por infusão, a condutividade elétrica aumentou com o aumento da concentração daqueles extraídos da parte aérea (Tratamentos 14, 15, 16, 20, 21 e 22) que apresentaram maiores valores do que aqueles extraídos da raiz (Tratamentos 17, 18, 19, 23, 24 e 25) tanto para o capim-vetiver, quanto para o capim-paspalum.

Os valores de potencial osmótico apresentaram baixa variação entre os extratos aquosos do capim-vetiver e do capim-paspalum, com valores de -0,01 a -0,10 MPa para todos os extratos. Esses valores provavelmente estão fora dos valores extremos que poderiam afetar a germinação e o desenvolvimento das plântulas de alface.

Na Tabela 1, é possível também verificar que o potencial osmótico é inversamente proporcional a condutividade elétrica. Resultados similares foram encontrados por Silva et al. (2013), ao estudar diferentes concentrações das soluções cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio ($CaCl_2$) e sulfato de sódio (Na_2SO_4), em analogia às condições de campo. Com isso, pôde-se observar que para todos os sais estudados o

acréscimo da molaridade ocasionou aumento na condutividade elétrica da solução e redução no potencial osmótico.

De acordo com Souza et al. (2003), valores de condutividade elétrica abaixo de 20 $mS.cm^{-1}$ não influenciam negativamente a germinação. Gatti et al., (2007) consideram adequados para germinação de sementes que os valores de potencial osmótico não ultrapassem -0,2 MPa em testes alelopáticos.

4.1.3. ANÁLISE QUANTITATIVA DE AÇUCARES SOLÚVEIS TOTAIS

O início da embebição geralmente é acompanhado pela rápida lixiviação de exsudados da semente, como açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e íons. Em condições de campo, essas substâncias liberadas (principalmente os açúcares) podem estimular o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, determinando prejuízos ao estabelecimento das plântulas e aumento do potencial de transmissão de doenças pelas sementes. Altas concentrações de açúcares podem mascarar o efeito alelopático por influenciar na concentração iônica e ser osmoticamente ativos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

A relação da concentração dos açúcares solúveis totais com o potencial osmótico não afetou no processo de germinação das sementes, visto que os valores das concentrações de AST nos extratos foram baixos e a concentração é diretamente proporcional ao potencial osmótico. A germinação da semente em solos com baixo potencial hídrico depende da habilidade de cada espécie (SANTOS et al., 1992).

Na Tabela 2, apresenta-se as concentrações de açúcares solúveis totais identificadas nos extratos aquosos do capim-vetiver e do capim-paspalum, sendo as maiores concentrações de AST de 4,60; 4,02; 3,59; 2,90 e 2,73 $mg.mL^{-1}$ para os extratos obtidos da raiz do vetiver por infusão e por maceração, da raiz e da parte aérea do paspalum por infusão, e da raiz do paspalum por maceração, respectivamente. Todos na concentração de 5%.

Ocorreu o aumento da concentração de açúcares solúveis totais com o aumento da concentração dos extratos. As concentrações de açúcares solúveis totais nos extratos realizados com a raiz são maiores que a dos extratos obtidos da parte aérea do capim vetiver, tanto pela técnica de maceração, quanto pela técnica de infusão. No entanto, com capim paspalum não ocorreu o mesmo, sendo possível perceber uma maior concentração de AST nos extratos obtidos da parte aérea utilizando a técnica de maceração na concentrações de 1 e 3%. Com os extratos obtidos da parte aérea do paspalum na concentração de 5% por

maceração e nos extratos da raiz do capim paspalum, considerando a técnica de infusão, ocorreu o mesmo comportamento que nos extratos do capim vetiver (Tabela 2).

As reservas de carboidratos são utilizadas pelo embrião como fonte de energia e substrato em nível celular, no processo de germinação da semente (DURDA et al., 2007).

TABELA 2: Concentração de açúcares solúveis totais nos extratos

Trat.	**Espécie**	**Local**	**Conc. (%)**	**Conc. de AST ($mg.mL^{-1}$)**
1	0	0	0	0
Maceração				
2	*Vetiver*	P. A.	1	0,42
3			3	1,57
4			5	2,23
5		Raiz	1	0,99
6			3	2,11
7			5	4,02
8	*Paspalum*	P. A.	1	0,57
9			3	1,80
10			5	2,53
11		Raiz	1	0,41
12			3	1,23
13			5	2,73
Infusão				
14	*Vetiver*	P. A.	1	0,23
15			3	1,37
16			5	2,23
17		Raiz	1	0,59
18			3	2,79
19			5	4,60
20	*Paspalum*	P. A.	1	0,54
21			3	1,47
22			5	2,90
23		Raiz	1	0,90
24			3	1,76
25			5	3,59

Fonte: Autora da pesquisa.

4.1.4. PERFIL CROMATOGRÁFICO DOS EXTRATOS AQUOSOS LIOFILIZADOS

Os perfis cromatográficos foram realizados nos comprimentos de onda de λ= 245nm, 254nm, 280nm, 310nm e 320nm para todos os extratos na concentração de 5%. O comprimento de onda selecionado foi baseado no maior número de picos e/ou maior intensidade do sinal para cada amostra.

As análises por HPLC-DAD das amostras (Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12) revelaram a presença de picos com espectros de UV característicos de compostos fenólicos em todos os extratos analisados.

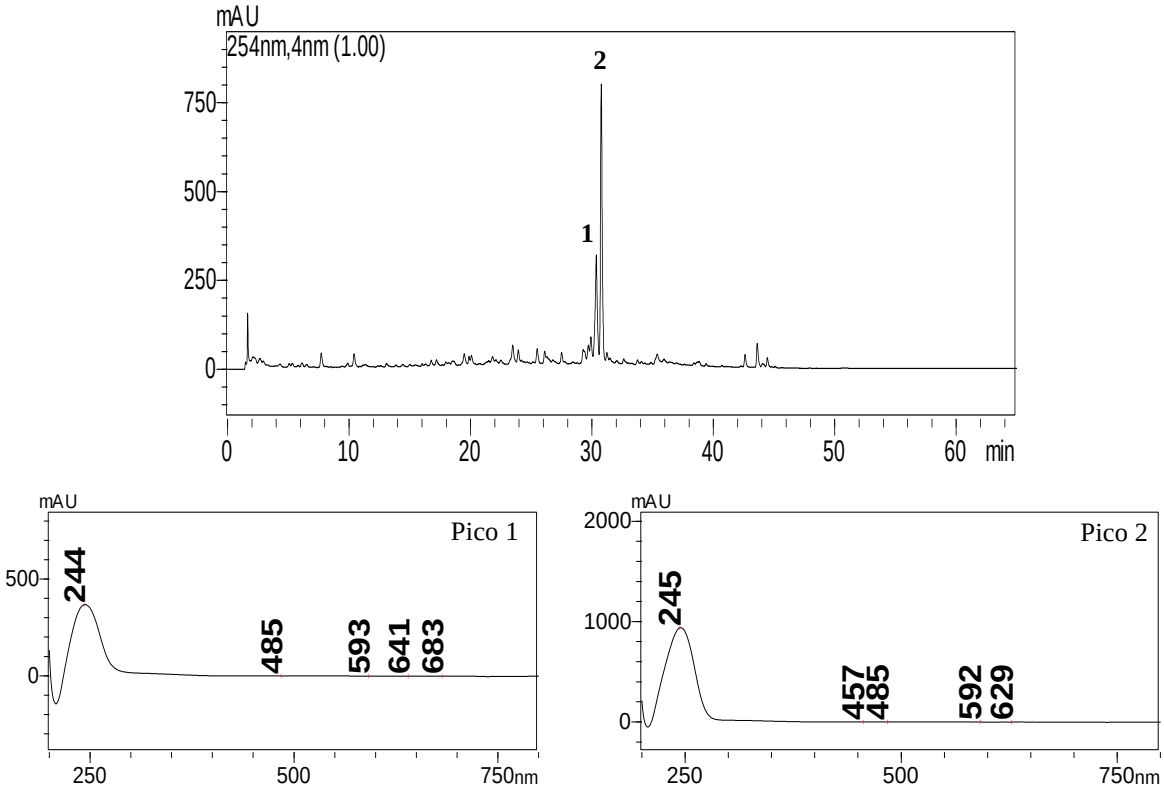

FIGURA 6: Cromatograma (HPLC-DAD) do extrato aquoso por infusão das raízes do vetiver em 254nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1 e 2. Fonte: Autora da pesquisa.

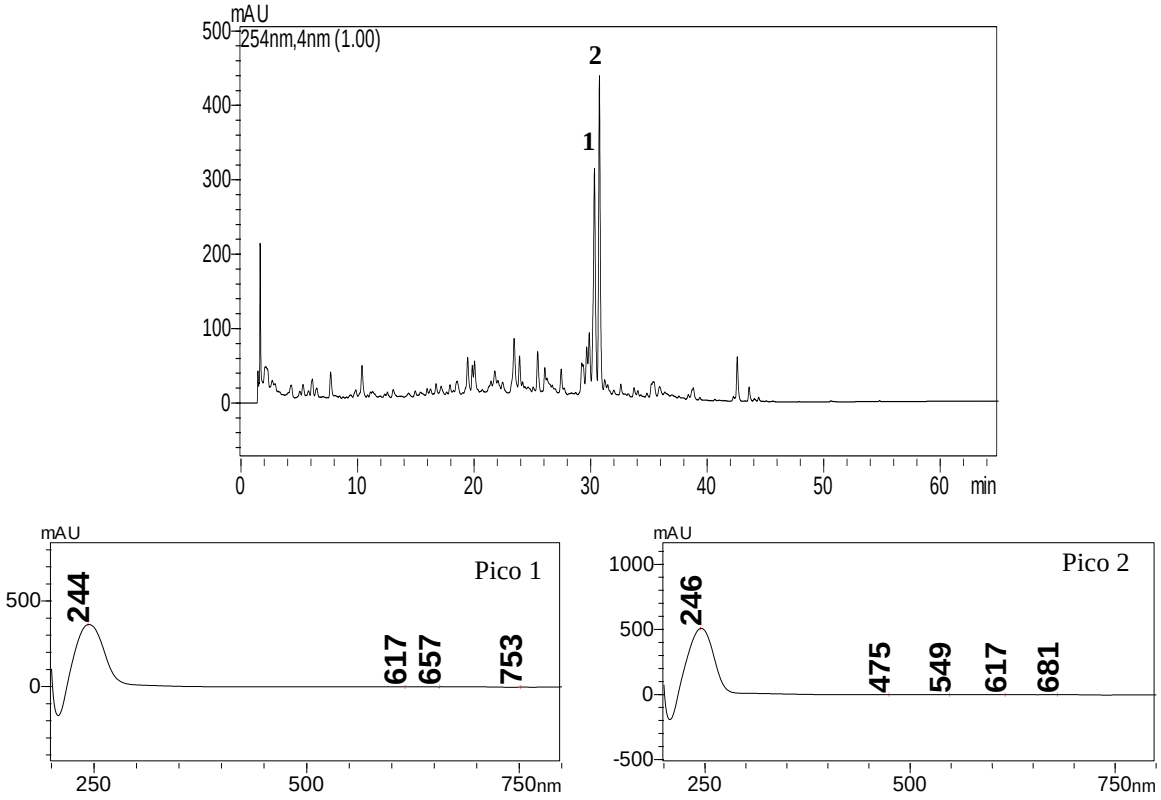

FIGURA 7: Cromatograma (HPLC-DAD) do extrato aquoso por maceração das raízes do vetiver em 254nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1 e 2. Fonte: Autora da pesquisa.

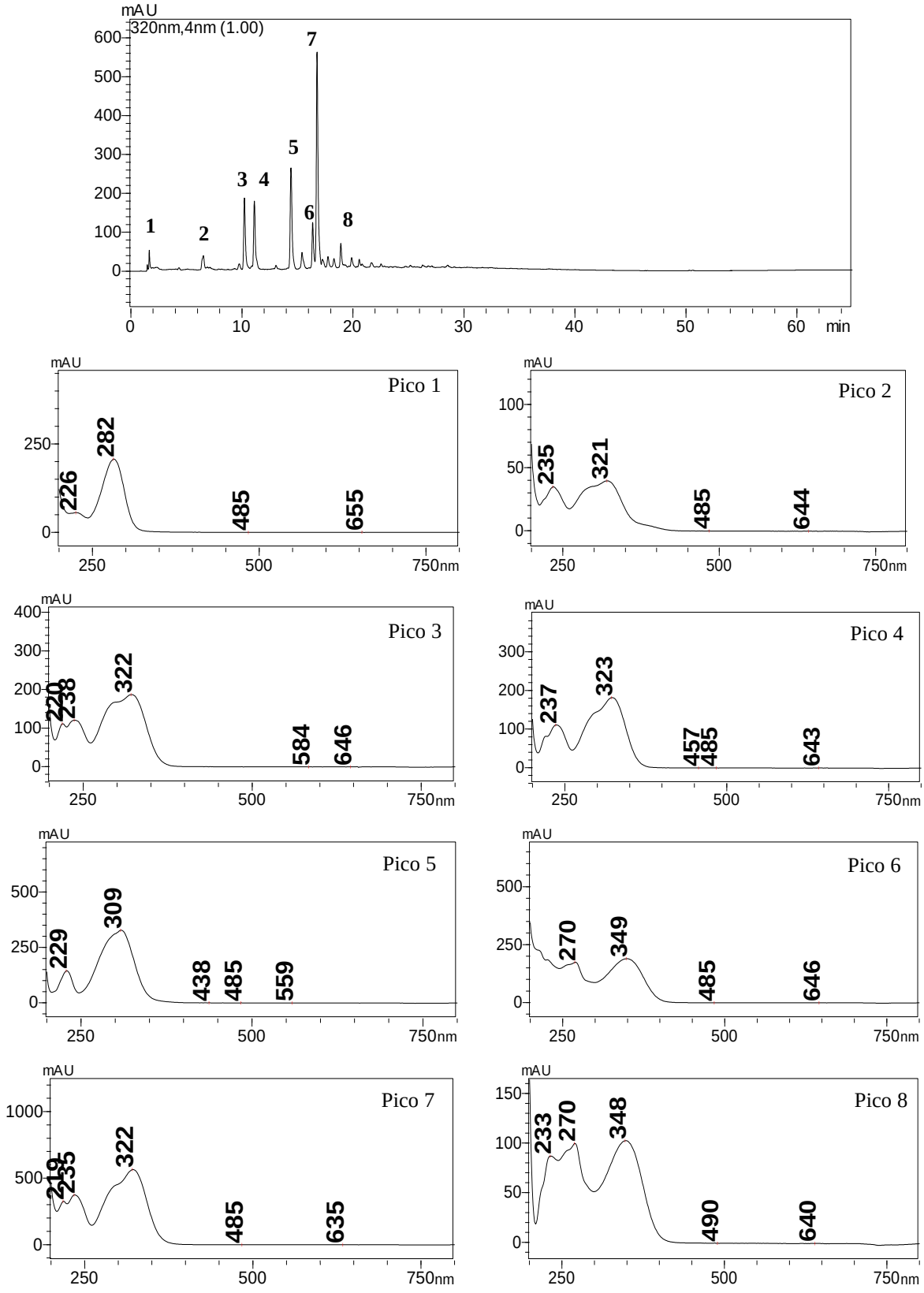

FIGURA 8: Cromatograma (HPLC-DAD) do extrato aquoso por maceração das partes aéreas do vetiver em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.
Fonte: Autora da pesquisa.

Como esperado, o perfil cromatográfico das amostras do capim-paspalum se apresentou diferente daqueles obtidos a partir do capim-vetiver. Para as amostras de *Paspalum* foi possível verificar similaridades entre os perfis cromatográficos no comprimento de onda selecionado (λ=320nm e 280nm), independente da parte do vegetal e do método de preparação utilizado, exceto para a amostra obtida por maceração das partes aéreas de *Paspalum*, a qual apresentou perfil cromatográfico diferente das demais.

Observação similar foi verificada após as análises por HPLC-DAD das amostras de *Vetiver*. No comprimento de onda selecionado (λ=254nm e 320nm), apenas a amostra obtida por maceração da parte aérea apresentou-se diferente das demais.

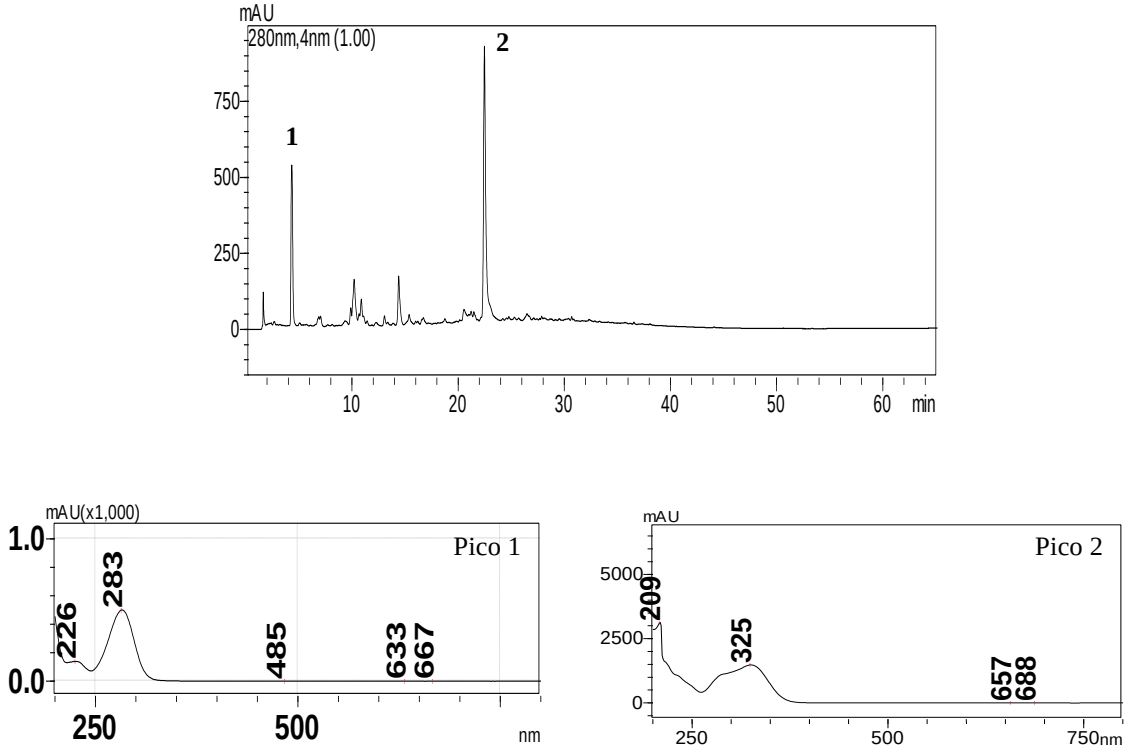

FIGURA 9: Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por infusão das raízes do paspalum em 280nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1 e 2.
Fonte: Autora da pesquisa.

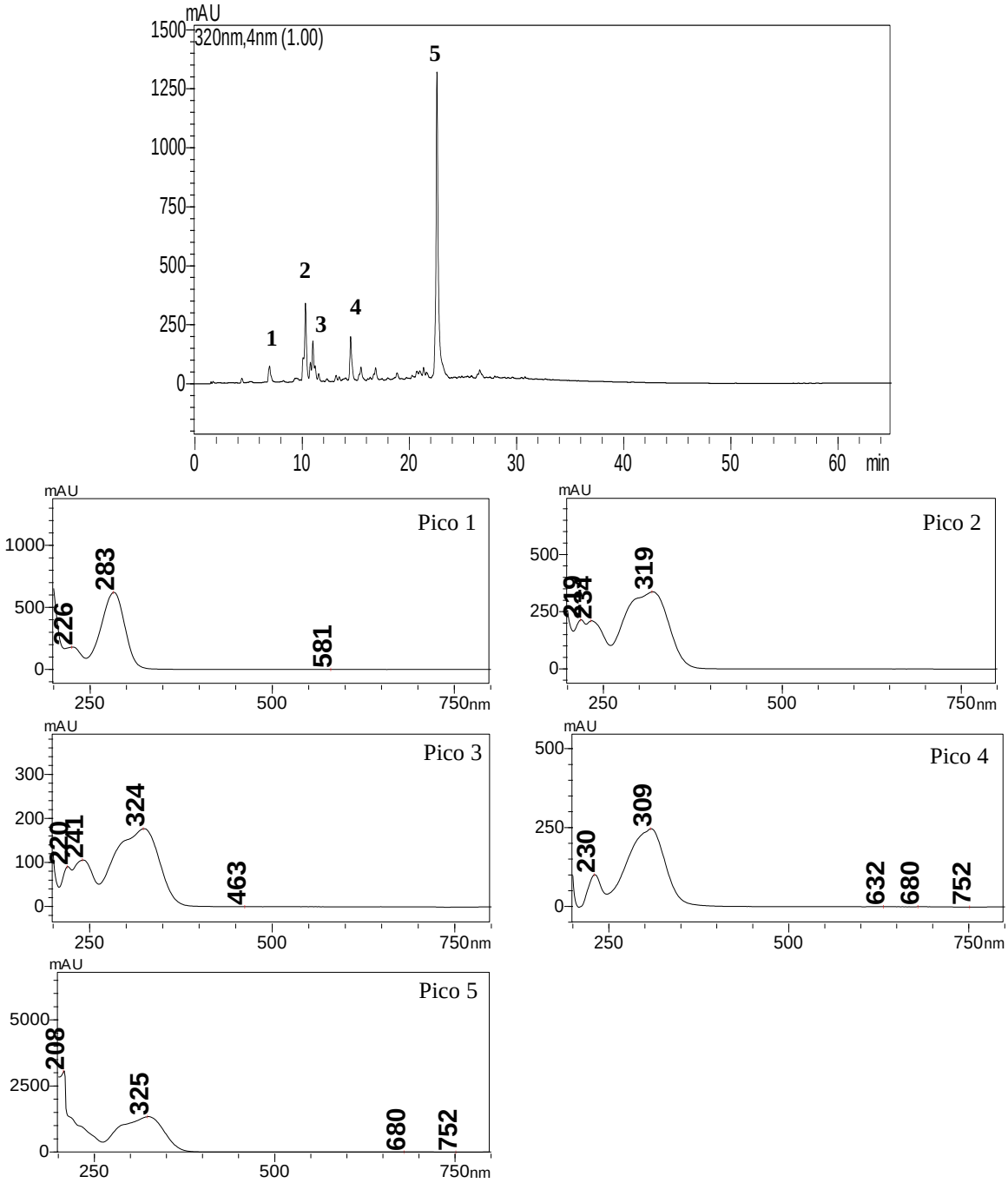

FIGURA 10: Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por maceração das raízes do paspalum em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4 e 5.
Fonte: Autora da pesquisa.

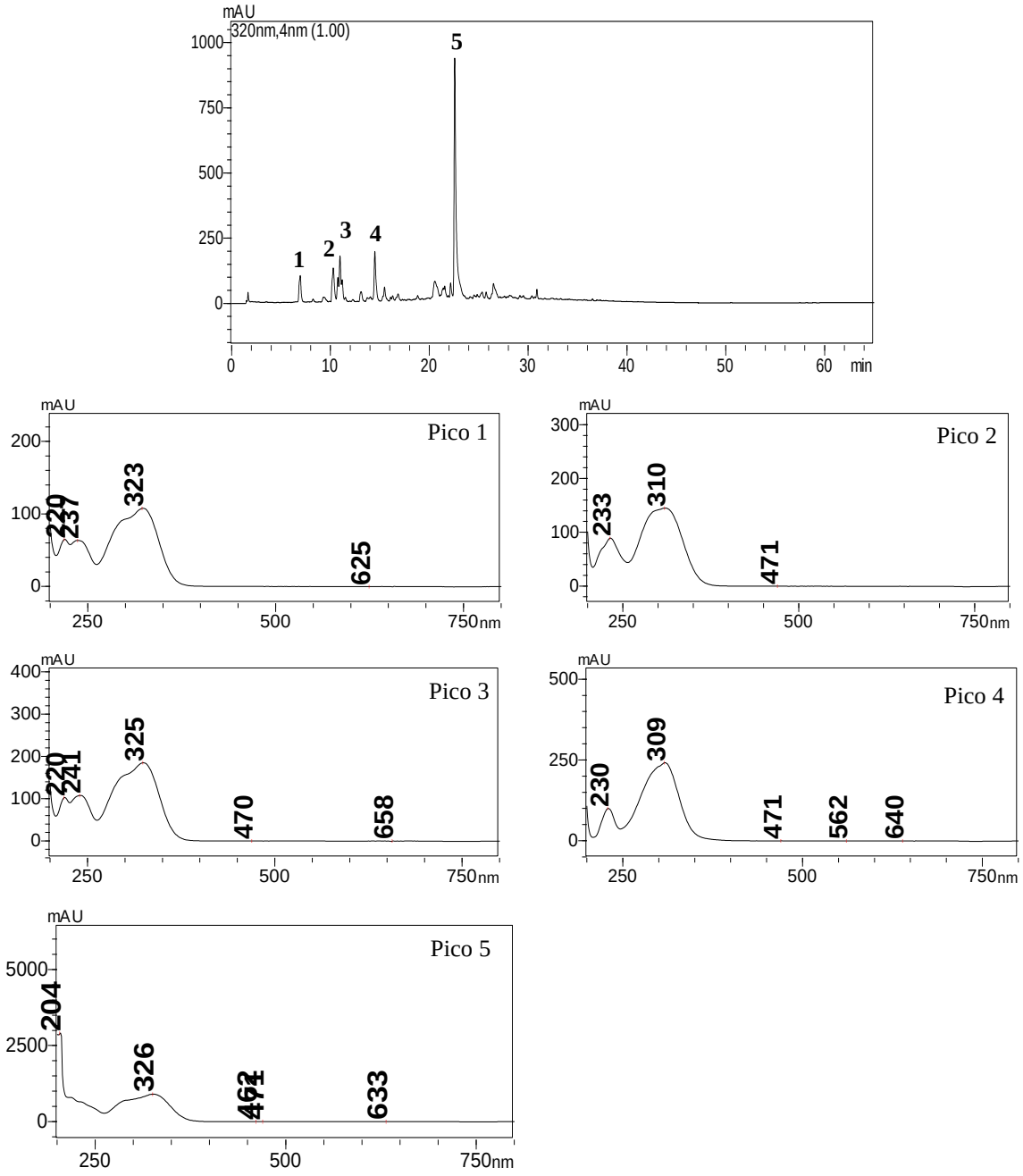

FIGURA 11: Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por infusão das partes aéreas do paspalum em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4 e 5.
Fonte: Autora da pesquisa.

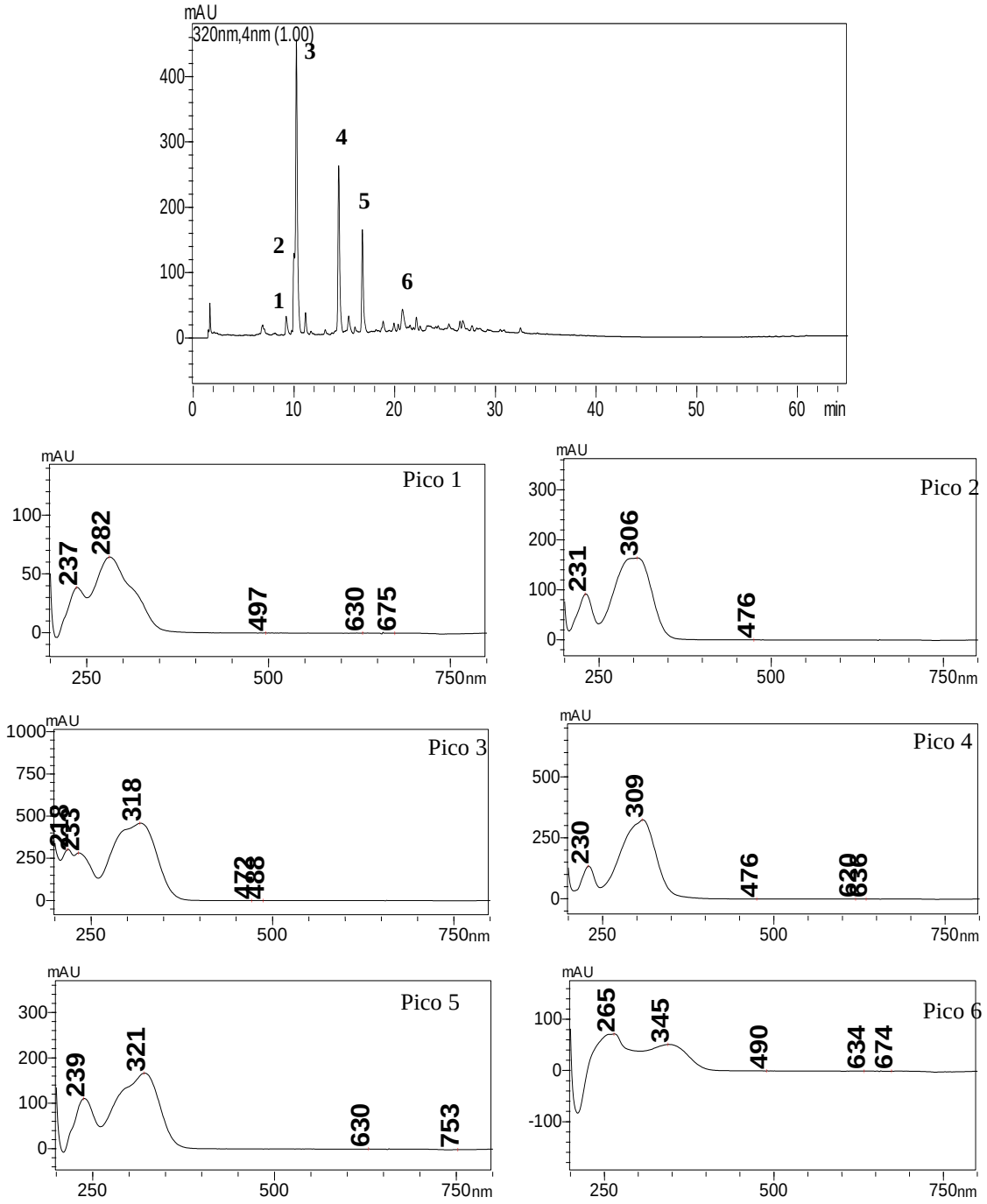

FIGURA 12: Cromatogramas (HPLC-DAD) dos extratos aquosos por maceração das partes aéreas do paspalum em 320nm e seus respectivos espectros de absorção no UV dos picos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.
Fonte: Autora da pesquisa.

Segundo Barros (2008), na pesquisa fitoquímica do extrato aquoso por infusão liofilizado de *Vetiveria zizanioides*, na concentração de 5%, foi obtido 0,51% de flavonoides. Este foi quantificado através da curva padrão de rutina. No fracionamento direcionado para

heterosideos digitálicos, foram determinados os seguintes metabólicos secundários: ácido fenólico, flavonoides, terpenoide e/ou saponina e heterosideos digitálicos. Já no óleo essencial das raízes do vetiver cultivada no Hospital de Medicina de Goiás, foram encontrados monoterpenos, sesquiterpenos, fenilpropanóide e álcool alifático.

Estas substâncias aleloquímicas também interferem na conservação, dormência e germinação das sementes, crescimento das plântulas e vigor vegetativo das adultas, isso, por atuarem nas funções vitais da respiração, fotossíntese, divisão celular, nutrição e reprodução, (ALMEIDA, 1988).

4.2. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DOS EXTRATOS NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Lactuca sativa* L.

Foi verificado na análise de variância que o percentual de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, apresentaram o "F" Calculado das quatro variáveis estudadas maior que o "F" Tabelado ao nível de 5 %, indicando a existência de diferença estatística entre as médias. Os coeficientes de variação foram 21,88; 7,99; 9,36 e 8,17, respectivamente (Tabela 3). Também na análise de variância do comprimento da parte aérea, raiz e eixo embrionário das plântulas de alface, no qual apresentaram o "F" Calculado maior que o "F" Tabelado ao nível de 5%, indicando a existência de diferença estatística entre as médias. Os coeficientes de variação nesse caso foram 9,87; 13,63; e 10,28, respectivamente (Tabela 4). Isso mostra que os testes realizados em condições ideais, como as de laboratório, possuem sensibilidade para identificar diferenças do potencial fisiológico entre as sementes de alface submetidas aos extratos vegetais aquosos das espécies em estudo.

TABELA 3: Resumo das Análises de Variâncias (ANAVA), considerando as variáveis analisadas: Primeira Contagem de Germinação (PCG), Porcentagem de Germinação (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG).

Variáveis	CV (%)	GL	QM	Fc
Primeira Contagem de Germinação	21,88	24	2069,66	27,76
Porcentagem de Germinação	7,99	24	2093,61	72,83
Índice de Velocidade de Germinação	9,36	24	38,28	80,77
Tempo Médio de Germinação	8,17	24	2,64	16,09

Fonte: Autora da pesquisa.

A ANAVA dos comprimentos das plântulas de alface foi realizada através da média aritmética de dez plântulas por repetição, no máximo. Em quase todos os tratamentos foram possíveis fazer as medições para essa quantidade de plântulas, no entanto com o tratamento 5 a média aritmética foi realizada com 5 plântulas por repetição.

TABELA 4: Resumo das Análises de Variâncias (ANAVA), considerando as variáveis analisadas: comprimento da parte aérea (C. P. A.), comprimento da raiz (C. R.), comprimento do eixo embrionário (C. E. E.).

Variáveis	CV (%)	GL	QM	Fc
Comprimento da Parte Aérea (cm)	9,87	24	1,49	28,37
Comprimento da Raiz (cm)	13,63	24	2,82	9,78
Comprimento do Eixo Embrionário (cm)	10,28	24	4,66	11,21

Fonte: Autora da pesquisa.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, podemos inferir que os tratamentos 2, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 22 e 25 apresentaram inibição ou aceleração, estatisticamente, em relação ao controle para as quatro variáveis estudadas, %PCG, %G, IVG e TMG. Os demais tratamentos não diferiram significativamente da testemunha, em pelo menos uma variável estudada. O Índice de Velocidade de Germinação foi a única variável que todos os tratamentos referentes aos extratos aquosos apresentaram diferença estatística em relação ao controle, tratamento 1, referente aos testes de germinação de sementes de alface somente com água destilada.

TABELA 5: Estudo comparativo das médias das variáveis, Primeira Contagem de Germinação (PCG), Porcentagem de Germinação (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG) dos 25 tratamentos.

Trat.	Espécie	Local	Conc. (%)	PCG (%)	G (%)	IVG	TMG (dias)
1	0	0	0	58 c	76,5 b	10,22 c	4,21 e
				Maceração			
2	*Vetiver*	P. A.	1	85,5 a	86,5 a	13,28 a	3,33 f
3			3	77,5 a	90,5 a	12,85 a	3,85 e
4			5	72,5 b	81 b	11,55 b	3,76 e
5		Raiz	1	9 f	10 f	1,23 i	4,10 e
6			3	13 f	21 e	2,36 h	4,65 d
7			5	12 f	19 e	2,13 h	4,59 d
8	*Paspalum*	P. A.	1	49,5 d	71 c	7,94 e	4,70 d
9			3	58,5 c	78,5 b	9,12 d	4,44 d
10			5	27,5 e	66,5 c	6,82 f	5,09 c
11		Raiz	1	13,5 f	25,5 e	2,73 h	4,78 d
12			3	31,5 e	56 d	5,90 g	4,99 d
13			5	38,5 e	73 c	8,02 e	4,72 d
				Infusão			
14	*Vetiver*	P. A.	1	67 b	87,5 a	9,84 d	4,70 d
15			3	48 d	80,5 b	8,32 e	5,20 c
16			5	35 e	74 c	7,55 f	5,16 c
17		Raiz	1	14,5 f	62 d	5,21 g	6,30 b
18			3	14,5 f	77 b	5,74 g	6,83 a
19			5	21 f	72 c	6,27 g	6,13 b
20	*Paspalum*	P. A.	1	39 e	80,5 b	7,84 e	5,55 c
21			3	35 e	76 b	7,31 f	5,62 c
22			5	36,5 e	75 c	7,31 f	5,54 c
23		Raiz	1	44 e	80,5 b	8,11 e	5,35 c
24			3	63 c	86 a	9,52 d	4,80 d
25			5	32,5 e	71,5 c	6,85 f	5,62 c

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** Os tratamentos correspondem aos extratos aquosos por maceração e infusão, da parte aérea e raiz das espécies Vetiver e Paspalum, em três concentrações, 1, 3 e 5%. Além da ausência das espécies para o controle, realizado somente com água destilada.

Fonte: Autora da pesquisa.

É possível verificar na Tabela 6, as interações entre as técnicas (maceração e infusão) e as partes das plantas que foi obtido o material vegetal (parte aérea e raiz) nos testes dos efeitos alelopáticos realizados com extratos aquosos do Vetiver na concentração de 5%, obtiveram coeficientes de variação baixos para todas as variáveis analisadas. O "F" Calculado para a interação técnica *vs.* parte da planta foi maior que o "F" Tabelado no nível de 5% para a PCG, G e IVG, indicando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores técnica e parte da planta. O teste "F" não foi significativo para a variável TMG.

TABELA 6: Desdobramentos das interações da análise de variância referente a PCG, G, IVG e TMG do teste de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-vetiver na concentração de 5%.

Técnica	**PCG (%)**		**G (%)**		**IVG**		**TMG (dias)**	
	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz
Maceração	72Aa	12Bb	81Aa	19Bb	11,55Aa	2,13Bb	3,76Bb	4,59Ba
Infusão	35Ba	21Ab	74Ba	72Aa	7,55Ba	6,27Ab	5,16Ab	6,13Aa
	CV (%) = 11,71		**CV** (%) = 7,03		**CV** (%) = 7,70		**CV** (%) = 3,64	
	Fc $_{(TxP)}$ = 127,82		**Fc** $_{(TxP)}$ = 192,86		**Fc** $_{(TxP)}$ = 236,09		**Fc** $_{(TxP)}$ = 0,57	

a, b – Para cada técnica, médias de partes da planta seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
A, B – Para cada parte da planta, médias da técnica seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autora da pesquisa.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 7, as interações entre as técnicas (maceração e infusão) e as partes das plantas que foi obtido o material vegetal (parte aérea e raiz) nos testes dos efeitos alelopáticos realizados com extratos aquosos do Paspalum na concentração de 5%, obtiveram coeficientes de variação baixos para todas as variáveis analisadas. O "F" Calculado para a interação técnica *vs.* parte da planta foi maior que o "F" Tabelado no nível de 5% para o IVG, indicando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores técnica e parte da planta. O teste "F" não foi significativo para as variáveis PCG, G e TMG.

TABELA 7: Desdobramentos das interações da análise de variância referente a PCG, G, IVG e TMG do teste de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-paspalum na concentração de 5%.

Técnica	**PCG (%)**		**G (%)**		**IVG**		**TMG (dias)**	
	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz
Maceração	27,5Aa	38,5Aa	66,5Aa	73Aa	6,82Ab	8,02Aa	5,09Aa	4,72Ba
Infusão	36,5Aa	32,5Aa	75Aa	71,5Aa	7,31Aa	6,85Ba	5,54Aa	5,62Aa
	CV (%) = 24,37		**CV** (%) = 9,47		**CV** (%) = 9,97		**CV** (%) = 7,58	
	Fc $_{(TxP)}$= 3,32		**Fc** $_{(TxP)}$= 2,18		**Fc** $_{(TxP)}$= 5,26		**Fc** $_{(TxP)}$= 1,33	

a, b – Para cada técnica, médias de partes da planta seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
A, B – Para cada parte da planta, médias da técnica seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autora da pesquisa.

4.2.1. PORCENTAGEM DA PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (%PCG), PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G), ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) e TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG)

4.2.1.1. PORCENTAGEM DA PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (%PCG)

O teste de primeira contagem é importante, pois avalia a velocidade de germinação, indicando que quanto maior a germinação das sementes na primeira contagem, maior será seu vigor (NAKAGAWA, 1999). Existe uma grande competição entre plântulas em habitats de clareira, pois os indivíduos que emergem mais cedo podem ter certa vantagem competitiva sobre aqueles que surgem tardiamente, características típicas das espécies pioneiras (GARWOOD, 1983).

É possível verificar na Tabela 5 uma diferença estatística no aumento do percentual da primeira contagem de germinação (%PCG), em relação ao controle (Tratamento 1), nos tratamentos 2, 3, e 4, referente aos testes realizados com os extratos da parte aérea do capim vetiver utilizando a técnica da maceração nas concentrações 1, 3, e 5%, respectivamente. E no tratamento 14, referente ao teste realizado com o extrato aquoso da parte aérea do capim vetiver utilizando a técnica da infusão na concentração de 1%. Nos tratamentos 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 25 ocorreu uma diferença estatística com diminuição do percentual da primeira contagem de germinação e não acorreu diferença estatística nos tratamentos 9 e 24. Para variável do percentual da primeira contagem de germinação, quatro tratamentos foram maiores estatisticamente em relação ao controle, e dezoito tratamentos foram menores.

Na interação dos fatores técnicas e partes das plantas, ocorreu diferença estatística no desdobramento dos fatores nos testes realizados com os extratos de Vetiver. Para as duas técnicas, a média do percentual da primeira contagem de germinação das plântulas de alface, obtida do extrato da parte aérea é significativamente superior ao extrato da raiz. Para o extrato obtido da parte aérea, a técnica de maceração apresentou maior percentual que a técnica de infusão. Para o extrato obtido da raiz, a técnica de infusão apresentou percentual mais elevado que a técnica de maceração (Tabela 6).

4.2.1.2. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%G)

Através do estudo feito sobre a germinação das sementes de alface com 25 tratamentos, sendo um o controle, com somente água destilada, comparando com 12 tratamentos utilizando a técnica da maceração e 12 tratamentos utilizando a técnica da infusão, foi possível verificar maior germinação de sementes quando submetidas aos extratos por infusão, realizados em diferentes concentrações, partes e tipos de espécies, em comparação ao controle e aos extratos por maceração. Essa mesma característica ocorreu com a variável tempo médio de germinação.

Na Tabela 5, verifica-se que houve diferença estatística em 17 tratamentos em relação ao controle, e apenas 7 não diferiram estatisticamente. Fazendo um comparativo com o controle, 4 tratamentos apresentaram maiores percentuais e 13 tratamentos menores percentuais de germinação.

A interação técnica *vs.* partes das plantas foi significativa para os extratos aquosos do Vetiver a 5%, e não significativa para os extratos aquosos do Paspalum a 5% (Tabelas 6 e 7). Na Tabela 6, ao se compararem resultados obtidos dos percentuais de germinação da alface, utilizando a técnica de infusão e maceração, e a parte aérea e raiz das espécies vegetais, o percentual mais elevado foi com o extrato da parte aérea do Vetiver através da técnica maceração. O menor percentual foi com o extrato da raiz do Vetiver através da técnica maceração.

Segundo Felix (2007) constatou-se que o efeito alelopático de *Amburana cearensis* foi mais eficaz sobre o desenvolvimento da plântula do que na germinação propriamente dita, pois, mesmo em concentrações baixas onde as sementes germinaram, as plântulas apresentaram-se anormais, principalmente o sistema radicular e, aparentemente, incapazes de se desenvolverem adequadamente. A germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula, porém de mais simples quantificação experimental, pois em cada semente o fenômeno é discreto, germinando ou não (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Segundo Ferreira e Áquila (2000) a alteração no padrão de germinação das sementes pode afetar a permeabilidade das membranas, a transcrição e tradução do DNA, o funcionamento dos mensageiros secundários, a respiração, o sequestro de oxigênio (fenóis), a conformação de enzimas e receptores, ou, ainda, a combinação desses fatores.

Ocorreu inibição no crescimento de 86,9%, 72,5%, 75,2%, 7,2%, 13,1%, 66,7%, 26,8%, 4,6%, 3,3%, 18,9%, 5,9%, 1,9%, 6,5% para os tratamentos, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13,

16, 17, 19, 22, 25, respectivamente. O estímulo no crescimento foi de 13,1%, 18,3%, 14,4%, 12,4% para os tratamentos 2, 3, 14 e 24.

Mesmo em baixas concentrações foi possível identificar efeito alelopático, seja ele inibindo (Tratamentos 5, 8, 11 e 17) ou acelerando o crescimento das plântulas (Tratamentos 2 e 14). Tal ocorrência evidencia que baixas concentrações do extrato foram eficientes em causar fitotoxicidade à semente no início do processo germinativo.

Ação inibitória e ação estimulante na germinação foram observadas por Souza et al. (2005) que obtiveram resultados semelhantes quando testaram extratos aquosos de diferentes espécies medicinais. Gatti et al. (2004) explicam que os efeitos dos compostos alelopáticos se relacionam aos processos fisiológicos da planta receptora e de maneira geral, agem como inibidores da germinação e do crescimento, entretanto a maior parte, senão todos os compostos orgânicos que são inibitórios em alguma concentração são estimulantes quando presentes em menores.

Na Figura 13, é possível identificar algumas anomalias identificadas nas plântulas de alface durante os testes de germinação com extratos aquosos do capim-vetiver e capim-paspalum. Foram identificados: necrose na raiz, hipocótilo atrofiado, ausência da raiz primária, ausência de pelos absorventes, ausência do hipocótilo, ausência de folíolos, presença de folíolos sem hipocótilo e radícula, encurvamento do caulículo, diferença do comprimento da raiz e parte aérea com relação a maioria das plântulas obtidas por tratamento, presença de alguns fungos. Plântulas anormais são aquelas que não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis. Para que uma plântula possa continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal deve apresentar as seguintes estruturas essenciais: sistema radicular (raiz primária e em certos gêneros raízes seminal), parte aérea (hipocótilo, epicótilo, mesocótilo (Poaceae), gemas terminais, cotilédones (um ou mais) e coleóptilo em Poaceae) (BRASIL, 2009).

FIGURA 13: Anomalias identificadas durante os testes de germinação com sementes de alface e extratos aquosos vegetais do vetiver e paspalum.
Fonte: Autora da pesquisa.

4.2.1.3. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) é utilizado para medir o vigor de sementes. Sementes com bom potencial fisiológico proporcionam a produção de mudas de bom tamanho e uniformidade facilitando o estabelecimento das mesmas no campo (KIKUTI & MARCOS FILHO, 2012). Na Figura 14, é possível verificar o desenvolvimento das plântulas tratadas com água destilada (Tratamento 1), e o efeito dos extratos que obtiveram maior favorecimento (Tratamento 2) e inibição (Tratamento 5) para a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas.

Os maiores valores de IVG encontrados nos testes de germinação com a alface foram 13,28; 12,85; 11,55 e 10,22, tratamentos 2, 3, 4 e 1, respectivamente. Esses tratamentos correspondem aos extratos da parte aérea do capim vetiver nas três concentrações pela técnica da maceração, sendo o tratamento 1, o tratamento-controle (Tabela 5).

A interação técnica *vs.* partes das plantas foi significativa para os extratos aquosos do Vetiver a 5% e para o Paspalum a 5% (Tabelas 6 e 7). Os extratos aquosos por infusão para todos os tratamentos, provocaram uma inibição no Indice de Velocidade de Germinação das sementes de alface. Enquanto os extratos aquosos por maceração realizados a partir da parte aérea do vetiver provocaram uma aceleração do IVG das sementes de alface com diferença estatística em relação ao controle, ao passo que os extratos aquosos por maceração realizados

a partir da raiz do vetiver provocaram um retardo do IVG das sementes de alface com diferença estatística quando comparados ao controle. Em relação aos extratos aquosos por maceração realizados a partir do material da parte aérea e da raiz do capim paspalum, percebe-se que os mesmos retardaram o IVG da espécie teste diferindo estatisticamente em relação ao controle (Tabela 5).

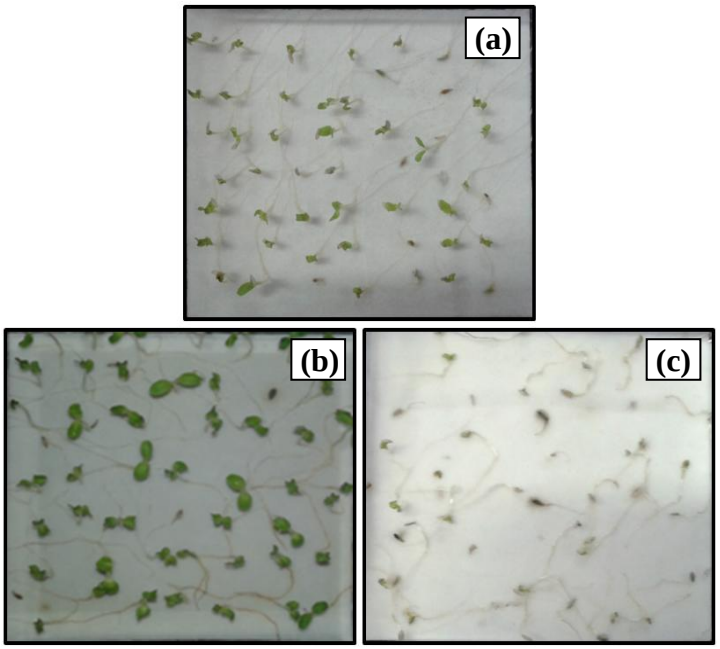

FIGURA 14: Efeito da água destilada (a), dos extratos aquosos da parte aérea (b) e dos extratos aquosos da raiz do vetiver (c) na concentração de 1%, nos testes de germinação com a alface.
Fonte: Autora da pesquisa.

4.2.1.4. TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG)

Percebe-se na Figura 15, que apenas 4 tratamentos alcançaram tempos médios de germinação inferior ao controle (tratamentos 2, 3, 4, e 5), sendo os demais foram superiores. Estatisticamente, o tratamento 2 foi o que obteve menor tempo médio de germinação, os tratamentos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25 obtiveram maiores tempos médios de germinação e não ocorreu diferença estatística com os tratamentos 3, 4 e 5.

A variável TMG não apresentou interação significativa entre técnica *vs*. partes das plantas, tanto para os extratos aquosos do Vetiver a 5%, como para os extratos aquosos do

Paspalum a 5%. O tempo médio de germinação foi menor no teste realizado com extrato da parte aérea do Vetiver através da maceração e com extrato do Paspalum através da maceração, independente da parte da planta (Tabelas 6 e 7).

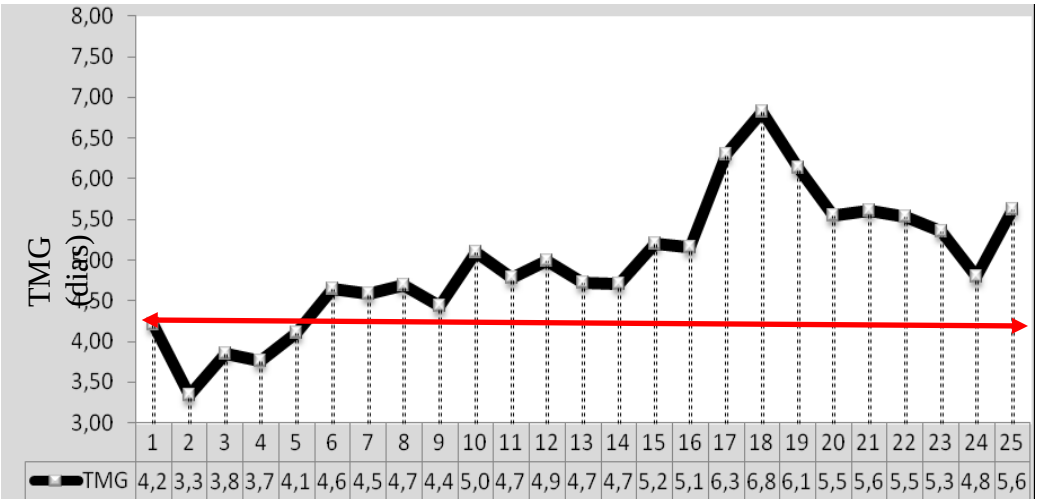

FIGURA 15: Tempo médio de germinação considerando os tratamentos aplicados.
Fonte: Autora da pesquisa.

A velocidade de germinação é o inverso do tempo médio de germinação, então os menores valores dos tempos médios correspondem aos maiores valores de velocidade de germinação. Os tratamentos 2, 3, 4 e 5 apresentam uma velocidade superior quando comparados ao controle, já os demais tratamentos apresentam menores valores de velocidades de germinação, em relação ao controle. Segundo Peske e Delouche (1985), a velocidade com que as sementes germinam após a semeadura é de grande importância para o estabelecimento satisfatório das plântulas no campo. O retardamento na germinação pode expor as sementes ás condições desfavorável de temperatura, bem como ao ataque de pragas e de doenças, acarretando prejuízos ao desempenho das sementes.

4.2.2. COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA, RAIZ E EIXO EMBRIONÁRIO DAS PLÂNTULAS

A Tabela 8 apresenta os dados obtidos nas avaliações dos Comprimentos da Parte Aérea, Raiz e Eixo Embrionário das plântulas de alface, na qual foram submetidas a 25 diferentes tipos de extratos aquosos. Podemos inferir que todos os tratamentos apresentaram inibição ou aceleração, estatisticamente, em relação ao controle para pelo menos uma das três variáveis estudadas, CPA, CR, e CEE. Apenas 1, 6 e 11 tratamentos não diferiram

estatisticamente em relação ao controle (Tratamento 1) para a variável Comprimento da Parte Aérea, Raiz e Eixo Embrionário, respectivamente.

TABELA 8: Estudo comparativo das médias nas variáveis, Comprimento da Parte Aérea (C. P. A.), Comprimento da Raiz (C. R.), Comprimento do Eixo Embrionário (C. E. E.) dos 25 tratamentos.

Trat.	Espécie	Local	Conc. (%)	C. P. A. (cm)	C. R. (cm)	C. E. E. (cm)
1	0	0	0	2,04 f	3,86 c	5,9 b
Maceração						
2	*Vetiver*	P. A.	1	2,31 e	5,05 a	7,36 a
3			3	2,77 d	4,66 b	7,43 a
4			5	3,79 a	4,15 b	7,94 a
5		Raiz	1	1,58 g	2,72 d	4,30 d
6			3	1,37 g	2,88 d	4,25 d
7			5	1,47 g	2,39 d	3,86 d
8	*Paspalum*	P. A.	1	3,33 b	3,60 c	6,93 a
9			3	2,92 c	2,81 d	5,73 b
10			5	2,57 d	2,63 d	5,20 c
11		Raiz	1	2,78 d	3,41 c	6,19 b
12			3	2,60 d	3,45 c	6,05 b
13			5	2,65 d	3,61 c	6,26 b
Infusão						
14	*Vetiver*	P. A.	1	2,16 e	5,56 a	7,72 a
15			3	2,26 e	5,23 a	7,49 a
16			5	2,39 e	4,09 b	6,48 b
17		Raiz	1	2,32 e	4,59 b	6,91 a
18			3	1,83 f	4,49 b	6,32 b
19			5	1,23 g	4,71 b	5,94 b
20	*Paspalum*	P. A.	1	2,15 e	4,16 b	6,31 b
21			3	2,48 d	3,76 c	6,24 b
22			5	2,5 d	3,81 c	6,31 b
23		Raiz	1	2,25 e	4,16 b	6,41 b
24			3	2,31 e	4,71 b	7,02 a
25			5	3,04 b	4,05 b	7,09 a

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** Os tratamentos correspondem aos extratos aquosos por maceração e infusão, da parte aérea e raiz das espécies de Vetiver e Paspalum em três concentrações, 1, 3 e 5%. Além da ausência das espécies para o controle, realizado somente com água destilada.

Fonte: Autora da pesquisa.

É possível verificar na Tabela 9, as interações entre as técnicas (maceração e infusão) e as partes das plantas que foi obtido o material vegetal (parte aérea e raiz) nos testes dos efeitos alelopáticos realizados com extratos aquosos do Vetiver na concentração de 5%, obtiveram coeficientes de variação baixos para o comprimento da parte aérea e comprimento da raiz das plântulas de alface. O "F" Calculado para a interação técnica *vs.* parte da planta foi maior que o "F" Tabelado no nível de 5% para as variáveis CPA e CR, indicando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores técnica e parte da planta.

TABELA 9: Desdobramentos das interações da análise de variância referente ao CPA e CR nos testes de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-vetiver na concentração de 5%.

Técnica	**CPA (cm)**		**CR (cm)**	
	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz
Maceração	3,79Aa	1,47Ab	4,15Aa	2,39Bb
Infusão	2,39Ba	1,23Bb	4,09Aa	4,71Aa
	CV (%) = 8,26		**CV** (%) = 17,50	
	Fc $_{(TxP)}$ = 39,82		**Fc** $_{(TxP)}$ = 12,55	

a, b – Para cada técnica, médias de partes da planta seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
A, B – Para cada parte da planta, médias da técnica seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autora da pesquisa.

Para as técnicas maceração e infusão, os extratos a partir da parte aérea do Vetiver foram os que resultaram maiores comprimentos da parte aérea da plântula de alface. Para o extrato a partir da parte aérea e da raiz do Vetiver, a técnica da maceração foi a que obteve maiores comprimentos da parte aérea das plântulas de alface. O menor comprimento da raiz da plântula de alface foi com o extrato da raiz do Vetiver através da maceração (Tabela 9).

De acordo com os dados na Tabela 10, as interações entre as técnicas (maceração e infusão) e as partes das plantas que foi obtido o material vegetal (parte aérea e raiz) nos testes dos efeitos alelopáticos realizados com extratos aquosos do Paspalum na concentração de 5%, obtiveram coeficientes de variação baixos para o comprimento da parte aérea e comprimento da raiz das plântulas de alface. O "F" Calculado para a interação técnica *vs.* parte da planta foi maior que o "F" Tabelado no nível de 5% para o CPA, indicando existir uma dependência

entre os efeitos dos fatores técnica e parte da planta. O teste "F" não foi significativo para a variável CR.

TABELA 10: Desdobramentos das interações da análise de variância referente ao CPA e CR nos testes de germinação com a alface, submetidos a duas técnicas e a duas partes das plantas de extratos aquosos do capim-paspalum na concentração de 5%.

Técnica	**CPA (cm)**		**CR (cm)**	
	P. A.	Raiz	P. A.	Raiz
Maceração	2,56Aa	2,64Ba	2,62Bb	3,61Aa
Infusão	2,49Ab	3,04Aa	3,81Aa	4,05Aa
	CV (%) = 7,68		**CV** (%) = 11,71	
	Fc $_{(TxP)}$ = 5,02		**Fc** $_{(TxP)}$ = 3,26	

a, b – Para cada técnica, médias de partes da planta seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
A, B – Para cada parte da planta, médias da técnica seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autora da pesquisa.

Para a técnica infusão, o extrato a partir da raiz do Paspalum foi o que resultou maior comprimento da parte aérea das plântulas de alface. Para a técnica maceração, o extrato a partir da parte aérea do Paspalum foi o que resultou maior comprimento da raiz das plântulas de alface. Para o extrato a partir da parte aérea do Paspalum, a técnica da infusão foi a que obteve maior comprimento da raiz, com o extrato a partir da raiz do Paspalum, a técnica infusão foi a que obteve maior comprimento da parte aérea das plântulas de alface (Tabela 10).

Segundo Ferreira e Áquila (2000) e Oliveira et al. (2004), o crescimento das raízes é o melhor teste para identificar o efeito alelopático sobre o crescimento de plântulas, principalmente se relacionado ao crescimento da parte aérea.

Na Figura 16, os tratamentos 5, 6 e 7 apresentaram redução quanto ao comprimento da parte aérea e raiz das plântulas em relação ao controle, já os tratamentos 2, 3 e 4 apresentaram aumento quanto ao comprimento da parte aérea e raiz das plântulas em relação ao controle. O comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de alface submetidas aos extratos aquosos da raiz do vetiver nas concentrações de 1, 3, e 5% (Tratamento 5, 6 e 7) não apresentaram diferença estatística. O comprimento da parte aérea das plântulas de alface aumentou com o aumento da concentração de 1% para 3% dos extratos aquosos da parte aérea

do vetiver, não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos 3 e 4. Com o comprimento da raiz foi o inverso, ao aumentar a concentração do extrato ocorreu a redução no comprimento das plântulas de alface (Tabela 8). A técnica utilizada para estas extrações foi a da maceração.

Comiotto (2006), ao estudar o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos no comprimento da parte aérea das plântulas de arroz cv. Atalanta verificou que o extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, não apresentaram diferenças significativas, no entanto, os extratos de *Cyperus* sp. mostraram interferências positivas, estimulando o comprimento da parte aérea. Já os extratos de *Sagittaria montevidensis*, nas concentrações de 25 e 100%, induziram inibição no crescimento da parte aérea das plântulas.

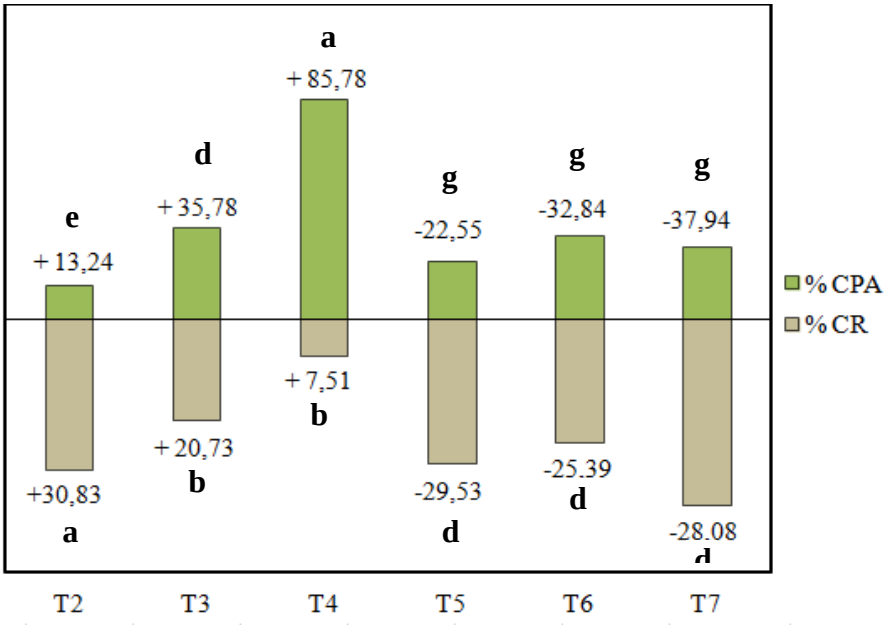

FIGURA 16: Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Vetiver pela técnica de maceração. T1 – água destilada, T2 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T3 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T4 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T5 - extrato da raiz na concentração de 1%, T6 - extrato da raiz na concentração de 3% e T7 - extrato da raiz na concentração de 5%.
Fonte: Autora da pesquisa.

Na Figura 17, os tratamentos 8, 9, 10, 11, 12 e 13 apresentaram aumento quanto ao comprimento da parte aérea das plântulas em relação ao controle, enquanto que no parâmetro

do comprimento da raiz das plântulas, todos esses tratamentos apresentaram redução, comparando com o controle. O comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de alface submetidas aos extratos aquosos da raiz do capim - paspalum nas concentrações de 1, 3, e 5% (Tratamento 11, 12 e 13) não apresentaram diferença estatística entre esses três tratamentos. O comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de alface reduziu com o aumento da concentração dos extratos aquosos da parte aérea do Paspalum (Tratamento 8, 9 e 10). No entanto, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos 9 e 10 para o comprimento da raiz das plântulas (Tabela 8). A técnica utilizada para estas extrações foi a maceração.

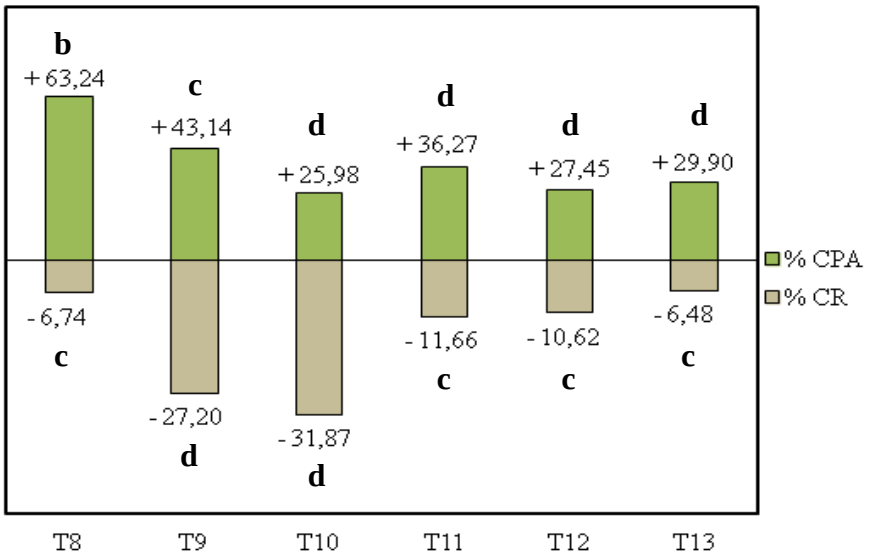

FIGURA 17: Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Paspalum pela técnica de maceração. T1 – água destilada, T8 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T9 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T10 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T11 - extrato da raiz na concentração de 1%, T12 - extrato da raiz na concentração de 3% e T13 - extrato da raiz na concentração de 5%.
Fonte: Autora da pesquisa.

Na Figura 18, os tratamentos 14, 15, 16, 17, 18 e 19 apresentaram aumento quanto ao comprimento da parte aérea e raiz das plântulas de alface em relação ao controle, com exceção dos tratamentos 18 e 19 que apresentaram redução no comprimento da parte aérea, comparando com o controle. O comprimento da parte aérea das plântulas de alface submetidas aos extratos aquosos da parte aérea do vetiver nas concentrações de 1, 3, e 5% (Tratamento 14, 15 e 16) não apresentaram diferença estatística. A mesma situação aconteceu

ao analisar o comprimento da raiz das plântulas submetidas aos extratos aquosos da raiz do vetiver nas concentrações de 1, 3, e 5% (Tratamento 17, 18 e 19), não ocorreu diferença estatística entre esses três tratamentos. Em relação ao comprimento da parte aérea das plântulas que foram tratadas com os extratos aquosos da raiz do vetiver, ocorreu redução do comprimento com o aumento das concentrações. Também ocorreu redução do comprimento da raiz com o aumento da concentração de 3% para a de 5% dos extratos aquosos da parte aérea do capim vetiver (Tratamento 15 e 16). Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos 14 e 15, referente à concentração de 1% e 3% (Tabela 8). A técnica utilizada para estas extrações foi a infusão.

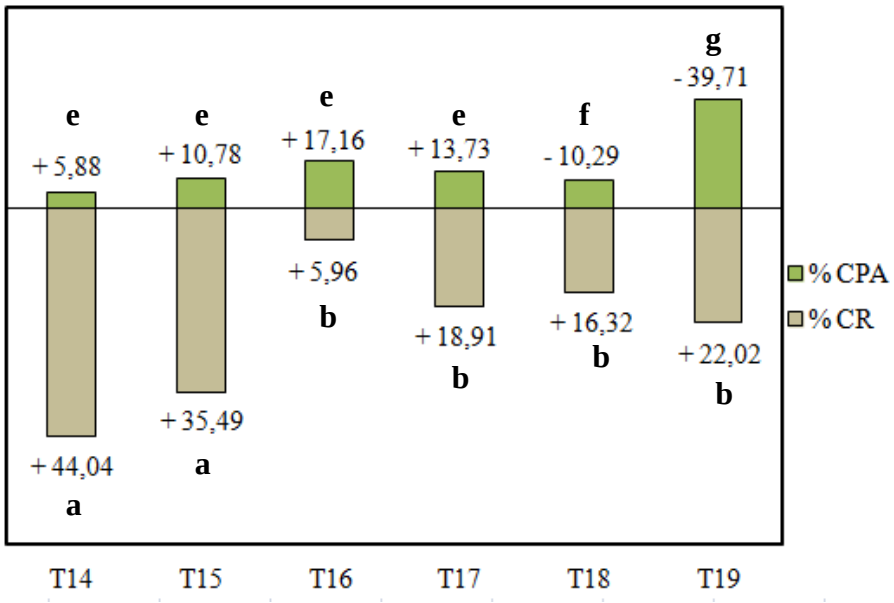

FIGURA 18: Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Vetiver pela técnica de infusão. T1 – água destilada, T14 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T15 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T16 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T17 - extrato da raiz na concentração de 1%, T18 - extrato da raiz na concentração de 3% e T19 - extrato da raiz na concentração de 5%.
Fonte: Autora da pesquisa.

O extrato de *Echinochloa cruzgalli*, na concentração de 25%, estimulou o crescimento em comprimento das raízes das plântulas de arroz, enquanto nas demais concentrações não ocorreram diferenças em relação à testemunha. Por outro lado, os extratos de *Cyperus* sp. não reduziram o comprimento das raízes até concentração de 75%, enquanto,

os de *Sagittaria montevidensis* incrementaram o crescimento das raízes em todas as diferentes concentrações (COMIOTTO, 2006).

Na Figura 19, os tratamentos 20, 21, 22, 23, 24 e 25 apresentaram aumento quanto ao comprimento da parte aérea das plântulas em relação ao controle, enquanto que no parâmetro do comprimento da raiz das plântulas, somente os tratamentos 21 e 22 apresentaram redução, comparando com o controle. Os demais tratamentos apresentaram aumento no comprimento da raiz. O comprimento da parte aérea das plântulas de alface aumentou com o aumento da concentração dos extratos aquosos da parte aérea e raiz do paspalum, não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos 21 e 22 com relação aos tratamentos 20, 21, 22, como também entre os tratamentos 23 e 24 com relação aos tratamentos 23, 24 e 25 (Tabela 8). A técnica utilizada para estas extrações foi a infusão.

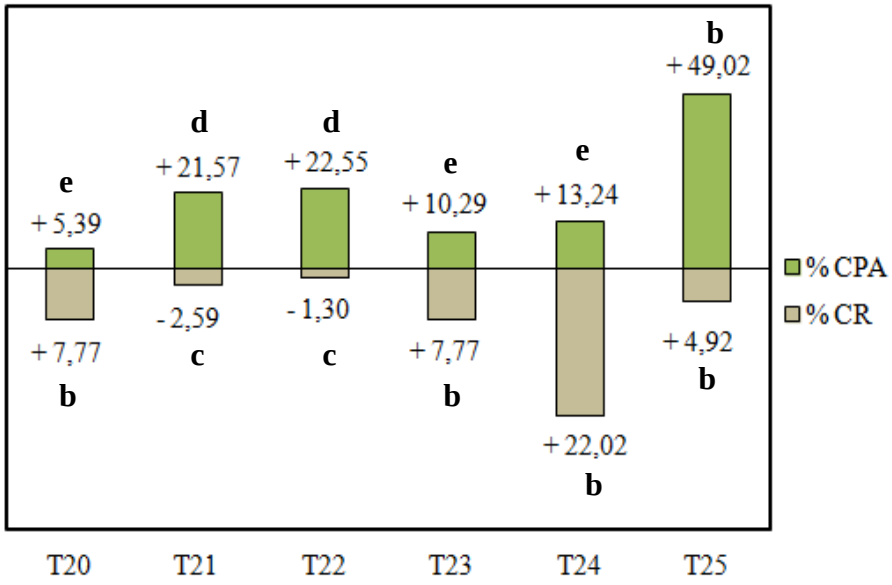

FIGURA 19: Efeitos negativos e positivos dos percentuais das médias do Comprimento da Parte Aérea e da Raiz das plântulas de alface em relação ao controle (Tratamento 1) desenvolvidas com os extratos aquosos do Paspalum pela técnica de infusão. T1 – água destilada, T20 – extrato da parte aérea na concentração de 1%, T21 - extrato da parte aérea na concentração de 3%, T22 - extrato da parte aérea na concentração de 5%, T23 - extrato da raiz na concentração de 1%, T24 - extrato da raiz na concentração de 3% e T25 - extrato da raiz na concentração de 5%.
Fonte: Autora da pesquisa.

Na Figura 20, é possível perceber que todos os valores dos comprimentos da parte aérea, raiz e eixo embrionário diferenciaram em relação ao controle. Os valores mais

próximos foram os correspondentes ao tratamento 14 e 20 para o CPA, 21 e 22 para o CR, e 19 para o CEE. A maior parte das medidas foram superiores ao controle. No entanto, ao avaliar todos os tratamentos estatisticamente em relação ao controle, percebe-se efeito inibitório para os tratamentos 5, 6, 7 e 19 para CPA, 5, 6, 7, 9 e 10 para CR, 5, 6, 7 e 10 para CEE. Apresentaram efeito estimulante os tratamentos 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25 para CPA, 2, 3, 4, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24 e 25 para CR, 2, 3, 4, 8, 9, 14, 15, 17, 24 e 25 para o CEE. Os tratamentos 5, 6 e 7 apresentaram efeito alelopático negativo para o CPA, CR e CEE e o 10 para o CR e CEE. Já os tratamentos 2, 3, 4, 14, 15, 17, 24, 25 apresentaram efeito alelopático positivo para os CPA, CR e CEE.

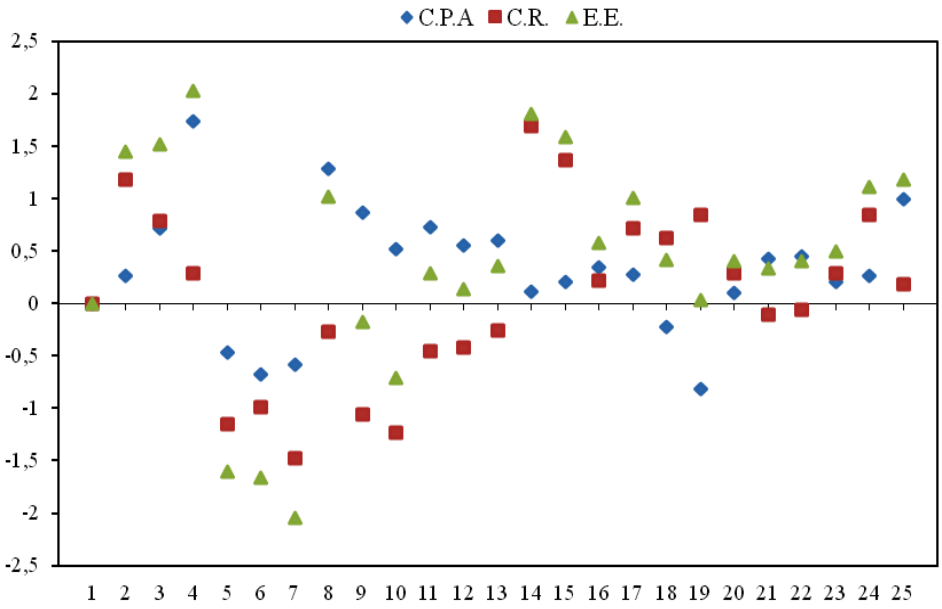

FIGURA 20: Diferença entre o desenvolvimento das plântulas de alface com os extratos, do tratamento 2 ao 25, em relação ao controle, tratamento 1.
Fonte: Autora da pesquisa.

5. CONCLUSÕES

- Ocorreu dependência entre os efeitos dos fatores técnica e parte da planta nos testes realizados com o extrato aquoso do capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) na concentração de 5%, para as variáveis PCG, G, IVG, CPA e C

- Ocorreu dependência entre os efeitos dos fatores técnica e parte da planta nos testes realizados com o extrato aquoso do capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) na concentração de 5%, para as variáveis IVG e CPA.

- O extrato aquoso por maceração do capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), realizados com as raízes destes, reduz a PCG, G, IVG, CPA, CR e CEE da plântula da alface, independente da concentração. Os realizados com as partes aéreas, nas mesmas condições, ocorre a estimulação para os mesmas variáveis.

- O extrato aquoso por infusão do capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), realizados com as raízes destes, reduz a PCG, G e IVG da plântula da alface, independente da concentração, exceto na concentração de 3% para a G. Ocorre a redução no CPA da plântula de alface somente na concentração de 5%. Apresenta efeito alelopático positivo em relação ao CR e TMG, independente da concentração.

- O extrato aquoso por infusão do capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), realizados com as partes aéreas destes, reduz a PCG, G e IVG da plântula da alface, independente da concentração, exceto na concentração de 1% para a PCG e 1% e 3% para a G. Apresenta efeito alelopático positivo em relação ao TMG, CPA e CR, independente da concentração.

- O extrato aquoso da parte aérea e da raiz do capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) estimula o TMG e reduz o IVG da plântula da alface, independente da concentração e da técnica.

- O extrato aquoso por infusão do capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) realizados com as partes aéreas destes, reduz a PCG e G da plântula da alface, independente da concentração, exceto na concentração de 1% e 3% para a G. Os realizados com as raízes, nas mesmas condições, ocorre redução para os mesmas variáveis nas concentrações de 1% e 5% para a PCG e 5% para a G.

- O extrato aquoso da parte aérea e da raiz do capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) por maceração reduz a PCG e G da plântula da alface, independente da concentração, exceto na concentração de 3%.

- O extrato aquoso da parte aérea e das raízes do capim-paspalum estimula o CPA da plântula da alface, independente da técnica e concentração. Também ocorre a estimulação do CR da plântula de alface pela técnica da infusão, independente da concentração e das partes da planta que foram extraídas, exceto na concentração 3% e 5% dos extratos das partes aéreas do capim-paspalum. Os extratos das partes aéreas por maceração reduz o CR da plântula de alface, independente da concentração, exceto na concentração de 1%.

- Os extratos aquosos do capim-vetiver e do capim-paspalum revelaram bandas de absorção com espectros de UV característicos de compostos fenólicos, independente da técnica de extração e de onde foi extraído.

- Os perfis cromatográficos dos extratos aquosos do capim-vetiver apresentaram similaridade, independente de onde foi extraído e da técnica de extração, exceto para o extrato por maceração das partes aéreas do capim-vetiver.
- Os perfis cromatográficos dos extratos aquosos do capim-paspalum apresentaram similaridade, independente de onde foi extraído e da técnica de extração, exceto para o extrato por maceração das partes aéreas do capim-paspalum.
- Os extratos aquosos do capim-vetiver e do capim-paspalum evidenciaram potencialidades alelopáticas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J.C. de. **Potencial Alelopático do Angico-Vermelho (Anadenanthera peregrina (L.) Speg): Efeitos sobre a germinação de sementes e ciclo mitótico de plântulas de alface (Lactuca sativa L.) e Canafistula (Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.).** Lavras: UFLA, 1997. 55p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

ADAMS RP; PANDEY RN; DAFFORN MR; JAMES SA. Vetiver DNA-Fingerprinted cultivars: effects of environment on growth, oil yields and composition. **Journal of Essential Oil Research**. 15: 363-371, 2003.

ADAMS, R.P.; HABTE, M.; PARK, S.; DAFFORN, M.R. Preliminary comparison of vetiver root essential oils from cleansed (bacteria- and fungus-free) versus non-cleansed (normal) vetiver plants. **Biochemical Systematics and Ecology**. 32: 1137-1144, 2004.

ALENCAR, R.G.; PRADO, C.C.; OLIVEIRA, L.M.G.; FREITAS, M.R.F.; SILVA, L.N.M.; NOGUEIRA, J.C.M.; PAULA, J.R.; BARA, M.T.F. Estudo farmacobotânico e fitoquímico da raiz de *Vetiveria* L. Nash (vetiver). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.2, n. 2, p. 1-4, 2005.

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: Iapar, (Circular Técnica, 53). 1988.

ALMEIDA, L.F.R. **Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae).** Botucatu: UNESP, 2006. 96p. Tese de Doutorado.

ALVES, M.C.S.; FILHO, S.M.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. **Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface.** Embrapa, Brasília, vol.39, n.11, Nov. 2004.

ARAÚJO, S.A.C.; DEMINICIS, B.B.; CAMPOS, P.R.S.S. **Revisión Bibliográfica Melhoramento Genético de Plantas Forrageiras Tropicais no Brasil**. Arch. Zootec. 57 (R): 61-76. 2008.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture**. Rome: FAO. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29), 1976.

AZAMBUJA, N.; HOFFMANN, C.E.F.; NEVES, L.A.S.; GOULART, E.P.L. Potencial alelopático de *Plectranthus barbatus* Andrews na germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. e de *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.9, n.1, p. 66-73, 2010.

BARRETO JÚNIOR, A.G.; BISCAIA JUNIOR, E.C.; VEIGA JUNIOR, V.F. da; PINTO, A.C.; CARVALHAES, S.F. de; MACIEL, M. A. M. Cromatografia de troca-iônica aplicada ao isolamento da fração ácida do óleo de copaíba (*Copaifera multijuga*) e da sacaca (*Croton cajucara*). **Quím. Nova**. vol. 28, n.4, São Paulo, July/Aug, 2005.

BARROS, G.C. **Estudo Fitoquímico e avaliações toxicidade aguda e atividades biológicas da raiz do vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) poaceae**. Universidade Federal de Goiás. Dissertação de mestrado, 97P, 2008.

BASILEA, A.; SORBOA, S.; LOPEZ-SÁEZ, J.; COBIANCHI, R.C. Effects of seven pure flavonoids from mosses on germination and growth of *Tortula muralis* HEDW (Bryophyta) and *Raphanus sativus* L. (Magnoliophyta). **Phytochemistry**, *62*: 1145-1151, 2003.

BATISH, D.R.; SINGH H P.; KOHLI R K, KAUR S. Crop allelopathy and its role in ecological agriculture. **Journal of Crop Production**, New York, v. 4, 2001, p. 121-161.

BONACIN, G.A.; RODRIGUES, T. de J.D.; FERNANDES, A.C.; RODRIGUES, L.R. de A. Germinação de sementes de alfafa submetidas a períodos de imersão em água. **Científica**. Jaboticabal, v.34, n.2, p., 2006.

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

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEN, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and molecular biology of plants.** Rockville Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1.367 p.

CALLAWAY, R.M. The detection of neighbors by plants. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 17, p. 104-105, 2002.

CARMO, F.M.S.; BORGES, E.E.L.; TAKAKI, M. Allelopathy of Brazilian sassafras (Ocotea odorifera (Vell.)) Rohwer aqueous extracts. **Acta Bot. Bras**., 21, 697-705, 2007.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASTRO, L.O.; RAMOS, E.L.D. **Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., capim-cidró, *Cymbopogon martinii* (Rox.) J.F. Watson, palma-rosa, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, citronela, *Elyanurus candidus* (Trin.) Hack, capim-limão, *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, vetiver**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002.. 31p. (Boletim FEPAGRO, 11).

CHENG, H.; YANG, X.; LIU, A.; FU, H.; WAN, M. A Study on the Performance and Mechanism of Soil-reinforcement by Herb Root System. In: **Proceedings of the 3rd International Vetiver Conference**, 2003.

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.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento do São Francisco e Vale da Paraíba. **Projeto básico de proteção da margem direita do rio São Francisco no perímetro de irrigação Cotinguiba/Pindoba, 4ª SR – Sergipe.** Brasília: CODEVASF, 2003.

COMIOTTO, A. **Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Pelotas, 2006. Mestrado em fisiologia vegetal (Mestre em ciências).

CORRÊA, M.J.C.; SANTOS, L.S.; GUILHON, G.M.S.P.; MARINHO, P.S.B.; MARINHO, A. M.R.; RIBEIRO, W.S.; SOUZA FILHO, A.P.S. Efeito Alelopático da Flavona Tricina

sobre plantas invasoras de pastagens. In: 33ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA – SBQ. Águas de Lindóia/SP: SBQ, 2010. PN-168.

CORRÊA, M.J.C.; SANTOS, L.S.; GUILHON, G.M.S.P.; SAMPAIO, L.S.; RIBEIRO, W.S.; FONSECA, R.R.; BORGES; F.C.; SOUZA FILHO, A.P.S. Constituintes químicos isolados das folhas de *Paspalum maritimum* Trin. In: 32ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA – ABQ. Fortaleza/CE: ABQ, 2009. PN-419.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das Plantas uteis do Brasil e das Exóticas cultivadas**. v. 1. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984.

DELGADO, L.F. BARBEDO, Claudio Jose. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 3, p. 463 - 471, 2011. p. 464 e 465.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric Method form Determination of Sugars and Related Substaces. **Nature**, v. 28, n. 3, p. 350 — 356, 1956.

DURDA, F.; UHLMANN, A.; PESCADOR, R. Dosagem de Carboidratos nas Sementes de *Shizolobium Parahyba* e *Talauma Ovata* de Acordo com o Tamanho Seminal. **Revista Brasileira de Biociências,** Porto Alegre/RS, v. 5, supl. 2, p. 465-467, jul. 2007.

DURIGAN, J.C.; ALMEIDA, F.S. **Noções sobre alelopatia**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.

EBERLEIN, C.V. Germination of Sorghum almum seeds and longevity in soil. **Weed Science**, v. 35, n. 6, p. 796-801, 1987.

EINHELLIG, F.A. Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 1995, Lavras-MG. Anais**.** Lavras: UFLA, p.59-74, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FALKENBERG, M.B.; SANTOS, R.I.; SIMÕES, C.M.O. Introdução à análise fitoquímica, cap. 10, p. 232-234. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, UFRGS Editora, 5. ed., 1102p., 2004.

FELIX, R.A.Z. **Efeitos da Amburana cearensis (Fr. All.) A.C. Smith em Aspectos Fisiológicos da Germinação de Sementes**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.

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

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

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

FERREIRA, M.L. **Síntese e avaliação da atividade herbicida de quinonas**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 151p, 1998.

FREITAS, C.D.; VIECELLI, C.A. Interferência alelopática de azevém na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de trigo. **Cultivando o Saber.** Cascavel, v.4, n.3, p.37-46, 2011.

GARWOOD, N.C. Seed germination in a seazonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs**, 53: 159-181, 1983.

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. 18, n. 3, p. 459- 472, 2004.

GATTI, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A.; FERREIRA, A.G. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 174-176, 2007.

GLASS, A.D.M.; DUNLOP, J. Influence of phenolic acids on ion uptake: 4. Depolarization of membrane potentials. **Plant Physiology**, Maryland, v. 54, p. 855- 858, 1974.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.K.; BONERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.463-499, 2000.

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

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

HYUN-JIN KIM; FENG CHEN; XI WANG; HAU YIN CHUNG; ZHENGYU JIN. Evaluation of Antioxidant Activity of Vetiver (Vetiveria zizanioides L.) Oil and Identification of Its Antioxidant Constituents. **Journal Agricultural and Food Chemstry**, v. 53, n. 20, p. 7691 -7695, 2005.

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

INDERJIT; NILSEN, E.T. Bioassays and field studies for allelopathy in terrestrial plants: Progress and problems. **Critical Reviews in Plant Sciences,** London, v. 22, n. 3, p. 221-238, 2003.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 44-50, mar. 2012.

MACIAS, F.A.; MOLINILLO, J.M.G.; TORRES, A.; VARELA, R.M.; CASTELLANO, D. Bioactive flavonoids from *Helianthus annuus* cultivars. **Phytochemistry, Leiden**, v. 45, p. 683-687, 1997.

MACIEL, J.R.; ALVES, M. A Família *Poaceae* na Serra de Itabaiana, Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe-Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró/RN, v. 24, n. 3, p. 85-93, jul.-set., 2011.

MACIEL, J.R.; OLIVEIRA, R.C. de; ALVES, M. *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) no estado de Pernambuco. **Acta Bot. Bras**., São Paulo, v. 23, n. 4, 2009.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation or seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAIA, S.S.S.; COELHO, M. de F. B.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. É. P. Atividade biológica de extratos de espécies do Rio Grande do Norte em sementes de alface. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Artigo Científico, ISSN 1981-8203, Mossoró – RN - BRASIL, v. 8, n.4, p.169 - 173, out. 2013.

MAIRESSE, L.A.S.E.C.C.; FARIAS, J.R.; FIORIN, R.A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Rev. FZVA**, 14, 1-12, 2007.

MANO, A.R.O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE: 2006, 102p.

MARANDUBA, A.I.A.; HOLANDA, F.S.R.; LINO, J.B; NASCIMENTO, I.M.A.; MOURA, M. M. Contribuição do sistema radicular do Capim-vetiver *Chrysopogon zizanoides* (L.) Roberty para o aumento da resistência do solo ao cisalhamento para estabilização de taludes marginais. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, São Cristóvão: UFS, 2014.

MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e vigor de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte-MG, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.

MARTINEZ, L.; ROSA, P.T.V.; MENUT, C.; LEYDET, A.; BRAT, P.; PALLET. D.; MEIRELES, M.A.A. Valorization of brasilian vetiver (*Vetiveria zizanoides* (L.) Nash ex Small) oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 6578-6584, 2004.

MEDEIROS, A.R.M. de; LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopaticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, 28**(1): 9-14, 1993.

MENEZES, N.L. de; SANTOS, O.S. dos. NUNES, E.P.; SCHMIDT, D. Qualidade Fisiológica de Sementes de Alface Submetidas a Diferentes Temperaturas na Presença e Ausência de Luz. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v. 30, n. 6, p. 941-945, 2000.

MICKOVSKI, S. B.; VAN BEEK, L. P. H.; **Root morphology and effects of slope stability of young vetiver (*Vetiveria zizanioides*) plants grown in semi arid climate**. Plant and Soil, v. 324, n. 324, p. 43 - 56, 2009.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2. p.1-21.

NASCIMENTO, W.M. **Germinação de Sementes de alface.** Brasília: Embrapa, 2002. 10p. (Circular técnica, 29).

OLIVEIRA, M.V.N. HOLANDA, F.S.R.; MARANDUBA, A.I.A.; LINO, J.B; NASCIMENTO, I.M.A.; MOURA, M. Desenvolvimento de *Paspalum millegrana*.Schrad. sob diferentes níveis de água e fósforo para recuperação de talude fluvial. 10º SINRAD:

SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS FOZ DO IGUAÇU-PARANÁ-BRASIL, 2014.

OLIVEIRA, R.C. de; SANTANA, S.H. de; SILVA, A.S. da; MACIEL, J.R.; VALLS, J.F.M. *Paspalum* (Poaceae) no Rio Grande do Norte, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 4, oct./dec. 2013.

OLIVEIRA, R.C.; VALLS, J.F.M. Novos sinônimos e ocorrências em *Paspalum* (Poaceae). **Hoehnea**, 35:125-131, 2008.

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

ORTEGA, A.; GARCA, P.E.; CARDENAS, J.; MANCERA, C.; MARQUINA, S.; CARMEN GARDUNO M.L.d.; MALDONADO, E. Methyl dodonates, a new type of diterpenes with a modified clerodane skeleton from Dodonaea viscosa. **Tetrahedron**, 57, 2981-2989, 2001.

PAIVA, L.G. **Tecnologia de Sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2012, 68p. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns/PE: 2012.

PEREIRA, A. R. Uso do Vetiver na Estabilização de Taludes e Encostas. **Boletim Técnico**. Belo Horizonte: Editora FAPI Ltda., 2006. 22p.

PESKE, S.T.; DELOUCHE, J.C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.69-85, 1985.

PIRES, N.M.; PRATES, H.T.; FILHO, I.A.P.; OLIVEIRA, R.S.; FARIA, T.C.L. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Sci. Agric**., v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001.

QASEM, J.R.; FOY, C.L. Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: a review. **Journal of Crop Production**, New York, v. 4, p. 43-119, 2001.

RABELO, S.V. **Revisão de alcaloides do gênero *Annona*, estudo fitoquímico e avaliação da atividade biológica de atemoia (*Annona cherimola x Annona squamosa*)**. 2014, p. 83. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Semiárido) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina/PE: 2014.

REIGOSA, M.J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLES, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Crit. Rev**. **Plant Sci**., 18, 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, 2003. p.18. Boletim Agropecuário.

REZENDE, C. P.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; SANTOS, Í.P.A. dos. **Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens**. Boletim Agropecuário. Universidade Federal de Lavras. Zootecnia/ forragicultura e Pastagens, UFLA, Lavras – MG. 96p, 2000.

RICE, E. L. **Allelopathy**. Londres, Academic Press, v. 2, 1984.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A.; MUSTAFA, P.C.V.; SILVA, R.M.G. Germination measurements to evaluate allelopathic interactions. **Allelopathy Journal**, v.17, n.1, 43-52, 2006.

SANTOS, V.H.M. dos. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes e plântulas de *Lactuca sativa*.** Botucatu: [s.n.], 2012. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

SANTOS, M.A.F. dos. **Alelopatia em Miconia spp. Ruiz & Pavon (Melastomataceae juss.) sobre a germinação, desenvolvimento e mitose de *Lactuca sativa* L.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, – Crato-CE, 2012. 116p.

SANTOS, J.C.F.; SOUZA, I.F. de.; MENDES, A.N.G.; MORAIS, A.R..; CONCEIÇÃO, H.E.O.; MARINHO, J.T.S. Influência alelopática das coberturas mortas de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p.1105-1118, 2001.

SANTOS, L.D.C. dos; BENETT, C.G.S.; SILVA, K.S.; SILVA, L.V. da. Germinação de Diferentes Tipos de Sementes de *Brachiaria Brizantha* cv. Brs Piatã**. Bioscence Journal**, Uberlândia/MG, v. 27, n. 3, p. 420-426, May/June 2011.

SANTOS, V.L.M. dos; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. dos. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.189-194, 1992.

SAUSEN, T.L.; LÖWE, T.R.; FIGUEIREDO, L.S.; BUZATTO, C.R. Avaliação da Atividade Alelopatica do Extrato Aquoso de Folhas de *Eugenia Involucrata* dc. e *Acca Sellowiana* (O. Berg) Burret. **Polibotánica.** Núm. 27, México, 2009, p. 145-158.

SCHILCHEER, H. Phytopharmaka: Qualitässicherung und-kontrolle, neue Verfahren und Zuberitungen. In: MÜLLER, R. H.; HILDEBRAND, G. E. (Hrsg.) Pharmazeutische Tecnologie: modern Arzneiformen, Stuttgart: Wissenschaftliche, 1997.

SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; ALBUQUERQUE, R.C.; BELTRÃO, N.E.M. Alelopatia de Plantas Daninhas Sobre a Mamoneira. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, **Embrapa Algodão**, 2006.

SHIRLEY, B.W. Flavonoid biosynthesis: new functions for an old pathway. **Trends in Plant Science**, London, v. 31, p. 377-382, 1996.

SILVA, A.K.P.M.; CAVALCANTI, R.Q.; COELHO, J.B.M.; NETO, E.B. Relação entre concentração molar, condutividade elétrica e potencial osmótico de soluções salinas. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.

SINGH, H.P.; BATISH, D.R.; KOHLI, R.K. Allelopathy in agroecosystems: a overview. **Journal of Crop Production**, New York, v. 4, p. 1-41, 2001.

SODAEIZADEH, H.; RAFIEIOLHOSSAINI, M.; HAVLÍK, J.; DAMME, P.V.; Allelopathic activity of different plant parts of Peganum harmala L. and identification of their growth inhibitors substances. **Plant Growth Regul**, v.59, p.227–236, 2009.

SOUZA, D.C.L. **Diversidade genética, produção de frutos e composição química em *Schinus terebinthifolius* Raddi.** Dissertação (Mestrado em Agroecossistema), São Cristovão-SE, 97p. 2012.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações e capim-braquiária (*Bracgiaria decumbens*) no desenvolvimento de eucalipito (*Eucaliptus grandis*). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 343-354, 1988.

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**, Viçosa-MG, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

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

SOUZA, S.A.M.; CATTELAN, L.V.; VARGAS, D.P.; PIANA, C.F.B.; BOBROWSKI, V.L.; ROCHA, B.H.G. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. **Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde**, v.11, n. 3/4, p. 29-38, 2005.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

SRIVASTAVA, J.; CHANDRA, H.; SINGHI, N. Allelopathic response of *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash on members of the family Enterobacteriaceae and *Pseudomonas* spp. **Environmentalist**, v.27, p.253–260, 2007.

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

TORRES A, OLIVA RM, CASTELLANO D, CROSS P. First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future, SAI. Spain: University of Cadiz; 1996. p. 278.

TRUONG, P.; VAN, T.T.; PINNERS, E. **Vetiver system applications: technical reference manual**. 2.ed. Vietnam: The Vetiver Network International, 2008. 127p.

VALLS, J.F.M. Recursos genéticos de espécies de Paspalum no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Paspalum*, 1987, Nova Odessa, SP. **Resumos**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia. 1987. p. 4-6.

VELDKAMP, J.F. A revision of *Chrysopogon* Trin. including *Vetiveria* Bory (Poaceae) in Thailand and Malasia with notes on some other species from Africa and Australia. **Austrobaileya**, 5: 503-533, 1999.

VIERITZ, A. **Modelling Monto Vetiver Growth and Nutrient Uptake**. Queensland, Australia: Department of Natural Resources and Mines, 2010.

WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J.R. da S.; ALEXANDRE, R.S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C.H. Efeito do ph da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e desenvolvimento inicial. **Ciênc. agrotec**., Lavras, v. 31, n. 4, p. 1014-1019, jul./ago., 2007.

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

WEYERSTAHL, P.; MARSCHALL, H.; SPLITTGERBER, U.; WOLF, D. 1,7-cyclogermacra-1 (10),4-dien-15-al, a sesquiterpene with a novel skeleton, and other sesquiterpenes from Haitian vetiver oil. **Flavour and Fragrance Journal,** v.15, n. 2, 2000.

WHITTAKER, R.H.; FEENY, P.P. Allelochemics: chemical interaction between species. **Science**, [S.l.], v. 171, n. 3973, 1971.