

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

ANA CARINA DA SILVA CÂNDIDO SERON

**ATIVIDADE FITOTÓXICA DE EXTRATOS DE FRUTOS DO
CERRADO**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**ATIVIDADE FITOTÓXICA DE EXTRATOS DE FRUTOS DO
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Charline Zaratín Alves

CHAPADÃO DO SUL-MS

2021



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: **Ana Carina da Silva Cândido Seron.**

ORIENTADORA: **Profa. Dra. Charline Zaratín Alves.**

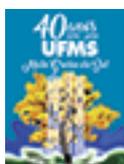
Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências da disciplina de TCC, para obtenção do grau de ENGENHEIRA AGRÔNOMA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da UFMS/CPCS.

Profa. Dra. Charline Zaratín Alves
Presidente da Banca Examinadora e Orientadora

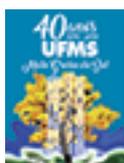
Profa. Dra. Maria Luiza Nunes Costa
Membro da Banca Examinadora

Eng^a. Agr^a. Me. Mayara Fávero Cotrim
Membro da Banca Examinadora

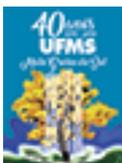
Chapadão do Sul, 23 de junho de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Mayara Fávero Cotrim, Usuário Externo**, em 23/06/2021, às 09:04, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Charline Zaratín Alves, Professora do Magistério Superior**, em 23/06/2021, às 09:39, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Luiza Nunes Costa, Professora do Magistério Superior**, em 23/06/2021, às 10:04, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso informando o código verificador **2635904** e o código CRC **23F39D61**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família e principalmente meu esposo que sempre acreditaram no meu potencial, incentivando e apoiando sempre em todas as minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por toda proteção, guiando-me por todos os momentos de minha caminhada.

A minha família por todo apoio e incentivo.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Chapadão do Sul. Ao Laboratório de Tecnologia de Sementes. Aos professores, por todo conhecimento adquirido e contribuído no preparo profissional.

A minha orientadora e amiga, professora Dra. Charline Zaratín Alves, por toda orientação, apoio, incentivo e compreensão durante todos esses anos. A Mayara Faveró Cotrim pela ajuda nas análises estatísticas e amizade.

A prof. Dra. Marize Terezinha Lopes Pereira Peres, por sempre me orientar e incentivar em todos meus trabalhos. Ao Laboratório de Pesticidas Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, pela confecção dos extratos e pesquisa.

Ao meu marido, pelo companheirismo e paciência.

A todos que contribuíram de maneira direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

EPIGRAFE

“TALVEZ NÃO TENHA CONSEGUIDO FAZER O MELHOR, MAS FIZ TUDO PARA QUE O MELHOR FOSSE FEITO. NÃO SOU O QUE DEVERIA SER, MAS, GRAÇAS A DEUS, NÃO SOU O QUE ERA ANTES.”

Marthin Luther King

RESUMO

Algumas espécies vegetais possuem atividade fitotóxica (bioherbicidas) por apresentarem compostos bioativos que podem inibir o desenvolvimento de outras plantas. Neste trabalho, objetivamos avaliar se os extratos e frações dos frutos de caraguatá (*Bromelia balansae*), guavira (*Campomanesia adamantium*), ingá (*Inga laurina*) e maracujá-do-cerrado (*Passiflora gibertii*) apresentam atividade fitotóxica. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, no qual utilizamos soluções dos extratos e frações nas concentrações de 0, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹. Após a coleta de dados, foi realizada a estatística multivariada para avaliação da inter-relação dos extratos e frações com as variáveis. Avaliamos o efeito fitotóxico dos extratos e frações sobre o índice de velocidade de germinação, germinação, comprimento de plântulas e massa seca em plântulas de alface e cebola. Todos os frutos avaliados neste estudo apresentaram efeito fitotóxico. Destacamos como resultados mais relevantes a fração hexânica dos frutos de guavira, a fração acetato de etila dos frutos de maracujá-do-cerrado, pois inibiram a germinação de alface. Em cebola houve redução na germinação, quando submetidas a fração hexânica de caraguatá. A maior inibição do crescimento foi observada na fração hexânica de guavira em alface e fração acetato de etila de ingá em cebola. Os compostos presentes nos frutos caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado apresentam atividade fitotóxica podendo ser utilizados como alternativas de bioherbicidas menos prejudiciais ao meio ambiente.

Palavras-chave: Alelopatia, aleloquímicos, compostos fitotóxicos, herbicidas naturais.

ABSTRACT

Some plant species have phytotoxic activity (bioherbicides) because they have bioactive compounds with the ability to inhibit the development of other plants. In this work, we aimed to evaluate the extracts and fractions of the fruits of caraguatá (*Bromelia balansae*), guavira (*Campomanesia adamantium*), ingá (*Inga laurina*) and passion fruit (*Passiflora gibertii*) have phytotoxic activity. The experimental design used was completely randomized, in which we used solutions of extracts and fractions at concentrations of 0, 250, 500 and 1.000 mg L⁻¹. We evaluated the phytotoxic effect of extracts and fractions on germination speed index, germination percentage, root and shoot length and total dry mass of lettuce and onion seedlings. All fruits evaluated in this study showed phytotoxic effect. We can highlight as the most relevant results the hexane fraction of guavira fruits, the ethyl acetate fraction of passion fruit fruits, which inhibited lettuce germination and the hexane fraction of caraguatá in onion. The greatest inhibition of growth was observed in the hexane fraction of guavira in lettuce and ethyl acetate fraction of ingá in onion. The compounds present in caraguatá, guavira, ingá and passion fruit fruits show phytotoxic activity and can be used as alternative bioherbicides less harmful to the environment.

Keywords: Allelopathy, allelochemicals, phytotoxic compounds, natural herbicides.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de caraguatá. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 2. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de caraguatá. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de guavira. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 4. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de guavira. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de ingá. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 6. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de ingá. *A média

do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 7. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de maracujá-do-cerrado. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 8. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de maracujá-do-cerrado. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Figura 9. Análise de componentes principais entre as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER), comprimento da raiz (RAIZ) e parte aérea (PA) e massa seca (MS) das plântulas de alface (cluster 1) e cebola (cluster 2) submetidos aos extratos e frações dos frutos de caraguatá (A) e guavira (B). Extrato etanólico bruto caraguatá (EEBCAR); fração hexânica caraguatá (FHCAR); fração acetato de etila caraguatá (FAECAR); fração etanol água caraguatá (FEACAR); extrato etanólico bruto guavira (EEBGUA); fração hexânica guavira (FHGUA); fração acetato de etila guavira (FAEGUA); fração etanol água guavira (FEAGUA). (C1: 0 mg L⁻¹, C2: 250 mg L⁻¹, C3: 500 mg L⁻¹, 1000 mg L⁻¹).

Figura 10. Análise de componentes principais entre as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER), comprimento da raiz (RAIZ) e parte aérea (PA) e massa seca (MS) das plântulas de alface (cluster 1) e cebola (cluster 2) submetidos aos extratos e frações dos frutos de ingá (A) e maracujá-do-cerrado (B). Extrato etanólico bruto ingá (EEBINGA); fração hexânica ingá (FHINGA); fração acetato de etila ingá (FAEINGA); fração etanol água ingá (FEAINGA); extrato etanólico bruto maracujá-do-cerrado (EEBMAR); fração hexânica maracujá-do-cerrado (FHMAR); fração acetato de etila maracujá-do-cerrado (FAEMAR); fração etanol água maracujá-do-cerrado (FEAMAR). (C1: 0 mg L⁻¹, C2: 250 mg L⁻¹, C3: 500 mg L⁻¹, 1000 mg L⁻¹).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1. Alelopatia: Histórico e Conceito	16
3.2. Natureza dos compostos alelopáticos	17
3.3. Mecanismos de ação dos aleloquímicos	18
3.4. Produtos naturais como herbicidas.....	18
CAPÍTULO 1	21
Resumo	21
<i>Palavras-chave:</i>	21
Abstract	21
<i>Keywords:</i>	21
1. Introdução	22
2. Material e Métodos.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS.....	49

1. INTRODUÇÃO

A chamada agricultura moderna, na qual altas produtividades são o foco da atividade, tem sido dependente do uso de defensivos agrícolas sintéticos. Entretanto, a utilização de determinados produtos, na maioria sintéticos, tem ocasionado diversas insatisfações de ordem social em função dos riscos à saúde humana e dos prejuízos ambientais que provocam (Macias et al., 2000a).

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas, o uso de herbicidas continua sendo importante na busca pelo aumento do rendimento, principalmente no momento da colheita, o que permite facilitar o trabalho dos maquinários e reduzir a quantidade de impurezas e outras espécies misturadas no produto colhido. No entanto, o uso inadequado e indiscriminado de herbicidas sintéticos além de levar à contaminação dos alimentos tem levado ao crescente aparecimento, em nível mundial, de biótipos de plantas daninhas tolerantes e resistentes a esses herbicidas. Logo, tem ocasionado aumento nos custos de produção e problemas graves de contaminação do ambiente (Macias et al., 2000a), o que leva à redução na eficiência dos produtos utilizados.

Vale ressaltar que os compostos biologicamente ativos de uso difundido na sociedade obtiveram sua gênese a partir de um produto de origem vegetal, animal ou microbiana (Barbosa et al., 2002). As interações alelopáticas derivam de metabólitos secundários produzidos por plantas e microorganismos, que são conhecidos como aleloquímicos. Estes aleloquímicos são produtos naturais bioativos que conduzem à larga ordem de efeitos biológicos (Macias et al., 2006). Essas substâncias estão presentes em todos os tecidos das plantas incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes (Putnan e Tang, 1986) e variam em quantidade e qualidade de acordo com a espécie (Ferreira e Áquila, 2000).

Muitos compostos químicos de plantas inibem o crescimento vegetal, como por exemplo a artemisinina, um sesquiterpenóide produzido por *Artemisia annua* L. que é altamente fitotóxico (Duke e Abbas, 1996). Outro exemplo de substância fitotóxica

descoberta em estudos de interações entre plantas é a sorgoleona, característico por ser composto alelopático isolado de espécies de *Sorghum* (Duke et al., 2001). Vokou et al. (2003) investigaram o potencial aleloquímico de 47 terpenóides de diferentes grupos a fim de examinar o efeito destes compostos na germinação de sementes e no crescimento de espécies cultivadas de *Lactuca sativa*. Destes, somente cinco compostos foram ativos na inibição da germinação de sementes.

A biodiversidade brasileira pode oferecer excelente oportunidade para incrementar as pesquisas na busca de outros tipos de herbicidas, mais específicos e menos prejudiciais do que aqueles em uso. Nesse contexto, as milhares de substâncias químicas disponíveis na natureza, quer seja aquelas produzidas por plantas ou pelos microrganismos podem oferecer novas e excelentes oportunidades para diversificar o controle de endemias na agricultura, reduzindo ou eliminando a contaminação do ambiente, preservando os recursos naturais e garantindo a oferta de produtos agrícolas com alta qualidade, desprovidos de resíduos de agentes contaminantes (Souza-Filho e Alves, 2002).

O cerrado brasileiro apresenta diversas espécies de árvores, ervas, arbustos e trepadeiras. A progressiva mecanização da lavoura tem contribuído para uma devastação acelerada da vegetação nativa e estima-se que grande parte deste bioma já tenha sido desmatado. Portanto, o uso sustentável e a preservação da biodiversidade são assuntos relevantes e estudos a partir da vegetação do Cerrado e de outras formações vegetais existentes em Mato Grosso do Sul poderão render a obtenção de pesticidas naturais, agentes antioxidantes, óleos essenciais, compostos bioativos e outros produtos úteis, como tem sido destacado na literatura (Klink e Machado, 2005; Simionatto et al., 2009, Silva et al., 2013; Peres et al., 2013; Carvalho et al., 2016) reforçando a preservação e o uso racional destas espécies.

2. OBJETIVO

Buscando a preservação ambiental e o conhecimento biológico dos frutos para uso sustentável, objetivamos avaliar -se os extratos e frações dos frutos de caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado apresentam atividade fitotóxica (bioherbicida).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Alelopatia: histórico e honceito

A ideia de que determinada planta pode influenciar no crescimento de outra, foi relatado primeiramente por Theophrastus (300 a.C.), discípulo de Aristóteles, que observou que plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) não revigoravam o solo como outras plantas. Em contrapartida, o exauria e, ao mesmo tempo, destruía as plantas invasoras (Rice, 1984). Plínio (1 d.C) reportou que grão-de-bico, cevada (*Hordeum vulgare* L.), ervilha (*Vicia ervilia* (L.) Willd) e a noqueira européia, (provavelmente *Juglans regia* L.), foram as causas de preocupações para o homem e injúrias para as plantas. De Candolle em 1932, afirmou que o cansaço das terras decorrente da monocultura, era ocasionado pelo acúmulo de algumas substâncias exsudadas pelas plantas a qual passava a afetar o desenvolvimento (Rice, 1984).

Somente em 1937 o termo alelopatia foi proposto por Hans Molisch, significando do grego *allelon* = de um para o outro, *pathos* = prejuízo, para referir-se à interações bioquímicas entre todos os tipos de plantas e inclusive entre microrganismos (Rice, 1984). Anos depois, Rice (1984) redefiniu o termo alelopatia como sendo “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”.

Em 1996, foi criada a Sociedade Internacional de Alelopatia, que a definiu como sendo a ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (Macias et al., 2000b). Nesse sentido, uma planta pode afetar o crescimento da outra, sem que ocorra o efeito alelopático, mediante competição por fatores do ambiente, tais como água, luz e nutrientes (Rodrigues et al., 1992).

Há evidências de que a maioria dos metabólitos secundários liberados pelas plantas esteja envolvida em interações com outros organismos, como outras plantas, insetos, fungos e herbívoros, ou seja, apresentam potencial para exercer alelopatia em agroecossistemas (Duke, 1996).

3.2. Natureza dos compostos alelopáticos

O aparecimento de metabólitos biologicamente ativos na natureza é determinado por necessidades ecológicas e possibilidades biossintéticas, sendo que a co-evolução de plantas, insetos e microorganismos conduzem à síntese de metabólitos secundários com funções de defesa ou atração, principalmente. Assim, os metabólitos secundários, por serem fatores de interação entre organismos, freqüentemente, apresentam atividades biológicas. Muitos são de importância alimentar, agrônômica, de perfumaria, entre outras (Santos, 2002).

Durante muito tempo não se sabia exatamente se as substâncias químicas do metabolismo secundário representavam o produto final do metabolismo celular, ou se eram sintetizadas pelas plantas com funções específicas. Alguns autores defendiam a primeira hipótese, baseados no fato de que essas substâncias se encontram em maior quantidade nos vacúolos das células, onde seriam depositadas a fim de evitarem a própria autotoxicidade. Outros consideravam que a produção dessas substâncias é regida pelas leis da genética e que estão sendo constantemente sintetizadas pelas plantas, defendendo a segunda hipótese (Medeiros, 1990).

Atualmente, sabe-se que muitas destas substâncias estão diretamente envolvidas nos mecanismos que permitem a adequação do produtor a seu meio. De fato, já foram reconhecidas como funções de várias substâncias pertencentes a essa classe de metabólitos, por exemplo, a defesa contra herbívoros e microorganismos, a proteção contra raios UV, a atração de polinizadores ou animais dispersores de sementes e em alelopatia (Santos, 2002). Não se conhecem todos os produtos químicos com propriedades alelopáticas, bem como a

forma como são sintetizados. Os mais comuns pertencem aos grupos dos ácidos fenólicos, cumarinas, terpenóides, flavonóides, alcalóides, glicosídeos cianogênicos, derivados do ácido benzóico, taninos e quinonas complexas (Durigan e Almeida, 1993).

3.3. Mecanismos de ação dos aleloquímicos

Aleloquímicos alteram o crescimento e o desenvolvimento de plantas pela multiplicidade de ações sobre os processos fisiológicos. Há centenas de diferentes estruturas e muitos dos compostos químicos apresentam vários efeitos fitotóxicos (Einhellig, 2002). O modelo de ação dos aleloquímicos pode, amplamente, ser dividido em ações diretas e indiretas. As ações indiretas podem incluir efeitos que promovem alterações nas propriedades do solo, sua situação nutricional, bem como, alterações na população e ou atividade de microrganismos, insetos, nematóides e outras. O modelo de ação direta envolve os efeitos dos aleloquímicos sobre vários aspectos do metabolismo e desenvolvimento das plantas (Souza-Filho e Alves, 2002).

Alguns dos efeitos específicos incluem modificação na estrutura e no transporte das membranas, alterações das características da morfologia celular, interferência no ciclo celular (replicação, síntese de proteínas, mitose, mecanismos celulares), modificação da atividade de fitohormônios, perturbação do metabolismo energético (respiração e fotossíntese), problemas no balanço de água e na função dos estômatos, inibição de síntese de pigmentos e bloqueio da função de numerosas enzimas (Einhellig, 2002).

3.4. Produtos naturais como herbicidas

Muitos dos compostos químicos sintéticos são prejudiciais ao ambiente devido sua longa persistência no meio, sua toxicidade e atividade carcinogênica e mutagênica. Por causa desses problemas muita atenção tem sido focada em alternativas para o controle de plantas daninhas. Alelopatia, com estudos bioquímicos de interações planta-planta incluindo efeitos

positivos e negativos tem sido proposta como possível alternativa para o manejo de plantas daninhas (Macias, 1996).

Os vegetais apresentam compostos bioativos, que fazem parte do seu sistema de defesa, que são de fato herbicidas naturais (Macias et al., 2000a). Esses produtos naturais bioativos evoluíram por um longo período de tempo e foram selecionados para atividades biológicas específicas. A relação existente entre a estrutura química de um composto produzido por uma planta e a atividade herbicida tem tornado os aleloquímicos candidatos promissores para conduzir ao desenvolvimento de novos herbicidas (Duke et al., 2001).

Os aleloquímicos podem ser usados diretamente como herbicidas ou para conduzir o desenvolvimento de novas classes de herbicidas. Há várias razões para o interesse do uso de compostos naturais como herbicidas, pois esses compostos são ambientalmente e toxicologicamente mais seguros que os herbicidas sintéticos, apresentam uma diversidade de estruturas químicas que não são produzidas na química sintética e possuem sítios moleculares que não foram anteriormente explorados pelos herbicidas comerciais (Duke et al., 2002).

Os produtos secundários de plantas são também considerados menos problemáticos para o meio ambiente, devido a fácil decomposição, porém não deixam de ser componentes químicos, devendo seus efeitos ser estudados. É relativamente pequeno o número de informações sobre pesticidas naturais a organismos não alvo sob condições de campo. Existem resultados de experimentos sobre componentes individuais em laboratório, mas esses dados não são aplicáveis às condições de campo. São necessários dados toxicológicos para registrar os compostos, mesmo sendo de origem natural (Saito, 1998).

Os estudos nessa área têm chegado ao isolamento de algumas importantes substâncias, as quais promovem elevada toxicidade em algumas espécies de plantas daninhas. O bialafós, produzido por *Streptomyces* spp. em fermentação, é metabolicamente convertido pela espécie alvo a fosfotricina, um potente inibidor da glutamina sintetase; ele possui um uso limitado no Japão. Por outro lado, o glufosinato, uma versão sintética da fosfotricina, é amplamente

utilizado pelo mundo como herbicida não seletivo. O ácido pelargônico, um ácido graxo natural, possui uma distribuição limitada nos EUA como herbicida natural (Duke et al., 2002).

Com modificações químicas alguns metabólitos secundários de plantas com fitotoxicidade podem ser a base de novos herbicidas. Um dos primeiros e mais potentes fitotóxicos estudados em plantas é o 1,8-cineol. Esse composto produzido por muitas espécies de plantas tem sido reportado em alelopatia planta-planta. No entanto, é um composto volátil não sendo viável para ser usado efetivamente como herbicida. Modificações do 1,8-cineol levaram a cimetilina, um herbicida sintético desenvolvido, mas nunca comercializado (Duke e Abbas, 1996).

Souza e Furtado (2002) observaram que o aleloquímico benzoxazolinona (BOA), exsudado pelas plantas de centeio (*Secale cereale*), confere resultado semelhante ao herbicida atrazina sobre plantas de alface. O derivado fenólico grabdinol é um composto floroglucinol-afim que inibe a germinação, transpiração e abertura estomacal (Duke et al., 2002). Outro exemplo é o composto policarbonilado leptospermona, do qual a classe tricetona de herbicidas foi desenvolvida (Duke et al., 2002).

CAPÍTULO 1

Atividade fitotóxica de extratos de frutos do Cerrado

Resumo - Algumas espécies vegetais possuem atividade fitotóxica (bioherbicidas) por apresentarem compostos bioativos com a capacidade de inibir o desenvolvimento de outras plantas. Neste trabalho, objetivamos avaliar -se os extratos e frações dos frutos de caraguatá (*Bromelia balansae*), guavira (*Campomanesia adamantium*), ingá (*Inga laurina*) e maracujá-do-cerrado (*Passiflora gibertii*) apresentam atividade fitotóxica. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, na qual utilizamos soluções dos extratos e frações nas concentrações de 0, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹. Avaliamos o efeito fitotóxico dos extratos e frações sobre o índice de velocidade de germinação, germinação, comprimento e massa seca das plântulas de alface e cebola. Todos os extratos e frações frutos avaliados neste estudo apresentaram efeito fitotóxico. Podemos destacar a fração hexânica dos frutos de guavira, a fração acetato de etila dos frutos de maracujá-do-cerrado que inibiram a germinação de alface e em cebola a fração hexânica de caraguatá. A maior inibição do crescimento foi observada na fração hexânica de guavira em alface e fração acetato de etila de ingá em cebola. Os compostos presentes nos frutos caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado apresentam atividade fitotóxica podendo ser utilizados como alternativas de bioherbicidas menos prejudiciais ao meio ambiente.

Palavras-chave: Alelopatia, aleloquímicos, compostos fitotóxicos, herbicidas naturais.

Phytotoxic activity of Cerrado fruit extracts

Abstract - Some plant species have phytotoxic activity (bioherbicides) because they have bioactive compounds with the ability to inhibit the development of other plants. In this work, we aimed to evaluate the extracts and fractions of the fruits of caraguatá (*Bromelia balansae*),

guavira (*Campomanesia adamantium*), ingá (*Inga laurina*) and passion fruit (*Passiflora gibertii*) have phytotoxic activity. The experimental design used was completely randomized, in which we used solutions of extracts and fractions at concentrations of 0, 250, 500 and 1.000 mg L⁻¹. We evaluated the phytotoxic effect of extracts and fractions on germination speed index, germination percentage, root and shoot length and total dry mass of lettuce and onion seedlings. All fruits evaluated in this study showed phytotoxic effect. We can highlight as the most relevant results the hexane fraction of guavira fruits, the ethyl acetate fraction of passion fruit fruits, which inhibited lettuce germination and the hexane fraction of caraguatá in onion. The greatest inhibition of growth was observed in the hexane fraction of guavira in lettuce and ethyl acetate fraction of ingá in onion. The compounds present in caraguatá, guavira, ingá and passion fruit fruits show phytotoxic activity and can be used as alternative bioherbicides less harmful to the environment.

Keywords: Allelopathy, allelochemicals, phytotoxic compounds, natural herbicides.

1. Introdução

O Cerrado ocupa 25% do território brasileiro sendo o segundo maior bioma da América do Sul, perdendo em tamanho somente para a Floresta Amazônica. Ele apresenta grande diversidade de espécies frutíferas e condições geográficas e climáticas favoráveis. No entanto, grande número de espécies frutíferas nativas e exóticas permanece inexploradas nesse bioma, apesar de seu alto valor nutricional e econômico (Alves et al., 2008).

Algumas espécies de plantas podem estimular ou inibir o desenvolvimento de outras espécies pela ação de produtos do metabolismo secundário, que quando liberados no meio ambiente, interferem na morfologia e metabolismo de espécies vizinhas (Fiorenza et al., 2016). O fato de serem produtos naturais biodegradáveis, apresentarem baixa toxicidade e atuarem em várias moléculas-alvo ao mesmo tempo, quando comparados aos defensivos sintéticos, já os tornam substâncias fundamentais para pesquisas de novos compostos naturais (Figueredo et al., 2008). Materiais vegetais, como extratos de plantas, óleos essenciais e

compostos puros possuem efeito herbicida e antimicrobianos contra patógenos e tem despertado interesse de pesquisadores em todo mundo (Estevam et al., 2016).

Estudos fitotóxicos desempenham papel fundamental na detecção de compostos bioativos de importância comercial. Vários estudos indicam que os aleloquímicos (fitoquímicos) de produtos vegetais são agroquímicos ideais (El-Amier e Abdullah, 2014). Compostos alelopáticos liberados pelas plantas podem afetar vários fatores intrínsecos, por exemplo, inibir ou retardar a germinação de sementes de outras espécies de plantas. Por meio de estudos fitotóxicos, as espécies selecionadas podem ser fonte de novas moléculas de herbicidas (Oliveira e Brighenti, 2018), ou seus extratos podem ser utilizados no manejo alternativo de pragas, doenças e plantas daninhas.

Na agricultura sustentável, a utilização de produtos fitotóxicos pode ser fundamental no controle de plantas daninhas, ao invés do uso de agrotóxicos, pois estes provocam contaminação nos produtos agrícolas, desencadeiam doenças e poluição ambiental. Vários trabalhos evidenciam a função bioherbicida de plantas sobre a germinação de sementes de diversas espécies, por exemplo, a mostarda, repolho, brócolis, couve, alface, tomate, nabo, rúcula e rabanete (Yamagushi et al., 2011). A catequina, um aleloquímico de exsudatos radiculares de *Centaurea maculosa* foi relatada como um inibidor de crescimento de *Festuca idahoensis*, *Koeleria micrantha* e *Arabidopsis thaliana* (Bais et al., 2003). Compostos fenólicos podem levar a um aumento na permeabilidade das membranas celulares devido ao aumento da peroxidação lipídica, que pode causar extravasamento do conteúdo celular (Li et al., 2010). Pergo e Ishii-Iwamoto (2011) demonstraram que a cumarina foi o composto mais bioativo, reduzindo o comprimento da raiz e parte aérea de *Ipomoea tribola*.

Bromelia balansae Mez. (Bromeliaceae) popularmente conhecida como caraguatá é uma planta herbácea amplamente distribuída pela América do Sul (Pardo et al., 2001). Os frutos podem ser usados como alimento e remédio na forma de xarope para tratamento de tosse ou feridas (Pott e Pott, 1994). A guavira ou gabirola (*Campomanesia adamantium*

(Cambess.) O. Berg - Myrtaceae) é uma fruta do Cerrado rica em vitamina C, e as cascas são indicadas para tratamento anti-inflamatório, antidiarréico e antisséptico urinário (Sa et al., 2018). O ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd – Fabaceae) é uma árvore frutífera tropical nativa do Brasil. A polpa do fruto é branca, ligeiramente fibrosa e rica em sais minerais (Lorenzi et al., 2006). O Brasil e a Colômbia, são grandes produtores de maracujá (Meletti, 1998), sendo os países que têm maior diversidade de Passifloraceae. Somado ao interesse econômico, essa família tem fundamental importância ecológica, e a diversidade de espécies ganha destaque.

Buscando a preservação ambiental e o conhecimento biológico dos frutos para uso sustentável, objetivamos avaliar -se os extratos e frações dos frutos de caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado apresentam atividade fitotóxica (bioherbicida).

2. Material e Métodos

2.1. Material vegetal

Os frutos nativos do Cerrado foram coletados no município de Campo Grande e Chapadão do Sul, estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. As espécies coletadas foram caraguatá (*Bromelia balansae*), guavira (*Campomanesia adamantium*), ingá (*Inga laurina*) e maracujá-do-cerrado (*Passiflora gibertii*). Uma exsicata de cada espécie encontra-se depositada no herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Campo Grande (MS), Brasil. Após a coleta, os materiais foram separados e acondicionados em sacos plásticos a -7° C, até a sua utilização.

2.2. Obtenção do extrato etanólico bruto (EEB) e frações semipurificadas (FS)

Para o preparo do EEB os frutos inteiros foram triturados, separadamente, e submetidos à maceração com etanol absoluto (m/v, 1:2), à temperatura ambiente. Após sete dias, foi realizada a filtração, sendo posteriormente o solvente evaporado (± 40 °C) sob vácuo em evaporador rotativo, obtendo-se o EEB do caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado.

Para a obtenção das FS, os EEBs foram fracionados por meio de partição líquido-líquido com solventes de polaridade crescente, hexano e acetato de etila, obtendo-se as frações: hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) de cada EEB.

2.3. Bioensaios da atividade fitotóxica

Para os bioensaios de germinação e comprimento os EEBs e as FSs (FH, FAE, FEA) de cada fruto foram pesadas em balança analítica, levando-se em consideração o teor de água, e dissolvidas em DMSO (dimetilsulfóxido) a 0,1%, obtendo-se a concentração de 1000 mg L⁻¹. As concentrações de 500 mg L⁻¹ e 250 mg L⁻¹ foram preparadas por diluição (Dayan et al., 2000). As soluções foram tamponadas com solução de MES (ácido 2-morfolinoetanosulfônico) 10 mM, e o pH ajustado para 6,0 (Macias et al., 2000c) com solução de KOH 0,1 N, utilizando-se pHmetro. Como controle (0,0 mg L⁻¹), foi preparada uma solução com DMSO (0,1% v/v) tamponada com MES e o pH ajustado para 6,0. A atividade fitotóxica dos EEB e das FS (FH, FAE, FEA) dos frutos foi avaliada com as espécies-alvo: alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids) e cebola (*Allium cepa* L. cv. Baia Periforme).

Para os bioensaios de germinação, as placas de Petri (90 mm de diâmetro), contendo um disco de papel filtro Whatman nº 1, previamente autoclavadas, receberam 5,0 mL das soluções tratamentos (Macias et al., 2000c), preparadas nas concentrações de 0, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹. Em seguida, foram semeadas, separadamente, 50 sementes das espécies alvo (alface ou cebola), distribuídos aleatoriamente, com quatro repetições para cada tratamento.

As placas de Petri contendo as sementes foram levadas a câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD), com condições de luz (160 W), umidade relativa (\pm 80%) e temperatura constantes, adequadas a cada espécie alvo (alface, 20 °C com luz interna constante; cebola, 15 °C e fotoperíodo de 12h) (Brasil, 2009). A contagem para avaliar a germinação foi realizada diariamente (sendo que para alface a cada 12 horas e cebola a cada

24 horas), tendo como critério a protrusão radicular com no mínimo 2,0 mm de comprimento. O experimento foi considerado concluído quando a germinação foi nula por três dias consecutivos.

Para os bioensaios de comprimento, inicialmente as sementes foram germinadas em placas de Petri contendo papel filtro umedecidas com 5,0 mL de água destilada. Após a germinação, tendo como critério a protrusão radicular com no mínimo 2,0 mm de comprimento, foram selecionadas aleatoriamente 80 plântulas (quatro repetições de 20), para cada tratamento, e transferidas para placas de Petri contendo as soluções tratamento, utilizando-se procedimento similar ao descrito nos bioensaios de germinação (Macias et al., 2000c). Após cinco dias da protrusão radicular, foi medido o comprimento da raiz e da parte aérea (dez plântulas por placa) utilizando papel milimetrado. Posteriormente, as plântulas foram levadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a 60 °C até peso constante para a obtenção da massa seca das plântulas.

2.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. Análise de componentes principais (PCA) foi realizada para identificar a inter-relação entre os extratos e frações com as variáveis avaliadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os frutos de caraguatá observamos que os EEB e FS apresentaram maior efeito fitotóxico no IVG e germinação de cebola (Figura 1). As maiores inibições na germinação foram observadas na FH e FAE, que inibiram, em média, 72% o IVG e a germinação de cebola (Figura 1) na maior concentração avaliada (1000 mg L⁻¹). No comprimento, verificamos maior fitotoxicidade em alface, no qual a FAE apresentou os maiores efeitos inibindo o comprimento da raiz e da parte aérea (Figura 2).

Em guavira, foi possível observar maior fitotoxicidade em alface (Figura 3), na qual a FH de guavira apresentou efeito inibidor no IVG, germinação e comprimento de alface (Figura 3 e 4). Na germinação houve redução drástica do IVG (98%) e inibição na germinação (92%), na maior concentração avaliada (Figura 3). A mesma fração inibiu em 100% o comprimento e massa seca das plântulas de alface na concentração de 1000 mg L^{-1} (Figura 4). Esses dados demonstram efeito herbicida dos compostos químicos presentes na FH de guavira com potencial pré e pós-emergente para dicotiledôneas.

Para os frutos de ingá, no processo germinativo verificamos redução do IVG e da germinação de alface e cebola (Figura 5). Os maiores efeitos fitotóxicos foi verificado na FAE que reduziu o IVG e inibiu germinação de cebola em 63%, em comparação ao controle (Figura 5). Para o comprimento observamos que a FAE inibiu o comprimento da raiz e parte aérea de alface e cebola em valores superiores a 60% em alface e cebola (Figura 6).

Nos frutos de maracujá-do-cerrado verifica-se redução do IVG e germinação de alface e cebola superiores a 40%. A maior fitotoxicidade foi verificada na FAE em alface que reduziu o IVG e inibiu a germinação em 99%, na maior concentração avaliada, tendo como base de comparação o controle. Em cebola, verifica-se que o EEB e todas as FS reduziram o IVG e inibiram a germinação, sendo a maior redução observada também na FH que inibiu em 65% a germinação de cebola, em comparação ao controle (Figura 7). No comprimento (Figura 8), verifica-se os maiores efeitos inibitórios no EEB e FAE que inibiram o comprimento da raiz e da parte aérea de alface e o comprimento da raiz de cebola e o EEB inibiu o comprimento da parte aérea de cebola (Figura 8). A FAE apresentou os maiores efeitos fitotóxicos inibindo o comprimento da raiz em 72 e 51% de alface e cebola, respectivamente, e a raiz de cebola em 50%. Com esses resultados, verificamos potencial herbicida pré-emergente e pós-emergente para alface da FAE de maracujá-do-cerrado.

Também verificamos nos resultados do presente estudo que o EEB e FS dos frutos investigados causaram escurecimento dos ápices radiculares em alface e cebola, bem como a

diminuição de pêlos radiculares. A redução do comprimento da raiz foi acompanhando de engrossamento da mesma, o que justifica o pouco efeito na massa seca. Porém, o engrossamento foi acompanhado de formação anormal das raízes. A literatura relata que muitas fitotoxinas são capazes de afetar a morfologia e a anatomia de plântulas, o que pode ser evidenciado pelo endurecimento e escurecimento de ápices radiculares, fragilidade e aumento de ramificações (Cruz-Ortega et al., 1998).

A análise de componentes principais (PCA) dos EEB e FS dos frutos do Cerrado resultou em dois grupos separados representando as duas espécies avaliadas de alface (cluster 1) e cebola (cluster 2) (Figuras 5 e 6). Os dados de PCA dos frutos do Cerrado (Figura 5 e 6) demonstraram confiabilidade dos resultados devido ao somatório total dos dois componentes principais estarem acima de 80%. A distribuição dos cluster 1 (alface) e 2 (cebola) exibiram diferença de comportamento entre dicotiledôneas e monocotiledôneas em todos os extratos e frações dos frutos.

As frações e extratos dos frutos de caraguatá (Figura 9 A) não influenciaram negativamente o desempenho de plântulas de alface (cluster 1), exceto para a PA. Em relação a PA, foi possível observar toxidez tanto em alface quanto em cebola (cluster 2), pois não houve agrupamento por semelhança. Em cebola, verifica-se influência negativa dos extratos e frações para IVG, germinação e crescimento da raiz e parte aérea.

Comportamento diferente foi observado para as frações e extratos de frutos de guavira (Figura 9 B), o que levou a inibição da germinação e crescimento da raiz em sementes de alface (cluster 1). Em cebola verifica-se também uma influencia negativa de todos os parâmetros avaliados, o que corrobora com os resultados apresentados anteriormente. Sementes de alface e cebola (Figura 10) quando submetidos aos extratos e frações dos frutos de ingá (Figura 10 A) verificamos influência negativa para cebola, com exceção da massa seca. Nos extratos e frações de maracujá-do-cerrado (Figura 10 B) não demonstraram influência somente na PA das plântulas.

Esses resultados confirmam que todos os frutos do cerrado investigados neste estudo possuem efeito fitotóxico. Podemos destacar como resultados mais relevantes na germinação a FH dos frutos de guavira e a FAE dos frutos de maracujá-do-cerrado em alface e em cebola a FH de caraguatá. A maior inibição do crescimento foi observada na FH de guavira em alface e FAE de ingá em cebola. Os compostos presentes nos frutos caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado podem ser utilizados como alternativas de bioherbicidas menos prejudiciais ao meio ambiente.

Nos resultados verificamos inibição da germinação superiores a 50% na concentração de 1000 mg L⁻¹ da FAE de maracujá-do-cerrado (99% alface), caraguatá (72% cebola) e na FH de guavira (92% alface), sendo, as maiores inibições na FAE dos frutos de maracujá-do-cerrado e na FH dos frutos de guavira. As alterações no índice de velocidade de germinação (IVG) estão relacionadas às mudanças nas reações metabólicas que são parte do processo de germinação, ocorrendo perda de sincronia nessas reações que afetam a germinação (Marachin-Silva e Aquila, 2006). Segundo Dodd e Donovan (2009), a germinação e o crescimento são estágios críticos e sujeitos a altas taxas de falha, pois as sementes são mais suscetíveis e menos tolerantes a vários fatores ambientais.

Em relação ao comprimento da raiz, parte aérea e acúmulo de massa seca das plântulas de alface e cebola, verificamos os maiores efeitos inibitórios na FAE de maracujá-do-cerrado, FH de guavira e na FAE dos frutos de ingá reduziram o comprimento da raiz e parte aérea e reduziram o acúmulo de massa seca das plântulas. A maior inibição do comprimento observamos na FH de guavira que inibiu em 100% o comprimento da alface e na FAE de ingá que inibiu em 80% o comprimento de cebola, na maior concentração avaliada. As alterações no padrão de germinação e crescimento podem resultar de diversos efeitos causados em nível primário (Gusman et al., 2008). Dentre elas, Ferreira e Áquila (2000) destacam alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento de

mensageiros secundários, na respiração, pelo seqüestro do oxigênio, na formação de enzimas e receptores, ou ainda, pela combinação destes fatores.

Alguns aleloquímicos, como benzopiranos, terpenos e fenilcumarinas apresentam a mesma capacidade oxidativa do herbicida paraquat, que age recebendo elétrons do receptor primário do fotossistema I (PSI) para formar radicais superóxido (Alscher et al., 2002). A sorgolena, uma substância presente no sorgo (*Sorghum bicolor*) é capaz de inibir a fotossíntese pelo bloqueio da cadeia transportadora de elétrons do PSII para o PSI (Gniazdowska e Bogatek, 2005), além de aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) que atuam no estresse oxidativo das membranas celulares.

Estudos demonstram que os aleloquímicos produzidos por *Secale cereale* L, reduz o crescimento radicular de *Cucumis sativus* L, causando mudanças nas estruturas celulares das raízes (Burgos et al., 2004). Solo tratado com ácido benzóico em maiores concentrações suprimiu em até 81,1% o crescimento do sistema radicular de mostarda, fato que foi atribuído a desorganização e destruição das organelas celulares e dissolução da lamela média (Kaur et al., 2005).

São encontrados no Brasil, estudos referentes a atividade alelopática de frutos de espécies do Cerrado, como os de Oliveira et al. (2004); Aires et al. (2005); Oliveira et al. (2009) e Peres et al. (2013), o que reforça a necessidade de mais estudos investigando o potencial biológico de espécies do Cerrado de MS. Verificou-se que o óleo volátil das cascas do caule e folhas de *Croton urucurana* apresentou efeito herbicida na germinação e crescimento de alface e cebola, sendo verificada inibição no comprimento de alface e cebola em 100%, em comparação ao controle, quando submetidas ao óleo volátil do caule de *C. urucurana*. Esta atividade pôde ser atribuída à presença de borneol e 1-8-cineol (Simionatto et al., 2009). Óleo volátil das folhas de *Hydrocotyle bonariensis*, rico em monoterpenos (58,1%) como (+)-limoneno, apresenta propriedade alelopáticas sobre a germinação e crescimento de alface e cebola (Silva et al., 2009). Cândido et al. (2010) verificaram que o extrato bruto e

frações semipurificadas da parte aérea e subterrânea de *Senna occidentalis* apresentaram efeito fitotóxico na emergência e comprimento de alface, tomate, cebola e trigo em casa de vegetação.

Esses resultados confirmam que todos os frutos do cerrado investigados neste estudo possuem efeito fitotóxico. Podemos destacar como resultados mais relevantes na germinação a FH dos frutos de guavira e a FAE dos frutos de maracujá-do-cerrado em alface e em cebola a FH de caraguatá. A maior inibição do crescimento foi observada na FH de guavira em alface e FAE de ingá em cebola. Os compostos presentes nos frutos caraguatá, guavira, ingá e maracujá-do-cerrado podem ser utilizados como alternativas de bioherbicidas menos prejudiciais ao meio ambiente.

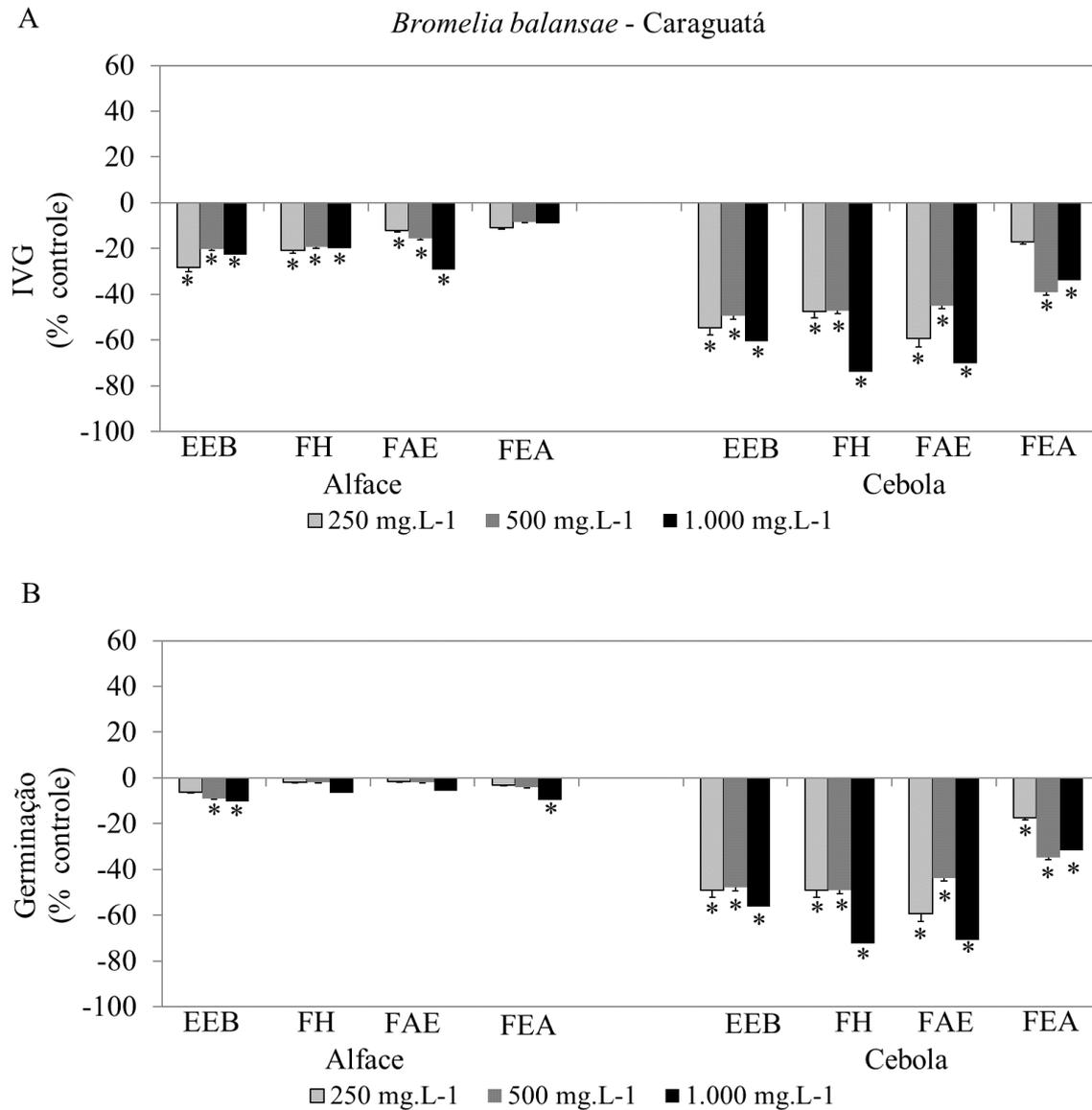


Figura 1. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alfafa e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de caraguatá. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

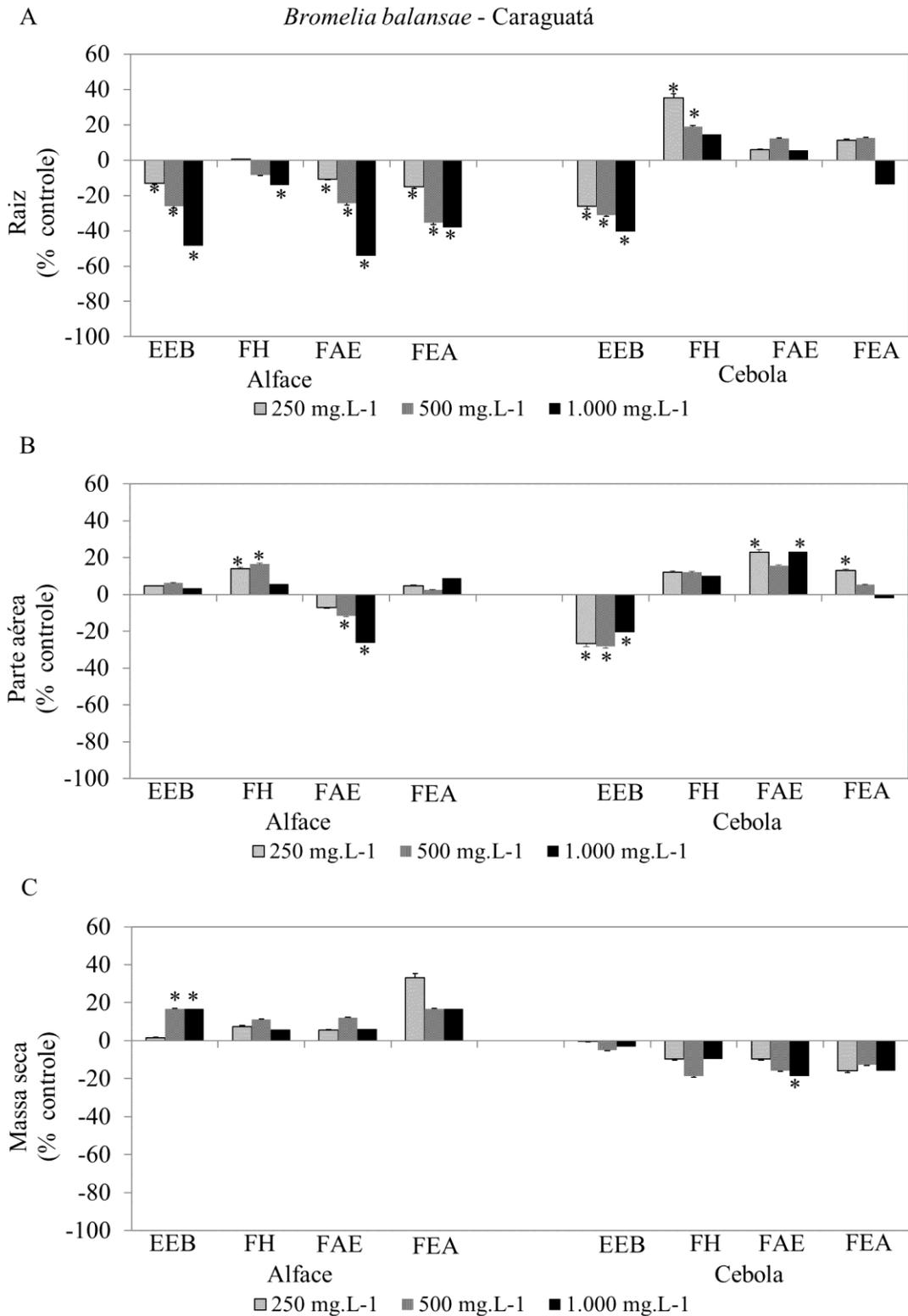


Figura 2. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alfaca e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de caraguatá. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

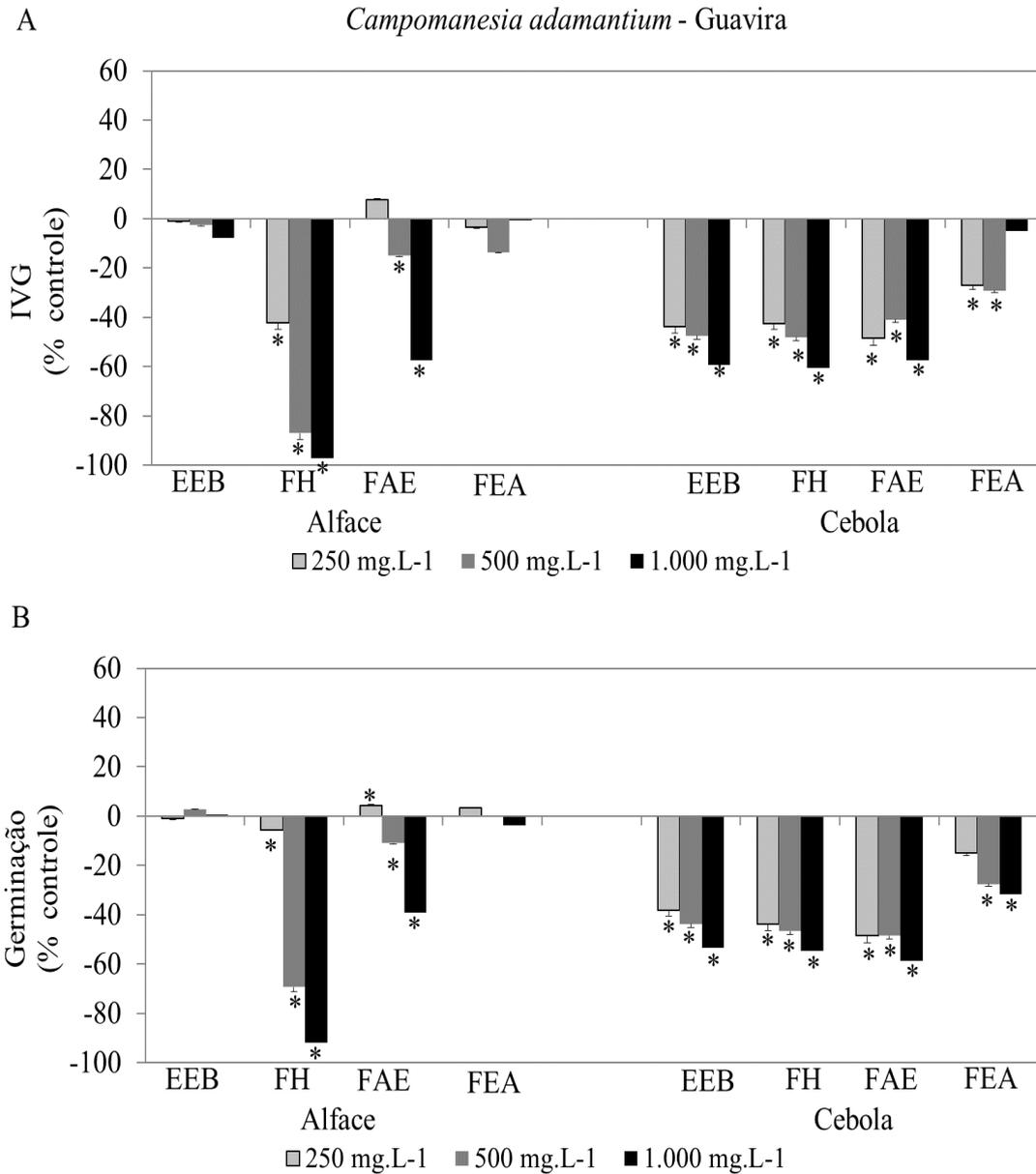


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alfaca e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de guavira. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

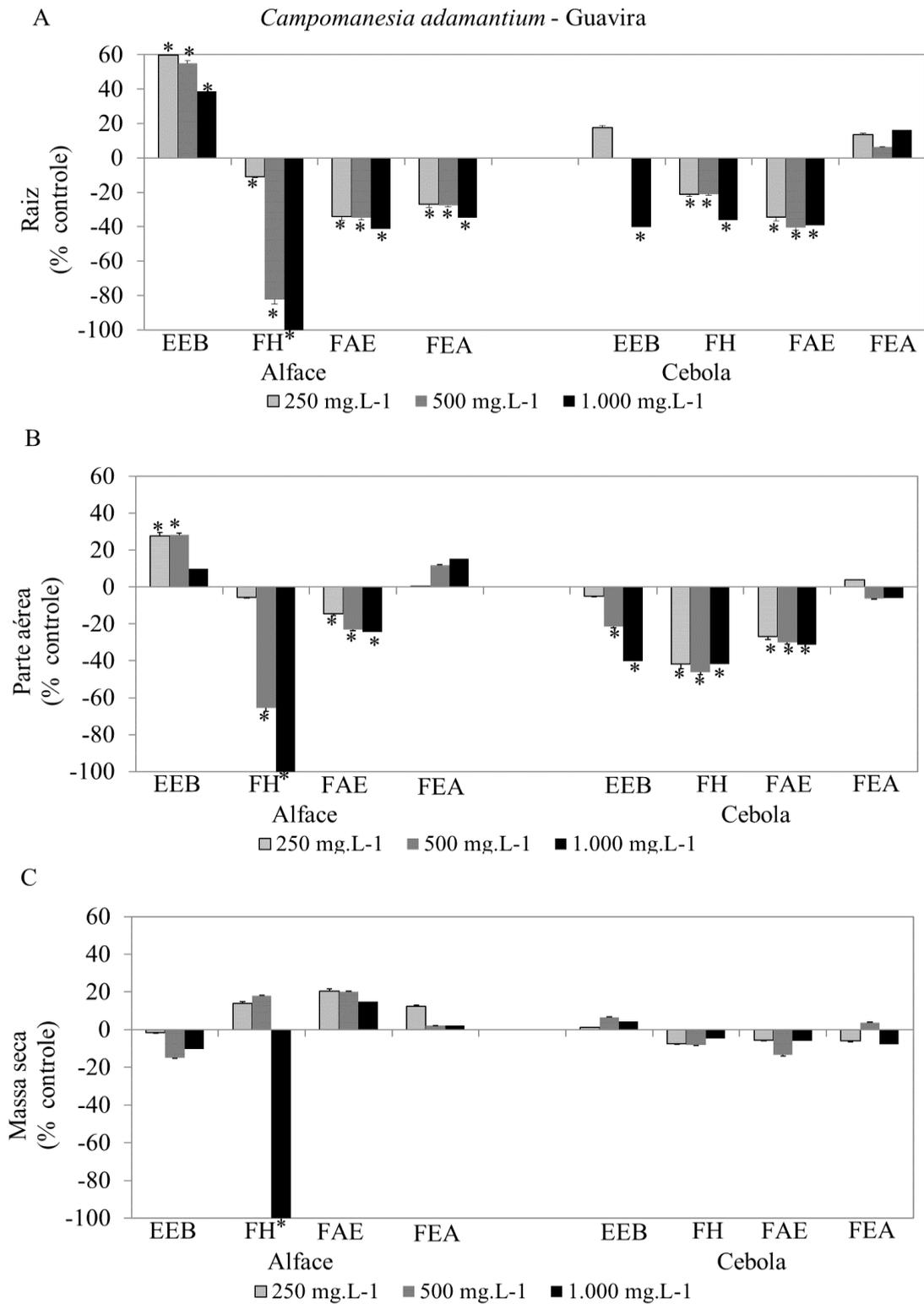


Figura 4. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alfaca e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de guavira. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

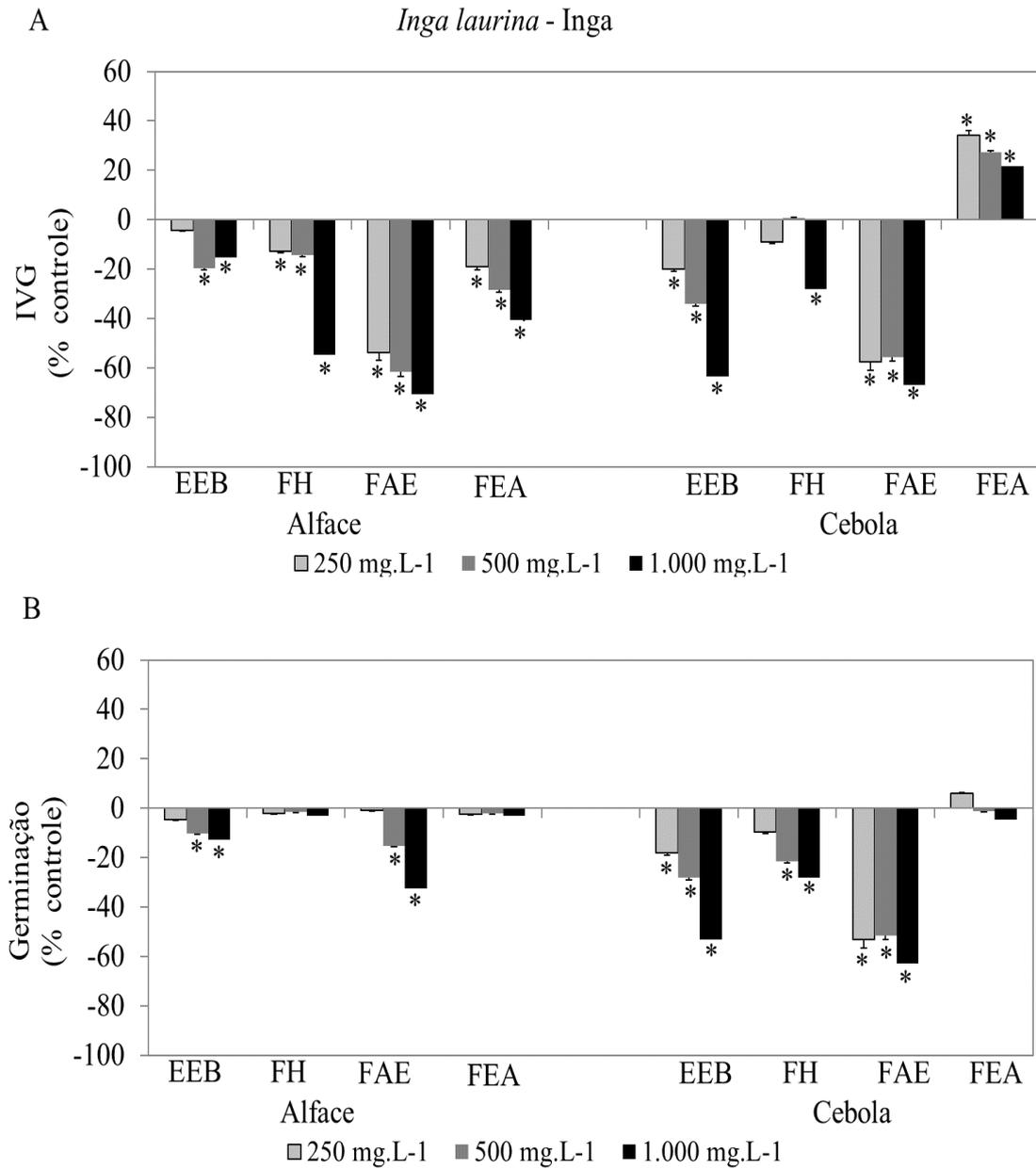


Figura 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alfaca e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de inga. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

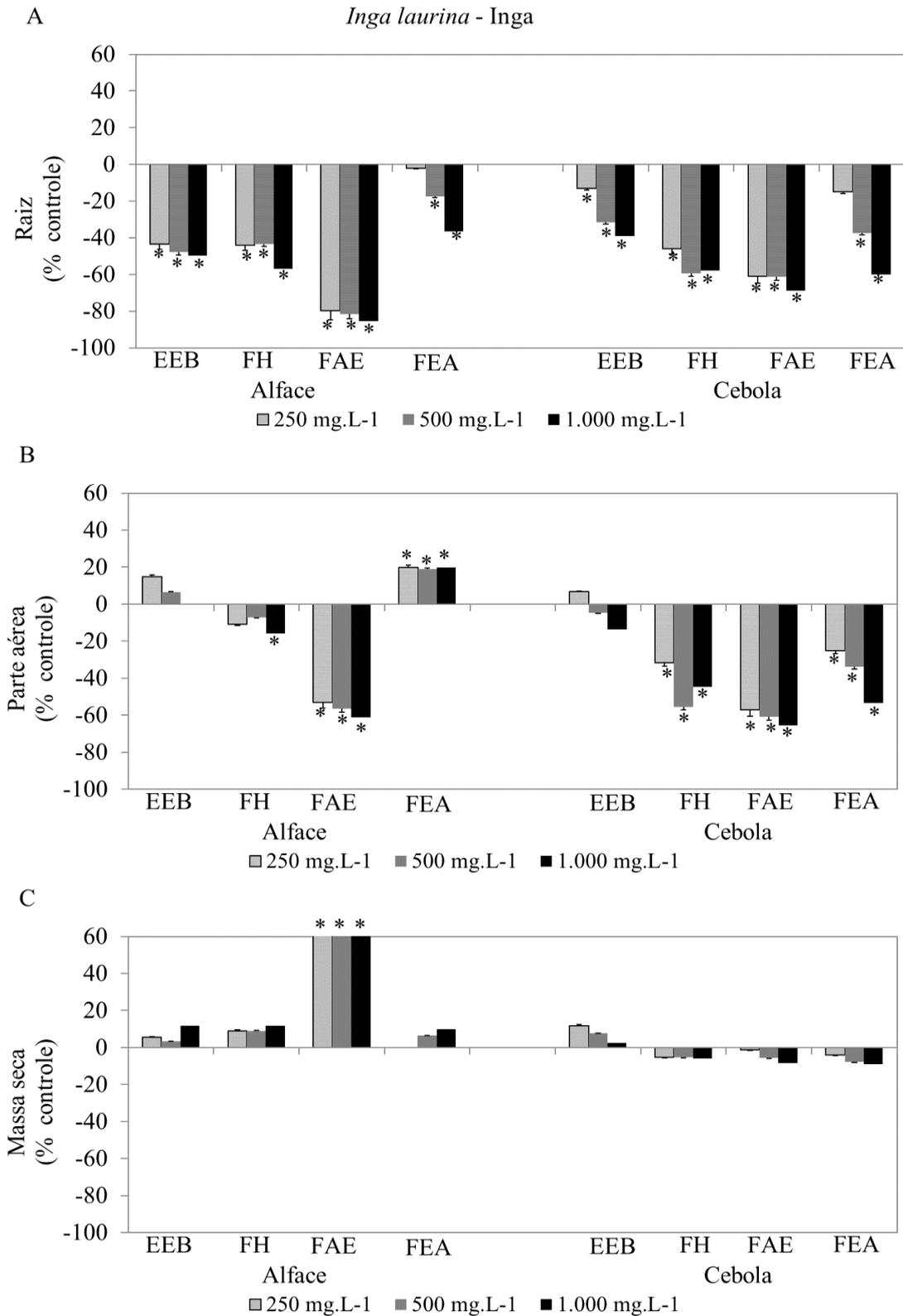


Figura 6. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alfaca e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de inga. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

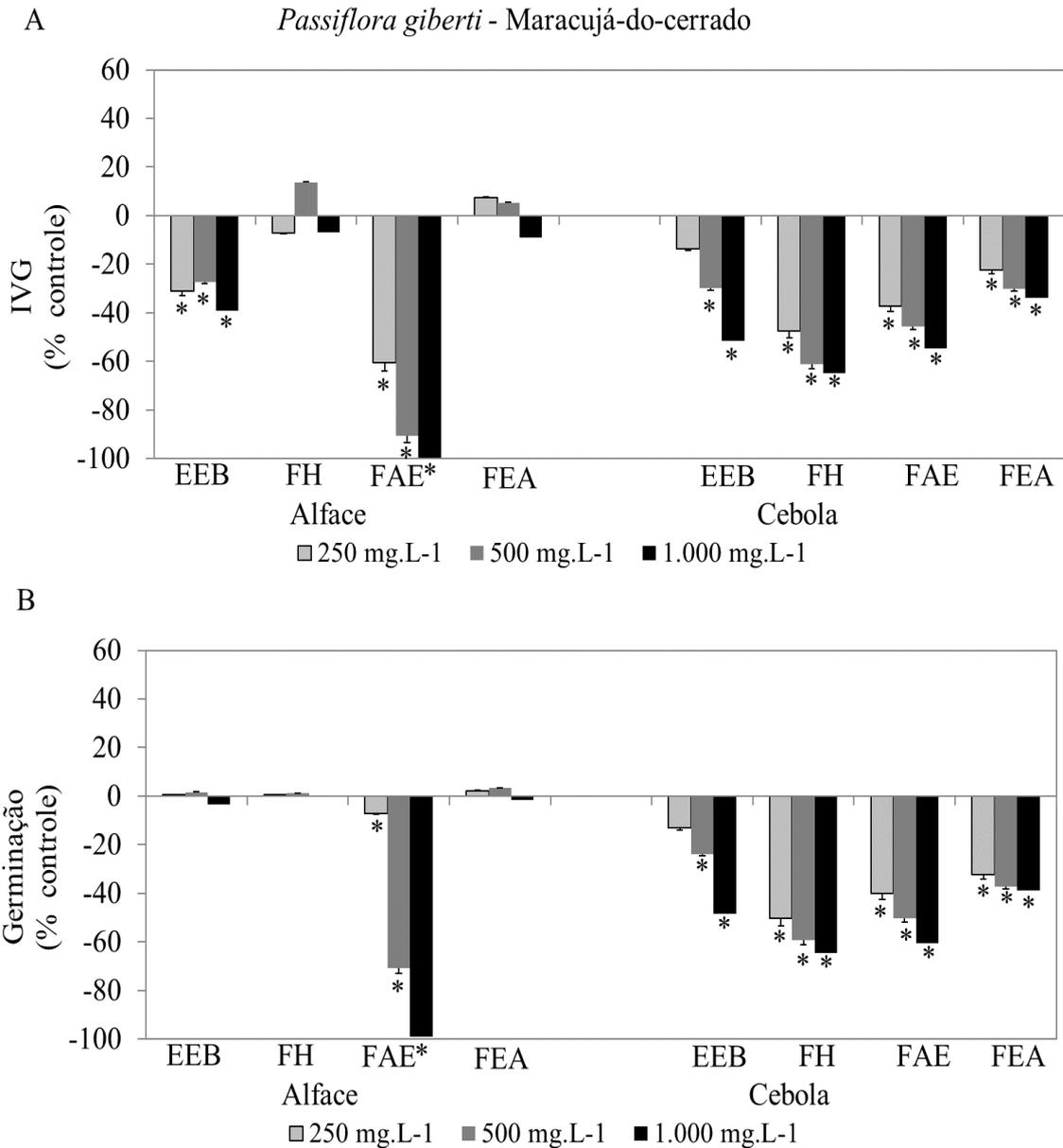


Figura 7. Índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação de alfafa e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de maracujá-do-cerrado. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

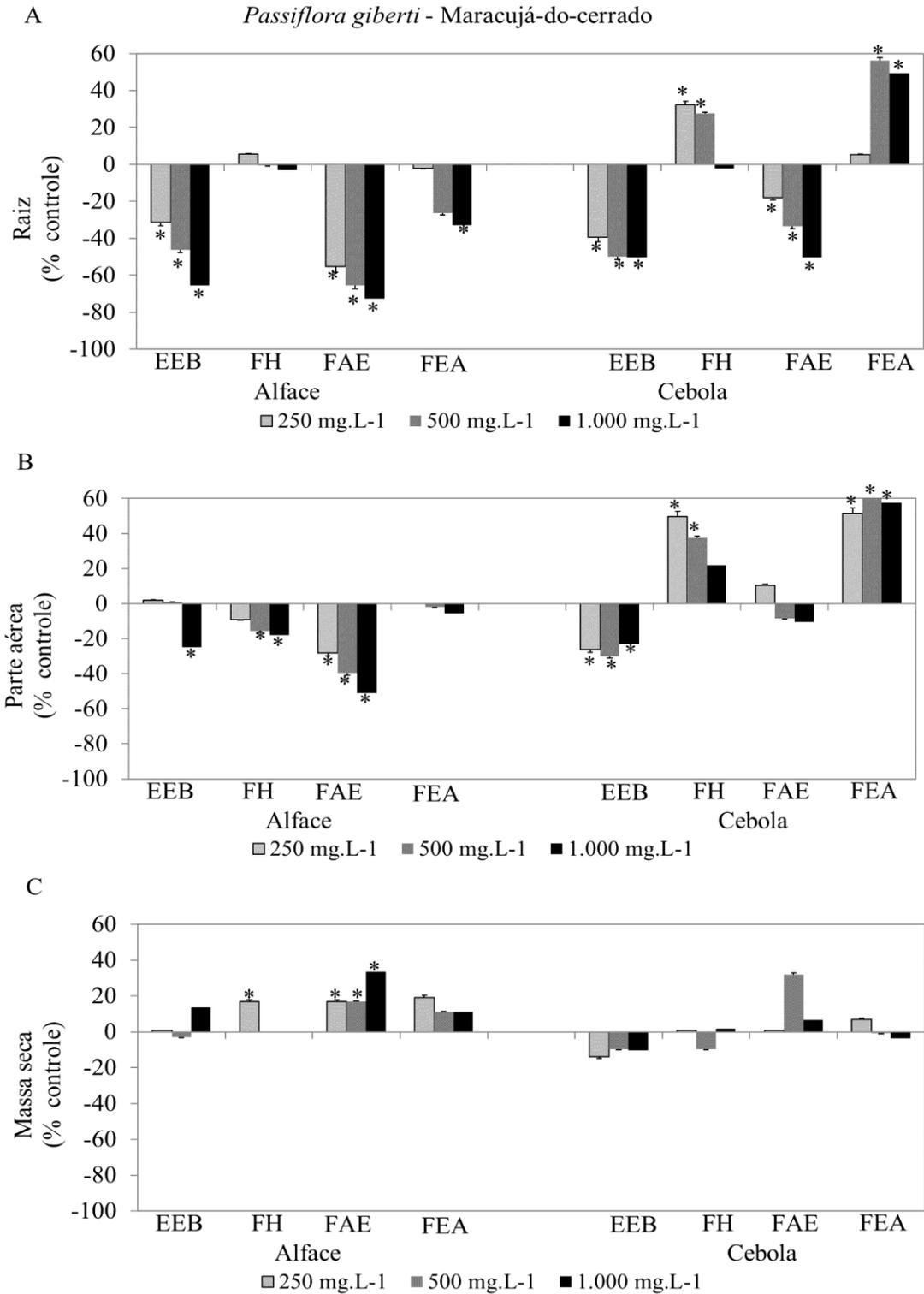


Figura 8. Comprimento da raiz (A), parte aérea (B) e massa seca (C) de alfaca e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de maracujá-do-cerrado. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

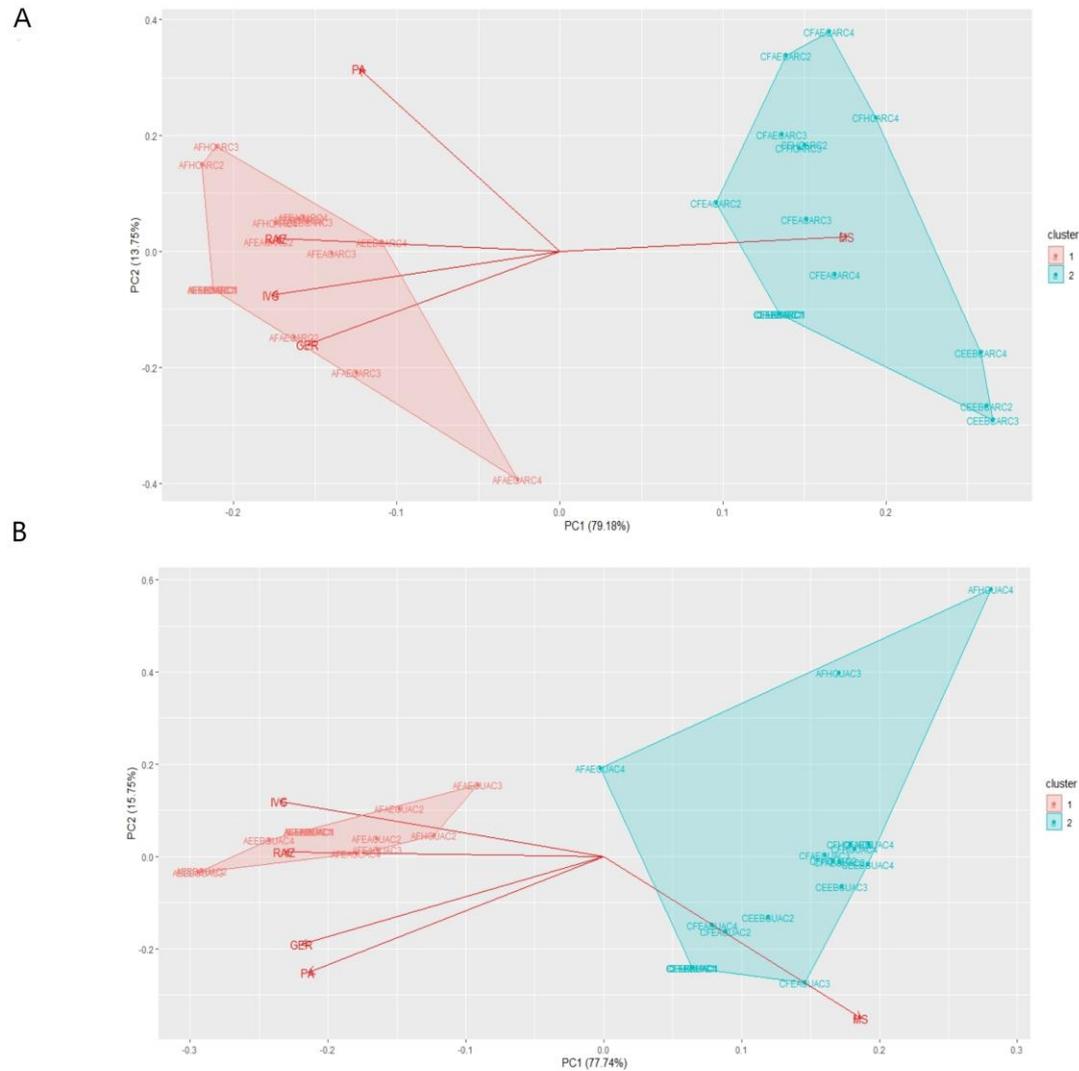


Figura 9. Análise de componentes principais entre as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER), crescimento da raiz (RAIZ) e parte aérea (PA) e massa seca (MS) das plântulas de alface (cluster 1) e cebola (cluster 2) submetidos aos extratos e frações dos frutos de caraguatá (A) e guavira (B). Extrato etanólico bruto caraguatá (EEBCAR); fração hexânica caraguatá (FHCAR); fração acetato de etila caraguatá (FAECAR); fração etanol água caraguatá (FEACAR); extrato etanólico bruto guavira (EEBGUA); fração hexânica guavira (FHGUA); fração acetato de etila guavira (FAEGUA); fração etanol água guavira (FEAGUA). (C1: 0 mg L⁻¹, C2: 250 mg L⁻¹, C3: 500 mg L⁻¹, 1000 mg L⁻¹).

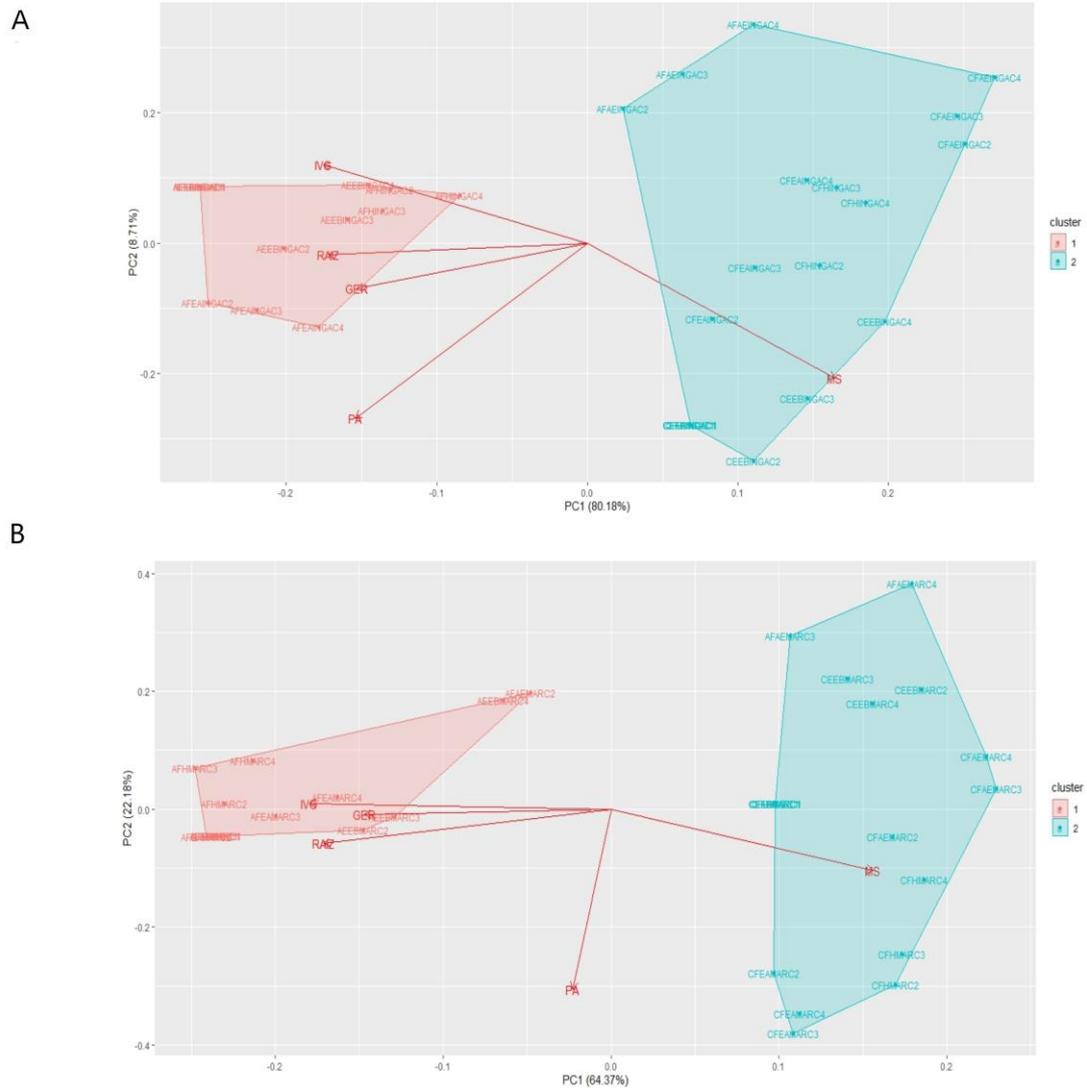


Figura 10. Análise de componentes principais entre as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER), crescimento da raiz (RAIZ) e parte aérea (PA) e massa seca (MS) das plântulas de alface (cluster 1) e cebola (cluster 2) submetidos aos extratos e frações dos frutos de ingá (A) e maracujá-do-cerrado (B). Extrato etanólico bruto ingá (EEBINGA); fração hexânica ingá (FHINGA); fração acetato de etila ingá (FAEINGA); fração etanol água ingá (FEAINGA); extrato etanólico bruto maracujá-do-cerrado (EEBMAR); fração hexânica maracujá-do-cerrado (FHMAR); fração acetato de etila maracujá-do-cerrado (FAEMAR); fração etanol água maracujá-do-cerrado (FEAMAR). (C1: 0 mg L⁻¹, C2: 250 mg L⁻¹, C3: 500 mg L⁻¹, 1000 mg L⁻¹).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, S.S., FERREIRA, A.G. e BORGHETTI, F., 2005. Efeito alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. *Acta botanica brasílica*, vol. 19, no. 2, pp. 339-344.

ALSCHER, R.G., ERTURK, N. e HEATH, L.S., 2002. Role of superoxide dismutase (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Journal of experimental botany*, vol.53, no. 372, pp.1331-1341.

ALVES, R.E., BRITO, E.S., RUFINO, M.S.M. e SAMPAIO, C.G., 2008. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: a case study with acerola. *Acta Horticulturae*, vol. 773, pp. 299-305.

ANAYA, A.L., HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B., TORRES-BARRAGÁN, A., LÉONCANTERO, R. e JIMÉNEZ-ESTRADA, M., 1996. Phytotoxicity of cacalol and some derivatives obtained from the roots of *Psacalium decopositum*. *Journal of Chemistry Ecology*, vol. 22, pp. 393-403.

BAIS, H.P., WALKER, T.S., KENNAN, A.J., STERMITZ, F.R. e VIVANCO, J.M., 2003. Structure-dependant phytotoxicity of catechins and other flavonoids: flavonoid conversions by cell-free protein extracts of *Centaurea maculosa* (spotted knapweed). *Journal of Agricultural Food Chemistry*, vol. 51, no. 4, pp. 897-901.

BARBOSA, L.C.A., MALTHA, C.R.A. e BORGES, E.E.L., 2002. Síntese e avaliação da atividade fitotóxica de lactonas derivadas de 2,4-dimetil-8-oxabicyclo [3,2,1]- oct-6-em-3-ona. *Química nova*, vol, 25, no, 2, pp, 203-208.

BURGOS, N.R., TALBERT, R.E., KIM, K.S. e KUK, Y.I., 2004. Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereale*). *Journal Chemistry Ecology*, vol. 30, no. 3, pp. 671–689.

- CRUZ-ORTEGA, R., ANAYA, A.L., HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.E. e LAGUNA-HERNÁNDEZ, G., 1998. Effects of allelochemical stress produced by *Sicyios deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* e *Curcubita ficifolia*. *Journal of Chemical Ecology*, vol. 24, no. 12, pp. 2039-2057.
- DAYAN, F.E., ROMAGNI, J.G. e DUKE, S.O., 2000. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. *Journal of Chemical Ecology*, vol, 26, no, 9, pp, 2079-2093.
- BRASIL, 2009. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para a Análise de Sementes*, SNDA/DNDU/CLU: Brasília, DF.
- CÂNDIDO, A.C.S., SCHMIDT, V., LAURA, V.A., FACCENDA, O., HESS, S.C., SIMIONATO, E. e PERES, M.T.L.P., 2010. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório. *Acta Botanica Brasílica*, vol. 24, pp. 235-242.
- CARVALHO, G.S., SILVA, L.B., SILVA, L.S., ALMEIDA, M.L.S., CARNEIRO, E. CÂNDIDO, A.C.S. e PERES, M.T.L.P., 2016. Insecticidal activity of plant extracts and essential oils of bleed water against the bean weevil. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, vol. 7, pp. 69-75.
- DODD, G.L. e DONOVAN, L.A., 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *Am J Bot.* vol. 86, no. 8, pp. 1146-1153.
- DUKE, S.O. e ABBAS, H.K., 1996. Natural products with potential use as herbicides, In: NARWAL, S.S. e TAURO, P. *Allelopathy in pest management for sustainable agriculture*, India: Scientific publisher, Jodhupur,
- DUKE, S.O., SCHEFFLER, B.E. e DAYAN, F.E., 2001. Allelochemicals as herbicides, First European Allelopathy Symposium, Vigo, Spain, pp. 47-59.
- DUKE, S.O., RIMANDO, A.M., BAERSON, S.R., SCHEFFLER, B.E. e OTA, E., 2002. Strategies for the use of Natural Products for Weed Management. *Journal of Pesticide Science*, vol. 27, pp. 298-306.

- EL-AMIER, Y.A. e ABDULLAH, T.J., 2014. Allelopathic effect of four wild species on germination and seedling growth of *Echinochloa crus-galli* (L.) P, Beauv. *Inter J Advan Res*, vol, 2, no, 9, pp, 287-294.
- ESTEVAM, E.B.B., MIRANDA, M.L.D., ALVES, J.M., EGEA, M.B., PEREIRA, P.S., MARTINS, C.H.G., ESPERANDIM, V.R.; MAGALHÃES, L.G.; BOLELA, A.C.; CAZAL, C.M.; SOUZA, A. F. e ALVES, C.C.F., 2016. Composição química e atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas frescas de *Citrus limonia* Osbeck e *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). *Revista Virtual de Química*, vol. 8, no. 6, pp. 1842-1854.
- DURINGAN, J.C. e ALMEIDA, F.L.S., 1993. *Noções sobre alelopatia*. Jaboticabal, FUNEP, 28p. 1993.
- EINHELLIG, F.A., 2002. The physiology of allelochemical action: Clues and views. In: REIGOSA, M.; PEDROL, N. *Allelopathy from Molecules to Ecosystems*. Vigo: Universidade de Vigo. p. 1-23.
- FERREIRA, A.G. e AQUILA, M.E.A., 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, vol. 12, pp. 175-204.
- FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., PEDRO, L.G. e SCHEFFER, J.J.C., 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 23, pp. 213- 226.
- FIORINZA, M, et al., 2016. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capimannoni), *Iheringia*, vol, 71, no, 2, pp, 193-200.
- GNIAZDOWSKA, A. e BOGATEK, R., 2005. Phytotoxic interactions between plants. Multisite action of allelochemicals. *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 27, pp. 395-407.
- GUSMAN, G.S., BITTENCOURT, A.H.C. e VESTENA, S., 2008. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, vol. 30, no. 2, pp. 119-125.

- KAUR, H.B., INDERJIT e KAUSHIK, S. Cellular evidence of allelopathic interference of benzoic acid mustard (*Brassica juncea* L.) seedling growth. *Plant Physiology Biochemistry*, vol. 43, no. 1, pp. 77–81, 2005.
- KLINK, C.A. e MACHADO, R.B.A., 2005. Conservação do Cerrado Brasileiro. *Megadiversidade*, vol. 1, no. 1, pp. 147-155.
- LI, Z.H., WANG, Q., RUAN, X., PAN, C.D. e JIANG, D.A., 2010. Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, vol. 15, pp. 8933–8952.
- LORENZI, H., BACHER, L., LACERDA, M. e SARTORI, S., 2006. *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura*, São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- MACIAS, F.A., GALINDO, J.C.G., CASTELLANO, D. e VELSACO, R.F. 2000a. Sesquiterpene lactones with potencial use as natural herbicides models. 2. Guaianolides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 48, pp. 5288-5296.
- MACIAS, F.A., GALLINDO, J.C.G. e MOLINILLO, J.M.G. 2000b. *Plant biocommunicators: Application of allelopathic studies*. In: 2000 Years of Natural Products Research Past, Present and Future, Ed Teus J.C. Luijendijk, Phytoconsult, pp. 137-161.
- MACIAS, F.A., CASTELLANO, D. e MOLINILLO, J.M.G., 2000c. Search for a standart phytotoxic bioassay for allelochemicals, Selection of standard target species, *Journal Agricultural and Food Chemistry*, vol, 48, no, 6, pp, 2512-2521,
- MACIAS, F.A. Allelopathy in search for natural herbicide models. 1996. In: NARWAL, S.S.; TAURO, P. *Allelopathy in Pest Management for Sustainable Agriculture*. Scientific publisher. Jodhpur, India, pp. 310-329.
- MACIAS, A.F., FERNANDEZ, A., VARELA, R.M., MOLINILLO, J.M.G., TORRES, A. e ALVES, P.L.C.A., 2006. Sesquiterpene lactones as allelochemicals. *Journal of Natural Products*, vol. 69, no. 5, pp. 795-800, 2006.

- MARASCHIN, S.F. e AQUILA, M.E.A., 2006. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies. *Revista Árvore*, vol. 30, no.4, pp.547-555.
- MEDEIROS, A.R.M., 1990. Alelopatia – importância e suas aplicações. *Horti Sul*, vol.1, no. 3, pp. 27-32.
- OLIVEIRA, S.C.C., GUI FERREIRA, A. e BORGHETTI, F., 2004. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. *Acta botânica brasileira*, vol. 18, no. 3, pp. 401-406.
- OLIVEIRA, A.K., DIÓGENES, F.E.P., BARBOSA, M.F., MAIA, S.S.S., 2009. Alelopatia em extratos de frutos de Juazeiro *Ziziphus joazeiro* Mart. Rahmnaceae. *Acta botânica brasileira*, vol. 23, no. 4, pp. 1186-1189.
- OLIVEIRA, M.F. e BRIGHENTI, A.M., 2018. *Controle de plantas daninhas: métodos físicos, mecânico, cultural, biológico e alelopatia*, Brasília-DF: Embrapa,
- PARDO, M.F., LÓPEZ, L.M.I., CAFFINI, N.O. e NATALUCCI, C.L., 2001. Properties of a milk clotting protease isolated from fruits of *Bromelia balansae* Mez. *J, Biol, Chem*, vol, 382, pp, 871–874.
- PERES, M.T.L.P., LOPES, J. R.R., SILVA, C.B., CÂNDIDO, A.C.S., SIMIONATTO, E., CABRAL, M.R.P., OLIVEIRA, R.M., FACCO, J.T., CARDOSO, C.A.L. e SIMAS, P.H., 2013. Phytotoxic and antioxidant activity of seven native fruits of Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, vol. 27, pp. 836-846.
- PERGO, E.M. e ISHII-IWAMOTO E.L., 2011. Changes in energy metabolism and antioxidant defense systems during seed germination of the weed species *Ipomoea triloba* L. and the responses to allelochemicals. *Journal of Chemical Ecology*, vol. 37, no. 5, pp. 500-513.
- PUTNAM, A.R. e TANG, C.S., 1986. Allelopathy state of the science. In: PUTNAM, A.R. & TANG, C.S. *The science of allelopathy*. John Wiley & Sons: New york. p. 1-19. 1986.

- POTT, V.J. e POTT, A., 1994, *Plantas do Pantanal*, Corumbá: Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, 320p.
- RICE, E.L. *Allelopathy*. Second Edition. London: Academic Press Inc, 1984.
- RODRIGUES, L.R.A., RODRIGUES, T.J.D. e REIS, R.A. *Alelopatia em Plantas Forrageiras*. Jaboticabal: FUNEP, 1992.
- SÁ, S., CHAUL, L.T., ALVES, V.F., FIUZA, T.S., TRESVENZOL, L.M.F., VAZ, B.G. e PAULA, J.R., 2018. Phytochemistry and antimicrobial activity of *Campomanesia adamantium*, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol, 28, no, 3, pp, 303-311.
- SAITO, M.L. e LUCHINI, S. *Substâncias Obtidas de Plantas e Praguicidas Eficientes e Seguros ao Meio Ambiente*. EMBRAPA – CNPMA, 46p, 1998.
- SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. 2002. In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A., PETROVICK, P.R. *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*. 4º edição. Porto Alegre/Florianópolis: Ed Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, pp. 333-364.
- SILVA, L.B., SILVA, J.C., PAVAN, B.E., PEREIRA, F.F., MAGGIONI, K., ANDRADE, L.H., CÂNDIDO, A.C.S., PERES, M.T.L.P., 2013. Insecticide irritability of plants extracts against *Sitophilus zeamais*. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 8, pp. 978-983.
- SILVA, C.B.; SIMIONATTO, E.; HESS, S.C.; PERES, M.T.L.P.; SIMIONATTO, E.L.; JUNIOR, A.W.; POPPI, N.R.; FACCENDA, O. CÂNDIDO, A.C.S. e SCALON, S.P.Q., 2009. Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *hydrocotyle bonariensis* lam (Araliaceae). *Quimica Nova*, vol. 32, no. 9, pp. 2373-2376.
- SIMIONATTO, E., BONANI, V.F.L., PERES, M.T.L.P., HESS, S.C., CANDIDO, A.C.S., DIRAIMO, D.L., POPPI, N.R., MATOS, M. F.C., SANTOS, E.C.S., OGUMA, P.M. e CARVALHO, J.E., 2009. Bioactivity and chemical composition of the essential oils of *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, vol. 12, pp. 250-261.

SOUZA, I.F. e FURTADO, D.A.S., 2002. Caracterização de aleloquímicos do centeio (*Secale cereale*) e seu potencial alelopático sobre plantas de alface (*Lactuca sativa*). *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 26, no. 5, pp. 1097-1099.

SOUZA-FILHO, A.P.S. e ALVES, S.M., 2002. Mecanismo de liberação e comportamento de aleloquímicos no ambiente. In: SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M. *Alelopatia: Princípios Básicos e Aspectos Gerais*. Belém: EMBRAPA, pp.111-154.

VOKOU, D.; DOUVLI, P.; BLIONIS, G. J.; HALLEY, J. M., 2003. Effects of monoterpenoids, acting alone or in pairs, on seed germination and subsequent seedling growth. *J. Chem. Ecol.*, vol. 29, pp. 83.

YAMAGUSHI, M.Q., GUSMAN, G.S. e VESTENA, S., 2011. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas, *Semina: Ciências Agrárias*, vol, 32, no, 4, pp, 1361-1374.

ANEXOS

Tabela 1. Índice de velocidade de germinação (IVG), germinação, comprimento da raiz e parte aérea e massa seca total das plântulas de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de caraguatá.

IVG				IVG			
Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹	Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹
Alface; Controle: 36,63				Cebola; Controle: 6,10			
EEB	26,23*	29,24*	28,35*	EEB	2,77*	3,09*	2,40*
FH	29,05*	29,56*	29,33*	FH	3,20*	3,23*	1,59*
FAE	32,19*	30,93*	25,91*	FAE	2,48*	3,36*	1,82*
FEA	32,62 ^{ns}	33,51 ^{ns}	33,34 ^{ns}	FEA	5,06 ^{ns}	3,71*	4,03*
Germinação (%)				Germinação (%)			
Alface; Controle: 98,50				Cebola; Controle: 83,50			
EEB	92,50 ^{ns}	89,50*	88,50*	EEB	42,50*	43,50*	36,50*
FH	96,50 ^{ns}	96,50 ^{ns}	92,00*	FH	42,50*	42,50*	23,00*
FAE	97,00 ^{ns}	96,50 ^{ns}	93,00*	FAE	34,00*	47,00*	24,50*
FEA	95,50 ^{ns}	94,50 ^{ns}	89,00*	FEA	69,00*	54,50*	57,00*
Raiz (mm)				Raiz (mm)			
Alface; Controle: 27,87				Cebola; Controle: 8,55			
EEB	24,25*	20,55*	14,37*	EEB	6,32*	5,90*	5,10*
FH	28,00 ^{ns}	25,55 ^{ns}	23,97*	FH	11,57*	10,17*	9,80 ^{ns}
FAE	24,90*	21,02*	12,80*	FAE	9,05 ^{ns}	9,60 ^{ns}	9,02 ^{ns}
FEA	23,67*	18,02*	17,22*	FEA	9,52 ^{ns}	9,62 ^{ns}	7,37 ^{ns}
Parte aérea (mm)				Parte aérea (mm)			
Alface; Controle: 13,20				Cebola; Controle: 11,27			
EEB	13,80 ^{ns}	14,02 ^{ns}	13,65 ^{ns}	EEB	8,25*	8,07*	8,95*
FH	15,02*	15,37*	13,95 ^{ns}	FH	12,62 ^{ns}	12,62 ^{ns}	12,40 ^{ns}
FAE	12,25 ^{ns}	11,65*	9,70*	FAE	13,85*	13,02 ^{ns}	13,90*
FEA	13,82 ^{ns}	13,52 ^{ns}	14,35 ^{ns}	FEA	12,72*	11,85 ^{ns}	11,05 ^{ns}
Massa seca (g)				Massa seca (g)			
Alface; Controle: 0,0006				Cebola; Controle: 0,0033a			
EEB	0,0006 ^{ns}	0,0007*	0,0007*	EEB	0,0033 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0032 ^{ns}
FH	0,0006 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	FH	0,0030 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,0030 ^{ns}
FAE	0,0006 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	FAE	0,0030 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	0,0027*
FEA	0,0008 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	FEA	0,0028 ^{ns}	0,0029 ^{ns}	0,0028 ^{ns}

*A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG), germinação, comprimento da raiz e parte aérea e massa seca total das plântulas de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de guavira.

IVG				IVG			
Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹	Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹
Alface; Controle: 33,59				Cebola; Controle: 6,10			
EEB	33,23 ^{ns}	32,72 ^{ns}	30,97 ^{ns}	EEB	3,43*	3,21*	2,48*
FH	19,38*	4,39*	0,93*	FH	3,51*	3,17*	2,40*
FAE	36,20 ^{ns}	28,56 ^{ns}	14,28*	FAE	3,15*	3,60*	2,60*
FEA	32,42 ^{ns}	29,04 ^{ns}	33,37 ^{ns}	FEA	4,45*	4,32*	5,80 ^{ns}
Germinação (%)				Germinação (%)			
Alface; Controle: 91,00				Cebola; Controle: 83,50			
EEB	90,00 ^{ns}	93,50 ^{ns}	91,50 ^{ns}	EEB	51,50*	47,00*	39,00*
FH	86,00*	28,00*	7,50*	FH	47,00*	44,50*	38,00*
FAE	95,00*	81,00*	55,50*	FAE	43,00*	43,00*	34,50*
FEA	94,00 ^{ns}	91,00*	87,50*	FEA	71,00 ^{ns}	60,50*	57,00*
Raiz (mm)				Raiz (mm)			
Alface; Controle: 27,87				Cebola; Controle: 8,55			
EEB	44,55*	43,17*	38,67*	EEB	10,07 ^{ns}	8,55 ^{ns}	5,12*
FH	24,85*	4,92*	0,00*	FH	6,75*	6,75*	5,47*
FAE	18,35*	18,17*	16,37*	FAE	5,60*	5,07*	5,20*
FEA	20,32*	20,17*	18,22*	FEA	9,72 ^{ns}	9,10 ^{ns}	9,95 ^{ns}
Parte aérea (mm)				Parte aérea (mm)			
Alface; Controle: 13,20				Cebola; Controle: 11,27			
EEB	16,87*	16,95*	14,50 ^{ns}	EEB	10,72 ^{ns}	8,85*	6,74*
FH	12,47 ^{ns}	4,55*	0,00*	FH	7,70*	7,12*	7,7*
FAE	11,27*	10,15*	10,00*	FAE	8,25*	7,87*	7,75*
FEA	13,25 ^{ns}	14,77 ^{ns}	15,20 ^{ns}	FEA	11,70 ^{ns}	10,57 ^{ns}	10,60 ^s
Massa seca (g)				Massa seca (g)			
Alface; Controle: 0,0006				Cebola; Controle: 0,0030			
EEB	0,0006 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	EEB	0,0030 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0031 ^{ns}
FH	0,0007 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0000*	FH	0,0028 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,0028 ^{ns}
FAE	0,0007 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	FAE	0,0028 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,0028 ^{ns}
FEA	0,0007 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	FEA	0,0028 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	0,0027 ^{ns}

*A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle.

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação (IVG), germinação, comprimento da raiz e parte aérea e massa seca total das plântulas de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de ingá.

IVG				IVG			
Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹	Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹
Alface; Controle: 36,63				Cebola; Controle: 6,10			
EEB	35,04 ^{ns}	29,40*	31,06*	EEB	4,89*	4,03*	2,23*
FH	21,95*	21,34*	16,55*	FH	5,54 ^{ns}	6,15 ^{ns}	4,38*
FAE	16,91*	14,04*	10,75*	FAE	2,58*	2,71*	2,02*
FEA	29,66*	26,23*	21,78*	FEA	8,18*	7,76*	7,43*
Germinação (%)				Germinação (%)			
Alface; Controle: 98,50				Cebola; Controle: 83,50			
EEB	94,00 ^{ns}	88,50*	86,00*	EEB	68,50*	60,00*	39,00*
FH	96,50 ^{ns}	97,00 ^{ns}	95,50 ^{ns}	FH	75,50 ^{ns}	65,50*	60,00*
FAE	97,50 ^{ns}	83,50*	66,50*	FAE	39,00*	40,50*	31,00*
FEA	96,00 ^{ns}	96,50 ^{ns}	95,50 ^{ns}	FEA	88,50 ^{ns}	82,50 ^{ns}	79,50 ^{ns}
Raiz (mm)				Raiz (mm)			
Alface; Controle: 27,87				Cebola; Controle: 8,55			
EEB	15,72*	14,5*	13,97*	EEB	7,42*	5,85*	5,2*
FH	15,55*	15,77*	12,02*	FH	4,63*	3,48*	3,6*
FAE	5,60*	5,10*	4,02*	FAE	3,33*	3,3*	2,68*
FEA	27,25 ^{ns}	22,97*	17,7*	FEA	7,28 ^{ns}	5,35*	3,43*
Parte aérea (mm)				Parte aérea (mm)			
Alface; Controle: 13,20				Cebola; Controle: 11,27			
EEB	15,18 ^{ns}	14,08 ^{ns}	13,20 ^{ns}	EEB	12,03 ^{ns}	10,75 ^{ns}	9,75 ^{ns}
FH	11,78 ^{ns}	12,28 ^{ns}	11,13*	FH	7,70*	5,03*	6,23*
FAE	6,20*	5,73*	5,13*	FAE	4,83*	4,40*	3,88*
FEA	15,84*	15,70*	15,80*	FEA	8,44*	7,45*	5,25*
Massa seca (g)				Massa seca (g)			
Alface; Controle: 0,00059				Cebola; Controle: 0,0033			
EEB	0,00062 ^{ns}	0,00061 ^{ns}	0,00066 ^{ns}	EEB	0,00371 ^{ns}	0,00358 ^{ns}	0,00341 ^{ns}
FH	0,00064 ^{ns}	0,00064 ^{ns}	0,00066 ^{ns}	FH	0,00315 ^{ns}	0,00315 ^{ns}	0,00315 ^{ns}
FAE	0,00150*	0,00170*	0,00150*	FAE	0,00328 ^{ns}	0,00314 ^{ns}	0,00304 ^{ns}
FEA	0,00059 ^{ns}	0,00063 ^{ns}	0,00065 ^{ns}	FEA	0,00319 ^{ns}	0,00307 ^{ns}	0,00303 ^{ns}

*A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle.

Tabela 4. Índice de velocidade de germinação (IVG), germinação, comprimento da raiz e parte aérea e massa seca total das plântulas de alface e cebola submetidas a diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) dos frutos de maracujá-do-cerrado.

IVG				IVG			
Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹	Tratamento ¹	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹
Alface; Controle: 33,59				Cebola; Controle: 6,10			
EEB	23,15*	24,43*	20,43*	EEB	5,27 ^{ns}	4,28*	2,95*
FH	31,19 ^{ns}	38,17 ^{ns}	31,31 ^{ns}	FH	3,21*	2,37*	2,15*
FAE	13,28*	3,17*	0,12*	FAE	3,83*	3,32*	2,76*
FEA	36,08 ^{ns}	35,36 ^{ns}	30,60 ^{ns}	FEA	4,73*	4,27*	4,03*
Germinação (%)				Germinação (%)			
Alface; Controle: 91,00				Cebola; Controle: 83,50			
EEB	91,50 ^{ns}	92,50 ^{ns}	88,00 ^{ns}	EEB	72,50 ^{ns}	63,50*	43,00*
FH	91,50 ^{ns}	92,00 ^{ns}	91,00 ^{ns}	FH	41,50*	34,00*	29,50*
FAE	84,50*	26,50*	1,00*	FAE	50,00*	41,50*	33,00*
FEA	93,00 ^{ns}	94,00 ^{ns}	89,50 ^{ns}	FEA	56,50*	52,50*	51,00*
Raiz (mm)				Raiz (mm)			
Alface; Controle: 27,87				Cebola; Controle: 8,55			
EEB	19,12*	14,97*	9,62*	EEB	5,18*	4,28*	4,25*
FH	29,42 ^{ns}	27,67 ^{ns}	27,02 ^{ns}	FH	11,30*	10,90*	8,3 ^{ns}
FAE	12,5*	9,62*	7,60*	FAE	7,00*	5,67*	4,25*
FEA	27,2 ^{ns}	20,50 ^{ns}	18,72*	FEA	9,00 ^{ns}	13,35*	12,77*
Parte aérea (mm)				Parte aérea (mm)			
Alface; Controle: 13,20				Cebola; Controle: 11,27			
EEB	13,47 ^{ns}	13,32 ^{ns}	9,91*	EEB	8,30*	7,87*	8,67*
FH	12,00 ^{ns}	11,10*	10,80*	FH	16,87*	15,50*	13,75 ^{ns}
FAE	9,47*	7,97*	6,45*	FAE	12,45 ^{ns}	10,32 ^{ns}	10,07 ^{ns}
FEA	13,20 ^{ns}	12,95 ^{ns}	12,45 ^{ns}	FEA	17,07*	18,3*	17,77*
Massa seca (g)				Massa seca (g)			
Alface; Controle: 0,00060				Cebola; Controle: 0,0033			
EEB	0,00059 ^{ns}	0,00057 ^{ns}	0,00067 ^{ns}	EEB	0,00286 ^{ns}	0,00301 ^{ns}	0,00298 ^{ns}
FH	0,00070 ^{ns}	0,00060 ^{ns}	0,00060*	FH	0,00336 ^{ns}	0,00300 ^{ns}	0,00338 ^{ns}
FAE	0,00070*	0,00070*	0,00080*	FAE	0,00335 ^{ns}	0,004382 ^{ns}	0,003542 ^{ns}
FEA	0,00070 ^{ns}	0,00065 ^{ns}	0,00065 ^{ns}	FEA	0,00356 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,00321 ^{ns}

*A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle.