



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

ANA CARINA DA SILVA CÂNDIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DA PARTE AÉREA DE *Senna occidentalis* (L.) Link (LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE):
BIOENSAIOS EM LABORATÓRIO E EM CASA DE VEGETAÇÃO.**

Orientador(a): Marize Terezinha Lopes Pereira Peres
Co-orientador(a): Valdemir Antônio Laura

CAMPO GRANDE – MS
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

ANA CARINA DA SILVA CÂNDIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DA PARTE AÉREA DE *Senna occidentalis* (L.) Link (LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE):
BIOENSAIOS EM LABORATÓRIO E EM CASA DE VEGETAÇÃO.**

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

CAMPO GRANDE – MS
2007

**Dedico este trabalho a minha família e amigos pessoas
as quais obtive apoio integral nos momentos difíceis
e em especial ao Lucas por todo amor, apoio e incentivo.**

AGRADECIMENTOS

A Professora Marize T. L. P. Peres pela orientação, oportunidade, ensinamento e amizade.

A Professora Sônia C. Hess pelos ensinamentos e por ajudar sempre com grande satisfação e alegria.

Ao Professor Valdemir A. Laura pela amizade, ensinamentos e orientação durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Euclésio Simionatto pela ajuda na realização das análises químicas.

Ao Professor Odival Faccenda pelas análises estatísticas.

Aos amigos do laboratório de Pesticidas Naturais, sempre dispostos a ajudar, e que fazem desse um ambiente agradável de trabalho.

Agradeço em especial a Valerí Schmidt pela amizade, carinho e disposição a toda hora.

Aos professores do mestrado em Biologia Vegetal e alunos, pelo apoio.

A minha família pela minha formação pessoal e pelo apoio e incentivo durante toda minha trajetória.

Ao Lucas por todo carinho e amor tão especial, pelo apoio e ajuda em todos os momentos. Obrigada por me ajudar a crescer e me incentivar sempre.

E a Deus, por ter me dado força para enfrentar os momentos difíceis.

Enfim sou imensamente grata a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae), por meio de bioensaios de germinação/emergência e crescimento com o extrato etanólico bruto e as frações semipurificadas (hexânica, acetato de etila e etanol-água), em laboratório e em casa de vegetação. Os bioensaios foram realizados com as sementes-alvo de eudicotiledôneas: *Lactuca sativa* L. (alface), *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate); e monocotiledôneas: *Allium cepa* L. (cebola) e *Triticum aestivum* L. (trigo). Utilizou-se quatro concentrações do extrato etanólico e frações (0, 250, 500, 1.000 mg.L⁻¹), com quatro repetições de 50 sementes em bioensaios em laboratório e oito repetições de cinco sementes em casa de vegetação. Os bioensaios em laboratório revelaram que as frações semipurificadas atrasaram a germinação de alface, tomate e cebola, enquanto as frações hexânica e acetato de etila reduziram a germinabilidade de tomate e cebola. Nos bioensaios de crescimento, a fração hexânica estimulou o crescimento da raiz primária e inibiu o crescimento do hipocótilo das eudicotiledôneas. A mesma fração inibiu o crescimento da raiz primária e do coleótilo das monocotiledôneas. A fração acetato de etila inibiu a raiz primária das plântulas-alvo e o hipocótilo/coleótilo de tomate e cebola. A fração etanol-água estimulou a raiz primária de tomate e o hipocótilo de alface, e inibiu a raiz primária de cebola e trigo e o coleótilo de cebola. Efeitos similares aos descritos para as frações semipurificadas na germinação e as frações hexânica e acetato de etila no crescimento, foram observados nos bioensaios com herbicidas comerciais. Nenhum efeito na massa seca das plântulas foi observado nos bioensaios em laboratório. Nos bioensaios em casa de vegetação, verificou-se que o extrato etanólico bruto e as frações semipurificadas atrasaram a emergência e reduziram a porcentagem de plântulas emersas somente de alface e tomate. Com relação ao crescimento, verificou-se uma inibição no comprimento da raiz de alface na maior concentração do extrato etanólico e da fração etanol-água e, no comprimento da parte aérea de alface, pela fração etanol-água. As frações acetato de etila e etanol-água inibiram o crescimento da parte aérea de tomate e da raiz de cebola e trigo. A fração etanol-água reduziu a biomassa seca da parte aérea de tomate e, a fração hexânica, da raiz de cebola. Nos bioensaios, observou-se que o extrato etanólico e as frações também causaram estímulo no crescimento de alface, tomate e cebola, e aumento no acúmulo de biomassa seca de todas as plantas-alvo ensaiadas, principalmente nas menores concentrações ensaiadas. Efeitos similares aos do extrato etanólico e das frações semipurificadas foram observados nos bioensaios de emergência em casa de vegetação com herbicidas comerciais. Nenhum efeito no número de folhas das plantas-alvo foi verificado nos bioensaios em casa de vegetação. Análises químicas preliminares por cromatografia em camada delgada, realizadas com as frações semipurificadas revelaram a presença de terpenos na fração hexânica, compostos fenólicos e alcalóides na fração acetato de etila, e na análise espectrofotométrica verificou-se que a fração acetato de etila apresenta o maior conteúdo total de compostos fenólicos e flavonóides. Os resultados obtidos possibilitam concluir que a parte aérea de *Senna occidentalis* possui potencial alelopático e pode ser útil como herbicida natural em programas de manejo de plantas invasoras.

ABSTRACT

The aim on this work was to evaluate the allelopathic potential of *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae) aerial parts, by germination/emergence and growth bioassays with the ethanolic extract and semipurified fractions (hexane, ethyl acetate and ethanol-water), in laboratory and in greenhouse experiments. The bioassays were carried out with the eudicots seeds: *Lactuca sativa* L. (lettuce), *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomato); and the monocots: *Allium cepa* L. (onion) and *Triticum aestivum* L. (wheat). Four concentrations of the ethanolic extract and of each fraction (0, 250, 500, 1.000 mg.L⁻¹), were applied, on four replicates of 50 seeds each in laboratory bioassays and on eight replicates of five seeds each in greenhouse assays. Laboratory bioassays revealed that every tested semipurified fractions delayed the lettuce, tomato and onion germination, and the hexane and ethyl acetate fractions inhibited tomato and onion germination. Otherwise, in growth bioassays, the hexane fraction stimulated eudicots' roots growth and inhibited their hypocotyls growth. The same fraction has inhibited the assayed monocots' roots and coleoptiles growth. The ethyl acetate fraction inhibited seedlings' roots and tomato and onion hypocotyls/coleoptiles growth. The ethanol-water fraction stimulated the tomato roots and the lettuce hypocotyls growth, and inhibited onion and wheat roots and onion coleoptiles growth. Bioassays carried out with commercial herbicides presented similar results to those observed in the germination to the semipurified fractions and growth to the hexane and ethyl acetate fractions. No effect were observed in the dry biomass in laboratory bioassays. In the greenhouse bioassays, the ethanolic extract and the semipurified fractions delayed the lettuce and tomato emergence and inhibited their seedling's emergence. Lettuce roots development was inhibited by the ethanolic extract and the ethanol-water fraction in the higher tested concentrations, and lettuce aerial parts growth was inhibited by the ethanol-water fraction, also in the higher tested concentration. Tomato aerial parts growth and onion and wheat roots growth were inhibited by the ethyl acetate fraction. Tomato aerial parts dry biomass was reduced by the treatment with ethanol-water fraction, and onion roots dry biomass was reduced by the hexane fraction. Greenhouse bioassays, revealed that lettuce, tomato and onion growth was stimulated and every tested plants has been dry biomass increased after treatment with the ethanolic extract and the fractions, mainly in the lower tested concentrations. Bioassays with commercial herbicides presented similar results to those observed in emergence to the ethanolic extract and semipurified fractions. No effect were observed in the seedling' number of leaves, in greenhouse bioassays. In preliminary chemical analyze by thin layer chromatography, revealed that the hexane fraction contain terpenes, and the ethyl acetate fraction contain phenolic compounds and alkaloids. The spectrophotometric analyze revealed the yields greater of phenolic compounds and flavonoids in the ethyl acetate fraction. The described results suggest that *Senna occidentalis* aerial parts presents allelopathic potential and it could be useful as a source of natural herbicide in weed management programs.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1.** Ciclo biossintético dos metabólitos secundários. Fonte Santos, 2002.....14
Figura 2. *Senna occidentalis* (Foto: L.C. Seron).....20

Capítulo 2

- Figura 1.** Efeito da fração hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de alface. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....44
Figura 2. Efeito da fração hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de tomate. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....45
Figura 3. Efeito da fração hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária e do coleótilo de cebola. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Kruskal-Wallis (e Mann Whitney U).....46
Figura 4. Efeito da fração hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária e do coleótilo de trigo. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....47

Capítulo 3

- Figura 1.** Efeito do Extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de alface. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....77
Figura 2. Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de tomate. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....78
Figura 3. Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de cebola. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....79
Figura 4. Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de trigo. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....80

Anexos

- Figura 1.** Efeito da fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....85
Figura 2. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de alface, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....88
Figura 3. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de tomate, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....89
Figura 4. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do coleótilo de cebola, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....90
Figura 5. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do coleótilo de trigo, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. *² Kruskal-Wallis (e Mann Whitney U).....91
Figura 6. Efeito dos herbicidas comerciais na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.....92

- Figura 7.** Efeito dos herbicidas comerciais na concentração de 10^{-2} M no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de alface, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste-t Student.....95
- Figura 8.** Efeito dos herbicidas comerciais na concentração de 10^{-2} M no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de tomate, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste -t Student.....96
- Figura 9.** Efeito dos herbicidas comerciais na concentração de 10^{-2} M no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de cebola, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste -t Student.....97
- Figura 10.** Efeito dos herbicidas comerciais na concentração de 10^{-2} M no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de trigo, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste -t Student.....98

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de <i>Senna occidentalis</i> no índice de velocidade de germinação (IVG) de alface, tomate, cebola e trigo.....	41
Tabela 2. Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de <i>Senna occidentalis</i> na germinabilidade de alface, tomate, cebola e trigo.....	42
Tabela 3. Total de fenóis e flavonóides presentes nas frações semipurificadas da parte aérea de <i>S. occidentalis</i> ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de frações).....	43

Capítulo 3

Tabela 1. Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de <i>S. occidentalis</i> no índice de velocidade de emergência (IVE) de alface, tomate, cebola e trigo.....	74
Tabela 2. Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de <i>S. occidentalis</i> na porcentagem de plântulas emersas de alface, tomate, cebola e trigo.....	75
Tabela 3. Total de fenóis e flavonóides presentes no extrato etanólico bruto e frações semipurificadas da parte aérea de <i>S. occidentalis</i> ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ do extrato e frações).....	76

Anexos

Tabela 1. Efeito dos herbicidas comerciais no índice de velocidade de germinação (IVG) de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.....	86
Tabela 2. Efeito dos herbicidas comerciais na germinabilidade de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.....	87
Tabela 3. Efeito do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas da parte aérea de <i>Senna occidentalis</i> no número de folhas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.....	93
Tabela 4. Efeito dos herbicidas comerciais no índice de velocidade de emergência (IVE) e a porcentagem de plântulas emersas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.....	94
Tabela 5. Efeito dos herbicidas comerciais no número de folhas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS

CCD – Cromatografia em Camada Delgada

DMSO – Dimetilsulfóxido

EAG – Equivalente de Ácido Gálico

EQ – Equivalente de Quercetina

EEB – Extrato Etanólico Bruto

FH – Fração Hexânica

FAE – Fração Acetato de Etila

FEA – Fração Etanol-Água

IVE – Índice de Velocidade de Emergência

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

MES – Ácido 2-morfolinoetanosulfônico

pH – Potencial Hidrogeniônico

%G – Porcentagem de Germinação

ÍNDICE

Capítulo 1	12
A – Alelopatia: Histórico e Conceito	13
B – Natureza química dos compostos alelopáticos.....	13
C - Mecanismo de liberação dos aleloquímicos no ambiente.....	15
D - Mecanismos de ação dos aleloquímicos.....	16
E - Produtos naturais como herbicidas	16
F - Métodos utilizados em pesquisas sobre alelopatia.....	18
G - <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	19
H – Análise Química	20
Cromatografia.....	20
Cromatografia em Camada Delgada (CCD).....	21
Análises espectrofotométricas para quantificação total de fenóis e flavonóides	21
Referências Bibliográficas	23
Capítulo 2	26
Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botânica Brasílica.....	27
Potencial alelopático da parte aérea de <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): Bioensaios em laboratório	29
RESUMO	29
ABSTRACT	30
Introdução	30
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussão	34
Agradecimentos.....	38
Referências Bibliográficas	38
Capítulo 3	48
Normas para submissão de trabalhos na revista PAB	49
Potencial alelopático da parte aérea de fedegoso em casa de vegetação	56
Resumo.....	56
Abstract	57
Introdução	58
Material e Métodos.....	59
Resultados e Discussões.....	63
Conclusões	69
Agradecimentos.....	70
Referências Bibliográficas	70
Capítulo 4	81
Considerações finais.....	82
ANEXOS.....	84
Anexo 1	85
Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de <i>Senna occidentalis</i> na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo, em bioensaios em laboratório.....	85
Anexo 2	86
Efeito dos herbicidas comerciais na germinação e no crescimento de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.....	86
Anexo 3	92
Efeito dos herbicidas comerciais na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.....	92
Anexo 4	93
Efeito do extrato etanólico bruto e frações semipurificadas da parte aérea de <i>Senna occidentalis</i> no número de folhas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.....	93
Anexo 5	94
Efeito dos herbicidas comerciais na emergência e no crescimento de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.....	94
Anexo 6	99
Efeito dos herbicidas comerciais no número de folhas alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação	99

Capítulo 1

INTRODUÇÃO GERAL

A – Alelopatia: Histórico e Conceito

A idéia de que uma planta pode influenciar no crescimento de outra, é bem conhecida na agricultura, sendo que o primeiro registro sobre a capacidade das plantas interferirem no desenvolvimento de plantas vizinhas foi descrito por Theophrastus (300 a.C.), um discípulo de Aristóteles, que observou que plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) não revigoravam o solo como outras plantas, ao contrário, o exauria e, ao mesmo tempo, destruía as plantas invasoras (Rice, 1984).

Plínio (1 d.C) reporta que grão-de-bico, cevada (*Hordeum vulgare* L.), ervilha (*Vicia ervilia* (L.) Willd) e a noqueira européia, (provavelmente *Juglans regia* L.), foram a causa de muitas preocupações para o homem e injúrias para as plantas da vizinhança. Deixou também registrada a observação que, sob a copa das plantas do gênero *Pinus*, o capim morria (Rice, 1984).

De Candolle em 1932, afirmava que o cansaço das terras decorrente da monocultura durante anos seguidos, era ocasionado pelo acúmulo de algumas substâncias exsudadas pelas plantas a qual passava a afetar o próprio desenvolvimento (Rice, 1984).

Somente em 1937 o termo alelopatia foi cunhado pelo alemão 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 microorganismos (Rice, 1984). Muitos anos mais tarde Rice (1984) redefiniu o termo alelopatia como sendo “qualquer efeito direto ou indireto danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microorganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”.

Em 1996, foi criada a Sociedade Internacional de Alelopatia, que definiu-a 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).

Muitas das substâncias químicas produzidas pelas plantas que afetam associações de plantas também influenciam outros organismos, oferecendo uma perspectiva mais ampla para o termo alelopatia, que incluem aspectos de defesa de plantas. Normalmente alelopatia é interespecífico, entretanto, se a planta doadora e a receptora pertencerem à mesma espécie ela torna-se intraespecífica, e o termo a ser empregado é autotóxico (Miller, 1996).

Um ponto muito importante com relação a alelopatia é que os efeitos dependem dos compostos químicos adicionados ao ambiente, enquanto que, na “competição”, está envolvida a retirada ou redução de algum fator ambiental, que é requerido por uma planta do mesmo habitat, entre esses fatores podem ser incluídos a água, nutrientes, minerais e a luz (Medeiros, 1990).

B – Natureza química 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, frequentemente, 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 encontram-se 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, entretanto, 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).

A origem de todos os metabólitos secundários pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais, o ácido chiquímico e o acetato (Figura 1).

Alguns metabólitos secundários derivam não apenas de um desses intermediários, mas são resultantes da combinação de uma unidade de ácido chiquímico e uma ou mais unidades de acetato ou derivados destes, como é o caso das antraquinonas, dos flavonóides e dos taninos condensados (Santos, 2002).

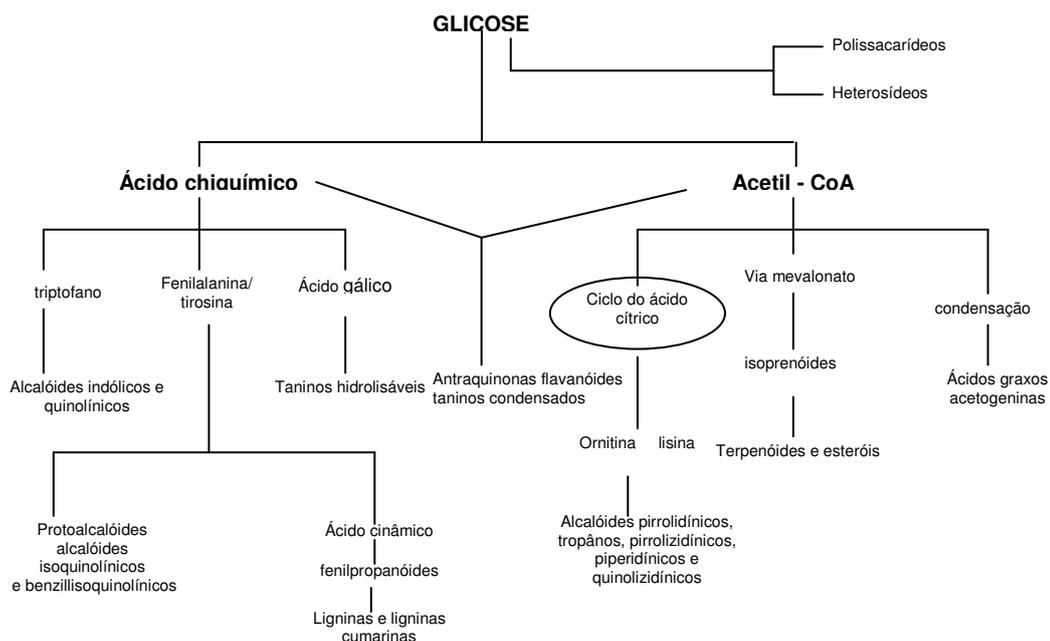


Figura 1. Ciclo biossintético dos metabólitos secundários. Fonte Santos, 2002.

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 (Medeiros, 1990; Durigan & Almeida, 1993).

Essas substâncias estão presentes em todos os tecidos das plantas incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes (Putnan & Tang, 1986), e variam em quantidade e qualidade de espécie para espécie, até mesmo na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro, pois muitos deles possuem sua síntese desencadeada por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas (Ferreira & Áquila, 2000).

A principal função dos aleloquímicos é a proteção dos organismos que os produzem. A sua ação não é muito específica, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções, dependendo mais da concentração, translocação e detoxicação, do que da própria composição química. Por outro lado, um composto que é tóxico para uma dada espécie, pode ser inócuo para outra, mesmo estando com esta estreitamente relacionada (Durigan & Almeida, 1993).

Metabólitos secundários às vezes agem como aleloquímicos, no entanto, o termo aleloquímico e metabólito secundário não devem ser usados como sinônimos. Um composto químico pode apresentar vários papéis na natureza, incluindo o de aleloquímico, dependendo do organismo e do parâmetro ambiental específico que afeta o organismo. Assim, um mesmo composto pode às vezes ser um aleloquímico, e outras vezes pode apresentar outros papéis (Inderjit & Duke, 2003).

C - Mecanismo de liberação dos aleloquímicos no ambiente

As principais vias de liberação de metabólitos secundários potencialmente envolvidos na alelopatia são: decomposição; exsudação radicular; lixiviação; e volatilização (Medeiros, 1990; Rodrigues *et al.*, 1992; Durigan & Almeida, 1993).

Através do processo de decomposição os constituintes químicos dos organismos são liberados para o ambiente e freqüentemente adicionados ao solo. Nesse processo está envolvida a participação dos microrganismos presentes no solo, os quais agem sobre os polímeros presentes nos tecidos, levando a liberação dos compostos tóxicos (Souza Filho & Alves, 2002).

Os exsudados radiculares são substâncias sintetizadas pelas plantas e liberadas no solo pelas raízes vivas das plantas. Esse termo tem sido usado para descrever todas as substâncias orgânicas exsudadas pelas raízes, por qualquer mecanismo (Rice, 1984).

A lixiviação é a remoção de substâncias químicas de plantas vivas ou mortas, a qual é feita pela ação de chuvas, orvalhos e neblina (Souza Filho & Alves, 2002).

A volatilização é um processo comum nas plantas aromáticas, embora nem todas as plantas aromáticas estejam envolvidas no mecanismo de alelopatia (Souza Filho & Alves, 2002).

As substâncias alelopáticas ainda se mantêm nos tecidos das plantas mesmo depois de mortas, de onde são liberadas por volatilização, se forem produtos voláteis, ou por lixiviação, por meio do orvalho e chuva, se forem solúveis na água, sendo arrastadas para o solo, onde, ao atingirem a concentração necessária, podem influenciar no desenvolvimento dos microorganismos e das plantas que nele se encontram. Nesse sentido, o efeito alelopático pode se pronunciar tanto durante o ciclo de cultivo, quanto nos cultivos subsequentes (Texeira *et al.*, 2004).

Vários fatores podem influenciar a natureza alelopática de um composto químico, incluindo o modo de liberação e a ação bioativa. Em parte, porque a concentração, o tempo residente e o destino de um composto químico são bastante controlados pelos fatores do substrato (Inderjit & Duke, 2003).

As plantas freqüentemente armazenam e secretam os compostos bioativos em tecidos e células especiais. Estruturas comumente associadas com o acúmulo de compostos secundários em plantas são tricomas glandulares, laticíferos, idioblastos, canais resiníferos e nectários (Duke *et al.*, 2000a).

D - 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 microorganismos, 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 & 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, 1986; Einhellig, 2002).

E - Produtos naturais como herbicidas

A agricultura moderna utiliza herbicidas sintéticos para controlar plantas invasoras aumentando desta maneira a produção das culturas. Os herbicidas sintéticos, porém, causam um impacto negativo no meio ambiente e na saúde humana (Putnan, 1985).

O uso indiscriminado de herbicidas também tem provocado um aumento da resistência de plantas invasoras, mudando sua população e causando prejuízos ao meio ambiente (Macias *et al.*, 2000a).

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 invasoras. Alelopatia, com estudos bioquímicos de interações planta-planta incluindo efeitos positivos e negativos tem sido proposta como possível alternativa para o manejo de plantas invasoras (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).

Há varias 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).

Diversos compostos biologicamente ativos de uso difundido em nossa sociedade, tiveram sua gênese a partir de um produto natural de origem vegetal, animal ou microbiana (Barbosa, 2002). Muitos compostos químicos de plantas que inibem o crescimento vegetal têm sido descobertos, como por exemplo, artemisinina, um sesquiterpenóide produzido por *Artemisia annua* L. que é altamente fitotóxico (Duke & Abbas, 1996). Um outro exemplo de substância fitotóxica descoberta com estudos de interação planta-planta é a sorgoleona, um potente composto alelopático isolado de espécies de *Sorghum* (Duke *et al.*, 2000b).

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 & Abbas, 1996).

F - Métodos utilizados em pesquisas sobre alelopatia

O estudo do comportamento germinativo de uma espécie vegetal sob a ação de aleloquímicos utiliza como ferramenta os bioensaios, que servem para avaliar o potencial alelopático das espécies em estudo e acompanhar a resposta biológica durante as fases de extração, fracionamento, purificação e identificação dos compostos (Leather & Einhellig, 1986; Macias *et al.*, 2000a; Peres & Malheiros, 2001).

O bioensaio mais utilizado é a germinação de sementes em placas de Petri com papel filtro (Leather & Einhellig, 1986; Macias *et al.*, 2000a), sendo recomendado para critério morfológico de germinação, ou seja, emissão da raiz primária, como primeira abordagem, devendo ser seguido por testes de germinação em solo ou areia (Ferreira & Aquila, 2000).

Os testes de germinação, em geral, são menos sensíveis aos aleloquímicos do que aqueles que avaliam o desenvolvimento das plântulas, como por exemplo, comprimento ou massa seca da raiz primária ou parte aérea. Porém, a quantificação experimental é muito mais simples, pois para cada semente o processo é discreto, germina ou não germina. Nesse contexto, substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da raiz um dos sintomas mais comuns (Ferreira & Aquila, 2000).

Muitos bioensaios alelopáticos estão relacionados a estudos fitotóxicos que avaliam os efeitos na germinação e no crescimento das plântulas. Esses parâmetros são aceitos como efeitos secundários de outros processos fisiológicos afetados pelos compostos químicos. Assim os bioensaios servem para selecionar compostos que podem ser avaliados em casa de vegetação e em campo (Macias *et al.*, 2000a).

Geralmente, a espécie-alvo mais utilizada é a alface (*Lactuca sativa* L.), devido a sua alta taxa de germinação e sensibilidade. A utilização de espécies comerciais para os bioensaios tem como vantagem o fato dessas espécies serem geneticamente homogêneas, apresentarem germinação uniforme e estarem facilmente disponíveis; já as espécies silvestres são geneticamente mais heterogêneas que as cultivadas, e apresentam vários graus de sensibilidade para tratamento similar, além da germinação não ser uniforme (Macias *et al.*, 2000a).

Macias *et al.* (2000a) propõem o uso de várias espécies como modelos para os bioensaios, representantes de ambas as classes taxonômicas, assim como eudicotiledôneas: *L. sativa* (Alface, Asteraceae), *Daucus carota* L. (Cenoura, Apiaceae), *Lepidium sativum* L. (Agrião, Brassicaceae), *Lycopersicon esculentum* Mill. (Tomate, Solanaceae); e monocotiledôneas: *Allium cepa* L. (Cebola, Liliaceae), *Hordeum vulgare* L. (Cevada, Poaceae), *Triticum aestivum* L. (Trigo, Poaceae) e *Zea mays* L. (Milho, Poaceae).

Alguns parâmetros como o pH e o volume de solução usado nos bioensaios devem ser levados em consideração visto que podem interferir na resposta alelopática (Leather & Einhellig, 1986; Ferreira & Aquila, 2000; Macias *et al.*, 2000a). Macias *et al.* (2000a) recomendam o uso de pH 6,0 e um volume de solução de 0,2 mL por semente.

Para se estabelecer a sensibilidade das espécies alvos e comparar as respostas dos aleloquímicos com a dos herbicidas, Macias *et al.* (2000a) recomendam o uso de bioensaios com herbicidas comerciais no intervalo de 10^{-2} a 10^{-9} M.

G - *Senna occidentalis* (L.) Link

O gênero *Senna* Mill é constituído por mais de 260 espécies incluindo arbustos, árvores e ervas, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de todo mundo (Rodrigues *et al.*, 2005).

Recentemente, revisões na classificação botânica dos gêneros *Cassia* e *Senna* levaram a transposição taxonômica de espécies do gênero *Cassia* para o táxon *Senna* (Viegas Junior *et al.*, 2006). *Senna* distingue-se de *Cassia* principalmente pelos filetes retos, mais curtos ou até duas vezes o comprimento das anteras, pelas anteras basifixas e pela presença de nectários extraflorais na maioria das espécies (Rodrigues *et al.*, 2005).

Senna occidentalis (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae), subarbusto ou arbusto (Figura 2), conhecida popularmente como “fedegoso”, é uma espécie paleotropical, provavelmente introduzida no continente americano, entretanto é uma espécie nativa dos neotrópicos, cresce em campo arenoso, em vegetação secundária e borda de mata, sendo também invasora de culturas e pastagem (Rodrigues *et al.*, 2005).

Vários trabalhos destacam espécies do gênero *Senna* por sua utilização popular em algumas regiões da Índia, Ásia e África, como laxativos e purgativos (Viegas Junior *et al.*, 2006). Estudos fitoquímicos e farmacológicos com algumas espécies comprovaram também propriedades antibacteriana (Viegas Junior *et al.*, 2006), antifúngica (Kim *et al.*, 2004), hepatoprotetora, antimalárica, antiinflamatória (Viegas Junior *et al.*, 2006) e larvicida (Yang *et al.*, 2003).

Em estudos químicos, espécies do gênero *Senna* revelaram uma grande diversidade de substâncias inéditas e bioativas, com padrões moleculares variados. A literatura relata o isolamento de vários metabólitos secundários em espécies deste gênero, evidenciando a ocorrência de substâncias de várias classes, sendo as antraquinonas e os flavonóides os constituintes mais freqüentes na maioria das espécies (Viegas Junior *et al.*, 2006). Estudos químicos de *S. occidentalis* levaram ao isolamento de antraquinonas (Kudak & Kulkarni, 1974), flavonóides (Tiwari & Singh, 1977; Hatano *et al.*, 1999) e xantonas (Wader & Kudak, 1987).

Estudos biológicos com extratos orgânicos de *S. occidentalis* comprovaram propriedades purgativa, hepática, bactericida, antipirética, antitumoral, expectorante, anti-inflamatória, diurética, antifúngica e neurotóxica para bovinos (Viegas Junior *et al.*, 2006).

Resultados obtidos por Peres *et al* (comunicação pessoal) com o extrato etanólico bruto da parte aérea e subterrânea de *S. occidentalis* com as espécies alvo alface e cebola, mostraram atraso na germinação e inibição do crescimento da raiz primária, enquanto, o hipocótilo/coleótilo foi estimulado pelo extrato da parte aérea e inibido pelo extrato da parte subterrânea, em bioensaios em laboratório.



Figura 2. *S. occidentalis* (Foto: L.C. Seron).

H – Análise Química

Cromatografia

As técnicas cromatográficas são aplicadas na química, bioquímica, na pesquisa científica e na indústria. A cromatografia é amplamente utilizada para separação, identificação ou quantificação de substâncias químicas.

A cromatografia é um processo físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, realizada através da distribuição desses componentes entre duas fases que se encontram em contato, sendo que uma das fases permanece estacionária (fase estacionária) e a outra se move através dela (fase móvel) (Collins *et al.*, 1990).

Existe uma variedade de tipos de cromatografia, sendo sua classificação feita através da técnica utilizada (planar ou em coluna), do mecanismo de separação envolvido (adsorção, partição, troca iônica, bioafinidade ou exclusão), dos diferentes tipos de fases utilizadas (referente aos diversos tipos e estado físico das fases estacionária e móvel), além do método de introdução da amostra e seu subsequente desenvolvimento (eluição, deslocamento e análise frontal) (Collins *et al.*, 1990).

Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

A cromatografia em camada delgada (CCD) é uma cromatografia do tipo planar e consiste na separação dos componentes de uma mistura através da migração diferencial sobre uma camada delgada de adsorvente retido sobre uma superfície plana (Lopes, 1990).

O processo de separação da CCD está fundamentado principalmente no fenômeno de adsorção. Entretanto pode ocorrer também pelo processo de partição ou troca iônica (Lopes, 1990).

Existe uma grande variedade de tipos de adsorventes para fins cromatográficos e entre os mais utilizados estão os de sílica (SiO_2), alumina, celulose e poliamida. No entanto, o adsorvente de sílica (ácido salicílico amorfo) é seguramente um dos adsorventes mais utilizados em cromatografia por adsorção (Lopes, 1990).

De modo geral, a sílica é empregada na separação de compostos lipofílicos como aldeídos, cetonas, fenóis, ácidos graxos, aminoácidos, alcalóides e esteróides (Lopes, 1990).

Existem algumas formas diferentes de desenvolvimento (movimento diferencial dos compostos de uma amostra, ao serem deslocados pela fase móvel, em função de sua direção) de um cromatograma. A CCD com desenvolvimento ascendente (realizada de baixo para cima) é o método mais utilizado e pode ser considerado como técnica padrão.

Geralmente, inicia-se um trabalho de cromatografia com o desenvolvimento unidimensional e ascendente, com fase móvel e adsorvente puro, podendo haver modificações dependendo dos primeiros resultados obtidos.

As cromatoplasmas (placas com as substâncias separadas), após o desenvolvimento, são secas e reveladas. A revelação consiste em tornar visíveis as substâncias incolores presentes na amostra e pode ser realizada através de métodos físicos (luz ultravioleta), químicos (vapores de iodo, vanilina, tricloreto de antimônio etc.) e biológicos (através de reações enzimáticas ou bacterianas).

A CCD possui a vantagem de ser uma técnica de fácil compreensão, execução e baixo custo, além de conseguir separações em breve espaço de tempo.

Análises espectrofotométricas para quantificação total de fenóis e flavonóides

O método utilizado para cálculo de teor de substâncias fenólicas totais baseia-se em uma reação de oxidação-redução, na qual o íon fenolato é oxidado em meio alcalino, enquanto reduz o complexo fosfotúngstico-fosfomolibdico no reagente para uma solução azul (o cromóforo), que absorve fortemente

a 760 nm; sendo os valores encontrados expressos como equivalentes de ácido-gálico. Esse método é o mais comumente utilizado para a quantificação de fenóis totais (Funari & Ferro, 2006).

O método utilizado para a quantificação de flavonóides totais baseia-se na propriedade do cátion alumínio de formar complexos estáveis com flavonóides, ocorrendo, na análise espectrofotométrica, um deslocamento para maiores comprimentos de onda e uma intensificação de suas absorções. Desta forma, é possível determinar a quantidade de flavonóides na amostra, evitando-se interferências de outras classes de substâncias fenólicas; sendo que os valores totais de flavonóides são expressos em equivalentes de quercetina (Funari & Ferro, 2006).

Diante do exposto, o objetivo no presente trabalho foi avaliar o potencial de atividade alelopática da parte aérea de *S. occidentalis* na germinação/emergência e crescimento de eudicotiledôneas e monocotiledôneas em bioensaios em laboratório e em casa de vegetação.

O objetivo geral conduz aos seguintes objetivos específicos:

1. Avaliar o efeito das frações semipurificadas (fração hexânica, acetato de etila e etanol-água) da parte aérea de *S. occidentalis* na germinação e no crescimento inicial da raiz primária e hipocótilo/coleóptilo e massa seca das plântulas de eudicotiledôneas, alface, *Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids (Asteraceae) e tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill cv. Santa Clara (Solanaceae); e das monocotiledôneas, cebola, *Allium cepa* L. cv. Baia periforme (Liliaceae) e trigo, *Triticum aestivum* L. cv. RRS 220 (Poaceae), em laboratório;
2. Avaliar a sensibilidade das espécies alvo por meio de bioensaios com herbicidas comerciais nas concentrações de 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} M, e comparar os efeitos dos herbicidas com as frações, em laboratório;
3. Avaliar o efeito do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* na emergência e no crescimento, número de folhas e biomassa seca da raiz e da parte aérea das eudicotiledôneas, alface, *L. sativa* cv. Grand rapids (Asteraceae) e tomate, *L. esculentum* cv. Santa Clara (Solanaceae); e das monocotiledôneas, cebola, *A. cepa* cv. Baia periforme (Liliaceae) e trigo, *T. aestivum* cv. RRS 220 (Poaceae), em casa de vegetação;
4. Avaliar a sensibilidade das espécies alvo em bioensaios com herbicidas comerciais nas concentrações de 10^{-2} M, e comparar os efeitos dos herbicidas com o extrato etanólico e frações, em casa de vegetação;
5. Realizar análises químicas de cromatografia em camada delgada para detecção das principais classes de compostos químicos presentes no extrato etanólico e frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis*;
6. Quantificar o teor total de fenóis e flavonóides presentes no extrato etanólico e frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis*.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, L.C.A., MALTHA, C.R.A., BORGES, E.E.L. 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**. v 25, n 2, p. 203-208, 2002.
- COLLINS, C.H. Princípios básicos de cromatografia. In: COLLINS, C.H., BRAGA, G.L., BONATO, P.S. **Introdução a métodos cromatográficos**. Campinas: Editora da Unicamp, p. 11-28, 1990.
- DUKE, S.O. & ABBAS, H.K. Natural products with potential use as herbicides. In: NARWAL, S.S. & TAURO, P. **Allelopathy in pest management for sustainable agriculture**. Scientific publisher. Jodhpur, India, 1996.
- DUKE, S.O., RIMANDO, A.M., DAYAN, F.E., CANEL, C., WEDGE, D.E., TELLEZ, M.R., SCHRADER, K.K., WESTON, L.A., SMILLIE, T.J., PAUL, R.N., DUKE, M.V. Strategies for the discovery of bioactive phytochemicals. In: BIDLACK, W.R., OMAYE, S.T, MESKIN, M.S., TOPHAM, D.K.W. **Phytochemicals as Bioactive Agents**. Technomic Publishing Company. Lancaster, Pennsylvania. p.1-20, 2000a.
- DUKE, S.O., ROMAGNI, J.G., DAYAN, F.E. Natural product as source for new mechanisms of herbicidal action. **Crop Protection**. v. 19, p. 583-589, 2000b.
- DUKE, S.O., SCHEFFLER, B.E., DAYAN, F.E. Allelochemicals as herbicides. **First European Allelopathy Symposium**. Vigo, Spain. p. 47-59, 2001.
- DUKE, S.O., RIMANDO, A.M., BAERSON, S.R., SCHEFFLER, B.E., OTA, E. Strategies for the use of Natural Products for Weed Management. **Journal of Pesticide Science**. v. 27, p. 298-306, 2002.
- DURINGAN, J.C. & ALMEIDA, F.L.S. **Noções sobre alelopatia**. Jaboticabal, FUNEP, 28p. 1993.
- EINHELLIG, F.A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In: PUTNAM, A.R. & TANG, C.S. **The Science of Alleloathy**. John Wiley and Sons, Inc., New York, p. 171-188, 1986.
- EINHELLIG, F.A. 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, 2002.
- FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204, 2000.
- FUNARI, C.D. & FERRO V.O. Análise de própolis. **Ciência e Tecnologia de Alimento**. v.26, n.1, p.171-178, 2006.
- HATANO, T., MIZUTA, S., ITO, H., YOSHIDA, T. C-Glycosidic flavonoids from *Cassia occidentalis*. **Phytochemistry**. v. 52, p. 1379-1383, 1999.
- INDERJIT & DUKE, S.O. Ecophysiological aspects of allelopathy, **Planta**, v. 217, p. 529-539, 2003.
- KIM, Y.M., LEE, C.H., KIM, H.G., LEE, H.S. Anthraquinones isolated from *Cassia tora* (Leguminosae) seed show an antifungal property against phytopathogenic fungi. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v.52, p. 6096-6100, 2004.

- KUDAK, N.A. & KULKARNI, A.B. Chemical investigations on *Cassia occidentalis* Linn.: Part II*- Isolation of Islandicin, Helminthosporin, Xanthorin e NMR spectral studies of cassiollin e Its derivatives. **Indian Journal of Chemistry**. v. 12, p. 1042-1044, 1974.
- LEATHER, G.R. & EINHELLIG, F.A. Bioassays in the study of allelopathy. IN: PUTNAM, A.R. & TANG, C.S. **The Science of Allelopathy**. John Wiley and sons, New York, NY, p. 133-145. 1986.
- LOPES, J.L.C. Cromatografia em camada delgada. In: COLLINS, C.H., BRAGA, G.L., BONATO, P.S. **Introdução a Métodos Cromatográficos**. Campinas: Editora da Unicamp, p. 45-58, 1990.
- MACIAS, F.A. Allelopathy in search for natural herbicide models. In: NARWAL, S.S. & TAURO, P. **Allelopathy in Pest Management for Sustainable Agriculture**. Scientific publisher. Jodhpur, India, p. 310-329, 1996.
- MACIAS, F.A., CASTELLANO, D., MOLINILLO, J.M.G. Search for a standart phytotoxic biossay for allelochemicals. Selection of standard target species. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, n. 6, p. 2512-2521, 2000a.
- MACIAS, F.A., GALLINDO, J.C.G., MOLINILLO, J.M.G. Plant biocommunicators: Aplication of allelopathic studies. In: **2000 Years of Natural Products Research Past, Present and Future**, Ed Teus J.C. Luijendijk, Phytoconsult, p. 137-161, 2000b.
- MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia – importância e suas aplicações. **Horti Sul**. v.1, n. 3, p. 27-32, 1990.
- MILLER, D.A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**. v. 88. n.6. p. 854-859, 1996.
- PERES, M.T.L.P & MALHEIROS, A. **Alelopatia: Interações Químicas entre Espécies**. In: YUNES, R. A. & CALIXTO, J.B. Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. Ed.Universitária Argos, 2001.
- PUTNAM, A.R. **Weed Allelopathy**, p.131-155, 1985.
- PUTNAM, A.R. & TANG, C.S. 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.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. Second Edition. London: Academic Press Inc, 1984.
- RODRIGUES, R.S., FLORES, A.S., MIOTTO, S.T.S., BAPTISTA, L.R.M. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 19, n. 1, p. 1-16, 2005.
- RODRIGUES, L.R.A., RODRIGUES, T.J.D., REIS, R.A. **Alelopatia em Plantas Forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 1992.
- SAITO, M.L. & 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. 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, p. 333-364, 2002.

SOUZA FILHO, A.P.S. & ALVES, S.M. 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, p.111-154. 2002.

TEXEIRA, C.M., ARAUJO, J.B.S., CARVALHO, G.J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de Picão-Preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 691-695, 2004.

TIWARI, R.D. & SINGH, J. Flavonoids from the leaves of *Cassia occidentalis*. **Phytochemistry**. v. 16, p. 1107-1108, 1977.

VIEGAS JUNIOR, C., REZENDE, A., SILVA, D.H.S., CASTRO-GAMBÔA, I., BOLZANI, V.S., BARREIRO, E.J., MIRANDA, A.L.P., ALEXANDRE-MOREIRA, M.S., YOUNG, M.C.M. Aspectos Químicos, Biológicos e Etnofarmacológicos do Gênero *Cassia*. **Química Nova**. v.29, n.6. p. 1-8, 2006.

YANG, Y.C., L.I.M, M.Y., LEE, H.S. Emodin isolated from *Cassia obtusifolia* (Leguminosae) seed shows larvicidal activity against three mosquito species. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 7629-7631, 2003.

WADER, G.R. & KUDAV, N.A. Chemical investigation of *Cassia occidentalis* Linn. with special reference to isolation of xanthenes from *Cassias* species. **Indian Journal of Chemistry**. v. 26B, p. 703, 1987.

Capítulo 2

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DA PARTE AÉREA DE
Senna occidentalis (L.) Link (FABACEAE, CAESALPINIOIDEAE):
BIOENSAIOS EM LABORATÓRIO**

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botânica Brasílica

1. A Acta Botanica Brasílica (Acta bot. bras.) publica artigos originais em Português, Espanhol e Inglês.
2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Comissão Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).
3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.
4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).
5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.
6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecerá seguinte seqüência:
 - **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) – texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resúmen em Espanhol.
 - **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de:
 - a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;
 - b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho;
 - c) objetivos.
 - **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.
 - **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto.

Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5-23,5 cm.

Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Comissão Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso.

Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);

microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem:

PAÍS. Estado: Município, data, fenologia, *coletor(es) número do(s) coletor(es)* (sigla do Herbário).

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435* (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*

(atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*). Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer.

Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
..... 2. *S. orbicularis*
2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
..... 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
3. Flores brancas 1. *S. albicans*
3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o *itálico* e o **negrito** simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos.

Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em *itálico*.

Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
- Pertencia albicans* Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12.

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza-se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, **negrito**, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas**

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos: Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22.

In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas.

Amaranthaceae. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos rescentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de simples resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se**

necessário, citar no corpo do texto. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.

Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): Bioensaios em laboratório

Ana Carina da Silva Cândido¹; Valerí Schmidt¹; Valdemir Antônio Laura²; Odival Faccenda³; Sônia Corina Hess⁴; Euclésio Simionatto⁴, Marize Terezinha Lopes Pereira Peres^{4,5}

RESUMO – (Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): Bioensaios em laboratório). A bioatividade das frações semipurificadas (hexânica, acetato de etila e etanol-água) obtidas do extrato etanólico das partes aérea de *Senna occidentalis* foi avaliada em bioensaios de germinação e de crescimento de *Lactuca sativa* (alface), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Allium cepa* (cebola) e *Triticum aestivum* (trigo), em laboratório. Utilizou-se quatro concentrações de cada fração (0, 250, 500, 1.000 mg.L⁻¹), com quatro repetições de 50 sementes. Os bioensaios de germinação revelaram que todas as frações atrasaram a germinação de alface, tomate e cebola, e as frações hexânica e acetato de etila reduziram a germinabilidade de tomate e cebola. Nos bioensaios de crescimento, a fração hexânica estimulou o crescimento da raiz primária e inibiu o crescimento do hipocótilo das eudicotiledôneas. A mesma fração inibiu o crescimento da raiz e do coleótilo das monocotiledôneas. A fração acetato de etila inibiu a raiz das plântulas-alvo e o hipocótilo/coleótilo de tomate e cebola. A fração etanol-água estimulou o crescimento da raiz de tomate e o hipocótilo de alface e inibiu o crescimento da raiz de cebola e trigo e o coleótilo de cebola. Nos bioensaios com herbicidas comerciais foram observados efeitos semelhantes àqueles obtidos na germinação nas frações analisadas e no crescimento nas frações hexânica e acetato de etila. Na cromatografia em camada delgada detectaram-se terpenos na fração hexânica, compostos fenólicos e alcalóides na fração acetato de etila. A análise espectrofotométrica revelou que a fração acetato de etila possui o maior conteúdo total de compostos fenólicos e flavonóides.

Palavras-chave: aleloquímicos, *Cassia occidentalis*, herbicidas naturais, plantas daninhas

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, Brasil; carinacandido@yahoo.com.br

² Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil.

³ Departamento de Ciências da Computação, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus de Dourados, Rodovia Dourados - Itahum, km 12, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

⁴ Departamento de Hidráulica e Transporte, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, Brasil.

⁵ Autor para correspondência: mperes@propp.ufms.br

ABSTRACT – (Allelopathic potential of aerial parts of *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): Laboratory bioassays). The bioactivity of the semipurified fractions (hexane, ethyl acetate and ethanol-water) obtained from *Senna occidentalis* aerial parts ethanolic extract was evaluated by germination and growth bioassays using *Lactuca sativa* (lettuce), *Lycopersicon esculentum* (tomato), *Allium cepa* (onion) and *Triticum aestivum* (wheat), in laboratory. Four concentrations of each fraction (0, 250, 500, 1.000 mg.L⁻¹) were applied, on four replicates of 50 seeds each. Germination bioassays revealed that lettuce, tomato and onion germination were delayed by every tested semipurified fractions, and tomato and onion germination were inhibited by the hexane and ethyl acetate fractions. In growth bioassays, the hexane fraction has stimulated eudicots roots growth and has inhibited their hypocotyls growth. The same fraction has inhibited root and coleoptiles growth of the assayed monocots. The ethyl acetate fraction has inhibited seedlings' roots and hypocotyls/coleoptiles growth, of tomato and onion. The ethanol-water fraction has stimulated tomato roots growth and lettuce hypocotyls growth, and has inhibited onion and wheat roots and onion coleoptiles development. Bioassays performed with commercial herbicides presented similar results to those observed in germination to the semipurified fractions in the growth by hexane and ethyl acetate fractions. The layer chromatography revealed that the tested hexane fraction contain terpenes, and the ethyl acetate fraction contain phenolic compounds and alkaloids. The spectrophotometric analyse revealed the yields greater of phenolic compounds and flavonoids in the ethyl acetate fraction.

Key words: allelochemicals, *Cassia occidentalis*; natural herbicides, weeds

Introdução

As plantas superiores e inferiores produzem substâncias químicas que são produtos do metabolismo secundário e fazem parte do seu sistema de defesa. Muitos desses compostos químicos estão relacionados com as interações planta-planta e são denominados de aleloquímicos (Macias *et al.* 2000b).

Os aleloquímicos são liberados pelas plantas através de exsudação radicular, lixiviação, volatilização ou decomposição, influenciando de forma favorável ou desfavorável o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos e agrícolas (Rice 1984; Macias *et al.* 2000b).

Os compostos alelopáticos pertencem a diferentes classes de compostos químicos, tais como fenóis, terpenos, alcalóides, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (Einhellig 2002).

Em termos de aplicação prática e comercial, um dos alvos mais importante dos estudos alelopáticos é a descoberta de herbicidas naturais, que são ambientalmente e toxicologicamente mais seguros que os herbicidas sintéticos usados atualmente na agricultura (Macias *et al.* 2000a; Duke *et al.* 2002).

Senna occidentalis (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae), conhecida popularmente como “fedegoso” é uma planta invasora encontrada em todo o território brasileiro (Rodrigues *et al.* 2005) sendo muito

freqüente no Estado de Mato Grosso do Sul em pastagens, pomares, terrenos baldios e solos cultivados, especialmente com a soja (Lorenzi 2000).

As espécies de *Senna* são bem conhecidas na medicina popular como laxativas, purgativas (Viegas Junior *et al.* 2006) e antioxidantes (Luximon-Ramma *et al.* 2002). Estudos químicos com o gênero levaram ao isolamento de antraquinonas (Kim *et al.* 2004), flavonóides (Luximon-Ramma *et al.* 2002; Viegas Junior *et al.* 2006), compostos fenólicos e proantocianidinas (Luximon-Ramma *et al.* 2002). Estudos biológicos com *S. occidentalis* comprovaram propriedades purgativa, hepática, bactericida, antipirética, antitumoral, expectorante, anti-inflamatória, diurética, antifúngica e neurotóxica para bovinos (Viegas Junior *et al.* 2006), e estudos químicos levaram ao isolamento de antraquinonas, flavonóides, polissacarídeos (Chauhan *et al.* 2001), alcalóides piperidínicos (Viegas Junior *et al.* 2006) e xantonas (Wader & Kudak, 1987).

Observações em campo demonstram modificações no padrão de vegetação de *S. occidentalis*, uma vez que forma grupamentos quase que puros e dificulta o estabelecimento de outras espécies. Resultados obtidos por Peres *et al.* (comunicação pessoal) com extrato etanólico bruto da parte aérea e subterrânea dessa planta sugerem sua atividade alelopática. A diversidade dos compostos isolados, bem como as descrições das atividades biológicas de *S. occidentalis* justificam o presente trabalho, uma vez que nenhum estudo para avaliar o efeito alelopático está reportado no levantamento bibliográfico efetuado.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial de atividade alelopática das frações semipurificadas (hexânica, acetato de etila e etanol-água) obtidas do extrato etanólico bruto da parte aérea de *S. occidentalis*, através de bioensaios de germinação e crescimento com as eudicotiledôneas, alface, *Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids (Asteraceae) e tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Clara (Solanaceae); e as monocotiledôneas, cebola, *Allium cepa* L. cv. Baía periforme (Liliaceae) e trigo, *Triticum aestivum* (L.) Thell cv. RRS 220 (Poaceae), em laboratório.

Material e Métodos

Preparo do extrato etanólico bruto e frações semipurificadas - *Senna occidentalis* (L.) Link foi coletada num fragmento de cerrado na Fazenda Boa Vista, município de Rio Brilhante – Mato Grosso do Sul (MS) – Brasil, nas coordenadas geográficas 21°45'S e 54°32'W, em novembro de 2002. Uma exsicata da espécie foi incorporada ao acervo do Herbário DDMS da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados (MS), sob o seguinte número: **BRASIL. MS:** Rio Brilhante, Faz. Boa Vista, *Sciamarelli, A. 212* (DDMS).

Após a coleta, as partes aérea e subterrânea foram separadas e reduzidas a pequenos fragmentos. A massa da matéria fresca foi registrada e acondicionada em saco plástico em freezer. Posteriormente a parte aérea (folhas, flores e frutos) de *S. occidentalis* foi submetida à extração através de maceração com etanol (m/v, 1:2), em temperatura ambiente. Após sete dias, foi feita a filtração e o material sólido

descartado, sendo posteriormente o solvente evaporado ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) sob vácuo em evaporador rotativo para a obtenção do extrato etanólico bruto (EEB) da parte aérea de *S. occidentalis*.

Para a obtenção das frações semipurificadas o EEB foi fracionado através de partição líquido-líquido com os solventes de diferentes graus de polaridade, hexano e acetato de etila, em funil de decantação, obtendo-se as frações: hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA).

O teor de água das frações foi determinado a partir de uma alíquota das frações, submetidas à secagem (100°C) por dez horas, até que a massa fosse constante, para calcular a massa de água nas frações.

Bioensaios de germinação e crescimento - Para o preparo das soluções as frações (FH, FAE, FEA) foram pesadas em balança analítica de precisão 0,001 g, levando-se em consideração o teor de água. As soluções estoque (1.000 mg.L^{-1}) foram preparadas em balão volumétrico a partir da massa calculada para cada fração, as quais foram dissolvidas em DMSO (Dimetilsulfóxido) a 0,1% (Dayan *et al.* 2000), sendo as concentrações de 500 e 250 mg.L^{-1} preparadas por diluição. Após o preparo da solução estoque da FH, retirou-se a porção não solúvel. As soluções foram tamponadas com solução de MES (Ácido 2-morfolinoetanosulfônico) 10 mM, e o pH foi ajustado para 6,0 (Macias *et al.* 2000a) com solução de KOH 0,1 N, utilizando-se pHmetro.

As frações foram ensaiadas com as eudicotiledôneas: alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Santa Clara), e as monocotiledôneas: cebola (*Allium cepa* L. cv. Baia Periforme) e trigo (*Triticum aestivum* L. cv. RRS 220).

Para os bioensaios de germinação, aplicou-se a metodologia de Macias *et al.* (2000a). As placas de Petri (9,0 cm de diâmetro) contendo papel filtro Whatman n.º 1,0, previamente autoclavados a 120°C por 20 minutos, receberam 5,0 mL da solução das frações, preparadas nas concentrações de 250 mg.L^{-1} , 500 mg.L^{-1} e 1.000 mg.L^{-1} . Em seguida, semeou-se aleatoriamente sobre cada disco de papel filtro, 50 diásporos da espécie alvo (alface, tomate, cebola, trigo), distribuídos aleatoriamente, com quatro repetições para cada solução, conforme Brasil (1992). Como controle procedimento similar foi utilizado, porém com ausência das frações. As sementes de trigo foram tratadas com fungicida Benlate 500 PM, na concentração de $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ (Araújo & Araújo 2006).

As placas de Petri contendo os diásporos foram levadas a uma câmara de germinação (BOD), com condições de luz (160 W), umidade relativa ($\pm 80\%$) e temperatura constantes, adequadas a cada espécie alvo, conforme Brasil (1992) (Alface, 25°C com luz interna constante; Tomate, 25°C e fotoperíodo de 12 h; Cebola, 15°C e fotoperíodo de 12 h; e Trigo 15°C , no escuro; $\pm 2^{\circ}\text{C}$). A contagem para avaliar a germinação foi realizada diariamente (sendo que para alface a cada 12 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 crescimento utilizou-se a metodologia descrita por Barnes *et al.* (1987) e Macias *et al.* (2000a). Após três dias da protrusão radicular, mediu-se o alongamento da raiz primária e

do hipocótilo/coleótilo (dez plântulas por placa) utilizando papel milimetrado. Posteriormente essas plântulas foram levadas para secar em uma estufa a 60°C até peso constante, para a obtenção da massa seca.

Realizaram-se bioensaios de germinação e crescimento com herbicidas comerciais. Os herbicidas foram adquiridos no comércio local, sendo esses, para as eudicotiledôneas: Glifosato 480 Agripec (Pós-emergente), Basagran 600 (Pós-emergente) e Atrazina Nortox 500 SC (misto); e para as monocotiledôneas: Glifosato 480 Agripec (Pós-emergente), Gesagard 500 SC (Pré-emergente), e Poast (pós-emergente). Todos os herbicidas foram aplicados em concentrações equivalentes de composto ativo (10^{-2} M, 10^{-3} M e 10^{-4} M) (Macias *et al.* 2000a). Para os bioensaios com herbicidas, procedimento similar ao descrito com as frações foi utilizado.

No presente trabalho o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado envolvendo três ensaios simples, frações hexânica, acetato de etila e etanol-água da parte aérea de *S. occidentalis* com quatro tratamentos (0, 250, 500 e 1.000 mg.L⁻¹), e três ensaios com herbicidas com quatro tratamentos (0, 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} M) em quatro repetições. Cada parcela constituiu-se de 50 diásporos para germinação e dez para o crescimento da raiz primária e do hipocótilo/coleótilo. A germinabilidade (%G) foi calculada segundo a metodologia descrita por Labouriau (1983) e o índice de velocidade de germinação (IVG) segundo Maguire (1962) citado por Ferreira & Borghetti (2004).

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando os efeitos dos tratamentos foram significativos, ($p < 0,05$), em relação a testemunha, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnet. Quando uma das pressuposições exigidas pelo modelo paramétrico não foi atendida utilizaram-se os testes estatísticos não paramétricos, Kruskal-Wallis como alternativa para a análise de variância e o Mann-Whitney como alternativa para o teste de Dunnet. Todos os resultados foram analisados considerando o nível de significância $\alpha = 5\%$.

Análise química das frações semipurificadas - Foram realizados testes preliminares de cromatografia em camada delgada (CCD) em placas cromatográficas TLC (Merk), a fim de detectar a presença de algumas classes de compostos nas frações semipurificadas. Nestes testes utilizou-se como reagentes indicadores, soluções de vanilina/etanol-H₂SO₄ 1,0% e cloreto férrico 1,0%, compostos estes que são reativos na presença de terpenos e compostos fenólicos, respectivamente.

Para a detecção de alcalóides, realizou-se uma extração para alcalóide do extrato etanólico bruto. Primeiramente 5,0 g do extrato etanólico foram dissolvidas em 10 mL de água destilada e acidificada com HCl 2,0 N até pH 1,5 e, após a acidificação do extrato foram realizadas várias extrações com éter etílico. A solução aquosa remanescente foi alcalinizada com hidróxido de amônio (NH₄OH) até pH 9,0 e, extraída com éter etílico e acetato de etila, respectivamente. Após a eliminação dos solventes em evaporador rotativo, foram obtidas as respectivas frações básicas: etérea e acetato de etila. As frações foram analisadas em CCD e reveladas com o uso do reativo Dragendorff (Morel *et al.* 2005).

O teor de fenóis totais das frações foi determinado pelo método Folin-Ciocalteu (Meda *et al.* 2005; Lin & Tang, 2007). O ácido gálico foi utilizado como substância referência. Para a construção da curva padrão foram utilizadas concentrações que variaram de 25 a 600 µg de ácido gálico. Para a determinação do teor de fenóis nas amostras das frações, 5,0 mg de cada amostra foi dissolvida em 5,0 mL de água destilada. Posteriormente, alíquotas de 1,0 mL dessa solução foram transferidas para balões de 50 mL, sendo acrescentado 30 mL de água destilada, 2,0 mL do reagente Folin Ciocalteu e após seis minutos 6,0 mL de uma solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) 20%. Completou-se o volume do balão com água destilada. O branco do sistema foi preparado da mesma forma, contendo todos os reagentes exceto as amostras das frações. As soluções foram deixadas em repouso à temperatura ambiente e precisamente após 1 hora e 30 minutos, fez-se a leitura no espectrofotômetro a 760 nm.

Para a quantificação do teor de flavonóides primeiramente uma curva com quercetina, tomada como substância de referência, foi construída utilizando-se concentrações de 5,0 a 300,0 µg. Para a determinação do teor de flavonóides nas amostras das frações, foram dissolvidos 8,0 mg das frações semipurificadas em 4,0 mL de etanol. Posteriormente, alíquotas de 2,0 mL dessa solução foram transferidos para balões de 25 mL sendo acrescentado 1,0 mL de cloreto de alumínio (2,5%), 1,0 mL de acetato de sódio (10%) e completou-se o volume do balão com etanol. Como branco foi preparada uma solução, contendo todos os reagentes, exceto as amostras das frações. Decorridos 40 minutos foi feita a leitura de cada solução no espectrofotômetro a 425 nm (Lin & Tang, 2007).

Resultados e Discussão

Bioensaios de germinação e crescimento com eudicotiledôneas – Em relação ao processo germinativo das eudicotiledôneas verifica-se que todas as frações reduziram significativamente o índice de velocidade de germinação (IVG) de alface e tomate, pelo menos em uma das concentrações ensaiadas (Tab. 1), podendo-se observar nos resultados uma relação dose-dependente. Sendo as reduções no IVG de alface e tomate na maior concentração ensaiada, foram em média de 28% na fração hexânica (FH) e fração acetato de etila (FAE) e de 16% na fração etanol-água (FEA). Porém, apesar de atrasarem a germinação de alface e tomate, não afetaram a germinabilidade de alface (Tab. 2). Para o tomate (Tab. 2), a FH e a FAE reduziram significativamente a porcentagem de germinação na concentração de 1.000 mg.L⁻¹.

Souza Filho *et al.* (2005) em trabalhos realizados com *Parkia pendula* (Will.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) verificaram que substâncias isoladas dessa planta, ácido 3,4,5-trimetoxibenzóico, ácido 3,4-dimetoxibenzóico e blumenol, inibiram a germinação das sementes de duas plantas daninhas (*Mimosa pudica* L. e *Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby) com o aumento da concentração da substância, embora em alguns casos esses aumentos não tenham sido estatisticamente diferentes.

No crescimento radicial das plântulas (Fig. 1A e 2A) observou-se que a FH estimulou o crescimento da raiz primária de alface e tomate ($p < 0,05$) em todas as concentrações ensaiadas, sendo o estímulo de 93% na concentração de 500 mg.L⁻¹ e de 33% na concentração de 1.000 mg.L⁻¹ em alface

(Fig. 1A), e de 58% na concentração de 1.000 mg.L⁻¹ em tomate (Fig. 2A). A FAE inibiu o crescimento da raiz primária de alface e tomate nas maiores concentrações ensaiadas, verificando-se inibição na concentração de 1.000 mg.L⁻¹ de 38% em alface (Fig. 1A) e 25% em tomate (Fig. 2A) em relação ao controle. A FEA estimulou o crescimento da raiz primária de tomate nas maiores concentrações ensaiadas, verificando-se que o aumento da concentração acarretou em maior estímulo, sendo esse estímulo de 45%, em relação ao controle, na maior concentração ensaiada (Fig. 2A).

Em relação ao crescimento do hipocótilo (Fig. 1B e 2B), a FH, na maior concentração ensaiada, inibiu significativamente o crescimento do hipocótilo de alface e tomate, em 38% e 17% em relação ao controle, respectivamente. A FAE, na concentração de 1.000 mg.L⁻¹, inibiu significativamente o crescimento do hipocótilo de tomate em 17% em relação ao controle, enquanto que a FEA estimulou o crescimento do hipocótilo de alface em 38% na maior concentração ensaiada, em relação ao controle.

Macias *et al.* (2006) observaram efeitos semelhantes aos verificados na FH em estudo, para lactonas sequisterpênicas isoladas de *Helianthus annuus* L. que estimularam o crescimento da raiz primária e inibiram o hipocótilo de alface. Em análises químicas preliminares verificou-se a presença de terpenos na FH, os quais podem ser responsáveis pelo efeito similar, causado por essa fração, aos das lactonas sequisterpênicas isoladas de *H. annuus*.

Efeito similar à FH em estudo também foi verificado nos bioensaios com o herbicida Atrazina que estimulou o crescimento da raiz primária de alface em 51% na concentração 10⁻³ M e 53% na concentração 10⁻² M e inibiu o crescimento do hipocótilo em 31% na concentração 10⁻³ M e 39% em 10⁻² M. A FAE agiu de maneira similar ao herbicida Glifosato (Pós-emergente) na concentração 10⁻³ M que inibiu a raiz primária de alface em 48%, porém, não afetou significativamente o crescimento do hipocótilo de alface. Com estes resultados pode-se sugerir que as FH e FAE possuem compostos químicos que podem estar atuando em processos fisiológicos na plântula de maneira similar a estes herbicidas, visto que, os efeitos no crescimento foram similares.

Maraschin-Silva & Áquila (2006) observaram que extratos aquosos da folha de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Fabaceae) inibiram o crescimento da raiz de alface, porém não causaram efeito no hipocótilo, corroborando com os resultados da FAE em alface. Durante a condução dos experimentos observou-se que nos casos de estímulo no crescimento das raízes, estas se apresentavam mais finas enquanto que na inibição verificou-se engrossamento das raízes, além de ausência de pêlos absorventes.

Soares *et al.* (2002) observaram que extratos aquosos de espécies de leguminosas mostram forte efeito inibidor do desenvolvimento radicial de plântulas de alface, sendo esse efeito acompanhado de alterações morfológicas nas raízes como engrossamento, fato também observado para a FAE, em nossos estudos.

Bioensaios de germinação e crescimento com monocotiledôneas - Por meio da análise dos dados de germinação constata-se que todas as concentrações da FH e a maior concentração ensaiada da FAE reduziram significativamente o IVG (Tab. 1) de cebola, podendo-se verificar que essas reduções foram de

34% e 20% na maior concentração da FH e FAE, respectivamente. A germinabilidade (Tab. 2) de cebola foi reduzida em todas as concentrações ensaiadas da FH e nas maiores concentrações da FAE, sendo a maior redução na porcentagem de germinação verificada na concentração de 1.000 mg.L⁻¹ da FAE de 27% em relação ao controle. Nos bioensaios com trigo, nenhuma das frações afetou o processo germinativo (Tab. 1 e 2).

Em relação ao crescimento radicial (Fig. 3A e 4A), todas as frações inibiram significativamente o crescimento da raiz primária de cebola, podendo-se verificar uma relação dose dependente, sendo essa inibição de em média 36%, em relação ao controle, na concentração de 1.000 mg.L⁻¹. Em trigo, também verifica-se o mesmo, podendo-se observar que todas as frações inibiram o crescimento da raiz primária na maior concentração ensaiada em média 13% em relação ao controle.

O coleóptilo de cebola foi inibido significativamente pelas frações quando submetido aos tratamentos (Fig. 3B) em média de 17% na maior concentração ensaiada. Em trigo, apenas a FH afetou significativamente o crescimento do coleóptilo em todas as concentrações ensaiadas, inibindo em 18% em relação ao controle na concentração de 1.000 mg.L⁻¹ (Fig. 4B).

Nos resultados com monocotiledôneas, a cebola mostrou-se mais sensível às frações que trigo, tanto na germinação quanto no crescimento, porém nos testes de herbicidas essa sensibilidade não foi verificada. No crescimento de trigo a maior concentração ensaiada da FAE agiu de maneira similar ao herbicida Gesagard (Pré-emergente) na menor concentração (10⁻⁴ M), o qual reduziu em 18% o crescimento da raiz primária, mas não afetou o crescimento do coleóptilo.

Peres *et al.* (comunicação pessoal) verificaram que o EEB da parte aérea de *S. occidentalis* retardou a germinação de alface e cebola, corroborando com os resultados obtidos com as frações. Macias *et al.* (2006) observaram efeitos semelhantes às frações em estudo, para lactonas sequiterpênicas isoladas de *H. annuus* que inibiram o crescimento da raiz primária e o coleóptilo de cebola. Peres *et al.* (2004) verificaram que extratos etanólicos de *Adiantum serratodentatum* Humb. & Bonpl. ex Willd. e *Pteris denticulata* Sw. var. *denticulata* inibiram significativamente o crescimento de cebola.

De acordo com os resultados para a germinação das espécies em estudo, pode-se concluir que a FH e a FAE possuem compostos químicos que afetam algum processo fisiológico durante a germinação de tomate e cebola, sendo a maior inibição na germinação de cebola (27%). Nestas frações, também foram detectados os maiores conteúdos totais de fenóis e flavonóides, bem como a presença de alcalóides na FAE, classes químicas já reportadas na literatura com atividade alelopática ((Durigan & Almeida 1993; Einhellig 2002).

Nos bioensaios com herbicidas, verifica-se que nas eudicotiledôneas ensaiadas que todas as frações agiram de maneira similar ao herbicida Glifosato (Pós-emergente) em alface, a qual reduziu a velocidade de germinação em $\pm 10\%$ na concentração de 10⁻² M, porém não afetaram a germinabilidade. Em tomate, a FH e a FAE agiram de modo similar ao herbicida Atrazina na concentração de 10⁻² M, que reduziram a velocidade de germinação das plântulas-alvo ($\pm 28\%$), e a porcentagem de germinação (\pm

7%). Nas monocotiledôneas, a FEA em cebola e todas as frações semipurificadas ensaiadas em trigo agiram de modo similar ao herbicida Gesagard (Pré-emergente) não influenciando a germinação destas sementes.

Baseado nesses resultados conclui-se que essas frações apresentam compostos químicos que agem de modo similar aos herbicidas comerciais, afetando o processo germinativo tanto de eudicotiledôneas como de monocotiledôneas. Macias *et al.* (1999), isolaram substâncias das folhas de *H. annuus* que apresentavam perfil similar ao herbicida Logran.

No crescimento radicial e da parte aérea das eudicotiledôneas a FH e a FAE foram as que influenciaram mais intensamente o desenvolvimento das plântulas, enquanto nas monocotiledôneas todas as frações inibiram o crescimento (raiz primária/coleóptilo), podendo-se verificar ainda que os efeitos causados pelas frações variaram dependendo da espécie alvo utilizada.

Assim, observa-se que as frações em estudos interferem na germinação e no crescimento inicial das plântulas alvo, verificando-se que o efeito alelopático foi mais evidente no IVG e no crescimento radicial das plântulas do que na porcentagem final de sementes germinadas, fato também observado por Periotto *et al.* (2004). Nenhum efeito significativo foi verificado na massa seca das plântulas, quando comparadas ao controle.

Comparando-se o crescimento da raiz primária e da parte aérea, observa-se que os efeitos fitotóxicos foram mais evidentes no crescimento da raiz do que no da parte aérea (hipocótilo/coleóptilo), isso pode ter ocorrido devido a absorção e, conseqüentemente, a concentração de fitotoxinas nos tecidos radiculares ser favorecida pelo contato físico da raiz com o papel filtro, o qual contém as frações. Desta forma a bioatividade das frações está condicionada à capacidade de absorção, translocação e mecanismo de ação dos seus compostos potencialmente alelopáticos (Correia *et al.* 2005).

Nos testes de cromatografia em camada delgada foi verificada a presença de terpenos na FH, e de compostos fenólicos na FAE. Também foi detectada a presença de alcalóides na fração básica em acetato de etila.

Na Tab. 3 observa-se os resultados obtidos nos testes realizados com as frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis*, para a determinação dos teores totais de fenóis e flavonóides, expressos como equivalentes de ácido gálico (EAG) e quercetina (EQ), respectivamente. O maior nível de fenóis e flavonóides foi verificado na FAE com valores de $101,86 \pm 0,037 \mu\text{g EAG mg}^{-1}$ e $50,5 \pm 0,060 \mu\text{g EQ mg}^{-1}$, respectivamente.

A maioria das espécies de *Cassia* e de *Senna* que ocorrem no Brasil, tais como *C. spectabilis*, *C. carnavall* e *C. excelsa*, revelaram a presença de alcalóides piperidínicos como constituintes majoritários, além de flavonas glicosiladas, ésteres alifáticos de cadeia longa, cromona glicosilada e polissacarídeos (Viegas Junior *et at.* 2006), corroborando com as classes de compostos detectados na FAE no presente estudo.

A literatura relata o isolamento de mais de 350 metabólitos secundários em espécies deste gênero distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de várias partes do mundo. Estes estudos evidenciaram a ocorrência de substâncias de várias classes de compostos, sendo as antraquinonas e os flavonóides os constituintes mais freqüentes na maioria das espécies relatadas na literatura (Morimoto *et al.* 1988; Luximon-Ramma *et al.* 2002; Kim *et al.* 2004).

Com o presente trabalho conclui-se que a parte aérea de *S. occidentalis* contém substâncias químicas responsáveis pela interferência nos processos fisiológicos durante a fase de germinação e crescimento inicial das espécies alvo de eudicotiledôneas e monocotiledôneas em estudo, podendo ser útil como herbicida natural em programas de manejo de plantas invasoras.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Alan Sciamarelli, pela identificação botânica. A PROPP/UFMS e FUNDECT/MS pelo auxílio financeiro.

Referências Bibliográficas

- Araujo, A.S.F. & Araujo, R.S. 2006. Sobrevivência e nodulação de *Rhizobium tropici* em sementes de feijão tratadas com fungicidas. **Ciência Rural** **36** (3): 973-976.
- Barnes, J.P.; Putnan, A.R.; Burke, B.A. & Aasen, A.J. 1987. Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage. **Phytochemistry** **26** (5): 1385-1390.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. **Regras para a Análise de Sementes**, SNDA/DNDU/CLU, Brasília.
- Chauhan, D.; Chauhan, J.S.; Siddiqui, I.R. & Singh, J. 2001. Two new anthraquinone glycosides from the leaves of *Cassia occidentalis*. **Indian Journal of Chemistry**. **40b**: 860-863.
- Correia, N.M.; Centurion, M.A.P.C. & Alves, P.L.C.A. 2005. Influência de extratos aquosos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural** **35** (3): 498-503.
- Dayan, F.E.; Romagni, J.G & Duke, S.O. 2000. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. **Journal of Chemical Ecology** **26** (9): 2079-2093.
- Duke, S.O.; Dayan, F.E.; Rimando, A.M.; Schrader, K.K.; Oliva, G.A.A. & Romagni, J.G. 2002. Invited paper: Chemicals from nature for weed management. **Weed Science** **50**: 138-151.
- Duringan, J.C. & Almeida, F.L.S. 1993. **Noções sobre Alelopatia**. FUNEP, Jaboticabal, 28p.
- Einhellig, F.A. 2002. The physiology of allelochemical action: Clues and Views. Pp. 1-23. In: Reigosa, M. & Pedrol, N. (eds.). **Allelopathy from Molecules to Ecosystems**. Vigo, Universidade de Vigo.
- Ferreira, A.G. & Borghetti, F. 2004. Interpretação de resultados de germinação. Pp. 209-222. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. (eds). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre, Ed. Artmed.

- Kim, Y.M.; Lee, C.H.; Kim, H.G. & Lee, H.S. 2004. Anthraquinones isolated from *Cassia tora* (Leguminosae) seed show an antifungal property against phytopathogenic fungi. **Journal Agricultural and Food Chemistry** **52**: 6096-6100.
- Laboriau, L.G. 1983. **A Germinação das Sementes**. Secretaria geral da organização dos Estados Americanos. Washington D.C, Estados Unidos. 174p.
- Lin, J.Y. & Tang, C.Y. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. **Food Chemistry** **101**: 140-147.
- Lorenzi, H. 2000. **Plantas Daninhas do Brasil** **3**: 399p.
- Luximon-Ramma, A.; Baiorun, T.; Soobrattee, M.A. & Aruoma, O.I. 2002. Antioxidant activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extracts of *Cassia fistula*. **Journal Agricultural and Food Chemistry** **50**: 5042-5047.
- Macias, F.A.; Galindo, J.C.G.; Molinillo, J.M.G.; Castellano, D.; Velasco, R.F. & Chinchila, D. 1999. Developing new herbicide models from allelochemicals. **Pesticide Science**. **55**: 662-665.
- Macias, F.A.; Castellano, D. & Molinillo, J.M.G. 2000a. Search for a Standard Phytotoxic Bioassay for Allelochemicals. Selection of Standard Target Species. **Journal Agricultural and Food Chemistry** **48** (6): 2512-2521.
- Macias, F.A.; Gallindo, J.C.G. & 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. Lujendijk, Phytoconsult.
- Macias, A.F.; Fernandez, A.; Varela, R.M.; Molinillo, J.M.G.; Torres, A. & Alves, P.L.C.A. 2006. Sesquiterpene lactones as allelochemicals. **Journal of Natural Products** **69** (5): 795-800.
- Maraschin-Silva, F. & Aquila, M.E.A. 2006. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasileira**. **20** (1): 61-69.
- Meda, A.; Lamien, C.E. & Beecher, G.R. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and praline contents in Burkina fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry** **91**: 571-577.
- Morel, A.F.; Maldaner, G.; Ilha, V.; Missau, F.; Silva, U.F.; Dacol, I.I. 2005. Cyclopeptide alkaloides from *Scutia buxifolia* Reiss and their antimicrobial activity. **Phytochemistry** **66**: 2571-2576.
- Morimoto, S.; Nonaka, G.I.; Chen, R.F. & Nishioka, I. 1988. Tannins and related compounds. LXI. Isolation and structures of novel Bi- and Triflavonoids from the leaves of *Cassia fistula* L. **Chemical Pharmaceutical Bulletin** **36** (1): 39-47.
- Peres, M.T.L.P.; Silva, L.B.; Faccenda, O. & Hess, S.C. 2004. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). **Acta Botânica Brasileira**. **18** (4): 723-730.

- Periotto, F.; Perez, S.C.J.G.A. & Lima, M.I.S. 2004. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasileira**. **18** (3): 425-430.
- Rice, L. 1984. **Allelopathy**, Academic Press: Londres, 423p.
- Rodrigues, R.S.; Flores, A.S.; Miotto, S.T.S. & Baptista, L.R.M. 2005. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. **19** (1): 1-16.
- Soares, G.L.G.; Scalon, V.R.; Pereira, T.O. & Vieira, D.A. 2002. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. **Floresta e Ambiente** **9** (1): 119-126.
- Souza Filho, A.P.S.; Fonseca, M.L. & Arruda, M.S.P. 2005. Substâncias químicas com atividade alelopática presentes nas folhas de *Parkia pendula* (Leguminosae). **Planta Daninha**. **23** (4): 565-573.
- Viegas Junior, C.; Rezende, A.; Silva, D.H.S.; Castro-Gambôa, I.; Bolzani, V.S.; Barreiro, E.J.; Miranda, A.L.P.; Alexandre-Moreira, M.S. & Young, M.C.M. 2006. Aspectos Químicos, Biológicos e Etnofarmacológicos do Gênero *Cassia*. **Química Nova**. **29** (6): 1-8.
- Wader, G.R. & Kudav, N.A. 1987. Chemical investigation of *Cassia occidentalis* Linn. With special reference to isolation of xanthones from *Cassias* species. **Indian Journal of Chemistry**. **26B**: 703.

Tabela 1. Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de *Senna occidentalis* no índice de velocidade de germinação (IVG) de alface, tomate, cebola e trigo.

	Índice de velocidade de germinação (IVG)*			
	Controle	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1.000 mg.L ⁻¹
ALFACE				
Fração hexânica (FH) ¹	33,13±1,67a	30,33±1,97a	24,50±1,46b	23,90±1,07b
Fração acetato de etila (FAE) ¹	33,13±1,67a	30,38±0,48b	23,96±0,82b	23,83±0,71b
Fração etanol-água (FEA) ¹	33,13±1,67a	33,43 ±2,70a	30,18±2,55a	28,06±0,99b
TOMATE				
Fração hexânica (FH) ¹	13,60±0,26a	11,68±0,78b	10,93±0,32b	9,95±1,11b
Fração acetato de etila (FAE) ¹	13,60±0,26a	12,70±0,44a	9,97±1,23b	9,64±1,05b
Fração etanol-água (FEA) ¹	13,60±0,26a	12,34±1,06a	11,97±1,15a	11,38±1,24b
CEBOLA				
Fração hexânica (FH) ¹	8,18±0,78a	6,09±0,75b	5,51±0,83b	5,40±0,46b
Fração acetato de etila (FAE) ¹	8,18±0,78a	8,20±1,41a	7,90±0,28a	6,51±0,58b
Fração etanol-água (FEA) ¹	8,18±0,78a	9,46±1,21a	8,97±0,64a	8,41±1,03a
TRIGO				
Fração hexânica (FH) ¹	11,30±1,46a	10,80±1,93a	10,40±0,49a	10,30±1,14a
Fração acetato de etila (FAE) ¹	11,30±1,46a	11,00±1,22a	10,60±0,71a	10,00±1,40a
Fração etanol-água (FEA) ¹	11,30±1,46a	12,60±1,66a	12,20±1,22a	11,00±0,87a

¹Médias seguidas de mesma letra do controle não difere entre si pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. * Média ± Desvio padrão.

Tabela 2. Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de *Senna occidentalis* na germinabilidade de alface, tomate, cebola e trigo.

	Germinabilidade (%)*			
	Controle	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1.000 mg.L ⁻¹
ALFACE				
Fração hexânica (FH) ¹	100,00±0,00a	97,00±2,00a	96,00±2,83a	97,50±2,52a
Fração acetato de etila (FAE) ¹	100,00±0,00a	97,50±1,91a	98,50±1,00a	98,00±2,83a
Fração etanol-água (FEA) ¹	100,00±0,00a	98,00±2,83a	99,00±1,15a	94,50±1,91a
TOMATE				
Fração hexânica (FH) ¹	91,50±3,00a	93,50±3,00a	89,00±2,58a	85,00±2,58b
Fração acetato de etila (FAE) ¹	91,50±3,00a	94,50±2,52a	87,50±3,00a	84,50±3,00b
Fração etanol-água (FEA) ¹	91,50±3,00a	86,50±2,52a	85,50±2,52a	87,00±3,56a
CEBOLA				
Fração hexânica (FH) ¹	86,00±2,82a	77,00±3,83b	74,00±3,65b	72,00±2,82b
Fração acetato de etila (FAE) ¹	86,00±2,82a	87,00±2,58a	78,50±2,51b	62,50±3,00b
Fração etanol-água (FEA) ¹	86,00±2,82a	91,50±3,41a	87,00±2,58a	86,50±3,00a
TRIGO				
Fração hexânica (FH) ¹	72,00±2,83a	70,50±2,52a	72,50±1,91a	72,50±2,52a
Fração acetato de etila (FAE) ¹	72,00± 2,83a	67,50±3,42a	72,50±2,52a	68,00±2,31a
Fração etanol-água (FEA) ¹	72,00±2,83a	75,00±2,58a	71,50±2,52a	72,00±2,83a

¹Médias seguidas de mesma letra do controle não difere entre si pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. * Média ± Desvio padrão.

Tabela 3. Total de fenóis e flavonóides presentes nas frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de frações).

	Total de fenóis* ($\mu\text{g EAG mg}^{-1}$)	Total flavonóides* ($\mu\text{g EQ mg}^{-1}$)
Fração hexânica	54,050 \pm 0,012	37,500 \pm 0,008
Fração acetato de etila	101,860 \pm 0,037	50,500 \pm 0,060
Fração etanol-água	50,037 \pm 0,016	7,180 \pm 0,016

*Média \pm Desvio padrão.

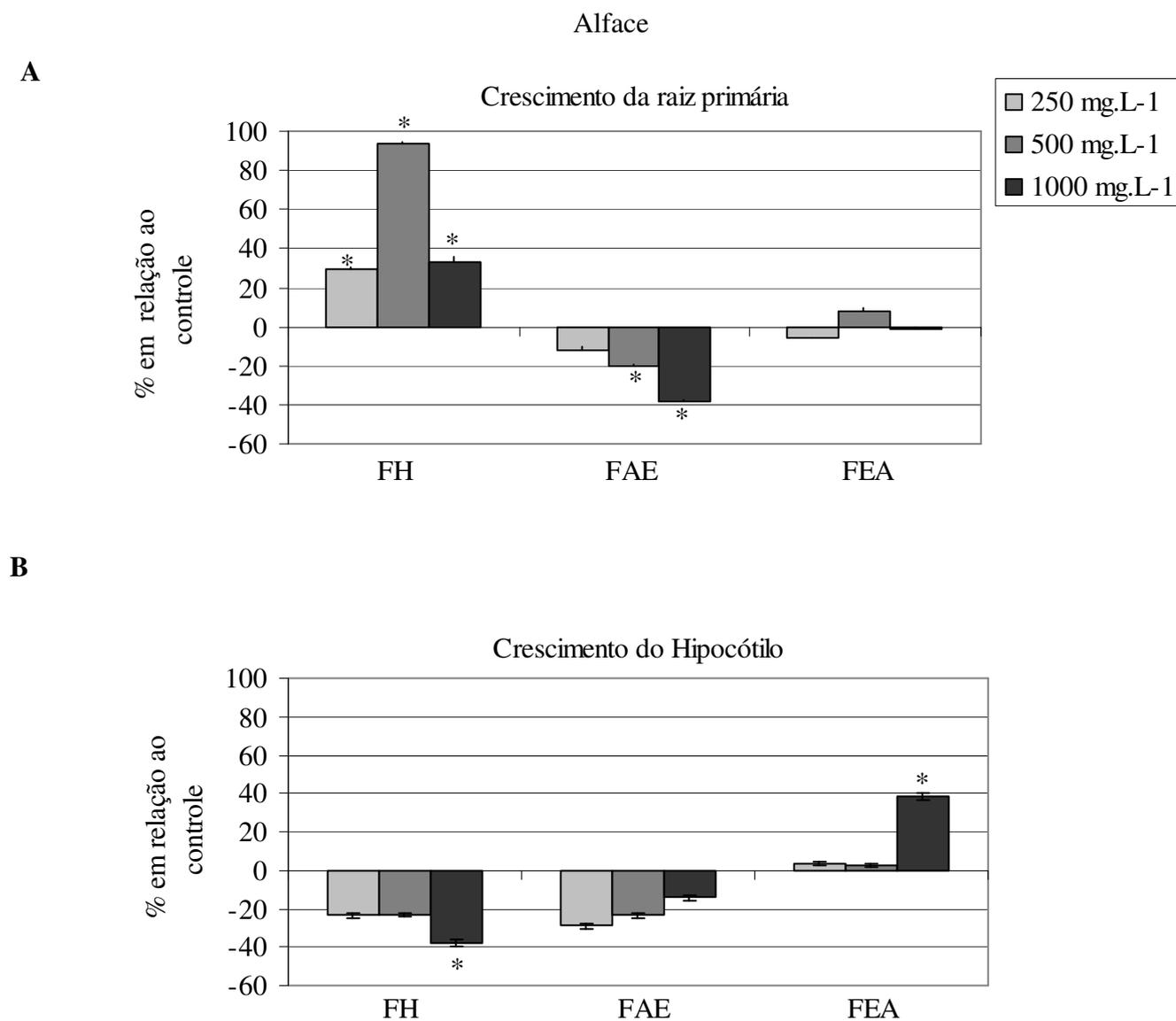
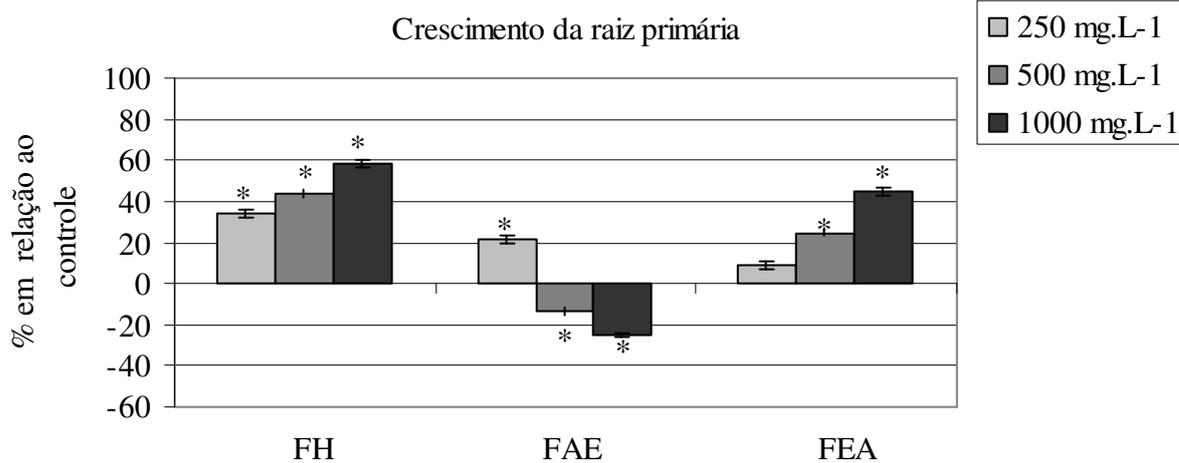


Figura 1. Efeito das frações hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária (A) e do hipocótilo (B) de alface. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Tomate

A



B

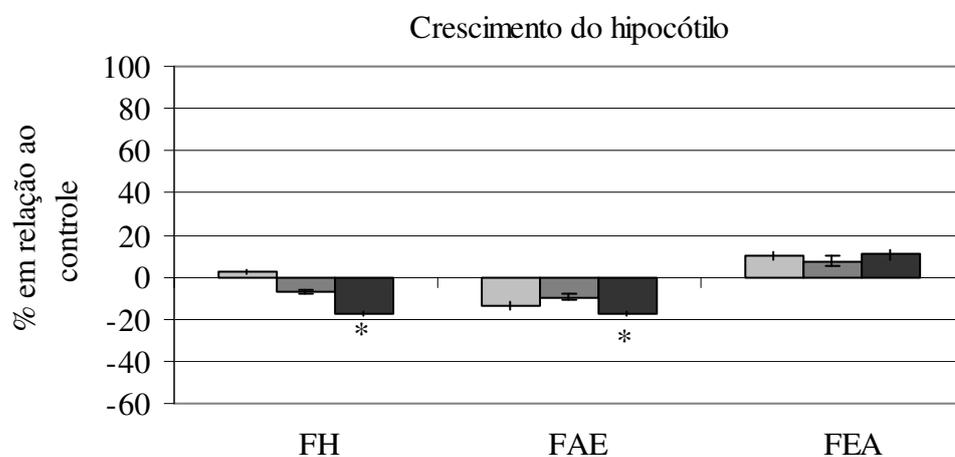
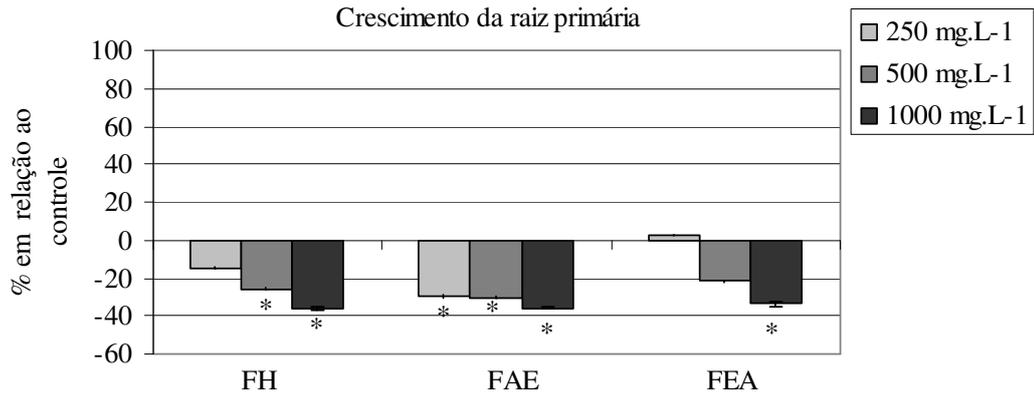


Figura 2. Efeito das frações hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária (A) e do hipocótilo (B) de tomate. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Cebola

A



B

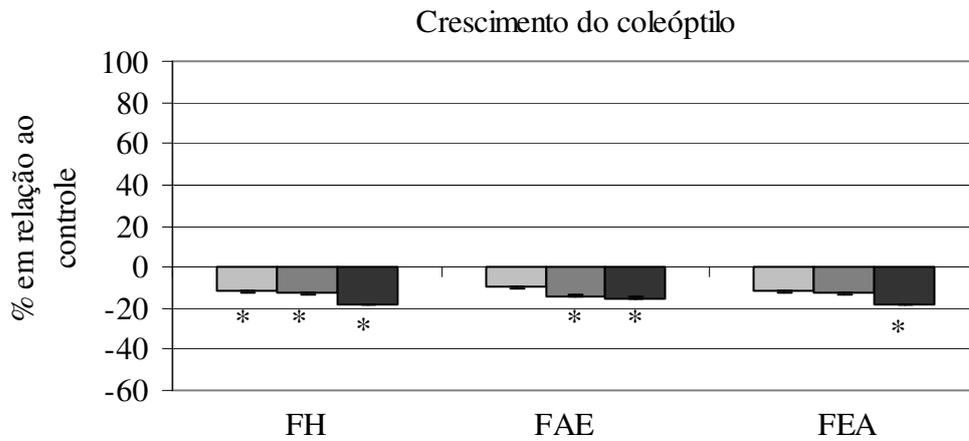
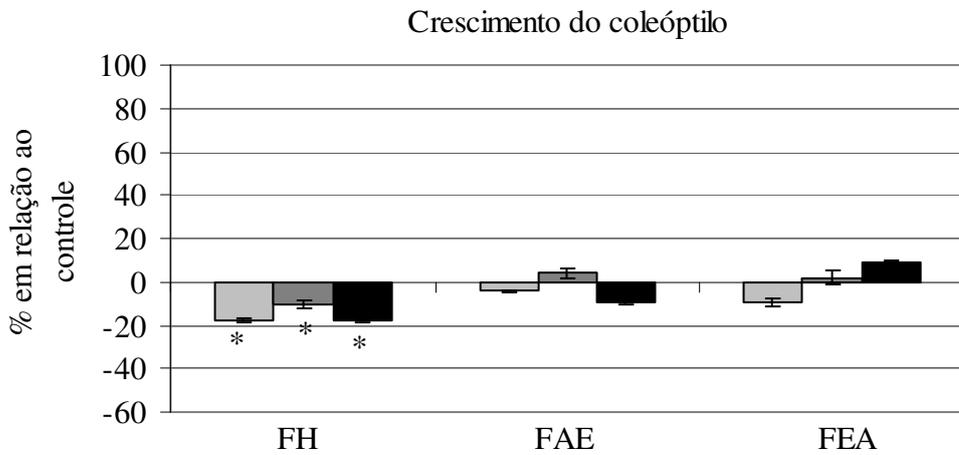
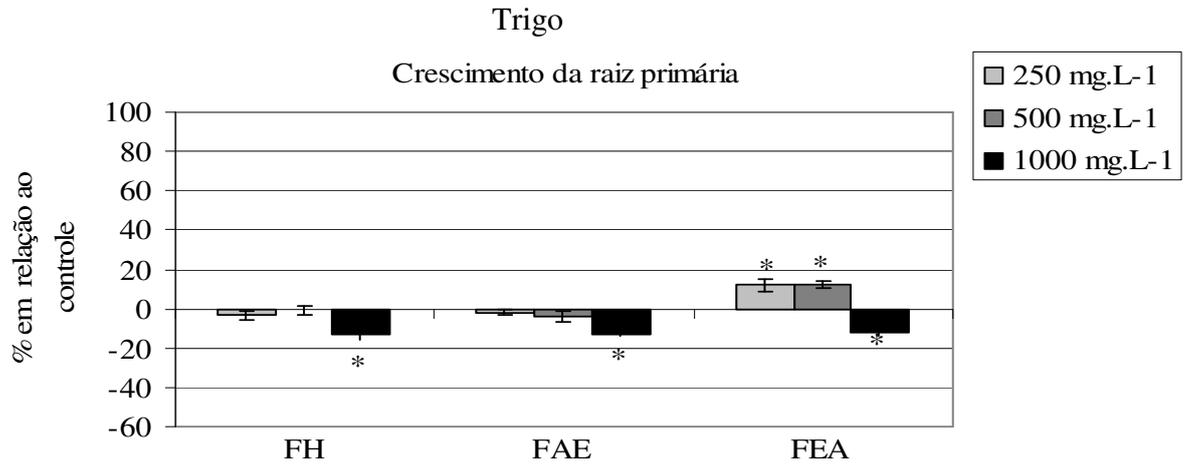


Figura 3. Efeito das frações hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária (A) e do coleóptilo (B) de cebola. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Kruskal-Wallis (e Mann Whitney U).

A



B

Figura 4. Efeito das frações hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* no crescimento médio da raiz primária (A) e do coleótilo (B) de trigo. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

Capítulo 3

POTENCIAL ALELOPÁTICO DA PARTE AÉREA DE FEDEGOSO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Normas para submissão de trabalhos na revista PAB

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico para publicação. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica.

Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassar a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

Os trabalhos devem ser encaminhados por via eletrônica para: pab@sct.embrapa.br

A mensagem que encaminha o trabalho para publicação deve conter:

- * Título do trabalho.
- * Nome completo do(s) autor(es).
- * Formação acadêmica e grau acadêmico do(s) autor(es).
- * Endereço institucional completo e endereço eletrônico do(s) autor(es).
- * Indicação do autor correspondente.
- * Acima de quatro autores, informar a contribuição de cada um no trabalho.
- * Destaque sobre o aspecto inédito do trabalho.
- * Indicação da área técnica do trabalho.
- * Declaração da não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico.

Cada autor deve enviar uma mensagem eletrônica, expressando sua concordância com a submissão do trabalho.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

1

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e

figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

Título

* Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

* Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

* Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

* Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

* As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura. * Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Nomes dos autores

* Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

* O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

* São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

* Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

2

* Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

* O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

* Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

* Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.

* O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.

* Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

* O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

* A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

* Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

* Não devem conter palavras que componham o título.

* Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução

* A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

* Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

* Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

* O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

* A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

* Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

* Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

* Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

* Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

* Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

* Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

3

* Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

* Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

* Pode conter tabelas e figuras.

Resultados e Discussão

* A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

* Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

* As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.

* Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.

* Dados não apresentados não podem ser discutidos.

* Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

* As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

* Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

* As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

* O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.

* Não podem consistir no resumo dos resultados.

* Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

* Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

* A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).

* Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

* A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

* Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.

4

* Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

* Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

* Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

* Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

* Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

* Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BASTISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6). *Teses e dissertações*

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003.

Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste.

Documentos,

66).

Disponível

em:

<<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>>.

Acesso

em: 18 abr. 2006.

Citações

* Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

* A autocitação deve ser evitada.

5

Redação das citações dentro de parênteses

* Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

* Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

* Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

* Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- * Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- * Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- * Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

- * Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- * Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.
- * No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- * Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

Tabelas

- * As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.
- * Devem ser auto-explicativas.
- * Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- * Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- * O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- * No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- * Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- * Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo; a coluna indicadora é alinhada esquerda.

6

- * Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- * Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- * Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.
- * Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- * As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

- * Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- * Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da

palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

* Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

* São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

* Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

* O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

* Devem ser auto-explicativas.

* A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

* Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

* Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

* O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

* As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

7

* Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

* Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

* As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

* Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

* Devem ser gravadas no programa Word ou Excel, para possibilitar a edição em possíveis correções.

* Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

* No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

* Não usar negrito nas figuras.

* As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

* Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

NOTAS CIENTÍFICAS

* Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

APRESENTAÇÃO DE NOTAS CIENTÍFICAS

* A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

* Resumo com 100 palavras, no máximo.

* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

* deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

NOVAS CULTIVARES

* Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

APRESENTAÇÃO DE NOVAS CULTIVARES

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e 8 figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

* Resumo com 100 palavras, no máximo.

* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

* deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

* A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

* A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.

* Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

OUTRAS INFORMAÇÕES

• Não há cobrança de taxa de publicação.

• Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

• O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

• São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

• Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

• **Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.**

Potencial alelopático da parte aérea de fedegoso em casa de vegetação

Ana Carina da Silva Cândido⁽¹⁾, Valerí Schmidt⁽¹⁾, Valdemir Antônio Laura⁽²⁾, Odival Faccenda⁽³⁾,
Sônia Corina Hess⁽⁴⁾ e Marize Terezinha Lopes Pereira Peres⁽⁴⁾

⁽¹⁾Pós-graduanda em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, Brasil. Email: valeri_silva@yahoo.com.br

⁽²⁾Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. Email: valdemir@cnpqg.embrapa.br

⁽³⁾Departamento de Ciências da Computação, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus de Dourados, Rodovia Dourados – Itahum, km 12, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil. Email: fac@uems.br

⁽⁴⁾Departamento de Hidráulica e Transporte, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, Brasil. Email: mperes@propp.ufms.br, schess@nin.ufms.br

Resumo – A bioatividade do extrato etanólico e das frações semipurificadas (hexânica, acetato de etila e etanol-água) da parte aérea de fedegoso foi avaliada em casa de vegetação em bioensaios de emergência e crescimento de alface, tomate, cebola e trigo. Utilizou-se quatro concentrações do extrato etanólico e frações (0, 250, 500, 1.000 mg.L⁻¹), com oito repetições de cinco sementes. Nos bioensaios verificou-se que o extrato e as frações atrasaram e inibiram em média de 50% a emergência de alface e tomate. No crescimento, observou-se uma inibição no comprimento da raiz de alface na maior concentração do extrato e fração etanol-água (52%), e no comprimento da parte aérea de alface (39%), pela fração etanol-água. As frações acetato de etila e etanol-água inibiram o crescimento da parte aérea de tomate (44%) e da raiz de cebola (66%) e trigo (40%). A fração etanol-água reduziu a biomassa seca da parte aérea de tomate (64%) e, a fração hexânica, da raiz de cebola (65%). Nos bioensaios observou-se que o extrato e as frações causaram estímulo no

28 crescimento de alface, tomate e cebola, e aumento na biomassa seca de todas as plantas-alvo
29 avaliadas, principalmente, nas menores concentrações ensaiadas. Na cromatografia em camada
30 delgada detectaram-se terpenos na fração hexânica, compostos fenólicos e alcalóides na fração
31 acetato de etila, e na análise espectrofotométrica verificou-se que a fração acetato de etila apresenta
32 o maior conteúdo total de compostos fenólicos e flavonóides. Com o presente trabalho conclui-se
33 que a parte aérea de fedegoso possui potencial alelopático e pode ser útil como herbicida natural em
34 programas de manejo de plantas daninhas.

35 Termos para indexação: aleloquímicos, *Senna occidentalis*, *Cassia occidentalis*, herbicidas naturais,
36 planta invasora

37

38 Allelopathic potential of aerial part of septicweed in greenhouse

39 Abstract – The bioactivity of septicweed`s aerial parts ethanolic extract and semipurified fractions
40 (hexane, ethyl acetate and ethanol-water) was evaluated in greenhouse by emergence and growth
41 bioassays with lettuce, tomato, onion and wheat. Four concentrations of ethanolic extract and
42 fractions (0, 250, 500, 1.000 mg.L⁻¹) were applied, on eighth replicates of five seeds each. In the
43 bioassays revealed that ethanolic extract and semipurified fractions inhibited in 50% on lettuce and
44 tomato emergence. Lettuce`s root growth has been inhibited by the ethanolic extract and ethanol-
45 water fraction (52%), and lettuce aerial parts growth (39%) has been inhibited by the ethanol-water
46 fraction. The ethyl acetate and ethanol-water fractions have inhibited the tomato aerial parts (44%)
47 and the onion (66%) and wheat roots (44%) growth. Tomato aerial parts dry biomass was reduced
48 (65%) by the ethanol-water fraction the onion roots dry biomass was reduced by the hexane
49 fraction. In the bioassays, lettuce, tomato and onion growth has been stimulated and every tested
50 plants biomass has been increased by the ethanolic extract and the fractions, mainly in the lower
51 concentrations. By thin layer chromatography, detected terpenes in the extract ethanolic and hexane
52 fraction, phenolic compounds and alkaloids have been detected in the ethyl acetate fractions. The
53 spectrophotometric analyse revealed the yields greater of phenolic compounds and flavonoids in the

54 ethyl acetate fraction. The described results suggest that septicweed` aerial parts presents
55 allelopathic potential and it could be useful as a source of natural herbicide in weed management
56 programs.

57 Index terms: allelochemicals, *Senna occidentalis*, *Cassia occidentalis*, natural herbicides, weeds

58

59

Introdução

60 As plantas podem favoravelmente ou desfavoravelmente afetar outras plantas através de
61 compostos químicos liberados no ambiente, denominados aleloquímicos (Bhowmik & Inderjit,
62 2003). Os aleloquímicos são provenientes do metabolismo secundário e são capazes de alterar o
63 crescimento e o desenvolvimento de plantas pela multiplicidade de ações em processos fisiológicos
64 (Rice, 1984; Einhellig, 2002).

65 As milhares de substâncias do metabolismo secundário de plantas fornecem uma diversidade de
66 estruturas químicas que podem ser usadas tanto no estado natural como na forma modificada como
67 herbicidas (Duke et al., 1998; Souza Filho, 2002). Durante os últimos 30 anos, grandes esforços têm
68 sido dedicados à descoberta de novos aleloquímicos com potencial aplicação no manejo de plantas
69 daninhas. Os herbicidas desenvolvidos de compostos químicos naturais apresentam importantes
70 vantagens sobre os herbicidas sintéticos usados na agricultura, pois apresentam novos mecanismos
71 de ação, alta biodegradabilidade e baixo impacto no ambiente (Macias et al., 2006).

72 Os efeitos dos aleloquímicos na germinação e/ou no crescimento das plantas são manifestações
73 secundárias de efeitos ocorridos inicialmente ao nível molecular e celular (Ferreira & Áquila, 2000;
74 Weir et al., 2004).

75 Fedegoso (*Senna occidentalis* (L.) Link, Fabaceae-Caesalpinioideae) é uma planta invasora de
76 pastagens e culturas, sendo muito freqüente no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Lorenzi,
77 2000).

78 As espécies de *Senna* são bem conhecidas na medicina popular como laxativas, purgativas
79 (Viegas Junior et al. 2006) e antioxidantes (Luximon-Ramma et al. 2002). Estudos químicos com o

80 gênero levaram ao isolamento de antraquinonas (Kim *et al.* 2004), flavonóides (Luximon-Ramma *et*
81 *al.* 2002; Viegas Junior *et al.* 2006), compostos fenólicos e proantocianidinas (Luximon-Ramma *et*
82 *al.* 2002).

83 Estudos biológicos com *S. occidentalis* comprovaram propriedades purgativa, hepática,
84 bactericida, antipirética, antitumoral, expectorante, anti-inflamatória, diurética, antifúngica e
85 neurotóxica para bovinos (Viegas Junior *et al.* 2006) e estudos químicos levaram ao isolamento de
86 antraquinonas, flavonóides, polissacarídeos (Chauhan *et al.* 2001), alcalóides piperidínicos (Viegas
87 Junior *et al.* 2006) e xantonas (Wader & Kudak, 1987).

88 Resultados obtidos em bioensaios em laboratório por Peres *et al.* e por Cândido *et al.*
89 (comunicação pessoal) com o extrato etanólico bruto (EEB) da parte aérea e subterrânea e as
90 frações semipurificadas obtidas do EEB da parte aérea de *S. occidentalis* sugerem sua atividade
91 alelopática.

92 O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial de atividade alelopática
93 do EEB e das frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis*, em bioensaios de
94 emergência e crescimento de *Lactuca sativa* L. (alface, Asteraceae), *Lycopersicon esculentum* Mill.
95 (tomate, Solanaceae), *Allium cepa* L. (cebola, Liliaceae), e *Triticum aestivum* L. (trigo, Poaceae),
96 em casa de vegetação.

97

98 **Material e Métodos**

99 *Senna occidentalis* foi coletada num fragmento de cerrado na Fazenda Boa Vista, município
100 de Rio Brilhante – Mato Grosso do Sul (MS) - Brasil, nas coordenadas geográficas 21°45'S e
101 54°32'W, em novembro de 2002. Uma exsicata da espécie foi incorporada ao acervo do Herbário
102 DDMS da UFGD, em Dourados (MS), sob o número 212.

103 Após a coleta, as partes aérea e subterrânea foram separadas e reduzidas a pequenos
104 fragmentos. A massa da matéria fresca foi registrada e acondicionada em saco plástico em freezer.
105 Posteriormente a parte aérea (folhas, flores e frutos) de *S. occidentalis* foi submetida à extração

106 através de maceração com etanol (m/v, 1:2). Após sete dias, foi feita a filtração e o material sólido
107 descartado, sendo posteriormente o solvente evaporado ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) sob vácuo em evaporador rotativo,
108 para a obtenção do extrato etanólico bruto (EEB) da parte aérea de *S. occidentalis*.

109 Para a obtenção das frações semipurificadas, o EEB foi fracionado através de partição
110 líquido-líquido com solventes de diferentes graus de polaridade, hexano e acetato de etila, em funil
111 de decantação, obtendo-se as frações: hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA).

112 O teor de água do EEB e das frações foi determinado a partir de alíquotas das frações,
113 submetidas à secagem (100°C) em estufa por 10 horas, até que a massa fosse constante, para
114 calcular a massa de água no EEB e nas frações.

115 O experimento foi realizado no período de maio a junho de 2006, em casa de vegetação do
116 laboratório de Pesticidas Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo
117 Grande, MS, Brasil.

118 Para os bioensaios, o EEB e as frações foram pesadas em balança analítica, levando-se em
119 consideração o teor de água, e dissolvidos em solução nutritiva completa (Hoagland & Arnon,
120 1950) obtendo-se assim a solução-estoque do EEB e frações na concentração de 1.000 mg.L^{-1} . As
121 concentrações de 500 e 250 mg.L^{-1} foram preparadas por diluição.

122 As soluções foram tamponadas com solução de MES (ácido 2-morfolinoetanosulfônico) 10
123 mM e o pH foi ajustado para 6,0 (Macias et al., 2000) com solução de KOH 0,1 N. Como controle,
124 preparou-se uma solução com a mesma composição, mas sem o EEB e as frações do material
125 vegetal.

126 Os bioensaios foram realizados com as eudicotiledôneas: alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand
127 Rapids) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Santa Clara), e as monocotiledôneas: cebola
128 (*Allium cepa* L. cv. Baia Periforme) e trigo (*Triticum aestivum* L. cv. RRS 220).

129 A metodologia adotada nos testes em casa de vegetação foi semelhante àquela descrita por
130 Barbosa et al. (2001). Antes da semeadura, cada vaso plástico de 100 mL, recebeu 160 g de areia

131 lavada, seca em estufa a 120°C e peneirada em peneira número 4 (Dim. 192 mm x 358 mm x 85
132 mm).

133 No dia da semeadura cada vaso foi saturado com a solução contendo os respectivos
134 tratamentos, até atingir 80% da capacidade de campo (Prates et al., 2000), cinco sementes de cada
135 planta-alvo foram semeadas em cada vaso numa profundidade de $\pm 1,0$ cm. Os vasos foram
136 mantidos em casa de vegetação a $\pm 25^\circ\text{C}$, e foram irrigados diariamente com água destilada,
137 baseando-se na perda de umidade dos vasos (Prates et al., 2000), e uma vez por semana, uma
138 solução nutritiva completa foi aplicada, ao invés de água destilada. Todos os tratamentos foram
139 replicados oito vezes.

140 Diariamente foi anotado o número de plântulas emersas em cada vaso, para cálculo do
141 Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a porcentagem de plântulas emersas (%E). Decorridos
142 28 dias da semeadura, as plantas foram colhidas e lavadas com água para retirar a areia das raízes.
143 Posteriormente, avaliou-se o número de folhas, o comprimento (cm) da parte aérea e da raiz, sendo
144 essas levadas para secar em uma estufa a 60°C até peso constante para a obtenção da massa seca,
145 em gramas.

146 Realizaram-se bioensaios de emergência e crescimento com herbicidas comerciais (Macias
147 et al., 2000). Os herbicidas foram adquiridos no comércio local, sendo esses, para as
148 eudicotiledôneas: Glifosato 480 Agripec (Pós-emergente), Basagran 600 (Pós-emergente) e
149 Atrazina Nortox 500 SC (misto); e para as monocotiledôneas: Glifosato 480 Agripec (Pós-
150 emergente), Gesagard 500 SC (Pré-emergente), e Poast (pós-emergente). Todos os herbicidas foram
151 aplicados em concentrações equivalentes de composto ativo (10^{-2} M) (Macias et al., 2000). Para os
152 bioensaios com herbicidas, procedimento similar ao descrito com o EEB e frações foi utilizado.

153 No presente trabalho o delineamento experimental usado foi de blocos casualizados
154 envolvendo quatro ensaios simples, EEB, FH, FAE e FEA da parte aérea de *S. occidentalis* com
155 quatro tratamentos (0, 250, 500 e 1.000 mg.L⁻¹), e três ensaios com herbicidas com dois
156 tratamentos (0, 10^{-2} M), em oito repetições. Cada parcela constituiu-se de cinco diásporos para

157 emergência e crescimento. A porcentagem de plântulas emersas foi calculada segundo metodologia
158 descrita por Labouriau, (1983) e o IVE segundo Maguire, (1962) citado por Ferreira & Borghetti,
159 (2004).

160 Os dados foram submetidos à análise de variância e quando os efeitos dos tratamentos foram
161 significativos, ($p < 0,05$), em relação a testemunha, as médias foram comparadas pelo teste de
162 Dunnet. Quando uma das pressuposições exigidas pelo modelo paramétrico não foi atendida
163 utilizaram-se os testes estatísticos não paramétricos, Kruskal-Wallis como alternativa para a análise
164 de variância e o Mann-Whitney como alternativa para o teste de Dunnet. Todos os resultados foram
165 analisados considerando o nível de significância $\alpha = 5\%$. Os dados dos bioensaios com herbicidas
166 comerciais foram submetidos ao teste-t Student.

167 Foram realizados testes preliminares de cromatografia em camada delgada (CCD) em placas
168 cromatográficas TLC (Merk), a fim de detectar a presença das principais classes de compostos no
169 EEB e nas frações semipurificadas. Nestes testes utilizaram-se como reagentes indicadores,
170 soluções de vanilina/etanol- H_2SO_4 1,0% e cloreto férrico 1,0%, compostos estes que são reativos na
171 presença de terpenos e compostos fenólicos, respectivamente.

172 Para a detecção de alcalóides, realizou-se uma extração para alcalóide do EEB.
173 Primeiramente 5,0 g do EEB foram dissolvidas em 10 mL de água destilada e acidificada com HCl
174 2,0 N até pH 1,5 e, após a acidificação do EEB foram realizadas várias extrações com éter etílico. A
175 solução aquosa remanescente foi alcalinizada com hidróxido de amônio (NH_4OH) até pH 9,0 e,
176 extraída com éter etílico e acetato de etila, respectivamente. Após a eliminação dos solventes em
177 evaporador rotativo, foram obtidas as respectivas frações básicas: etérea e acetato de etila. As
178 frações foram analisadas em CCD e reveladas com o uso do reativo Dragendorff (Morel et al.,
179 2005).

180 O teor de fenóis totais do EEB e frações foi determinado pelo método Folin-Ciocalteu
181 (Meda et al., 2005; Lin & Tang, 2007). O ácido gálico foi utilizado como substância referência.
182 Para a construção da curva padrão foram utilizadas concentrações que variaram de 25 a 600 μg de

183 ácido gálico. Para a determinação do teor de fenóis nas amostras das frações, 5,0 mg de cada
184 amostra, foi dissolvida em 5,0 mL de água destilada. Posteriormente, alíquotas de 1,0 mL dessa
185 solução foram transferidas para balões de 50 mL, sendo acrescentado 30 mL de água destilada, 2,0
186 mL do reagente Folin Ciocalteau e após seis minutos 6,0 mL de uma solução de carbonato de sódio
187 (Na_2CO_3) 20%. Completou-se o volume do balão com água destilada. O branco do sistema foi
188 preparado da mesma forma, contendo todos os reagentes exceto as amostras do EEB e frações. As
189 soluções foram deixadas em repouso à temperatura ambiente e precisamente após 1 hora e 30
190 minutos, fez-se a leitura no espectrofotômetro a 760 nm.

191 Para a quantificação do teor de flavonóides primeiramente uma curva com quercetina,
192 tomada como substância de referência, foi construída utilizando-se concentrações de 5,0 a 300,0 μg .
193 Para a determinação do teor de flavonóides nas amostras do EEB e frações, foram dissolvidos 8,0
194 mg do EEB e das frações semipurificadas em 4,0 mL de etanol. Posteriormente, alíquotas de 2,0 mL
195 dessa solução foram transferidos para balões de 25 mL sendo acrescentado 1,0 mL de cloreto de
196 alumínio (2,5%), 1,0 mL de acetato de sódio (10%) e completou-se o volume do balão com etanol.
197 Como branco foi preparada uma solução, contendo todos os reagentes, exceto as amostras do EEB e
198 frações. Decorridos 40 minutos foi tomada à leitura de cada solução no espectrofotômetro a 425 nm
199 (Lin & Tang, 2007).

200

201

Resultados e Discussões

202 Analisando-se os dados nas tabelas 1 e 2 verifica-se que o extrato etanólico bruto (EEB) e
203 todas as frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* apresentaram especificidade na
204 emergência das plântulas, afetando significativamente a emergência somente das eudicotiledôneas
205 ensaiadas (alface e tomate), observando-se atraso na emergência (IVE) e redução na porcentagem
206 de plântulas emersas (%E) em todas as concentrações ensaiadas do EEB e fração etanol-água (FEA)
207 e nas maiores concentrações ensaiadas da fração hexânica (FH) e fração acetato de etila (FAE).

208 Nos resultados de emergência de alface e tomate, verifica-se que os efeitos foram dose-
209 dependente, podendo-se observar os maiores índices de redução no IVE na maior concentração
210 ensaiada da FH de 57% e da FEA de 65% em relação ao controle (Tabela 1). As maiores reduções
211 na porcentagem de plântulas emersas foram verificadas na maior concentração ensaiada da FH de
212 82% e da FAE de 54% em relação ao controle (Figura 2). Nenhum efeito significativo foi
213 observado no IVE e na porcentagem de plântulas emersas das monocotiledôneas (cebola e trigo)
214 (Figura 1 e 2).

215 Com relação ao crescimento das eudicotiledôneas utilizadas nos bioensaios, verifica-se que a
216 maior concentração ensaiada, o EEB e FEA inibiram significativamente o crescimento da raiz em
217 41% e 52%, respectivamente, em relação ao controle (Figura 1A) e aumentaram o acúmulo de
218 biomassa seca nas raízes de alface na maior concentração ensaiada, sendo esse aumento de 280% na
219 concentração de 500 mg.L⁻¹ do EEB (Figura 1C). Com relação à parte aérea de alface, a FEA
220 reduziu em 39%, em relação ao controle, a altura da parte aérea de alface na maior concentração
221 ensaiada (Figura 1B) e aumentou a biomassa seca nas menores concentrações, sendo esse aumento
222 de 240% na concentração de 250 mg.L⁻¹ (Figura 1D). A FH e a FAE estimularam o crescimento e
223 aumentaram a biomassa seca da parte aérea de alface na maior concentração ensaiada (Figura 1B e
224 D).

225 Em tomate, o EEB e todas as frações ensaiadas estimularam o crescimento da raiz (Figura
226 2A) e aumentaram o acúmulo de biomassa seca da raiz (Figura 2C) nas menores concentrações.
227 Com relação ao crescimento da parte aérea o EEB, a FAE e a FEA inibiram o crescimento da parte
228 aérea de tomate na concentração de 1.000 mg.L⁻¹(Figura 2B), sendo verificada uma inibição de 44%
229 na maior concentração ensaiada da FEA em relação ao controle. O acúmulo de biomassa seca da
230 parte aérea foi aumentado na menor concentração ensaiada de todas as frações, enquanto que na
231 concentração de 1.000 mg.L⁻¹ da FEA verifica-se uma redução na biomassa seca de 64% em relação
232 ao controle (Figura 2D).

233 No crescimento das monocotiledôneas (Figuras 3 e 4) observa-se que o EEB, a FAE e a
234 FEA inibiram significativamente o crescimento da raiz de cebola na maior concentração ensaiada,
235 sendo essa redução de 66% na FEA em relação ao controle (Figura 3A). Com relação à massa seca,
236 a FH reduziu significativamente o acúmulo de biomassa seca da raiz de cebola em todas as
237 concentrações ensaiadas em média de 60% em relação ao controle, enquanto EEB, FAE e FEA
238 aumentaram a biomassa seca da raiz e da parte aérea, sendo esse aumento de 300% na concentração
239 de 250 mg.L⁻¹ do EEB na raiz e na concentração de 500 mg.L⁻¹ da FAE na parte aérea (Figura 3C e
240 D). A altura da parte aérea de cebola não foi influenciada por nenhum dos tratamentos.

241 Em trigo (Figura 4), a FAE e a FEA inibiram o crescimento da raiz em todas as
242 concentrações ensaiadas em média 40% em relação ao controle (Figura 4A), enquanto a FH e FEA
243 proporcionaram um aumento na biomassa seca da parte aérea nas menores concentrações ensaiadas
244 (Figura 4D). Nenhum efeito significativo foi observado no número de folhas das plântulas-alvos
245 ensaiadas.

246 Nos bioensaios observa-se que em relação a emergência das plântulas, o EEB e todas as
247 frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* mostraram especificidade para as espécies
248 alface e tomate, atrasando a emergência e reduzindo o número de plântulas emersas, em relação ao
249 controle. No entanto, ao final do experimento verificou-se que a maioria das sementes haviam
250 germinado, porém as plântulas não se estabeleceram.

251 Em bioensaios realizados com as frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis*,
252 em laboratório, com as espécies alface, tomate, cebola e trigo, Cândido et al. (comunicação pessoal)
253 verificaram que as FH e FAE reduziram significativamente a germinabilidade de tomate e cebola na
254 maior concentração ensaiada, já alface e trigo não sofreram influência na germinabilidade pelas
255 frações semipurificadas.

256 Nos bioensaios em casa de vegetação, alface e tomate tiveram o IVE reduzido, enquanto que
257 em cebola e trigo apesar de se verificar uma tendência à redução no número de plântulas emersas,
258 esta não foi significativa. Isso pode ter ocorrido devido os efeitos dos aleloquímicos serem mais

259 acentuados quando se utiliza como substrato papel filtro do que solo (Duke et al., 1998; Ferreira &
260 Áquila, 2000). Estes resultados sugerem que a parte aérea de *S. occidentalis* contem substâncias
261 químicas, que agem em processos fisiológicos das plântulas durante o processo de emergência de
262 alface e tomate, reduzindo o seu estabelecimento em casa de vegetação.

263 Souza Filho et al. (2005) isolaram substâncias das folhas de *Parkia pendula* (Fabaceae);
264 ácido 3,4,5-trimetoxibenzóico, ácido 3,4-dimetoxibenzóico e blumenol que mostraram baixo
265 potencial inibitório na germinação das plantas daninhas malícia (*Mimosa pudica*) e mata-pasto
266 (*Senna obtusifolia*), mas mostraram efeito inibitório acentuado no crescimento da raiz primária.

267 Já em relação ao crescimento, os efeitos inibitórios foram mais pronunciados em
268 monocotiledôneas, onde se verifica que o EEB reduziu o crescimento da raiz de cebola e a FAE e
269 FEA reduziram o crescimento da raiz de cebola e trigo (Figuras 3 e 4), corroborando com os
270 resultados de laboratório de Cândido et al. (comunicação pessoal), onde observou-se que todas as
271 frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* inibiram o crescimento da raiz de cebola e
272 trigo. Nas eudicotiledôneas, o EEB e a FEA reduziram o crescimento da raiz de alface. Esse efeito
273 alelopático é importante, pois a redução acentuada da raiz pode afetar a capacidade competitiva e a
274 produtividade da planta.

275 Prates et al. (2000) verificaram, em bioensaios em casa de vegetação, que extratos aquosos
276 de leucena (*Leucaena leucocephala*) não mostraram efeito na germinação de sementes de milho,
277 porém causaram uma redução no comprimento da raiz de milho, corroborando com os resultados
278 obtidos com o EEB, FAE e FEA, com monocotiledôneas nesse estudo.

279 Analisando-se os dados obtidos pode-se verificar, de maneira geral, estímulo no crescimento
280 das plântulas-alvo tanto na parte aérea quanto na raiz, e um aumento no acúmulo de biomassa seca
281 da raiz e parte aérea das plântulas em relação ao controle, principalmente nas menores
282 concentrações ensaiadas. Segundo Bianco et al. (2004) o aumento de biomassa no sistema radicular,
283 visa melhor fixação da planta no substrato, aumentando assim o contato dos nutrientes por

284 intecepação radicular, levando a um rápido acúmulo destes pelas raízes. Já a redução de biomassa
285 da parte aérea pode diminuir a capacidade da planta competir por luz (Ninkovic, 2003).

286 A habilidade da planta de modificar sua morfologia e fisiologia, chamada de plasticidade,
287 apresenta bases genéticas. Muitos estudos alelopáticos tem focado os efeitos no crescimento e na
288 germinação, mas não se sabe como as interações alelopáticas entre plantas afeta seus modelos de
289 alocação de biomassa nos estágios vegetativos de crescimento (Ninkovic, 2003).

290 Einhellig (2002) relata que alguns compostos, em baixas concentrações, promovem
291 crescimento, já em altas concentrações eles são inibitórios. Na maioria das vezes esses compostos
292 podem afetar a permeabilidade da membrana, e em altas concentrações inibir a absorção de água e
293 nutrientes, em baixas concentrações podem facilitar a absorção desses, sendo que esse efeito pode
294 modificar a alocação de biomassa das plantas, fato esse observado nos bioensaios com o EEB e as
295 frações em estudo.

296 Nos resultados observou-se que a raiz foi mais sensível aos efeitos fitotóxicos que a parte
297 aérea, fato também observado em bioensaios em laboratório (Cândido et al., comunicação pessoal).
298 Esse efeito é causado segundo Correia et al. (2005), em consequência da raiz estar em contato direto
299 com as fitotoxinas, e os efeitos alelopáticos dependem da capacidade de absorção, translocação e
300 mecanismo de ação dos compostos químicos.

301 Nos bioensaios com herbicidas, o EEB e as frações semipurificadas agiram de maneira
302 similar aos herbicidas Glifosato (Pós-emergente) e Basagran (Pós-emergente), que reduziram o IVE
303 ($\pm 47\%$) e a porcentagem de plântulas emersas ($\pm 43\%$) de alface e tomate na concentração de 10^{-2}
304 M. Nas monocotiledôneas, o EEB e as frações agiram de modo similar ao herbicida Gesagard (Pré-
305 emergente), que não afetou significativamente a germinação de trigo. No crescimento, todos os
306 herbicidas ensaiados na concentração 10^{-2} M reduziram (60 a 100%) o crescimento e a massa seca
307 da raiz e parte aérea das plantas-alvo ensaiadas, não apresentando efeito similar ao EEB e às
308 frações.

309 Em bioensaios realizados em laboratório com as frações semipurificadas da parte aérea de *S.*
310 *occidentalis*, Cândido et al. (comunicação pessoal) verificaram efeitos similares aos herbicidas
311 comerciais. Sabe-se que produtos naturais em concentração milimolar podem matar as plantas em
312 bioensaios em laboratório, porém sua atividade em solo é muito baixa. Já os herbicidas modernos,
313 em concentração micromolar matam as plantas em condições de campo (solo). Assim eles são
314 milhares de vezes mais ativos que os aleloquímicos (Duke et al., 2001).

315 Nos testes de cromatografia em camada delgada verificou-se a presença de terpenos no EEB
316 e na FH, e de compostos fenólicos no EEB e FAE. Também foi detectada a presença de alcalóides
317 na fração básica em acetato de etila. Tanto compostos fenólicos quanto alcalóides já foram
318 reportados na literatura quanto sua atividade alelopática (Einhellig, 2002).

319 Na Tabela 3 observa-se os resultados obtidos nos testes realizados com o EEB e as frações
320 semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis*, para a determinação dos teores totais de fenóis e
321 flavonóides, expressos como equivalentes de ácido gálico (EAG) e quercetina (EQ),
322 respectivamente. O maior nível de fenóis e flavonóides foi verificado na FAE com valores de
323 101,86 $\mu\text{g EAG mg}^{-1}$ e 50,50 $\mu\text{g EQ mg}^{-1}$, respectivamente, corroborando com os resultados obtidos
324 na cromatografia em camada delgada.

325 A maioria das espécies de *Cassia* e de *Senna* que ocorrem no Brasil, tais como *C.*
326 *spectabilis*, *C. carnaval* e *C. excelsa*, revelaram a presença de alcalóides piperidínicos como
327 constituintes majoritários, além de flavonas glicosiladas, ésteres alifáticos de cadeia longa, cromona
328 glicosilada e polissacarídeos (Viegas Junior et al., 2006), corroborando com as classes de
329 compostos detectados na FAE nesse trabalho.

330 A literatura relata o isolamento de mais de 350 metabólitos secundários em espécies deste
331 gênero distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de várias partes do mundo. Estes estudos
332 evidenciaram a ocorrência de substâncias de várias classes de compostos, sendo as antraquinonas e
333 os flavonóides os constituintes mais freqüentes na maioria das espécies relatadas na literatura
334 (Morimoto et al., 1988; Luximon-Ramma et al., 2002; Kim et al., 2004).

335 Com o presente trabalho conclui-se que a parte aérea de *S. occidentalis* contém substâncias
336 químicas da classe dos terpenos, compostos fenólicos (flavonóides) e alcalóides, evidenciados pelas
337 análises químicas, que provavelmente são os responsáveis, de modo isolado ou sinérgico, pela
338 interferência nos processos fisiológicos durante a fase de emergência e crescimento das espécies
339 alvo de eudicotiledôneas e monocotiledôneas em estudo, podendo ser útil como herbicida natural
340 em programas de manejo de plantas daninhas.

341

342

Conclusões

- 343 1. A análise em cromatografia em camada delgada revela a presença de terpenos na FH,
344 compostos fenólicos (flavonóides) e alcalóides na FAE. A quantificação do teor total de
345 fenóis e flavonóides revelam o maior conteúdo de fenóis e flavonóides na FAE.
- 346 2. Nos bioensaios de emergência, o EEB e as frações semipurificadas de *S. occidentalis*
347 apresentam especificidade para as espécies-alvo de eudicotiledôneas, atrasando e
348 reduzindo a emergência das mesmas.
- 349 3. Em relação ao crescimento, o efeito inibitório é mais intenso no comprimento da raiz
350 (EEB e FEA) e na altura de alface (FEA) e do tomate (EEB, FAE e FEA); na massa seca
351 da parte aérea de tomate (FEA) e da raiz de cebola (FH); e no comprimento da raiz de
352 cebola (EEB, FAE e FEA, 1.000 mg.L⁻¹) e trigo (FAE e FEA).
- 353 4. O EEB e as frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* evidenciam
354 potencial alelopático para as espécies-alvo ensaiadas.
- 355 5. Os resultados indicam que a parte aérea de *S. occidentalis* contém substâncias químicas
356 que podem agir como herbicidas naturais, interferindo na emergência e no crescimento
357 das espécies-alvo ensaiadas, apresentando especificidade para as espécies.

358

359

Agradecimentos

360 Ao Prof. Dr. Alan Sciamarelli, pela identificação botânica. A PROPP/UFMS e
361 FUNDECT/MS pelo auxílio financeiro.

362

363

Referências Bibliográficas

364 BARBOSA, L.C.A; FERREIRA, M.L; DEMUNER, A.J; SILVA, A.A. Preparation and
365 phytotoxicity of sorgoleone analogs. **Química nova**, v.24, n.6, p.751- 755, 2001.

366 BHOWMIK, P.C.; INDERJIT. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for
367 natural weed management. **Crop Protection**, v.22, p.661-671, 2003.

368 BIANCO, S.; BARBOSA JUNIOR, A.F.; PITELLI, R.A. Crescimento e nutrição mineral de
369 Capim-camalote. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p. 375-380, 2004.

370 CHAUHAN, D.; CHAUHAN, J.S.; SIDDIQUI, I.R.; SINGH, J. Two new anthraquinone glycosides
371 from the leaves of *Cassia occidentalis*. **Indian Journal of Chemistry**, v.40b, p.860-863, 2001.

372 CORREIA, N.M.; CENTURION, M.A.P.C.; ALVES, P.L.C.A. Influência de extratos aquosos
373 sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.498-503,
374 2005.

375 DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; RIMANDO, A.M. Natural products as tools for weed management.
376 **Proceedings Japanese Weed Science Society (Suppl.)**, p.1-11, 1998.

377 DUKE, O.S.; SCHEFFER, B.E.; DAYAN, F.E. Allelochemicals as herbicides. In: **First European**
378 **Allelopathy Symposiuin: Physiological Aspects of Allelopathy**. Vigo, Spain, p. 47-59, 2001.

379 EINHELLIG, F.A. The physiology of allelochemical action: Clues and Viewa. In: REIGOSA, M. &
380 PEDROL, N. (Ed.). **Allelopathy from Molecules to Ecosystems**. Vigo: Universidade de Vigo,
381 2002. p.1-23.

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

- 384 FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA,
385 A.G.; BORGHETTI, F. (Ed). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004.
386 p.209-222.
- 387 HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The Water-culture Method for Growing Plants without**
388 **Soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, Circ. Coll. Agric. Univ. Calif, 347,
389 1950. 32p.
- 390 KIM, Y.M.; LEE, C.H.; KIM, H.G.; LEE, H.S. Anthraquinonas isolated from *Cassia tora*
391 (Leguminosae) seed show an antifungal property against phytopathogenic fungi. **Journal**
392 **Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.6096-6100, 2004.
- 393 LABORIAU, L.G. **A Germinação das Sementes**. Estados Unidos: Secretaria geral da organização
394 dos Estados Americanos. Washington D.C, 1983. 174p.
- 395 LIN, J.Y.; TANG, C.Y. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits
396 and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. **Food**
397 **Chemistry**, v.101, p.140-147, 2007.
- 398 LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil**. v.3, 399p, 2000.
- 399 LUXIMON-RAMMA, A.; BAIORUN, T.; SOBRATTEE, M.A.; ARUOMA, O.I. Antioxidant
400 activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extracts of *Cassia fistula*.
401 **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v.50, p.5042-5047, 2002.
- 402 MACIAS, F.A.; CASTELLANO, D.; MOLINILLO, J.M.G. Search for a Standard Phytotoxic
403 Bioassay for Allelochemicals. Selection of Standard Target Species. **Journal of Agricultural and**
404 **Food Chemistry**. v.48, n.6, p.2512-2521, 2000.
- 405 MACIAS, F.A.; MARIN, D.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; CHINCHILLA, D.; SIMONET, A.M.;
406 MOLINILLO, J.M.G. Isolation and synthesis of allelochemicals from gramineae: Benzoxazinones
407 and related compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.54, p.991-1000, 2006.

- 408 MEDA, A.; LAMIEN, C.E.; BEECHER, G.R. Determination of the total phenolic, flavonoid and
409 praline contents in Burkina faso honey, as well as their radical scavenging activity. **Food**
410 **Chemistry**. v.91, p.571-577, 2005.
- 411 MOREL, A.F.; MALDANER, G.; ILHA, V.; MISSAU, F.; SILVA, U.F.; DACOL, I.I.
412 Cyclopeptide alkaloids from *Scutia buxifolia* Reiss and their antimicrobial activity.
413 **Phytochemistry**. v. 66, p.2571-2576, 2005.
- 414 MORIMOTO, S.; NONAKA, G.I.; CHEN, R.F.; NISHIOKA, I. Tannins and related compounds.
415 LXI. Isolation and structures of novel Bi- and Triflavonoids from the leaves of *Cassia fistula* L.
416 **Chemical Pharmaceutical Bulletin**. v.36, n.1, p. 39-47, 1988.
- 417 NINKOVIC, V. Volatile communication between barley plants affects biomass allocation. **Journal**
418 **of Experimental Botany**. v.54, n.389, p.1931-1939, 2003.
- 419 PRATES, H.T.; PAES, J.M.V.; PIRES, N.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; MAGALHÃES, P.C. Efeito
420 do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. **Pesquisa**
421 **Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.909-914. 2000.
- 422 RICE, L. **Allelopathy**, Londres: Academic Press, 1984. 423p.
- 423 SOUZA FILHO, A.P.S. Alelopatia em Agroecossistemas. In: SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES,
424 S.M (Ed.). **Alelopatia: Princípios Básicos e Aspectos Gerais**. Belém: Embrapa. 2002. p.155-204.
- 425 SOUZA-FILHO, A.P.S., FONSECA, M.L.; ARRUDA, M.S.P. Substâncias químicas com atividade
426 alelopática presentes nas folhas de *Parkia pendula* (Leguminosae). **Planta Daninha**, v.23, n.4,
427 p.565-573, 2005.
- 428 VIEGAS JUNIOR, C.; REZENDE, A.; SILVA, D.H.S.; CASTRO-GAMBÔA, I.; BOLZANI, V.S.;
429 BARREIRO, E.J.; MIRANDA, A.L.P.; ALEXANDRE-MOREIRA, M.S.; YOUNG, M.C.M.
430 Aspectos Químicos, Biológicos e Etnofarmacológicos do Gênero *Cassia*. **Química Nova**, v.29, n.6,
431 p.1-8, 2006.

432 WADER, G.R.; KUDAV, N.A. Chemical investigation of *Cassia occidentalis* Linn. with special
433 reference to isolation of xanthones from *Cassias* species. **Indian Journal of Chemistry**, v.26b,
434 p.703, 1987.

435 WEIR, T.L.; PARK, S.W.; VIVANCO, J.M. Biochemical and physiological mechanisms mediated
436 by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, v.7, p.1-8, 2004.

437 **Tabela 1.** Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* no índice de
 438 velocidade de emergência (IVE) de alface, tomate, cebola e trigo.

Índice de velocidade de emergência (IVE) ¹				
n = 8 repetições	Controle	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1.000 mg.L ⁻¹
ALFACE				
Extrato etanólico bruto	0,37±0,06	0,21±0,07*	0,21±0,08*	0,22±0,06*
Fração hexânica	0,37±0,06	0,35±0,16 ^{ns}	0,17±0,11*	0,16±0,09*
Fração acetato de etila	0,37±0,06	0,25±0,11 ^{ns}	0,19±0,15*	0,19±0,08*
Fração etanol-água	0,37±0,06	0,19±0,09*	0,17±0,07*	0,13±0,08*
TOMATE				
Extrato etanólico bruto	0,28±0,08	0,16±0,08*	0,14±0,09*	0,11±0,04*
Fração hexânica	0,28±0,08	0,14±0,07*	0,13±0,06*	0,12±0,05*
Fração acetato de etila	0,28±0,08	0,15±0,05*	0,14±0,06*	0,16±0,07*
Fração etanol-água	0,28±0,08	0,18±0,10* ²	0,11±0,08* ²	0,11±0,04* ²
CEBOLA				
Extrato etanólico bruto	0,28±0,14	0,26±0,12 ^{ns}	0,20±0,09 ^{ns}	0,21±0,12 ^{ns}
Fração hexânica	0,28±0,14	0,27±0,04 ^{ns}	0,15±0,07 ^{ns}	0,16±0,05 ^{ns}
Fração acetato de etila	0,28±0,14	0,33±0,09 ^{ns}	0,26±0,08 ^{ns}	0,18±0,11 ^{ns}
Fração etanol-água	0,28±0,14	0,26±0,12 ^{ns}	0,18±0,12 ^{ns}	0,17±0,07 ^{ns}
TRIGO				
Extrato etanólico bruto	0,52±0,21	0,56±0,15 ^{ns}	0,53±0,17 ^{ns}	0,53±0,24 ^{ns}
Fração hexânica	0,52±0,21	0,47±0,14 ^{ns}	0,50±0,19 ^{ns}	0,40±0,15 ^{ns}
Fração acetato de etila	0,52±0,21	0,56±0,29 ^{ns}	0,44±0,22 ^{ns}	0,49±0,28 ^{ns}
Fração etanol-água	0,52±0,21	0,40±0,20 ^{ns}	0,49±0,12 ^{ns}	0,40±0,16 ^{ns}

439 ¹Média ± Desvio padrão. *A média do tratamento difere significativamente (p < 0,05) em
 440 comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. ^{ns}A média do tratamento não difere
 441 significativamente da média do controle. ²Kruskal-Wallis (e Mann Whiteny U).

442 **Tabela 2.** Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* na porcentagem de
 443 plântulas emersas de alface, tomate, cebola e trigo.

n = 8 repetições	% de plântulas emersas ¹			
	Controle	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1.000 mg.L ⁻¹
ALFACE				
Extrato etanólico bruto	55,00±9,26	35,00±9,26*	30,00±10,69*	28,80±9,91*
Fração hexânica	55,00±9,26	50,00±10,69 ^{ns}	25,00±9,26*	10,00±15,12*
Fração acetato de etila	55,00±9,26	55,00±14,14 ^{ns}	32,50±10,35*	32,00±10,35*
Fração etanol-água	55,00±9,26	32,50±10,35*	25,00±9,26*	25,00±9,26*
TOMATE				
Extrato etanólico bruto	67,50±21,20	32,50±10,40*	32,50±14,90*	27,50±14,90*
Fração hexânica	67,50±21,20	32,50±14,90*	32,50±14,90*	30,00±15,10*
Fração acetato de etila	67,50±21,20	35,00±10,40*	35,00±14,10*	32,50±14,10*
Fração etanol-água	67,50±21,20	27,50±14,90*	27,50±10,40*	27,50±10,40*
CEBOLA				
Extrato etanólico bruto	57,50±24,93	52,50±21,21 ^{ns}	47,50±18,52 ^{ns}	40,00±14,88 ^{ns}
Fração hexânica	57,50±24,93	57,50±12,82 ^{ns}	37,50±12,82 ^{ns}	37,50±12,82 ^{ns}
Fração acetato de etila	57,50±24,93	67,50±21,21 ^{ns}	57,50±19,82 ^{ns}	42,50±19,82 ^{ns}
Fração etanol-água	57,50±24,93	52,50±23,75 ^{ns}	42,50±19,82 ^{ns}	35,00±17,73 ^{ns}
TRIGO				
Extrato etanólico bruto	70,00± 26,20	67,50±18,30 ^{ns}	57,50±25,60 ^{ns}	55,00±27,10 ^{ns}
Fração hexânica	70,00±26,20	65,00±20,70 ^{ns}	55,00±10,70 ^{ns}	50,00±20,70 ^{ns}
Fração acetato de etila	70,00±26,20	72,50±28,20 ^{ns}	60,00±18,30 ^{ns}	52,50±28,30 ^{ns}
Fração etanol-água	70,00±26,20	52,50±14,90 ^{ns}	47,50±14,90 ^{ns}	45,00±23,30 ^{ns}

444 ¹Média ± Desvio padrão. *A média do tratamento difere significativamente (p < 0,05) em
 445 comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. ^{ns}A média do tratamento não difere
 446 significativamente da média do controle.

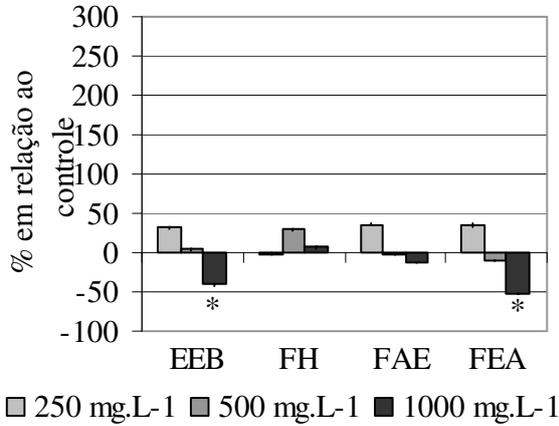
447 **Tabela 3.** Total de fenóis e flavonóides presentes no extrato etanólico bruto e frações
448 semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ do extrato e frações).

	Total de fenóis ¹ ($\mu\text{g EAG mg}^{-1}$)	Total flavonóides ¹ ($\mu\text{g EQ mg}^{-1}$)
Extrato etanólico bruto	63,040 \pm 0,007	37,500 \pm 0,009
Fração hexânica	54,050 \pm 0,012	37,500 \pm 0,008
Fração acetato de etila	101,860 \pm 0,037	50,500 \pm 0,060
Fração etanol-água	50,037 \pm 0,016	7,180 \pm 0,016

449 ¹Média \pm Desvio padrão.

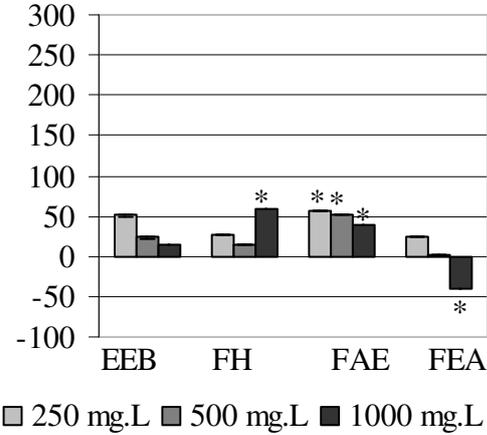
Crescimento alface

Comprimento da raiz



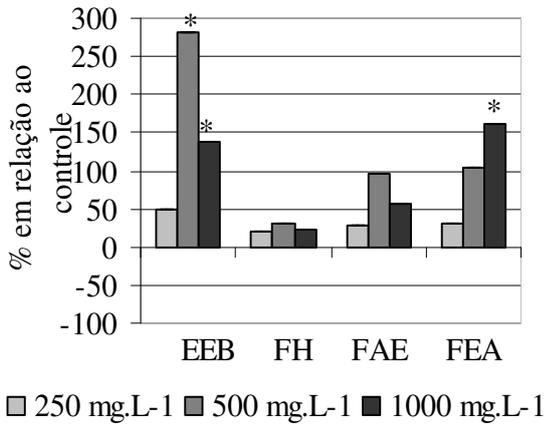
A

Altura da parte aérea



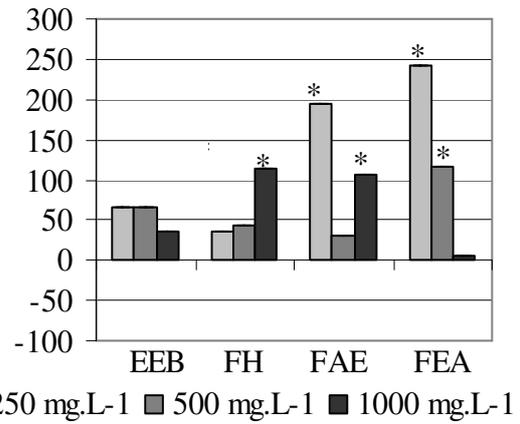
B

Massa seca da raiz



C

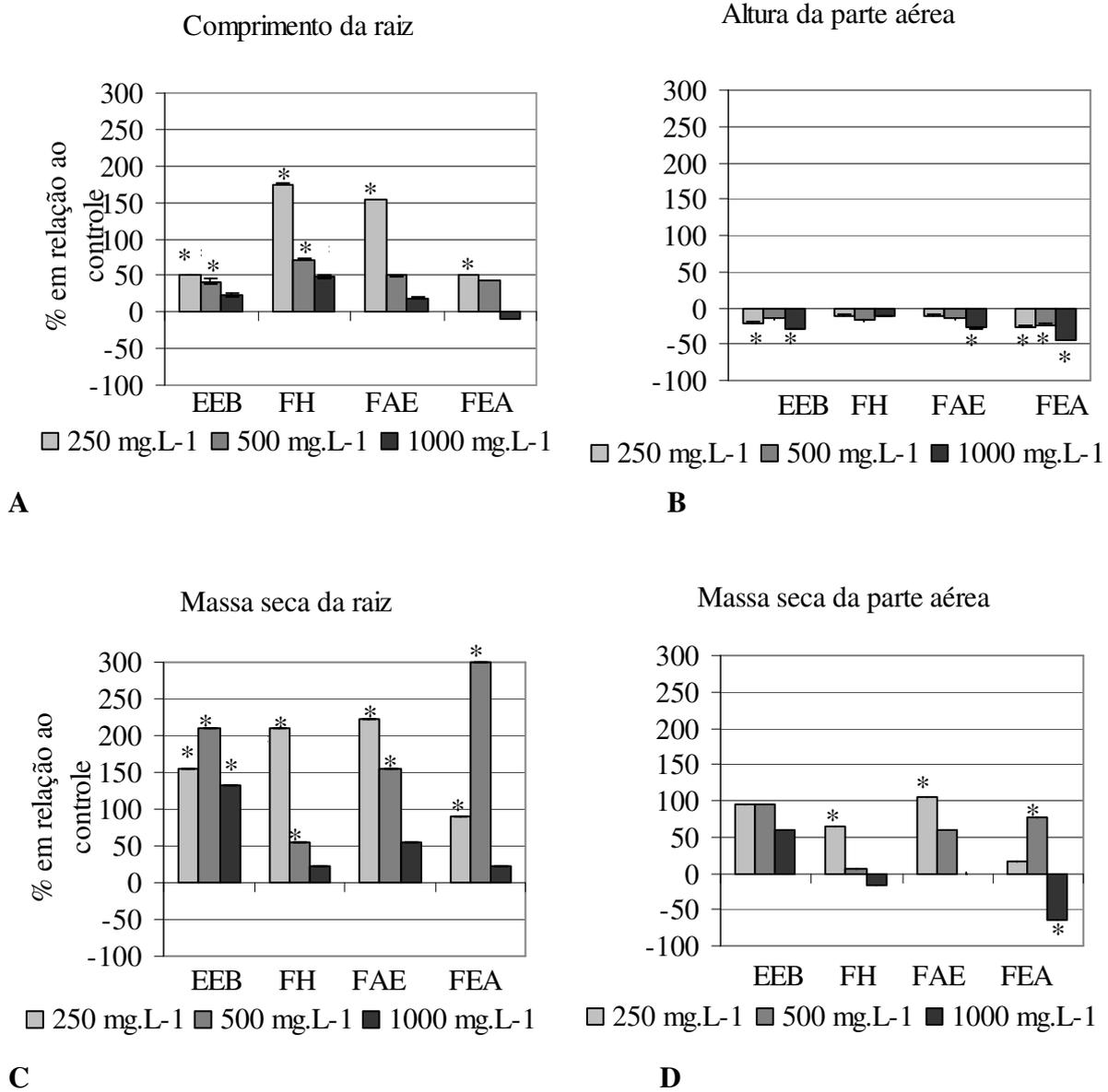
Massa seca da parte aérea



D

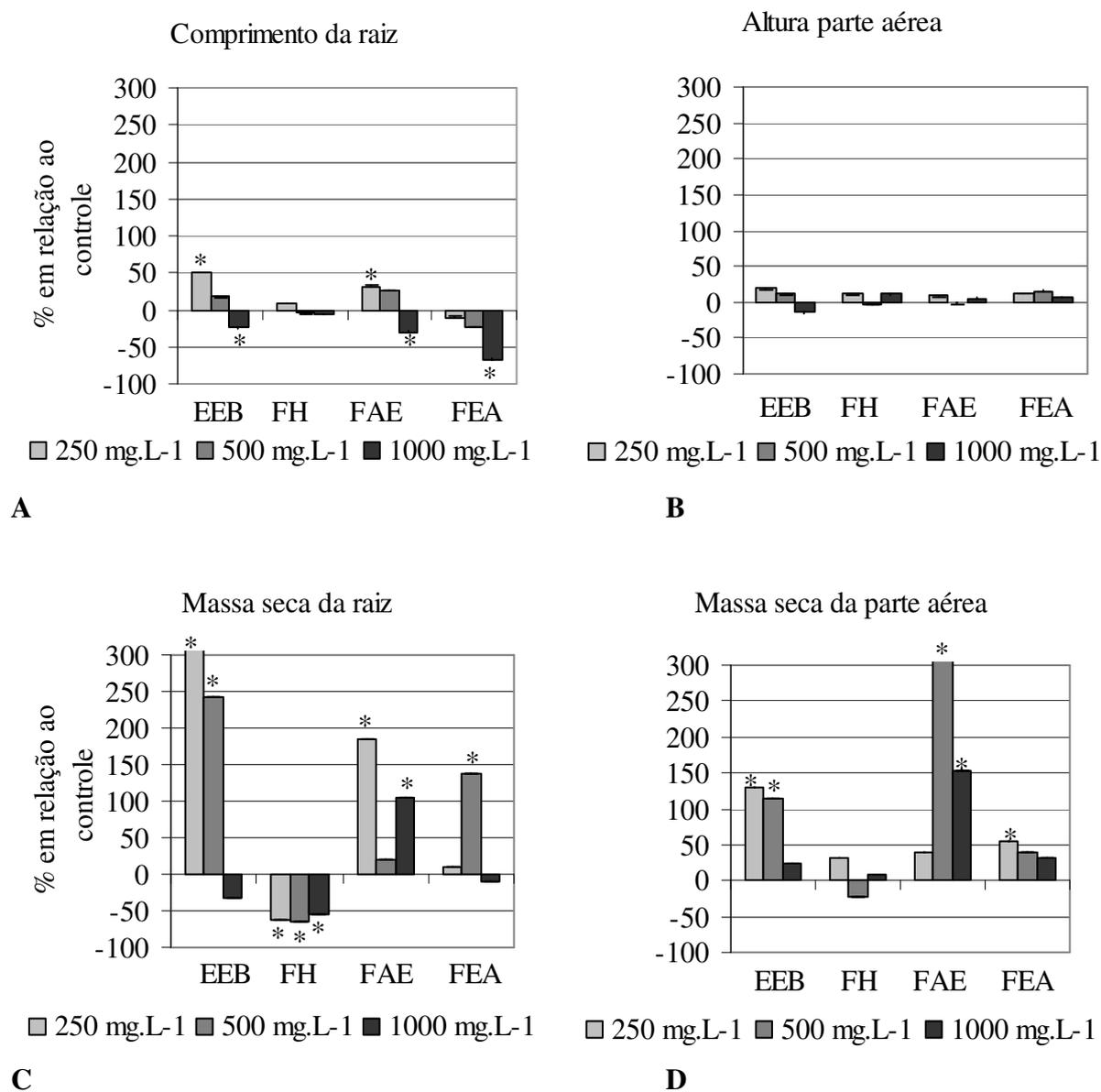
451 **Figura 1.** Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila
 452 (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca
 453 da raiz (A e C) e da parte aérea (B e D) de alface. Dados expressos em percentual em relação ao
 454 controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do
 455 controle, pelo teste de Dunnet.

Crescimento tomate



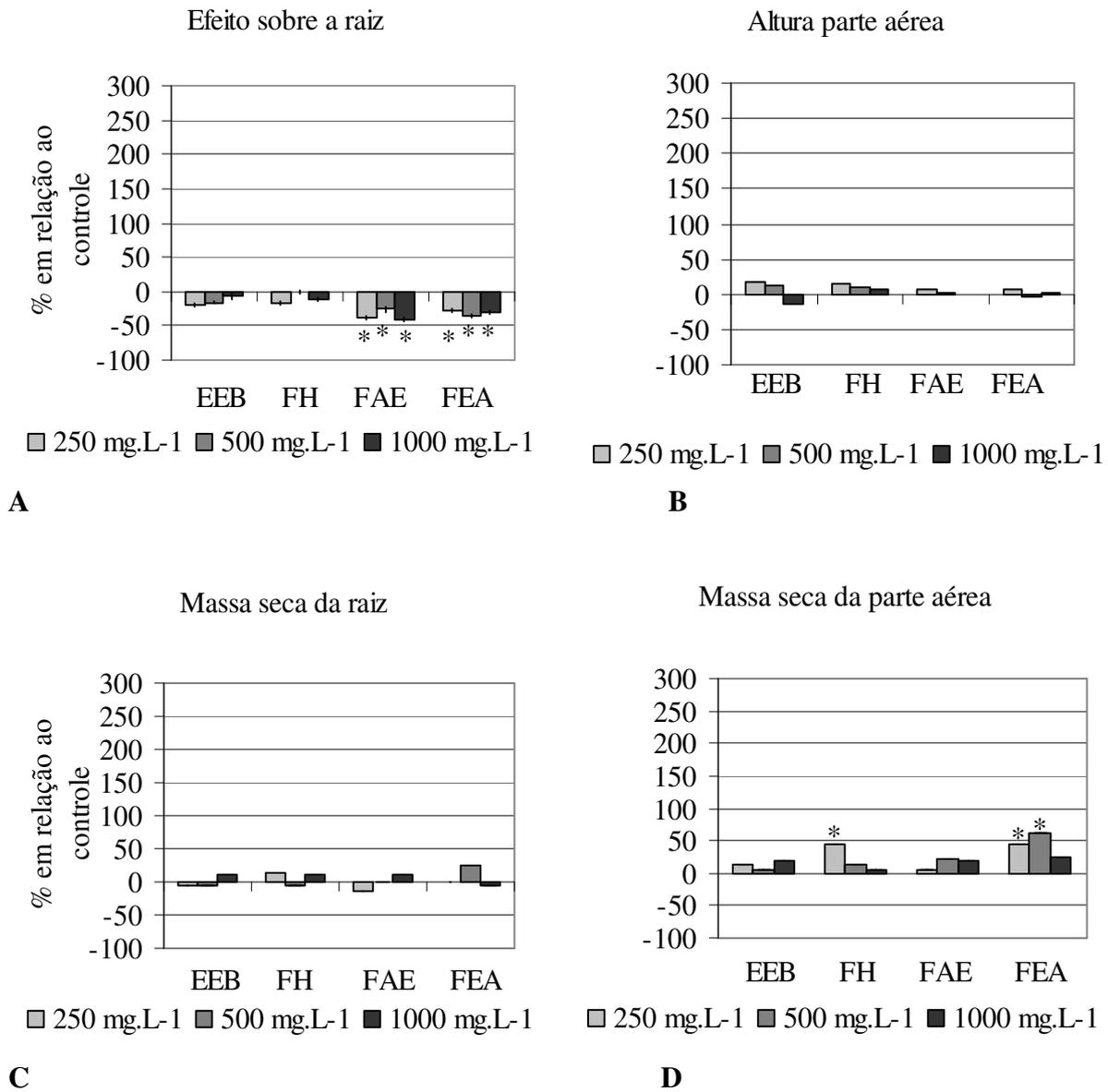
457 **Figura 2.** Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila
 458 (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca
 459 da raiz (A e C) e da parte aérea (B e D) de tomate. Dados expressos em percentual em relação ao
 460 controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do
 461 controle, pelo teste de Dunnet.

Crescimento cebola



463 **Figura 3.** Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila
 464 (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca
 465 da raiz (A e C) e da parte aérea (B e D) de cebola. Dados expressos em percentual em relação ao
 466 controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do
 467 controle, pelo teste de Dunnet.

Crescimento Trigo



469 **Figura 4.** Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), fração hexânica (FH), fração acetato de etila
 470 (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *S. occidentalis* no crescimento e na massa seca
 471 da raiz (A e C) e da parte aérea (B e D) de trigo. Dados expressos em percentual em relação ao
 472 controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do
 473 controle, pelo teste de Dunnet.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações finais

A investigação do potencial alelopático do extrato etanólico bruto (EEB) e frações semipurificadas; fração hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol-água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae) em laboratório e casa de vegetação, permitiu-nos as seguintes considerações:

1. A análise em cromatografia em camada delgada revela a presença de terpenos na FH, compostos fenólicos e alcalóides na FAE. A quantificação do teor total de fenóis e flavonóides revelam o maior conteúdo de fenóis e flavonóides na FAE.
2. Nos bioensaios em laboratório, todas as frações semipurificadas da parte aérea de *S. occidentalis* atrasaram a germinação de alface, tomate e cebola, porém apenas a germinabilidade de tomate e cebola foi afetada pela FH e FAE.
3. Nos bioensaios com herbicidas em laboratório, as frações semipurificadas agiram de maneira similar ao herbicida Glifosato (Pós-emergente) em alface atrasando a germinação, porém não afetou a porcentagem final de aquênios germinados. Em tomate, a FH e a FAE agiram de modo similar ao herbicida Atrazina na concentração de 10^{-2} M, atrasando a germinação e reduzindo a porcentagem de sementes germinadas. Nas monocotiledôneas ensaiadas, a FEA em cebola e todas as frações em trigo agiram de maneira similar ao herbicida Gesagard (Pré-emergente), não influenciando na germinação.
4. Nos bioensaios de crescimento em laboratório, a FH estimulou o crescimento da raiz primária e inibiu o hipocótilo das eudicotiledôneas, agindo de modo similar ao herbicida Atrazina em alface; nas monocotiledôneas, inibiu o crescimento da raiz primária e do coleótilo. A FAE inibiu o crescimento da raiz primária de todas as plântulas-alvo e do hipocótilo/coleótilo de tomate e cebola, sendo similar ao efeito observado pelo herbicida Glifosato em alface na concentração de 10^{-3} M. A FEA estimulou o crescimento da raiz primária de tomate e o hipocótilo de alface, e inibiu a raiz primária de cebola e trigo e o coleótilo de cebola.
5. Em bioensaios em casa de vegetação, o EEB e as frações semipurificadas mostraram especificidade para as eudicotiledôneas ensaiadas, verificando-se redução no índice de velocidade de emergência (50% em média) e inibição na porcentagem de plântulas emersas (50% em média).
6. O EEB e as frações semipurificadas agiram de maneira similar aos herbicidas Glifosato e Basagran (Pós-emergentes), atrasando a emergência (50% em média) e reduzindo a porcentagem de plântulas emersas (40% em média). Nas monocotiledôneas, o EEB e as frações agiram de maneira similar ao herbicida Gesagard, não afetando a emergência de trigo.
7. Nos bioensaios de crescimento em casa de vegetação, verifica-se inibição no comprimento da raiz de alface pelo EEB e FEA e na parte aérea pela FEA, e inibição no crescimento da parte aérea de tomate e na raiz de cebola e trigo nas concentrações mais altas da FAE e FEA. A FEA reduziu a

biomassa seca da parte aérea de tomate e a FH da raiz de cebola. Nos bioensaios observou-se que o EEB e as frações também causaram estímulo no crescimento de alface, tomate e cebola e aumentos no acúmulo de biomassa seca das plântulas alvo, principalmente nas menores concentrações ensaiadas.

8. Em casa de vegetação, os herbicidas ensaiados na concentração 10^{-2} M reduziram o crescimento e a massa seca da raiz e da parte aérea das plantas-alvo (60 a 100%), não apresentando efeito similar ao extrato etanólico e as frações ensaiadas.

ANEXOS

Anexo 1

Efeito das frações semipurificadas da parte aérea de *Senna occidentalis* na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo, em bioensaios em laboratório.

Massa seca

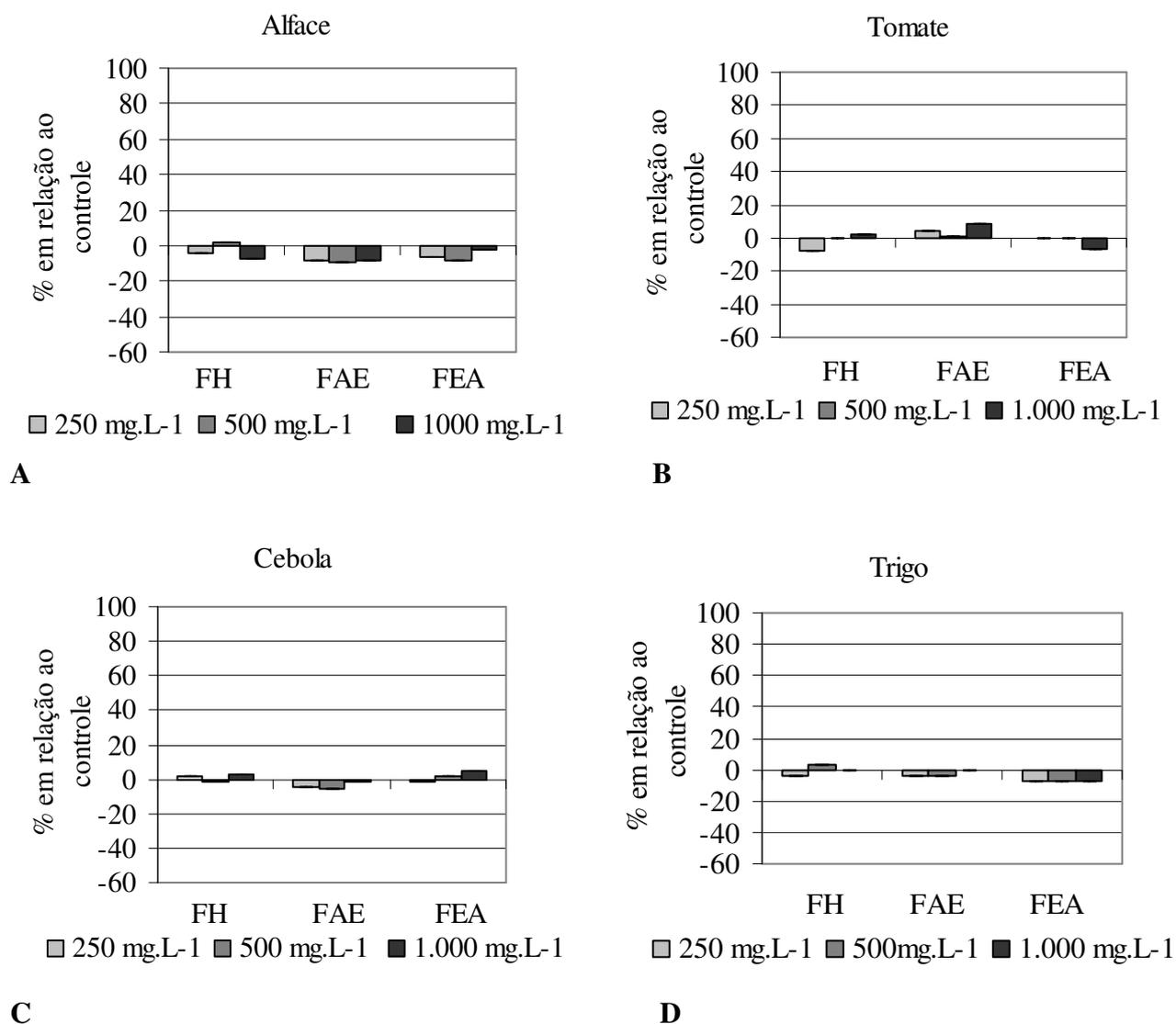


Figura 1. Efeito das frações hexânica (FH), fração acetato de etila (FAE) e fração etanol água (FEA) da parte aérea de *Senna occidentalis* na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Anexo 2

Efeito dos herbicidas comerciais na germinação e no crescimento de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.

Tabela 1. Efeito dos herbicidas comerciais no índice de velocidade de germinação (IVG) de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.

	Índice de velocidade de germinação (IVG)*			
	Controle	10 ⁻⁴ M	10 ⁻³ M	10 ⁻² M
ALFACE				
Glifosato ¹	45,85±1,51a	46,93±0,68a	46,80±0,96a	41,13±2,53b
Basagran ¹	45,85±1,51a	45,50±2,61a	42,31±3,02a	41,60±1,08b
Atrazina ¹	45,85±1,51a	44,55±1,63a	43,92±1,04a	40,94±5,40a
TOMATE				
Glifosato ¹	14,24±0,93a	15,07±0,81a	14,38±0,98a	14,95±0,71a
Basagran ¹	14,24±0,93a	10,50±1,37b	10,68±0,85b	5,20±0,90b
Atrazina ¹	14,24±0,93a	10,51±1,04b	10,44±0,92b	9,84±0,77b
CEBOLA				
Glifosato ¹	5,99±0,72a	6,58±0,98a	6,17±0,84a	4,85±0,79a
Gesagard ¹	5,99±0,72a	7,48±0,35a	6,13±0,84a	4,83±1,05a
Poast ¹	5,99±0,72a	7,04±0,34a	5,65±0,42a	0,25±0,20b
TRIGO				
Glifosato ¹	9,35±0,72a	9,66±0,72a	7,74±0,77b	2,49±0,66b
Gesagard ¹	9,35±0,72a	9,55±0,59a	8,64±1,24a	8,33±0,89a
Poast ¹	9,35±0,72a	10,47±0,55a	9,78±1,03a	3,01±0,91b

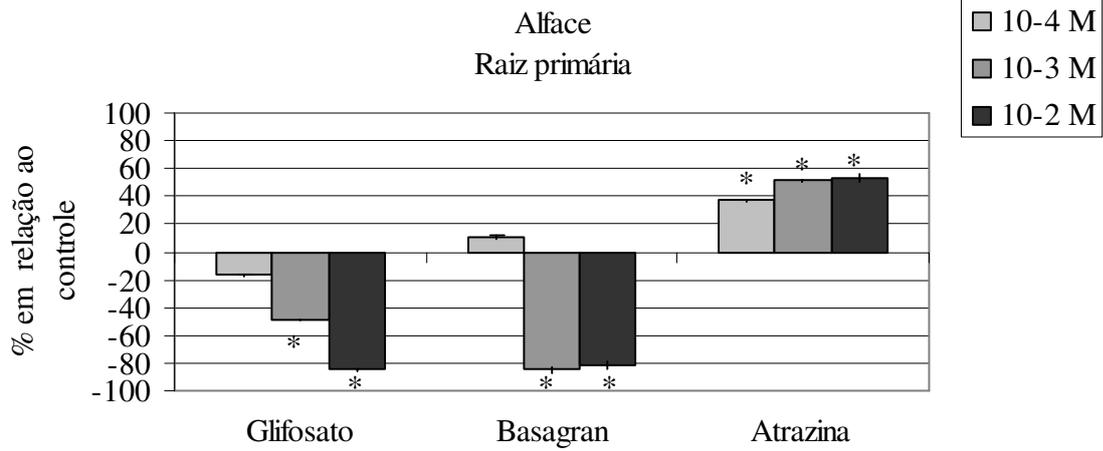
¹Médias seguidas de mesma letra do controle não difere entre si pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. * Média ± Desvio padrão.

Tabela 2. Efeito dos herbicidas comerciais na germinabilidade de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.

	Germinabilidade (%)*			
	Controle	10 ⁻⁴ M	10 ⁻³ M	10 ⁻² M
ALFACE				
Glifosato ¹	98,00±2,80a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	97,50±3,00a
Basagran ¹	98,00±2,80a	99,50±1,00a	97,00±6,00a	43,50±11,40b
Atrazina ¹	98,00±2,80a	98,50±1,90a	97,50±1,90a	98,00±1,60a
TOMATE				
Glifosato ¹	88,50±5,00a	92,00±3,70a	89,00±7,00a	96,50±3,40a
Basagran ¹	88,50±5,00a	92,00±6,70a	88,00±9,70a	59,00±7,40b
Atrazina ¹	88,50±5,00a	91,00±10,10a	89,50±6,80a	83,50±6,60a
CEBOLA				
Glifosato ¹	66,50±5,70a	34,80±5,40b	33,30±4,30b	27,30±3,30b
Gesagard ¹	66,50±5,70a	79,50±3,40a	68,50±4,40a	57,50±12,60a
Poast ¹	66,50±5,70a	72,00±5,90a	61,00±3,80a	3,00±2,60b
TRIGO				
Glifosato ¹	65,50±5,00a	64,00±4,30a	56,50±7,20a	27,00±8,10b
Gesagard ¹	65,50±5,00a	68,50±5,30a	62,50±10,60a	65,00±7,40a
Poast ¹	65,50±5,00a	71,00±6,20a	67,50±5,00a	31,00±7,70b

¹Médias seguidas de mesma letra do controle não difere entre si pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. * Média ± Desvio padrão.

A



B

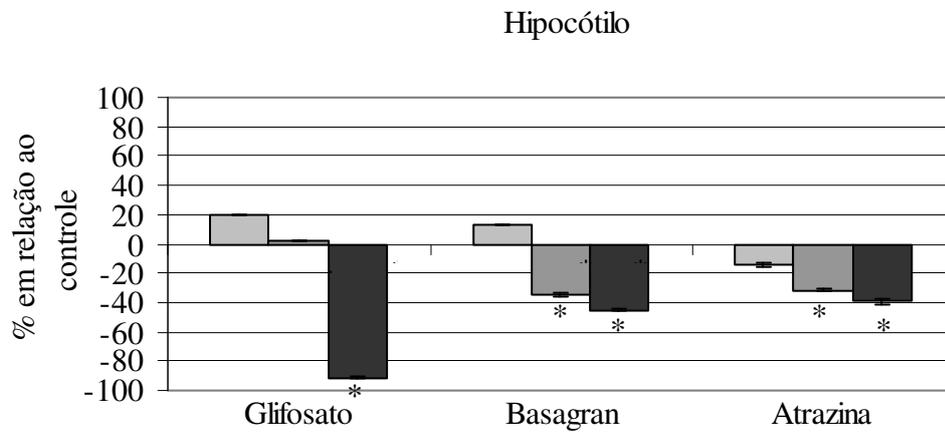
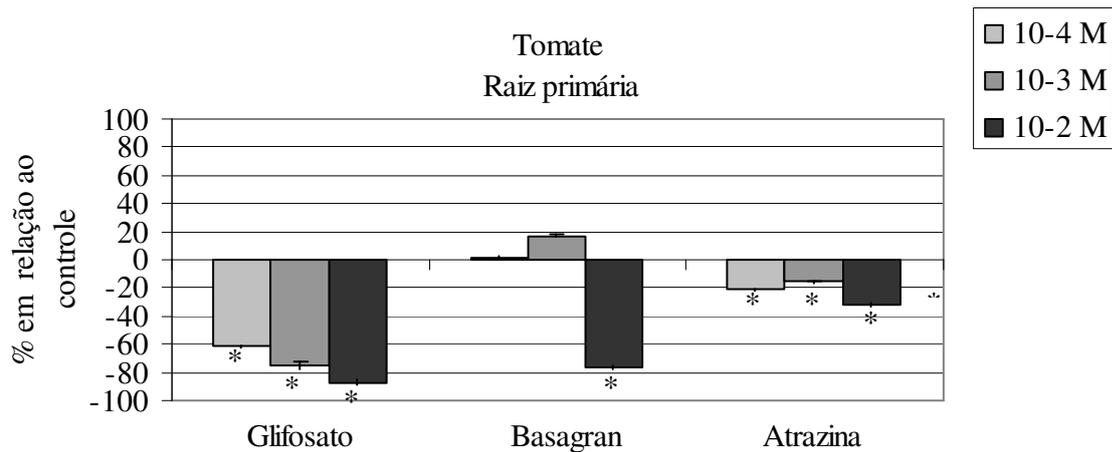


Figura 2. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de alface, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

A



B

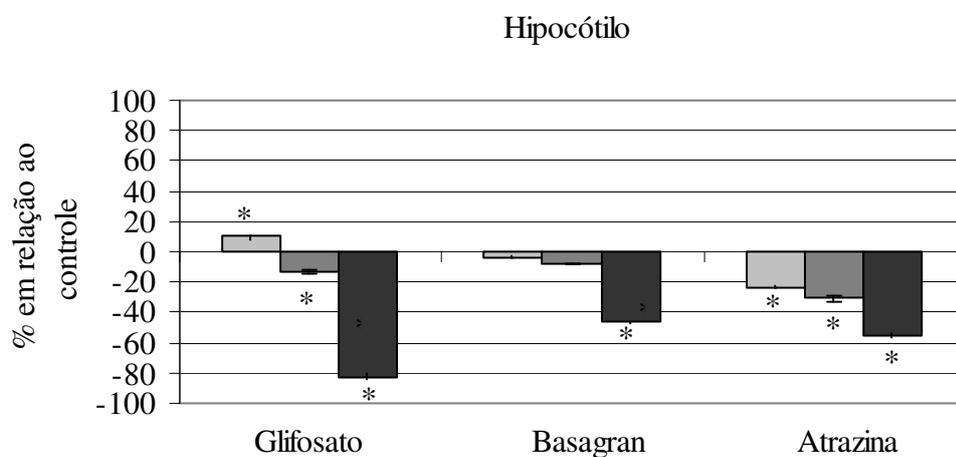
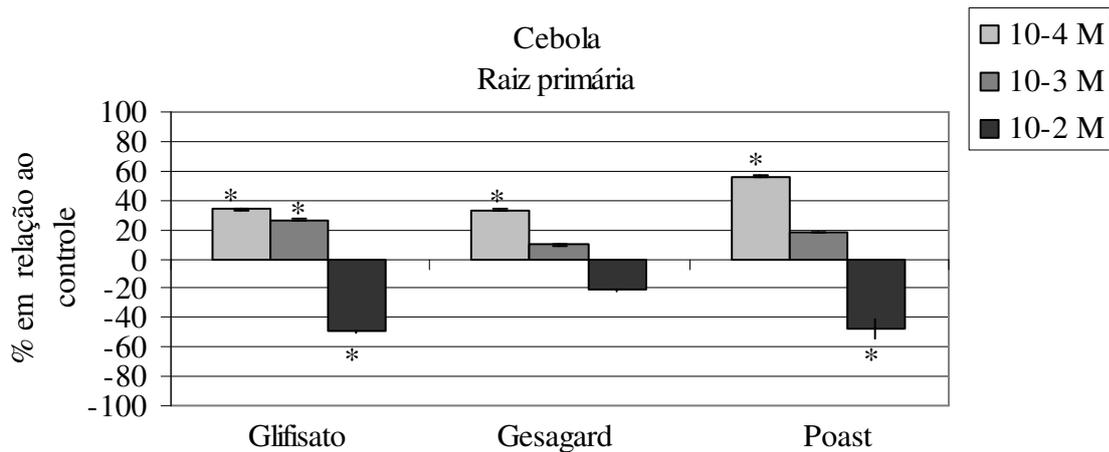


Figura 3. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de tomate, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

A



B

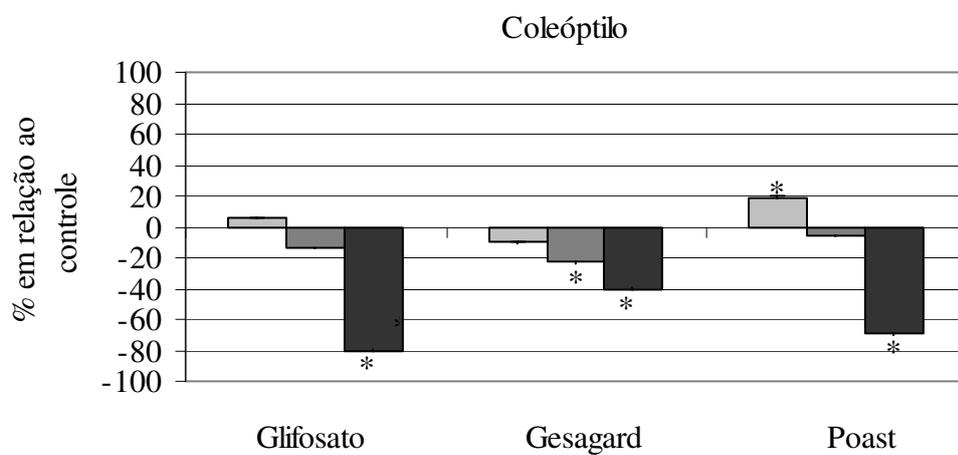
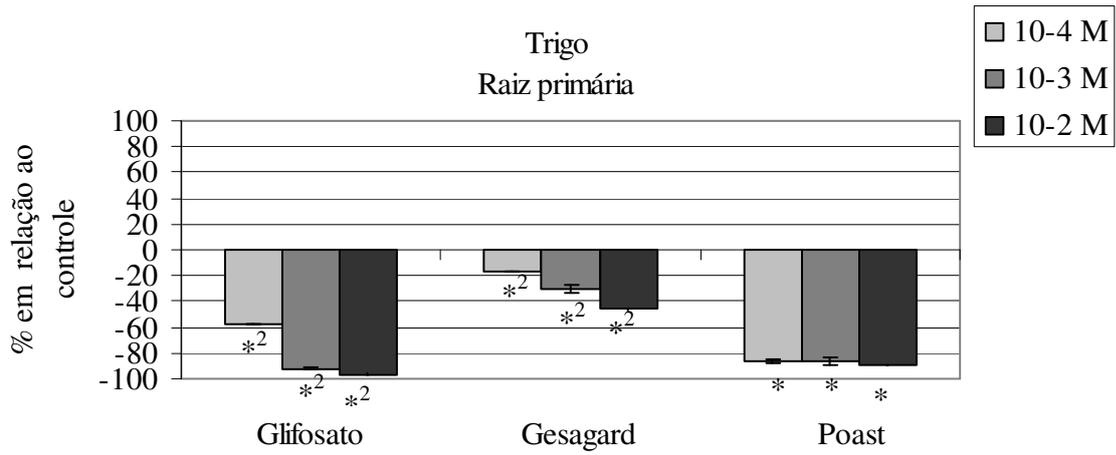


Figura 4. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do coleóptilo de cebola, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

A



B

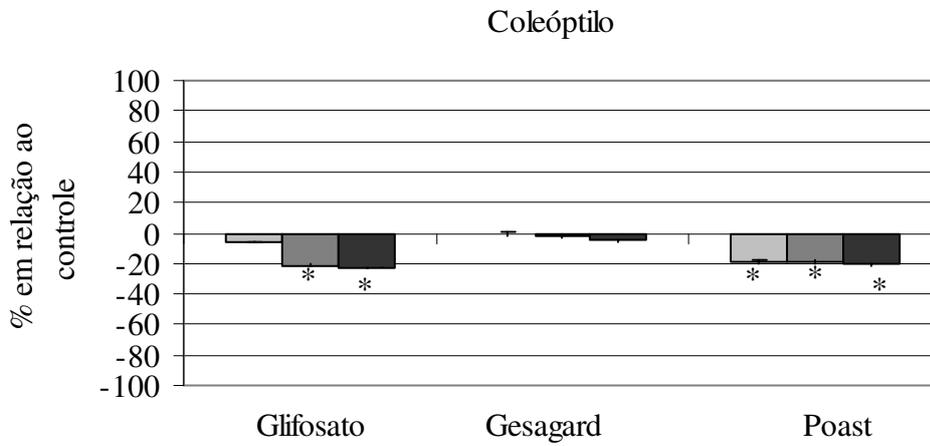


Figura 5. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária e do coleóptilo de trigo, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet. *²Kruskal-Wallis (e Mann Whitney U).

Anexo 3

Efeito dos herbicidas comerciais na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório.

Massa seca

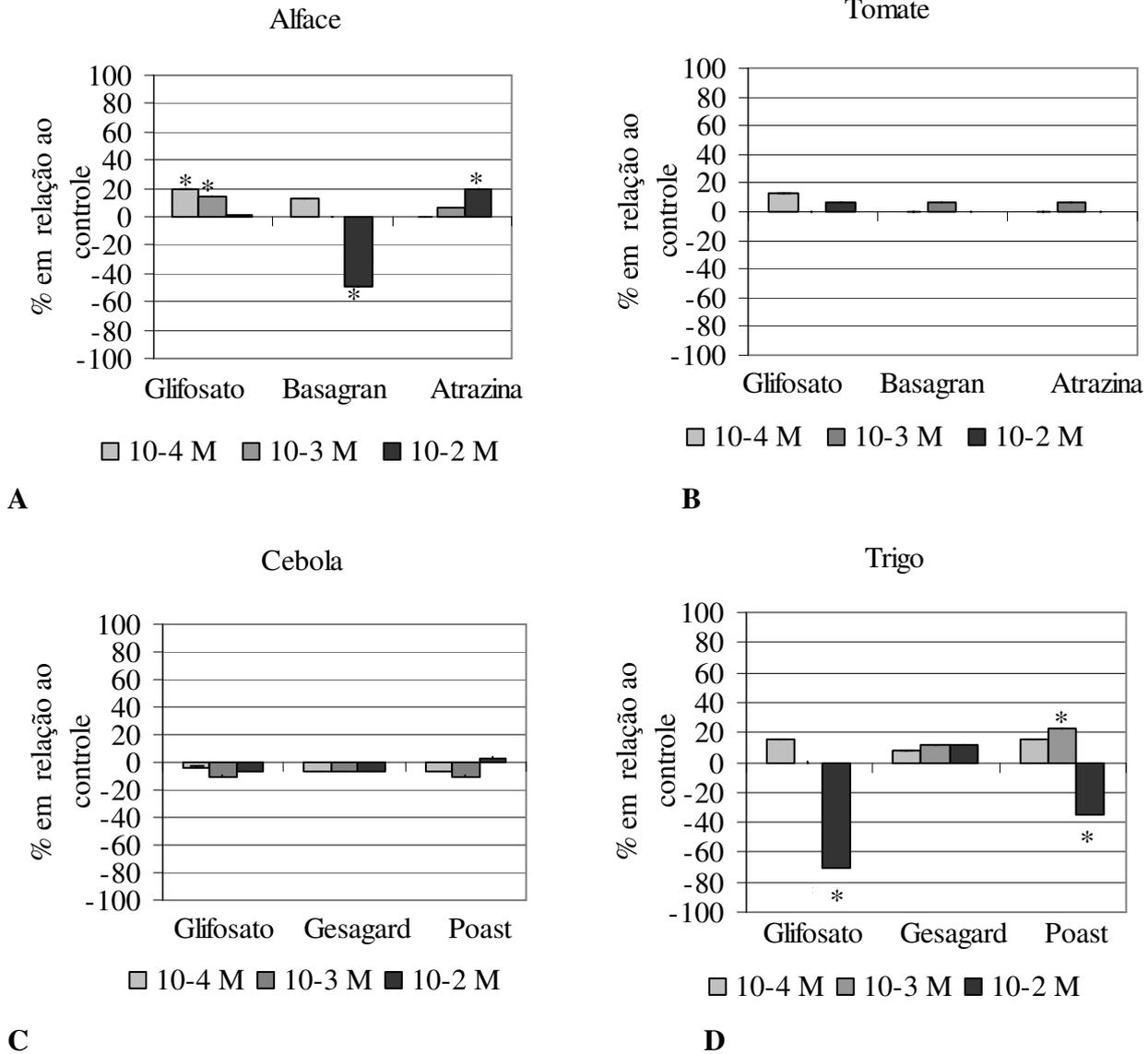


Figura 6. Efeito dos herbicidas comerciais na massa seca de alface, tomate, cebola e trigo, em laboratório. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet.

Anexo 4

Efeito do extrato etanólico bruto e frações semipurificadas da parte aérea de *Senna occidentalis* no número de folhas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.

Tabela 3. Efeito do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas da parte aérea de *Senna occidentalis* no número de folhas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.

	Número de folhas ¹			
	Controle	250 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹	1000 mg.L ⁻¹
ALFACE				
Extrato etanólico bruto (EEB) ¹	3,40±0,70	3,93±0,64 ^{ns}	3,41±0,54 ^{ns}	3,83±0,68 ^{ns}
Fração hexânica (FH) ¹	3,40±0,71	3,70±0,74 ^{ns}	3,33±0,58 ^{ns}	3,76±0,40 ^{ns}
Fração acetato de etila (FAE) ¹	3,40±0,71	3,83±0,49 ^{ns}	4,32±0,64 ^{ns}	4,09±0,64 ^{ns}
Fração etanol-água (FEA) ¹	3,40±0,71	4,64±0,48 ^{ns}	4,57±0,82 ^{ns}	3,92±1,11 ^{ns}
TOMATE				
Extrato etanólico bruto (EEB) ¹	3,77±0,98	4,67±0,88 ^{ns}	4,39±0,74 ^{ns}	4,78±0,75 ^{ns}
Fração hexânica (FH) ¹	3,77±0,98	4,55±1,10 ^{ns}	3,95±0,77 ^{ns}	3,83±0,42 ^{ns}
Fração acetato de etila (FAE) ¹	3,77±0,98	4,44±0,44 ^{ns}	4,14±0,67 ^{ns}	3,93±0,19 ^{ns}
Fração etanol-água (FEA) ¹	3,77±0,98	4,11±0,90 ^{ns}	4,15±0,24 ^{ns}	3,28±0,91 ^{ns}
CEBOLA				
Extrato etanólico bruto (EEB) ¹	1,83±0,37	2,00±0,00 ^{ns}	1,83±0,24 ^{ns}	1,58±0,24 ^{ns}
Fração hexânica (FH) ¹	1,83±0,37	2,00±0,00 ^{ns}	1,38±0,49 ^{ns}	2,41±0,44 ^{ns}
Fração acetato de etila (FAE) ¹	1,83±0,37	1,69±0,32 ^{ns}	1,51±0,36 ^{ns}	1,47±0,21 ^{ns}
Fração etanol-água (FEA) ¹	1,83±0,37	1,62±0,29 ^{ns}	1,59±0,44 ^{ns}	1,84±0,22 ^{ns}
TRIGO				
Extrato etanólico bruto (EEB) ¹	3,43±0,20	3,21±0,35 ^{ns}	3,34±0,42 ^{ns}	3,21±0,40 ^{ns}
Fração hexânica (FH) ¹	3,43±0,22	3,40±0,22 ^{ns}	3,17±0,57 ^{ns}	3,32±0,53 ^{ns}
Fração acetato de etila (FAE) ¹	3,43±0,20	3,13±0,20 ^{ns}	3,27±0,40 ^{ns}	3,24±0,35 ^{ns}
Fração etanol-água (FEA) ¹	3,43±0,22	3,35±0,36 ^{ns}	3,26±0,33 ^{ns}	3,10±0,20 ^{ns}

¹Média ± Desvio padrão. *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.

Anexo 5

Efeito dos herbicidas comerciais na emergência e no crescimento de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.

Tabela 4. Efeito dos herbicidas comerciais no índice de velocidade de emergência (IVE) e na porcentagem de plântulas emersas de alface, tomate, cebola e trigo.

	IVE ¹		% de emergência ¹	
	Controle	10 ⁻² M	Controle	10 ⁻² M
ALFACE				
Glifosato	0,370±0,065	0,200±0,071*	55,00±9,30	26,70±10,30*
Basagran	0,370±0,065	0,160±0,037*	55,00±9,30	36,70±15,10*
Atrazina	0,370±0,065	0,460±0,148 ^{ns}	55,00±9,30	67,50±21,20 ^{ns}
TOMATE				
Glifosato	0,282±0,078	0,159±0,075*	70,00±18,50	40,00±16,30*
Basagran	0,282±0,078	0,163±0,056*	70,00±18,50	40,00±23,10*
Atrazina	0,282±0,078	0,194±0,107 ^{ns}	70,00±18,50	40,00±18,50*
CEBOLA				
Glifosato	0,280±0,140	0,070±0,020*	65,00±20,70	22,90±7,60*
Gesagard	0,280±0,140	0,150±0,080*	65,00±20,70	40,00±15,10*
Poast	0,280±0,140	0,16±0,330*	65,00±20,70	0,10±0,00*
TRIGO				
Glifosato	0,520±0,210	0,000±0,000*	70,00±26,20	0,00±0,00*
Gesagard	0,520±0,210	0,460±0,170 ^{ns}	70,00±26,20	52,50±14,90 ^{ns}
Poast	0,520±0,210	0,000±0,000*	70,00±26,20	0,00±0,00*

¹Média ± Desvio padrão. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo Teste-t Student. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle.

Alface

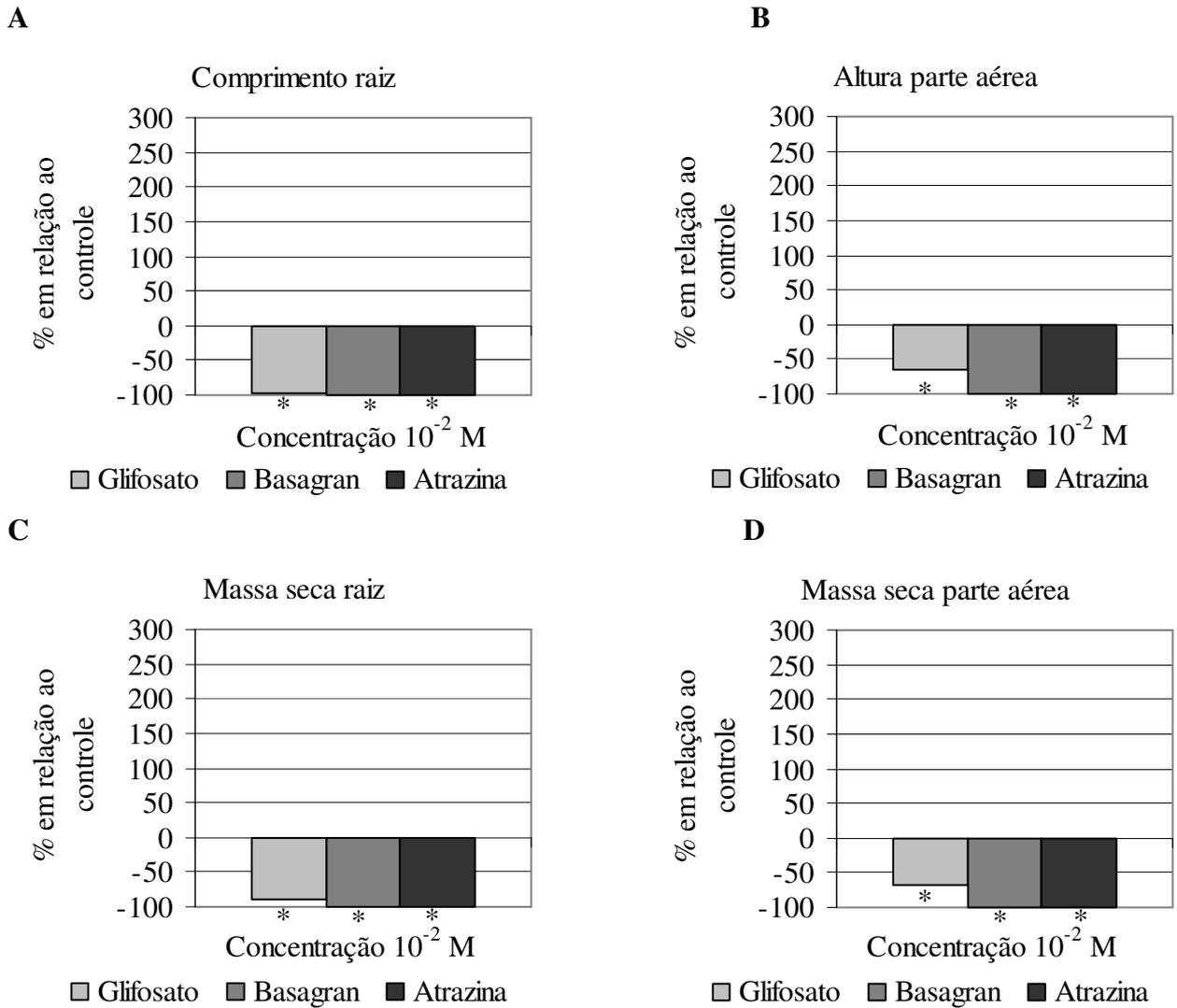


Figura 7. Efeito dos herbicidas comerciais, na concentração de 10^{-2} M, no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de alface, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste-t Student.

Tomate

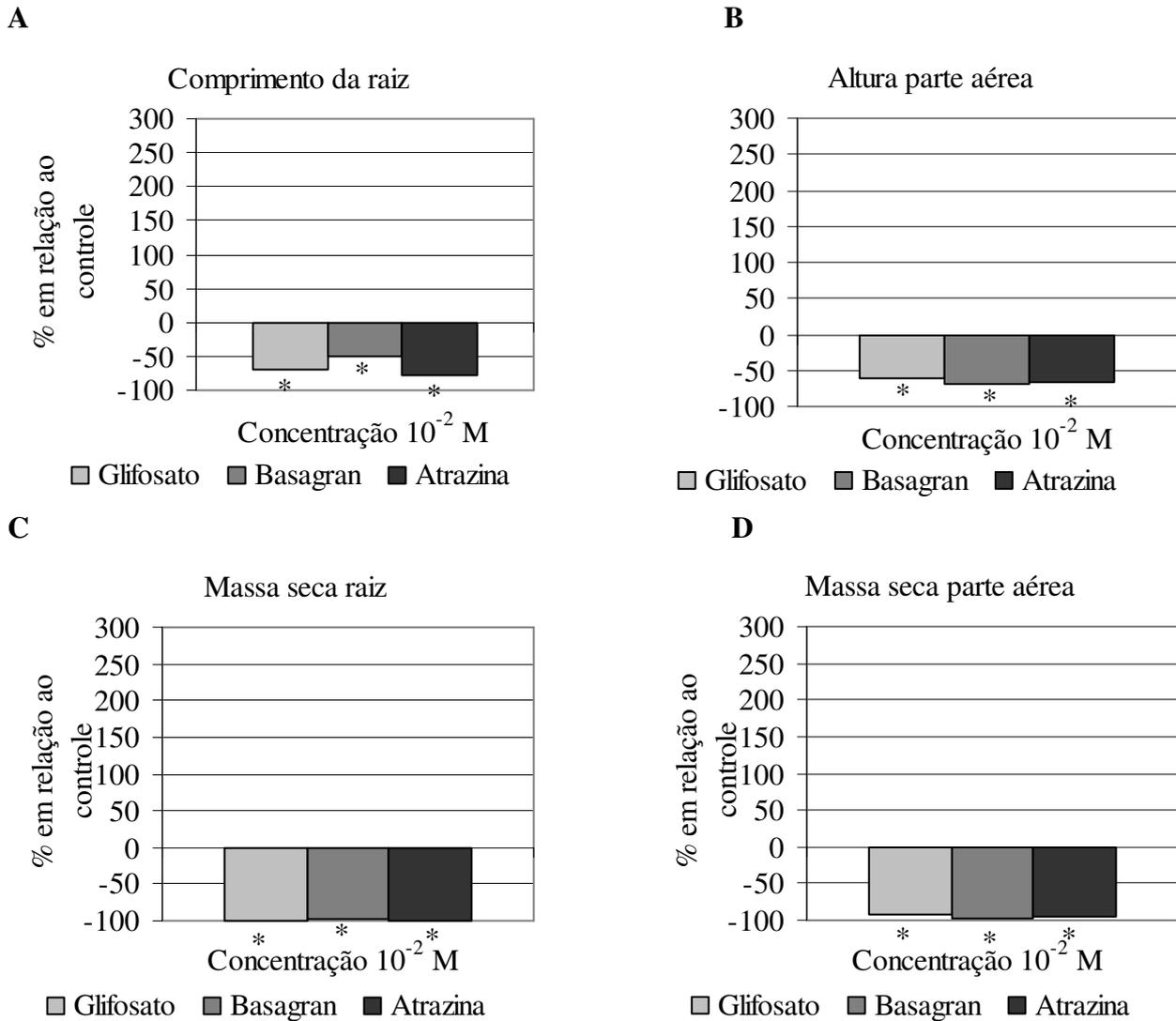


Figura 8. Efeito dos herbicidas comerciais, na concentração de 10^{-2} M, no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de tomate, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste -t Student.

Cebola

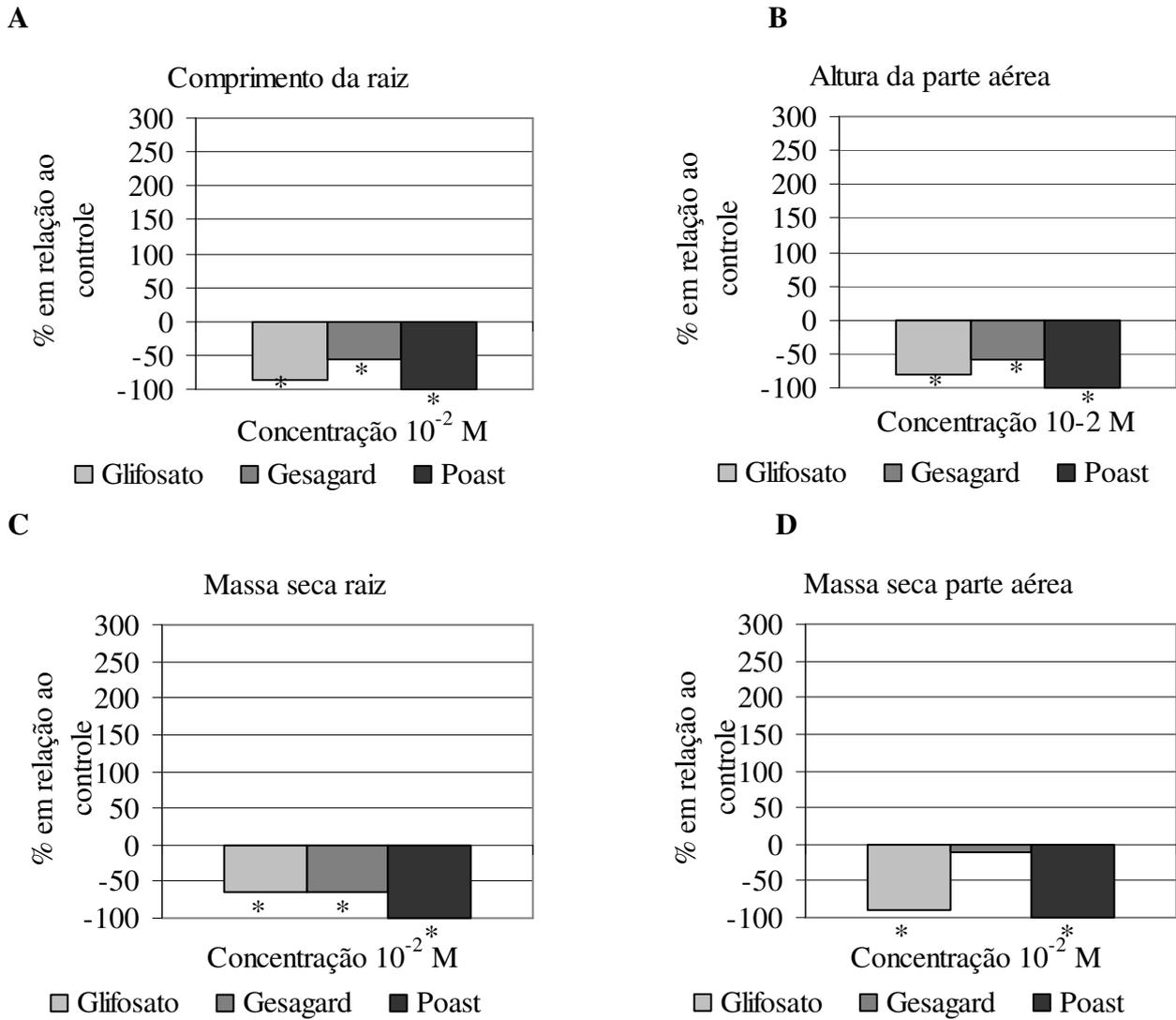


Figura 9. Efeito dos herbicidas comerciais, na concentração de 10^{-2} M, no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de cebola, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste -t Student.

Trigo

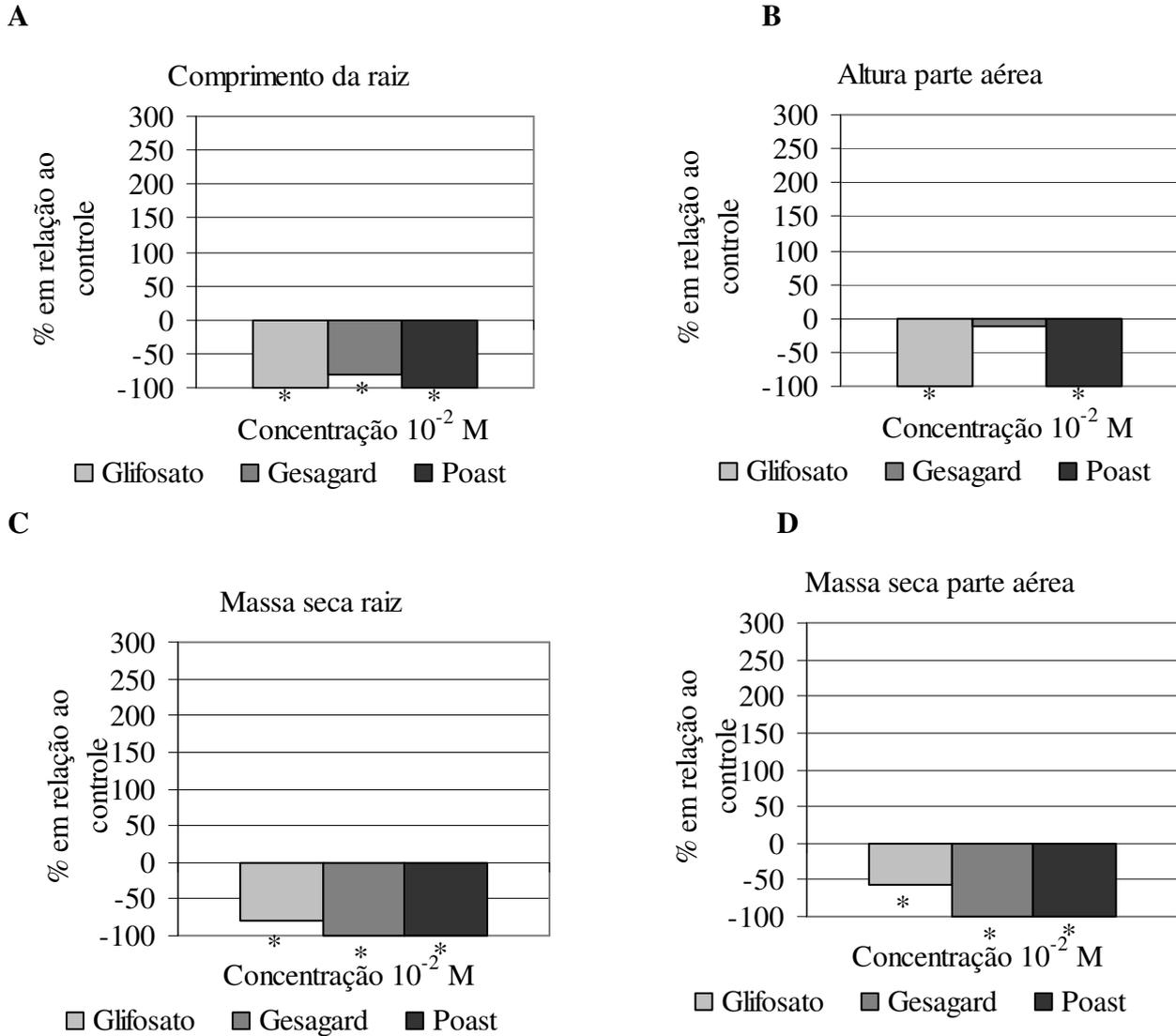


Figura 10. Efeito dos herbicidas comerciais, na concentração de 10^{-2} M, no crescimento e na massa seca da raiz e da parte aérea de trigo, em casa de vegetação. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste -t Student.

Anexo 6

Efeito dos herbicidas comerciais no número de folhas alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.

Tabela 5. Efeito dos herbicidas comerciais no número de folhas de alface, tomate, cebola e trigo, em casa de vegetação.

	Número de folhas ¹	
	Controle	10 ⁻² M
ALFACE		
Glifosato	3,68 ±0,66	0,50±0,92*
Basagran	3,68 ±0,66	0,00±0,00*
Atrazina	3,68 ±0,66	0,00±0,00*
TOMATE		
Glifosato	3,76 ±0,98	1,75±0,70*
Basagran	3,76 ±0,98	1,25±1,03*
Atrazina	3,76 ±0,98	0,25± 0,70*
CEBOLA		
Glifosato	1,62±0,33	0,50±0,53*
Gesagard	1,62±0,33	0,75±0,46*
Poast	1,62±0,33	0,00±0,00*
TRIGO		
Glifosato	3,42±0,21	0,00±0,00*
Gesagard	3,42±0,21	2,76±1,56 ^{ns}
Poast	3,42±0,21	0,00±0,00*

¹Média ± Desvio padrão. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo Teste-t Student. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)