



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

VALERÍ SCHMIDT DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw.
(GLEICHENIACEAE): ENSAIOS EM LABORATÓRIO E EM CASA DE
VEGETAÇÃO**

Orientadora: Marize Terezinha Lopes Pereira Peres
Co-orientador: 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

VALERÍ SCHMIDT DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw.
(GLEICHENIACEAE): ENSAIOS EM LABORATÓRIO E 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

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela proteção e auxílio nos momentos de alegria e tristeza.

DEDICATÓRIA

A minha mãe, que sempre me ensinou o valor da educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente minha orientadora Marize, Valdemir e Sonia. Pessoas sem as quais não teria conseguido escrever uma dissertação decente. A Marize pela paciência em explicar coisas para mim inexplicáveis; a Sônia por sempre estar por perto mesmo quando entupimos a pia e ao Valdemir por sempre estar disposto para as nossas reuniões às 7 da manhã.

Aos meus colegas de laboratório Vanderléa, Euclésio, Margarida, Giselle, Denise e toda a senzala da professora Sonia Hess.

Agradecimento especial para Euclésio e Vanderléa que auxiliaram nas análises químicas.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos amigos: devo deixar um parágrafo completo para minha amiga do coração, colega de laboratório e vizinha de condomínio que tinha que me agüentar fazendo rimas com seu nome que na verdade não eram bem rimas, visto que não rimavam. Ana Carina você merece o troféu, me agüentar não é fácil!! Adorei (mentira!) dormir com você no laboratório no dia do meu aniversário, mas de coração eu agradeço pelos momentos em que eu estive triste e você me disse palavras de consolo, pelos momentos em que não agüentávamos mais ver potinhos com alface, trigo, cebola e tomate....domingos intermináveis.

Desculpe deixar vocês por segundo, mas vocês sabem o quanto eu amo vocês. “As recalçadas” marcaram história não só no Verdes Matas, mas em tudo que participaram. Na festa do condomínio, a fatídica roseira, aniversário, congressos, bill bar, Ser abominável, etc. Tudo bem, sei que protagonizei

uma boa partes dos bafos. NUNCA vou esquecer de vocês, da Carol mandona....na Ana E. que sempre gosta do contrário que eu; e ainda que vocês estejam pensando: Eu não sou do contra!!!!!!!!!!

Aos meus inestimáveis amigos Fernando, Aline, Weg, Patrícia, Gislaine e Mathilde, sentirei falta dos almoços de domingo.

Por último mas não menos importante estão todos os amigos do mestrado que me auxiliaram ou não a conseguir terminar este ciclo que foi o mestrado. Duvido que em qualquer outro lugar eu consiga encontrar pessoas como vocês, maravilhosas. Leila, Luciana, Mathilde, Evandro e Cristina.....algumas vezes tive vontade de esganar alguns de vocês, mas juro que a vontade passou!

Nesses parágrafos que escrevi demonstrei meu agradecimento por aqueles com quem convivi em Campo Grande. Agora é a vez daqueles que me deram suporte de longe.

A Minha mãe, pessoa que me patrocinou boa parte do curso e que sempre me ajudou com palavras de amor e carinho quando eu estava triste por estar longe de casa, a minha irmã que me ama tanto quanto eu a amo e que tem que ouvir minha mãe reclamando de mim. Também devo agradecer ao meu pai, pois sei que onde quer que ele esteja estará olhando por mim.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a Deus por ter me proporcionado esta experiência de vida e ter me protegido até aqui.

A todos, muito obrigada!!!!

RESUMO – (Potencial alelopático de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad) Underw). O objetivo neste trabalho foi determinar o potencial alelopático do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas de *Dicranopteris flexuosa* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* L.(alface), *Lycopersicon esculentum* L. (tomate), *Allium cepa* L. (cebola) e *Triticum aestivum* L. (trigo) em ensaios de laboratório e de casa de vegetação. Nos bioensaios realizados em laboratório foram utilizadas três concentrações (250, 500, 1000 mg.L⁻¹), com quatro repetições de 50 sementes. A análise dos resultados indica redução da velocidade e/ou inibição da germinação, estímulo do crescimento da raiz primária das eudicotiledôneas e inibição da raiz adventícia das monocotiledôneas. Nos bioensaios realizados em casa de vegetação foram utilizadas as mesmas concentrações dos bioensaios em laboratório, com oito repetições de cinco sementes por vaso. A análise dos resultados indica que o comprimento da raiz foi afetado pelo extrato etanólico bruto, ocorrendo estímulo em tomate e inibição em cebola e trigo. A produção de massa seca da parte aérea foi estimulada na menor concentração em alface e trigo. Para os demais parâmetros avaliados não foram verificadas diferenças significativas. Embora os resultados sejam preliminares, observa-se que o extrato etanólico e as frações semipurificadas de *D. flexuosa* contêm substâncias que interferem no crescimento das plântulas de alface, tomate, cebola e trigo.

ABSTRACT – (Allelopathic potential of *Dicranopteris flexuosa* (Schrad) Underw). This work aimed to determine the allelopathic potential of crude ethanolic extract and semipurified fractions of *Dicranopteris flexuosa* on the germination and the initial growth of *Lactuca sativa* L. (lettuce), *Lycopersicon esculentum* L. (tomato), *Allium cepa* L. (onion) and *Triticum aestivum* L. (wheat) in laboratory and greenhouse bioassays. For the tests carried through in laboratory, three concentrations (250, 500, 1.000 mg. L⁻¹) were applied, on four replicates of 50 seeds each. The analysis of the results indicates a reduction of the speed and/or inhibition of the germination, stimulation of the root growth of eudicots and a root inhibition in monocots. For the bioassays carried in the greenhouse the plant materials were applied at the same concentrations of the laboratory bioassays, with eight replicates of five seeds each. The analysis of the results indicates that the length of the root was affected by the crude ethanolic extract occurring stimulation on tomato and inhibition on onion and wheat. The aerial parts dry mass was higher to the lower tested concentration in lettuce and wheat. For the other evaluated parameters significant differences have not been observed. Although the results are preliminary, it is observed that the ethanolic extract and the semipurified fractions of *D. flexuosa* contain substances that modify the seedlings growth of lettuce, tomato, onion and wheat.

ÍNDICE GERAL

| | |
|------------------------|----|
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | x |

| | |
|------------------|---|
| INTRODUÇÃO..... | 1 |
| Referências..... | 5 |

ARTIGO - Investigação do Potencial Alelopático de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. (Gleicheniaceae): ensaios em laboratório e casa de vegetação.....8

| | |
|--|----|
| Normas de Publicação – Revista Brasileira de Botânica..... | 09 |
| Resumo..... | 12 |
| Introdução..... | 13 |
| Material e Métodos..... | 14 |
| Resultados e Discussão..... | 19 |
| Laboratório..... | 19 |
| Casa de Vegetação..... | 23 |
| Análise Química..... | 25 |
| Referências..... | 27 |

| | |
|---------------------------|----|
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 43 |
|---------------------------|----|

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Efeito do EEB, FH, FAE e FEA de *Dicranopteris flexuosa* sobre o crescimento médio da raiz primária e hipocótilo de alface e tomate em laboratório.....38
- Figura 2.** Efeito do EEB, FH, FAE e FEA de *Dicranopteris flexuosa* sobre o crescimento médio da raiz primária e coleótilo de cebola e trigo em laboratório.....39
- Figura 3.** Efeito dos herbicidas comerciais sobre o crescimento médio da raiz primária e hipocótilo/coleótilo de alface, tomate, cebola e trigo em laboratório.....40
- Figura 4.** Efeito do EEB de *Dicranopteris flexuosa* sobre o crescimento médio da raiz de alface, tomate, cebola e trigo em casa de vegetação.....42

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1.** Efeito do extrato etanólico bruto (EEB) e frações semipurificadas de *Dicranopteris flexuosa* no índice de velocidade de germinação (IVG) e na germinabilidade de alface, tomate, cebola e trigo em laboratório.....31
- Tabela 2.** Efeito dos herbicidas comerciais no índice de velocidade de germinação (IVG) e na germinabilidade (%) de alface, tomate, cebola e trigo em laboratório.....33
- Tabela 3.** Efeito do extrato etanólico bruto de *Dicranopteris flexuosa* e dos herbicidas comerciais na emergência e no crescimento de alface e de tomate em casa de vegetação.....34
- Tabela 4.** Efeito do extrato etanólico bruto de *Dicranopteris flexuosa* e dos herbicidas comerciais na emergência e no crescimento de cebola e trigo em casa de vegetação.....36

INTRODUÇÃO GERAL

O termo alelopatia engloba todos os tipos de interações químicas entre plantas e microorganismos localizados no reino vegetal. O conceito mais recente é o de 1996, onde a Sociedade Internacional de Alelopatia a define como “A ciência que estuda qualquer processo envolvendo essencialmente os metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias, e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (Macías *et al.* 2000).

Os aleloquímicos são encontrados nos vegetais, distribuindo-se em todos os seus órgãos. A liberação dos aleloquímicos para a rizosfera pode ocorrer através da lixiviação das folhas e partes aéreas, como foi descrito para *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, onde a liberação de aleloquímicos é feita por lixiviação de suas frondes sendo capaz de reduzir a germinação e o crescimento de outras espécies (Del Moral & Cates citado por Stewart 1975).

Outro tipo de liberação é a volatilização de compostos químicos como acontece com o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) que libera o eugenol, um derivado fenólico volátil com ação alelopática (Mazzafera 2003). Em raízes e materiais vegetais em decomposição também pode ocorrer exsudação de compostos para o ambiente (Weir *et al.* 2004). Um exemplo disso é o que acontece com o centeio (*Secale cereale* L.), um cereal de inverno que exsuda vários compostos pelas raízes ou pela decomposição de suas palhas (Souza & Furtado 2002).

A complexidade que envolve os mecanismos ecológicos em um ambiente natural torna difícil a distinção entre a competição e alelopatia. Essa complexidade leva alguns autores a definir a interação entre plantas como “interferência”, seja essa competição (fatores abióticos) ou alelopatia (fatores químicos produzidos por outro indivíduo) (Ferreira 2004).

Historicamente, investigações de processos alelopáticos são iniciadas a partir de observações de campo, as quais sugerem uma modificação no padrão de vegetação (Einhellig 2002). Em muitos

ecossistemas, as plantas tendem a se estabelecer em conjuntos puros, o que é atribuído à liberação de toxinas da planta, dificultando ou não permitindo o estabelecimento de outras espécies em sua proximidade (Monteiro & Vieira 2003).

Algumas pteridófitas exibem um forte mecanismo de dominância nas áreas onde crescem, formando associações monoespecíficas; nestes locais, espécies associadas parecem ser severamente inibidas e, muitas vezes, excluídas dos “stands” de samambaias (Gleissman & Muller 1972).

As pteridófitas compreendem cerca de 9.000 espécies, distribuídas em 33 famílias e 240 gêneros. Nas Américas ocorrem aproximadamente 3.250 espécies, das quais 3.000 nos trópicos (Tryon & Tryon 1982). Elas também são o maior grupo de plantas depois das fanerógamas e o mais diversificado em forma e hábito.

São plantas vasculares sem sementes, com alternância de gerações em seu ciclo de vida. A fase gametofítica ou sexuada é haplóide e a fase esporofítica ou assexuada é diplóide (Raven 2001).

A distribuição de flavonóides dentro das plantas vasculares sem sementes segue um padrão similar às angiospermas. Os filos basais Psilotophyta e Lycopphyta são caracterizados pela presença de flavonas e biflavonas e a total ausência de proantocianidinas e flavonóis (Cooper-Driver 1980). Segundo Swain (1979) citado por Cooper-Driver (1980), um notável avanço na evolução dos flavonóides em Sphenophyta e Pteridophyta foi a oxidação da posição 3, levando à síntese de flavonóis e proantocianidinas.

Isso foi de fundamental importância no desenvolvimento e sucesso de plantas vasculares “primitivas”, uma vez que essas duas classes de compostos apresentaram capacidade protetora contra herbívoros e patógenos.

Trabalhos de quimiotaxonomia abordando espécies de samambaias revelam que nas famílias basais de Pteridophyta (Osmundaceae, Schizeaceae, Loxomataceae e Gleicheniaceae) estão presentes flavonóis e antocianidinas, enquanto que em famílias derivadas, além desses compostos foram isoladas

flavonas (Pteridaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae), xantonas (Dryopteridaceae, Aspleniaceae) e chalconas (Pteridaceae) muitas vezes acumuladas como flavonas-C-glicosídeo (Cooper-Driver 1980).

Nas pteridófitas, a distribuição de terpenóides não somente corrobora a avaliação dos flavonóides, como também indica uma afinidade nas famílias para as quais os dados de flavonóides foram inconclusivos. Um dos marcadores em nível de família para pteridófitas são os triterpenóides. Esses compostos podem ajudar na distinção entre famílias basais e derivadas desde que somente famílias derivadas são caracterizadas adicionalmente por cicloartanos, norcicloartanos e ciclolandanos (Gottlieb 1990). Em Gleicheniaceae, foram isolados além dos flavonóides quercetina e kaempferol (Wallace & Markham 1978), diterpenóides como (6S, 13S)-clerodano-3,14-diene-6,13-diol e diterpenoóides glicosilados como (6S,13S)-6-O-[β -D-Glu-(1 \rightarrow 4)- α -L-Rha]-13-O-[α -L-Rha-(1 \rightarrow 4)- β -D-Fuc]-clerodano-3,14-diene; (6S,13S)-6-O-[β -Glu]-13-O-[β -Fuc-(1 \rightarrow 2)- α -Rha]-clerodano-3,14-diene (Aoki *et al.* 1997); 13-O-rhamnopiranosil-(+)-3 β -hidroximanol (Munesada *et al.* 1992). Aoki *et al.* (1997) e Munesada *et al.* (1992) verificaram que terpenóides isolados de Gleicheniaceae possuem potencial alelopático frente à alface.

Extratos aquosos de frondes verdes e senescentes de cinco espécies de Gleicheniaceae: *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw., *Gleichenia pectinata* (Willd.) C. Presl, *Sticherus bifidus* (Willd.) Ching, *S. nigropaleaceus* (Sturm) Prado e *S. penniger* (Mart.) Copel. apresentaram potencial alelopático frente à alface, sendo a influência dos extratos de frondes verdes os mais ativos sobre a germinação. Portanto, é possível que o processo de produção e a liberação de compostos alelopáticos nessas espécies ocorra, principalmente, através de tecidos vivos (Soares & Vieira 2000).

Estudos para avaliar o potencial de atividade alelopática do extrato etanólico de *G. pectinata* (Gleicheniaceae) mostraram efeito alelopático desse vegetal sobre as espécies *Lactuca sativa* L. e *Clidemia hirta* (L.) D. Don (Peres *et al.* 1998).

Para avaliar o potencial alelopático de determinada espécie utiliza-se como ferramenta os bioensaios. Segundo Ferreira (2004) as sementes-teste utilizadas em bioensaios podem ser tanto nativas, quanto cultivadas (mais aconselhável). Na escolha das espécies teste deve-se contar com representantes tanto de eudicotiledôneas como de monocotiledôneas.

Comumente são usados diásporos de *Allium cepa* L. (cebola, Liliaceae) e *Triticum aestivum* L. (trigo, Poaceae) como representantes de monocotiledôneas e *Lactuca sativa* L. (alface, Asteraceae) e *Lycopersicon esculentum* L. (tomate, Solanaceae) como representantes de eudicotiledôneas (Macias *et al.* 2000). As sementes dessas espécies apresentam alta sensibilidade, germinação rápida, uniformidade e não apresentam dormência. Essas espécies apresentam comportamento diferenciado em resposta a aplicação dos herbicidas sintéticos (Macias 2000, Seingler 1996).

O gênero *Dicranopteris* é um exemplo de vegetação que forma “stands” onde poucas espécies coexistem, podendo essa característica do gênero ser importante na ecologia química desse organismo (Tet-Vun & Ismail 2006). *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw. é uma das samambaias mais amplamente distribuídas por todas as partes úmidas dos trópicos do Velho Mundo e subtropicais. É intolerante a sombra e possui a capacidade de formar densas moitas com mais de três metros de altura em locais onde existem clareira e solo oligotrófico (Russel *et al.* 1998).

Esses autores também verificaram em seu trabalho que após três anos da remoção de *D. linearis*, 40% da área continuava descoberta. Esses autores ressaltam também que esta espécie é especialista por seu comportamento frente ao uso de nutrientes (cresce em solos pobres) e forma de crescimento (por expansão lateral), tornando-se, assim, incomparável na habilidade de crescer em um lugar rude e manter a dominância local.

Outra espécie que apresenta comportamento semelhante é *Dicranopteris pectinata* (Willd.) Underw. que coloniza regiões de cultivo abandonadas, impondo barreira à regeneração dessas áreas e impedindo o processo de sucessão (Slocum *et al.* 2004).

Dicranopteris flexuosa (Schrad.) Underw. apresenta ampla distribuição por toda a América Tropical, devendo provavelmente ocorrer em todos os estados do Brasil. Em geral, cresce em locais abertos e com solo úmido (ao menos temporariamente) tal como grotões, margens de regatos no campo, beira de estradas e barrancos em geral, podendo ocorrer em densas formações.

As frondes podem atingir aproximadamente três metros de comprimento, possuindo lâminas pseudodicotômicas com uma gema dormente na bifurcação dos ramos (Windish 1994). Por todas as características peculiares à família e ao gênero, *D. flexuosa* é fonte potencial de aleloquímicos, podendo auxiliar na descoberta de novos modelos de herbicidas naturais, os quais têm uso potencial em programas de biocontrole de plantas sendo ambientalmente e toxicologicamente mais seguros que produtos sintéticos. Além disso fitotoxinas naturais exibem maior diversidade química em relação àqueles produzidos pela química sintética (Duke *et al.* 2001).

No presente trabalho teve-se como objetivo avaliar o potencial de atividade alelopática do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas de *Dicranopteris flexuosa* por meio de bioensaios de germinação e crescimento inicial de alface, *L. sativa* L. cv. Grand rapids (Asteraceae), tomate, *L. esculentum* Mill. cv Santa Clara (Solanaceae) eudicotiledôneas; cebola, *A. cepa* L. cv. Baía periforme (Liliaceae) e trigo, *T. aestivum* L. cv RRS-220 (Poaceae) monocotiledôneas, em laboratório e do extrato etanólico bruto em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOKI, T., OHRO, T., HIRAGA, Y., SUGA, T., UNO, M. & OHTA, S. 1997. Biologically active clerodane-type diterpene glycosides from the root-stalks of *Dicranopteris pedata*. *Phytochemistry* 46:839-844.
- COOPER-DRIVER, G. 1980. The role of flavonoids and related compounds in fern systematics. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 107:116-127.

- DUKE, S.O., SCHEFFLER, B.E. & DAYAN, F.E. 2001. Allelochemicals as herbicides. *In* Anais do First European Allelopathy Symposium. Allelopathy Society, Vigo, Spain. p.47-59.
- EINHELLIG, F.A. 2002. The Physiology of allelochemical action: clues and views. *In* Allelopathy: From molecules to ecosystems (M.J. Reigosa & N. Pedrol, eds.), Science Publishers Inc., Plymouth, p.1-23.
- FERREIRA, A.G. 2004. Interferência: competição e alelopatia. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A.G. Ferreira & F. Borghetti, eds.). Ed. Artmed, Porto Alegre, p. 251-262.
- GLIESSMAN, S.R. & MULLER, C.H., 1972. The phytotoxic potential of bracken (*Pteridium aquilinum* L.). *Madroño*, 21:299-304.
- GOTTLIEB, O.R., KAPLAN, M.A.C., ZOCHER, D.H.T. & KUBTZKI, K. 1990. A chemosystematic overview of pteridophytes and gymnosperms. *In* The families and genera of vascular plants (K.U. Kramer & P.S. Green, eds). Springer-Verlag. Hiedelberg, p. 2-10
- MACIAS, F.A., GALLINDO, J.C.G. & MOLINILLO, J.M.G. 2000. Plant biocommunicators: application of allelopathic studies. *In* 2000 years of natural products research - past, present and future. (J.C. Luijendijk, ed.). Leiden: Phytoconsult, p.137-161.
- MAZZAFERA, P. 2003. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo da índia e eugenol. *Revista Brasileira de Botânica* 26:231-238.
- MONTEIRO, C.A. & VIEIRA, E.L. 2002. Substâncias alelopáticas *In* Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal (P.R. Camargo; Castro, J.O.A. & Sena, R.A. Kluge, eds.). Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá. p.105-121.
- MUNESADA, K., SIDDIQUI, H.L. & SUGA, T. 1992. Biologically active labdane-type diterpene glycosides from the root-stalks of *Gleichenia japonica*. *Phytochemistry* 31:1533-1536.

PERES, M.T.L.P., PIZZOLATTI, M.G., QUEIROZ, M.H. & YUNES, R.A. 1998. Potencial de atividade alelopática de *Gleichenia pectinata* Willd (Pr.). Pesquisa Agropecuária Brasileira 33:131-137.

RAVEN, P.H. Biologia vegetal. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 2001.p. 434.

RUSSEL, A.E., RAICH, J.W. & VITOUSEK, P.M. 1998. The ecology of climbing fern *Dicranopteris linearis* on windward Mauna Loa, Hawaii. Journal of Ecology 86:765-779.

SEIGLER, D.S. 1996. Chemistry and mechanisms of allelopathy interactions. Agronomy Journal 88:876-885.

SLOCUM, M, AIDE, M., ZIMMERMAN, K. & NAVARRO, L. 2004. Natural regeneration of subtropical montane forest after clearing fern thickets in the Dominican Republic. Journal of Tropical Ecology 20:483-486.

SOARES, G.L.G. & VIEIRA, T.R. 2000. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. "Grand rapids") por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. Floresta e Ambiente, Seropédica 7:180-184.

SOUZA, I.F. & FURTADO, D.A. 2002. Caracterização de aleloquímicos do centeio e seu potencial sobre plantas de alface. Ciência e Agrotecnologia 26:1097-1099.

STEWART, R.E. 1975. Allelopathic potential of western braken. Journal of Chemical Ecology 1:161-169.

TET-VUN, C. & ISMAIL, B.S. 2006. Field evidence of allelopathic properties of *Dicranopteris linearis*. Weed Biology and Management 6:59-67.

TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. Springer Verlag, New York.

WALLACE, J.W. & MARKHAM, K.R. 1978. Flavonoids of the primitives ferns: *Stromatopteris*, *Schizeae*, *Gleichenia*, *Hymenophyllum* and *Cardiomanes*. American Journal of Botany 65:965-969.

WEIR, T., PARK, S.W & VIVANCO, J. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. Current Opinion in Plant Biology 7:472-479.

WINDISCH, P.G. 1994. Pteridófitas do Estado de Mato Grosso: Gleicheniaceae. Bradea 6(37):304-311.

Investigação do Potencial Alelopático de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. (Gleicheniaceae): ensaios em laboratório e casa de vegetação.

VALERÍ SCHMIDT DA SILVA, ANA CARINA DA SILVA CÂNDIDO, ODIVAL FACCENDA, VALDEMIR ANTÔNIO LAURA, SONIA CORINA HESS, EUCLÉSIO SIMIONATTO, MARIZE TEREZINHA LOPES PEREIRA PERES¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Hidráulica e Transportes, CCET, C. Postal 549, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, Brasil.

E-mail: mperes@propp.ufms.br

Investigação do Potencial Alelopático de *Dicranopteris flexuosa*

INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES – REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: Mato Grosso: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). São Paulo: Amparo, 23/12/1942, J.R.

Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/6/1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, μmol.min⁻¹ ao invés de μmol/min).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 15 x 21 cm**, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper".

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.

ABSTRACT – (Allelopathic potencial of *Dicranopteris flexuosa* (Schrad) Underw). This work aimed to determine the allelopathic potential of crude ethanolic extract and semipurified fractions of *Dicranopteris flexuosa* on the germination and the initial growth of *Lactuca sativa* L. (lettuce), *Lycopersicon esculentum* L. (tomato), *Allium cepa* L. (onion) and *Triticum aestivum* L. (wheat) in laboratory and greenhouse bioassays. For the tests carried through in laboratory, three concentrations (250, 500, 1.000 mg. L⁻¹) were applied, on four replicates of 50 seeds each. The analysis of the results indicates a reduction of the speed and/or inhibition of the germination, stimulation of the root growth of eudicots and a root inhibition in monocots. For the bioassays carried in the greenhouse the plant materials were applied at the same concentrations of the laboratory bioassays, with eight replicates of five seeds each. The analysis of the results indicates that the length of the root was affected by the crude ethanolic extract occurring stimulation on tomato and inhibition on onion and wheat. The aerial parts dry mass was higher to the lower tested concentration in lettuce and wheat. For the other evaluated parameters significant differences have not been observed. Although the results are preliminary, they indicate that the ethanolic extract and the semipurified fractions of *D. flexuosa* contain substances that modify the seedlings growth of lettuce, tomato, onion and wheat.

Key words: Allelopathy, ferns, Gleicheniaceae, *Dicranopteris flexuosa*.

RESUMO – (Potencial alelopático de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad) Underw). O objetivo neste trabalho foi determinar o potencial alelopático do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas

de *Dicranopteris flexuosa* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* L.(alface), *Lycopersicon esculentum* L. (tomate), *Allium cepa* L. (cebola) e *Triticum aestivum* L. (trigo) em ensaios de laboratório e de casa de vegetação. Nos bioensaios realizados em laboratório foram utilizadas três concentrações (250, 500, 1000 mg.L⁻¹), com quatro repetições de 50 sementes. A análise dos resultados indica redução da velocidade e/ou inibição da germinação, estímulo do crescimento da raiz primária das eudicotiledôneas e inibição da raiz adventícia das monocotiledôneas. Nos bioensaios realizados em casa de vegetação foram utilizadas as mesmas concentrações dos bioensaios em laboratório, com oito repetições de cinco sementes por vaso. A análise dos resultados indica que o comprimento da raiz foi afetado pelo extrato etanólico bruto, ocorrendo estímulo em tomate e inibição em cebola e trigo. A produção de massa seca da parte aérea foi estimulada na menor concentração em alface e trigo. Para os demais parâmetros avaliados não foram verificadas diferenças significativas. Embora os resultados sejam preliminares, observa-se que o extrato etanólico e as frações semipurificadas de *D. flexuosa* contêm substâncias que interferem no crescimento das plântulas de alface, tomate, cebola e trigo.

Palavras chave: Alelopatia, samambaias, Gleicheniaceae, *Dicranopteris flexuosa*.

INTRODUÇÃO

Uma das principais funções dos metabólitos secundários é a proteção dos organismos que os produzem. Essas substâncias desempenham as mais diversas funções podendo influenciar as relações com outras plantas (Duringan & Almeida 1993).

Em muitos ecossistemas as plantas tendem a se estabelecer em conjuntos puros, o que é atribuído à liberação de toxinas (aleloquímicos), dificultando ou não permitindo o estabelecimento de outras espécies em sua proximidade. O potencial alelopático demonstrado por essas espécies pode auxiliar na busca por herbicidas ambientalmente menos tóxicos e mais específicos (Macías *et al.* 1998).

A Sociedade Internacional de Alelopatia define alelopatia como “A ciência que estuda qualquer processo envolvendo essencialmente os metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (Macias *et al.* 2000).

Historicamente, investigações alelopáticas são iniciadas a partir de observações de campo, as quais sugerem uma modificação no padrão de vegetação (Einhellig 2002). Esse mecanismo de dominância pode ser visualizado em algumas pteridófitas que crescem formando associações quase que puras onde poucas espécies coexistem (Gleissman & Muller 1972). Nestes locais espécies associadas parecem ser severamente inibidas e, muitas vezes, excluídas dos “stands” de samambaias.

A aparente exclusão de outras espécies desses “stands” pode estar relacionada à liberação de compostos do metabolismo secundário dessas plantas para o solo. Como exemplo de samambaias que possuem esse mecanismo destacam-se *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Gliessman & Muller 1978) e as Gleicheniaceae: *Gleichenia pectinata* (Willd.) (Peres *et al.* 1998) e *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw (Tet-Vun & Ismail 2006).

Dicranopteris linearis é uma das samambaias mais amplamente distribuída por todas as partes úmidas dos trópicos do Velho Mundo e subtropicais. É intolerante à sombra e possui a capacidade de formar moitas densas com mais de três metros de altura em locais onde existem clareiras e solo

oligotrófico (Russel *et al.* 1998). Esses mesmos autores verificaram em seu trabalho que após três anos da remoção de *D. linearis*, 40% da área continuava sem nenhuma cobertura vegetal.

Essa espécie igualmente reduz a existência de outros vegetais em sua proximidade. Tet-Vun & Ismail (2006) em trabalho com solo contaminado por *D. linearis*, verificaram que a única diferença entre esses e o solo testemunha foi o conteúdo de fenóis totais.

Estudos químicos com *Gleicheniaceae* revelaram o isolamento dos flavonóides quercetina e kaempferol (Wallace & Markham 1978) além de diterpenóides (6S, 13S)-clerodano-3,14-diene-6,13-diol e diterpenóides glicosilados como (6S,13S)-6-O-[β -D-Glu-(1 \rightarrow 4)- α -L-Rha]-13-O-[α -L-Rha-(1 \rightarrow 4)- β -D-Fuc]-clerodano 3,14-diene; (6S,13S)-6-O-[β -Glu]-13-O-[β -Fuc-(1 \rightarrow 2)- α -Rha]-clerodano-3,14-diene (Aoki *et al.* 1997); 13-O-rhamnopiranosil-(+)-3 β -hidroximanol (Munesada *et al.* 1992). Aoki *et al.* (1997) e Munesada *et al.* (1992) verificaram que terpenóides isolados de *Gleicheniaceae* possuem potencial alelopático sobre alface.

Dicranopteris flexuosa (Schrad.) Underw. (*Gleicheniaceae*) apresenta ampla distribuição por toda a América Tropical, devendo provavelmente ocorrer em todos os estados do Brasil, crescendo de modo geral em locais abertos com solo úmido e pobre e, predominantemente ocorrendo em densas formações (Windish 1994). Estudos preliminares dos extratos aquosos desta espécie indicaram seu elevado potencial alelopático (Soares & Vieira 2000).

Neste trabalho teve-se como objetivo avaliar o potencial de atividade alelopática do extrato etanólico bruto e das frações semipurificadas de *D. flexuosa* por meio de bioensaios de germinação e crescimento inicial de alface, *Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids (*Asteraceae*) e tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. cv Santa Clara (*Solanaceae*), eudicotiledôneas; e cebola, *Allium cepa* L. cv. Baia periforme (*Liliaceae*) e trigo, *Triticum aestivum* L. cv RRS-220 (*Poaceae*) monocotiledôneas; em laboratório e do extrato etanólico bruto desta espécie em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Dicranopteris flexuosa foi coletada num fragmento de cerrado na Fazenda Curupi, município de Ponta Porã/MS, tendo por coordenadas geográficas 22° 01' 30,2" –22° 01' 41,1" S e 55° 39' 11,8" – 55° 39' 26,2" W, a 62 m de altitude, na rodovia estadual que liga os distritos de Itahum ao município Cabeceira do Apa, em 2001. A espécie foi determinada pela Bióloga Prof. Leila Paes Clemente, UFMS/CPDO, depositada no Herbário da UFMS, Campo Grande/MS, sob seguintes número: *número de tombo*.

Após a coleta, o material vegetal foi reduzido a pequenos fragmentos. Posteriormente, *D. flexuosa* foi submetida à extração através de maceração com etanol (m/v, 1:2). Após sete dias, foi feita a filtragem e os materiais sólidos descartados, sendo o solvente evaporado sob vácuo em evaporador rotativo, para a obtenção do extrato etanólico bruto (EEB) de *D. flexuosa*.

As frações foram obtidas por partição líquido-líquido com solventes de diversos graus de polaridade (hexano e acetato de etila), obtendo-se as frações: hexânica (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA).

Bioensaios de germinação e crescimento foram realizados com eudicotiledôneas: alface (*L. sativa* L. cv. Grand rapids) e tomate (*L. esculentum* Mill cv. Santa Clara), e com monocotiledôneas: cebola (*A. cepa* L. cv. Baia Periforme) e trigo (*T. aestivum* L. cv. RRS 220).

O EEB e as frações semipurificadas (FH, FAE, FEA) de *D. flexuosa* foram pesados em balança analítica levando-se em conta o teor de umidade e dissolvidas em DMSO (Dimetilsulfóxido) a 0,1% (Dayan 2000) obtendo-se assim a solução estoque de 1000 mg.L⁻¹; as concentrações de 500 e 250 mg.L⁻¹ foram obtidas por diluição. As soluções foram tamponadas com solução de MES (Ácido 2-morfolinoetanosulfônico) a 10 mM, e o pH foi ajustado para 6,0 (Macias *et al.* 2000) com solução de KOH 0,1N usando-se pHmetro (Digimed DM2).

Foram realizados bioensaios de germinação e crescimento inicial com herbicidas comerciais (Macias *et al.* 2000). 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.* 2000). Para os bioensaios com herbicidas foram aplicados procedimentos similares aos descritos para o extrato e frações de *D. flexuosa*.

Foram realizados testes preliminares de cromatografia em camada delgada (CCD) em placas cromatográficas AL TLC silicagel 60 (Merk), a fim de detectar a presença de terpenóides, derivados fenólicos e alcalóides no extrato etanólico bruto e nas frações semipurificadas. A revelação foi feita com reagentes indicadores tais como solução de vanilina/etanol- H_2SO_4 1,0% para terpenos, cloreto férrico 1,0% para derivados fenólicos e reagente de Dragendorff para alcalóides.

O teor de fenóis totais das frações foi determinado pelo método Folin-Ciocalteu (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 μ g de ácido gálico.

Para a determinação do teor de fenóis nas amostras do extrato e 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 (Na_2CO_3) 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 μ g. Para a determinação do teor de flavonóides nas amostras das frações, foram dissolvidos 8,0 mg do extrato

bruto e 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).

Para os bioensaios em laboratório, 5 mL das soluções testes foram colocadas em placas de Petri (9,0 cm de diâmetro) previamente autoclavadas contendo papel filtro Whatman n. 1 (Macias *et al.* 2000). Foram semeadas aleatoriamente sobre cada disco de papel filtro 50 diásporos das espécies-alvo, distribuídas aleatoriamente, com quatro repetições, conforme Brasil (1992). Como controle, procedimento similar foi utilizado, porém na ausência do extrato e frações.

As placas de Petri contendo os diásporos foram levadas a uma câmara de germinação (BOD – marca Eletrolab Modelo L.A), com condições de luz (160 W), umidade (\pm 80%) e temperatura constantes, adequadas a espécie alvo (Brasil 1992).

A porcentagem de plântulas germinadas foi calculada segundo metodologia descrita por Labouriau (1983) e o índice de velocidade de germinação (IVE) segundo Maguire (1962) citado por Ferreira (2004). Onde $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + GN/NN$. Em que: G1, G2 e GN representam o número de sementes normais germinadas até o enésimo dia. N1, N2 e NN representam o número de dias em que se avaliaram as germinações G1, G2 e GN.

A avaliação da germinação foi diária, tendo como critério a protrusão da raiz primária com 2 mm de comprimento. Três dias após a protrusão da raiz primária foi feita a medida do alongamento desta e do coleóptilo/hipocótilo (dez sementes por placa) utilizando papel milimetrado.

A metodologia adotada nos bioensaios em casa de vegetação foi semelhante àquela descrita por Barbosa *et al.* (2002). Uma solução-estoque do extrato etanólico bruto foi preparada na concentração

de 1000 mg.L⁻¹ levando-se em consideração o teor de água e dissolvido em solução nutritiva (Hoagland & Arnon 1950) e as soluções nas concentrações de 500 e 250 mg L⁻¹ foram preparadas por diluição.

As soluções foram tamponadas com solução de MES (Ácido 2-morfolinoetanosulfônico) a 10 mM, e o pH foi ajustado para 6,0 (Macias *et al.* 2000) com solução de KOH 0,1 N usando pHmetro (Digimed DM2). Como controle, foi preparada uma solução com a mesma composição, mas sem o EEB. Nesses bioensaios foram utilizadas as mesmas espécies alvo do bioensaio em laboratório: alface, tomate, cebola e trigo.

Antes da semeadura, cada vaso plástico de 0,10 dm³, recebeu 160 g de areia lavada, seca em estufa a 120 °C e peneirada em peneira número 4 (diam. 192 mm x 358 mm x 85 mm).

No dia da semeadura, cada vaso foi saturado com a solução contendo os respectivos tratamentos, até atingir 80% da capacidade de campo (Prates *et al.* 2000); cinco diásporos de cada planta-alvo foram colocadas em cada vaso numa profundidade de mais ou menos 1 cm. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação a ± 25°C, e foram irrigados diariamente com água destilada, baseando-se na perda de umidade dos vasos (Prates *et al.* 2000), e uma vez por semana, uma solução nutritiva completa (Hoagland & Arnon 1950) foi aplicada, ao invés de água destilada.

Todos os tratamentos foram replicados oito vezes. Nos bioensaios com herbicidas comerciais foi utilizada metodologia semelhante à empregada em laboratório, sendo que em casa de vegetação foi utilizada apenas a concentração de 10⁻² M de cada herbicida.

Diariamente, foi anotado o número de plântulas emersas em cada vaso, para cálculo do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a porcentagem de plântulas emersas. Decorrido 28 dias após a semeadura, as plantas foram colhidas, e em seguida retirada toda a areia das raízes com água.

Posteriormente, avaliou-se o comprimento (cm) da parte aérea e da raiz, sendo essas levadas para secagem em uma estufa a 60 °C até peso constante para a obtenção da massa seca, em gramas.

No presente trabalho foram desenvolvidos bioensaios com o EEB de *D. flexuosa* em quatro concentrações (0, 250, 500 e 1000 mg.L⁻¹), dispostos em blocos casualizados. Cada parcela constituiu-se de cinco diásporos para emergência e crescimento. A porcentagem de plântulas emersas foi calculada segundo metodologia descrita por Labouriau (1983) e o índice de velocidade de emergência (IVE) segundo Maguire (1962) citado por Ferreira (2004).

Os dados foram submetidos à análise estatística ANOVA (Análise de variância) com nível de significância $\alpha = 0,05$ quando os testes envolverem comparação de mais de duas médias e teste de Dunnet para a comparação múltipla de duas médias, ou seja, para verificar quais concentrações das frações e herbicidas aplicados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao controle.

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 $\alpha = 5\%$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

LABORATÓRIO

Bioensaios de germinação - Quanto ao efeito do extrato etanólico bruto (EEB) e das frações semipurificadas hexano (FH), acetato de etila (FAE) e etanol-água (FEA) (Tabela 1) sobre a germinabilidade de alface e tomate verificou-se que somente as sementes de alface submetidas à FH na concentração de 1000 mg.L⁻¹ apresentaram diferença ($p < 0,05$) em relação ao controle.

O processo global da germinação é constituído por três processos parciais: embebição, ativação e crescimento intra seminal. A dificuldade em estabelecer onde o processo começa e termina faz com que a determinação da germinação seja avaliada por um critério macroscópico: a protrusão da raiz primária (Ranal & Santana 2006).

Esse processo é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula porém, a quantificação experimental é muito mais simples, pois para cada semente o fenômeno é discreto, germina ou não germina (Ferreira & Áquila 2000). Como a germinabilidade é menos sensível aos aleloquímicos, muitas vezes o efeito é sobre outro parâmetro do processo (Ferreira 2004), como por exemplo a velocidade de germinação.

Segundo Maguire (1962), citado por Ranal & Santana (2006), o índice de velocidade de germinação (IVG) é usado para avaliar o vigor das sementes, pois a redução no vigor da semente causa perda progressiva na capacidade produtiva, com a redução na uniformidade da germinação (Piña-Rodriguez *et al.* 2004).

A “Association of Official Seed Analysts” (AOSA) define vigor de sementes como “a propriedade da semente que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições de campo” (Piña-Rodriguez *et al.* 2004).

O vigor é reconhecido como um parâmetro para a caracterização do potencial fisiológico das sementes, indicando a maior ou menor probabilidade de sucesso após a semeadura (Marcos-Filho 2005). Os testes mais simples para a determinação de vigor das sementes são os de velocidade de desenvolvimento, cujos resultados podem ser obtidos pela análise do processo de germinação, mais especificamente, pelo IVG.

Com relação ao IVG, neste trabalho, pode-se observar que as sementes de tomate tiveram sua germinação retardada quando submetidas ao EEB, FH e FAE em todas as concentrações ensaiadas (Tabela 1). Para alface, o efeito foi observado somente para as concentrações de 500 e 1000 mg.L⁻¹. A FEA não alterou o IVG dessas espécies em relação ao controle.

A análise dos resultados permite concluir que o EEB e as frações FH e FAE afetaram o IVG (atrasando a germinação), entretanto não causaram efeito na germinabilidade das espécies alvo

ensaiadas. A FH na maior concentração ensaiada atrasou a germinação de alface em 63,2% em relação ao controle.

Na Tabela 1 são apresentados os valores de germinabilidade e do IVG das sementes de cebola e trigo quando mantidas em meio contendo o extrato e frações de *D. flexuosa*. Para cebola, somente a FH nas maiores concentrações interferiu na velocidade de germinação. A percentagem final de germinação não foi diferente do controle em nenhum caso para essa espécie alvo.

Quanto ao trigo, houve redução no IVG em todas as concentrações do EEB, FH, FAE e FEA. Embora a germinabilidade seja menos sensível que os outros parâmetros analisados, nota-se que em trigo, ao contrário das outras espécies alvo utilizadas, houve inibição da germinação dos diásporos submetidos ao EEB e para a maior concentração das FAE e FEA.

Os resultados obtidos em laboratório mostram que o IVG da cebola não foi sensível ao EEB, FAE e FEA. Esta espécie teste só foi influenciada pela FH. A FEA só influenciou o IVG dos diásporos de trigo. Sendo assim, partindo do pressuposto de que sementes mais vigorosas germinarão mais rapidamente (Piña-Rodríguez *et al.* 2004) conclui-se que o EEB, FH e FAE interferem no vigor das sementes de alface, tomate e trigo atrasando a germinação dessas espécies, enquanto a FEA não interfere no vigor dessas espécies.

A germinabilidade das eudicotiledôneas não foi sensível aos tratamentos; para as monocotiledôneas somente o trigo foi sensível, com exceção da FH que não inibiu a germinação dos diásporos dessa espécie.

Bioensaios de crescimento inicial - Além dos testes de vigor (IVG), os testes biométricos (medida da raiz primária e hipocótilo/coleóptilo) são importantes na determinação de mudanças nas plântulas causadas pelas substâncias-teste (Piña-Rodríguez *et al.* 2004). Analisando-se os dados da Figura 1 constata-se que a FH estimulou o crescimento da raiz primária de alface e tomate em todas as concentrações ensaiadas.

Para as plântulas de alface submetidas às maiores concentrações do EEB e da FAE também foi observado o mesmo comportamento. As raízes de alface quando estimuladas pela FH mostravam-se mais delgadas e compridas, diferentemente das raízes do controle. Foi verificado que o crescimento das raízes de alface submetidas ao EEB, FH e FAE de *D. flexuosa* foi dose dependente, quanto maior a concentração maior o estímulo no crescimento da raiz.

O crescimento do hipocótilo de tomate foi alterado em todas as concentrações da FH e FAE. Nas plântulas submetidas a essas frações houve inibição do crescimento do hipocótilo quando comparado ao controle. Nenhum impacto significativo foi observado no crescimento do hipocótilo de alface.

Quanto ao crescimento inicial da raiz adventícia de trigo (Figura 2) observou-se que houve inibição do crescimento das plântulas submetidas à FH e FEA em todas as concentrações ensaiadas e para a maior concentração da FAE. Na raiz adventícia de trigo em meio contendo a FH, FAE e FEA foi observado mesmo comportamento. Além disso, foi verificado que o coleótilo de trigo submetido ao EEB, FH e a FEA demonstrou ser dose-dependente, onde quanto maior a concentração maior a inibição observada.

A raiz adventícia de cebola não apresentou diferença significativa em nenhuma situação ensaiada. Assim como a raiz adventícia de trigo, o coleótilo desta espécie também apresentou inibição quando submetido à FH e a FEA. Para cebola, as maiores concentrações da FH e a maior concentração do EEB inibiram o crescimento do coleótilo.

A interferência no crescimento da plântula é reflexo do metabolismo (Ranal 2006). As alterações nas plântulas submetidas às substâncias ensaiadas podem resultar de efeitos na permeabilidade da membrana, transcrição e tradução do DNA, funcionamento dos mensageiros secundários, da respiração, por seqüestro de oxigênio, mudança na conformação de enzimas, ou ainda, da combinação desses fatores (Ferreira 2004).

Corroborando com os resultados aqui apresentados, Jacobi & Fleck (2000) observaram inibição do crescimento das raízes de trigo submetidas à escopoletina, uma cumarina exsudada de raízes de *Avena* spp (aveia). Também foi verificado por Peres *et al.* (2004) que *Adiantopsis radiata* (L.) Fée, *Adiantum serratodentatum* Humb. & Bonpl. ex Willd. e *Pteris denticulata* Sw. (Pteridaceae) inibem tanto o crescimento da raiz primária quanto do coleóptilo das plântulas de cebola.

Nos ensaios realizados com herbicidas comerciais foi verificado resultado semelhante ao dos tratamentos utilizados (Tabela 2 e Figura 3). Em alface, o herbicida Atrazina (misto) em todas as concentrações ensaiadas, e o herbicida Basagran (pós-emergente) na concentração 10^{-3} M apresentaram resultados semelhantes ao extrato e frações de *D. flexuosa* estimulando o crescimento da raiz primária. O estímulo máximo (137%) foi observado nas plântulas de alface submetidas ao Basagran. Para a espécie alvo tomate não foram encontradas semelhanças com os herbicidas comerciais utilizados.

Em monocotiledôneas (cebola e trigo), os efeitos dos herbicidas Glifosato (pós-emergente) na concentração de 10^{-2} M e Gesagard (pré-emergente) na concentração de 10^{-2} M e 10^{-3} M apresentaram comportamento semelhante ao extrato e frações vegetais utilizados. Para cebola, houve inibição do coleóptilo e em trigo houve inibição do crescimento tanto do coleóptilo quanto da raiz adventícia.

CASA DE VEGETAÇÃO

Bioensaios de emergência e crescimento de eudicotiledôneas *Lactuca sativa* L. (alface) e *Lycopersicon esculentum* L. (tomate) - Analisando-se os dados de crescimento de raiz das eudicotiledôneas (Figura 4) verificou-se que o EEB de *D. flexuosa* estimulou significativamente o crescimento da raiz de tomate em todas as concentrações ensaiadas.

O crescimento da raiz de alface não foi influenciado. Geralmente as raízes são mais sensíveis à aleloquímicos do que a parte aérea, mesmo em concentrações muito baixas, pois são mais expostas às substâncias ensaiadas presentes no substrato (Miró *et al* 1998).

A determinação da biomassa seca indicou um incremento na parte aérea de alface de 104% aproximadamente, na concentração de 250 mg.L⁻¹ (Tabela 3). A alocação de biomassa entre os vários órgãos do vegetal pode ocorrer em resposta a condições ambientais (Ninkovic 2003).

Assim como nesse trabalho, Santos (2002) observou que houve aumento na biomassa seca no caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.) quando em contato com o extrato de casca de café (*Coffea arabica* L.). Já foram isolados derivados fenólicos em plantas de café, assim como em samambaias, podendo esses derivados serem os responsáveis por sua atividade biológica, uma vez que eles são reportados na literatura com potencialidade alelopática.

Considerando as duas eudicotiledôneas ensaiadas, alface e tomate, e os parâmetros porcentagem final de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), número de folhas, crescimento da parte aérea e biomassa seca da raiz conclui-se que não diferiram significativamente do controle (Tabela 3).

Bioensaios de germinação e crescimento de monocotiledôneas *Allium cepa* L. (cebola) e *Triticum aestivum* L. (trigo) - Dentre as monocotiledôneas o trigo mostrou-se mais sensível aos tratamentos. O crescimento da raiz foi inibido pelo EEB ($p < 0,05$) nas concentrações de 500 e 1000 mg.L⁻¹ (Figura 3). Em trigo (Tabela 4) também foi observada a redução do número de folhas na concentração de 1000 mg.L⁻¹, entretanto a massa seca da parte aérea foi estimulada significativamente na menor concentração ensaiada.

Embora tenha ocorrido a redução do número de folhas essas podem ter aumentado em superfície, o que explicaria o aumento da massa seca. Os demais parâmetros avaliados não demonstraram diferenças significativas. O EEB de *D. flexuosa* não afetou a emergência de trigo assim como o extrato de *Leucaena leucocephala* Lam. de Witt obtido com água fria não afetou a germinação e o crescimento de plantas de milho, ambas Poaceae (Prates *et al.* 2000).

Nas plântulas de cebola (Figura 4) houve inibição significativa da raiz em 30% na maior concentração ensaiada. Os outros parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram obtidos com frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) incorporados ao solo, que também não afetaram a emergência de milho (Miró 1998). Ao contrário, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn em experimentos em casa de vegetação reduziu a emergência de *Rubus parviflorus* Nutt., *R. spectabilis* Pursh e *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco, mas não o crescimento do vegetal (Stewart 1975).

No presente trabalho, comparações com o controle sugerem que o EEB de *D. flexuosa* afeta o crescimento da raiz de tomate, cebola e trigo, mas não afeta a percentagem de emergência e o IVE de nenhuma das espécies ensaiadas.

Nos ensaios realizados em casa de vegetação com herbicidas comerciais verificaram-se resultados pouco semelhantes aos dos tratamentos utilizados (Tabela 3 e 4). As raízes de cebola e trigo foram inibidas tanto pelos herbicidas quanto pelo EEB, embora os herbicidas tenham apresentado resultados mais acentuados.

Os herbicidas comerciais utilizados são compostos de natureza química e fisiológica conhecida, já o EEB apresenta uma mistura de classes químicas sendo desconhecida qual(is) a(s) substância(s) que provoca(m) o efeito alelopático e como ela(s) atua(m) na espécie alvo.

Além disso, a concentração do composto ativo no herbicida é superior à concentração da(s) potencial(is) substância(s) alelopática(s) contida(s) no extrato e frações.

Os efeitos alelopáticos sob condições de casa de vegetação são, geralmente, muito menores do que o impacto gerado em ensaios conduzidos em laboratório. As diferenças observadas entre situações de laboratório e casa de vegetação ocorrem porque, na manifestação da alelopatia, a substância liberada pode, a exemplo dos herbicidas, estar sujeita a processos de retenção e transporte.

Apesar disso, semelhanças entre os resultados obtidos em laboratório e em casa de vegetação foram observadas. O crescimento da raiz primária de trigo tanto em laboratório quanto em casa de vegetação sofreu interferência do EEB, havendo inibição do crescimento na maior concentração ensaiada.

Alface e tomate, em laboratório e casa de vegetação não sofreram alterações no comprimento da parte aérea. Foi observado também que a raiz sofreu maior influência das substâncias ensaiadas do que os outros parâmetros analisados.

ANÁLISE QUÍMICA

Resultados de cromatografia em camada delgada (CCD) do EEB e das frações semipurificadas de *D. flexuosa* sugerem a presença de terpenos no EEB e na FH, presença de compostos fenólicos tanto no EEB quanto na FAE e ausência de alcalóides tanto no EEB quanto nas frações. A presença de terpenos no EEB e na FH corrobora com Aoki *et al.* (1997) e Munesada *et al.* (1992) que isolaram terpenos de *Gleichenia pectinata*, *Dicranopteris linearis* e *D. pedata* (Gleicheniaceae) os quais apresentaram potencial alelopático para alface.

Nos testes realizados para a determinação de fenóis totais chegou-se a valores de 78 µg de equivalentes de ácido gálico por miligrama de EEB. Dentre as frações, a que apresentou maior valor foi a FAE (180 µg de equivalente ácido gálico.mg⁻¹), seguida da FH (41 µg de equivalentes ácido gálico.mg⁻¹) e FEA (34 µg de equivalentes ácido gálico.mg⁻¹).

Para a determinação do conteúdo de flavonóides o EEB apresentou 37 µg de equivalentes de quercetina.mg⁻¹. As FH, FAE e FEA apresentaram, respectivamente, valores de 38, 38 e 17 µg de equivalentes de quercetina.mg⁻¹.

Compostos fenólicos como ácido ferúlico, p-cumárico, p-hidroxibenzóico e vanílico são produtos do metabolismo secundário isolados de *Pteridium aquilinum* com atividade alelopática já reportada na literatura (Cooper-Driver 1980). Em milho, compostos fenólicos são produzidos nas folhas, raízes e pólen e apresentam efeitos negativos em outros vegetais (Santos 2003).

A distribuição de flavonóides dentro das plantas vasculares sem sementes segue um padrão similar às angiospermas. Os filos basais Psilotophyta e Lycophyta são caracterizados pela presença de flavonas e biflavonas e a total ausência de proantocianidinas e flavonóis.

Segundo Swain (1979) citado por Cooper-Driver (1980) um notável avanço na evolução dos flavonóides, em ambas e Sphenophyta e Pteridophyta, foi a oxidação da posição 3 levando à síntese de flavonóis e proantocianidinas. Isso foi de fundamental importância no desenvolvimento e sucesso de plantas vasculares “primitivas”, desde que ambas as classes de compostos são relatadas com capacidade protetora contra herbívoros e patógenos (Cooper-Driver 1980).

Segundo Gottlieb (1987) os taninos condensados estão presentes em 92% dos gêneros de samambaias examinados, além de metilenobisfloroglucinóis, indanonas sesquiterpenodais e ecdisonas triterpenodais, que são substâncias do metabolismo secundário utilizadas para proteção contra predadores e patógenos.

O potencial alelopático de *Dicranopteris flexuosa* foi evidenciado no presente trabalho pela redução da velocidade e/ou inibição da germinação das sementes alvo ensaiadas, bem como por modificações no crescimento, tais como estímulo e/ou inibição do crescimento radicular e inibição do crescimento do hipocótilo/coleótilo.

Com base nos resultados descritos, é provável que as substâncias do metabolismo secundário de *Dicranopteris flexuosa* podem estar relacionadas à sua capacidade em inibir espécies vegetais e dominar ambientes degradados, oferecendo possibilidade de descoberta de novos herbicidas derivados de fitotoxinas vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOKI, T., OHRO, T., HIRAGA, Y., SUGA, T., UNO, M. & OHTA, S. 1997. Biologically active clerodane-type diterpene glycosides from the root-stalks of *Dicranopteris pedata*. *Phytochemistry* 46:839-844.
- BARBOSA, L.C.A, MALTHA, C.R.A & BORGES, E.E.L. 2002. Síntese e avaliação da atividade fitotóxica de lactonas derivadas de 2,4-dimetil-8-oxabicyclo [3.2.1]- oct-6-em-3-ona. *Química Nova* 25:203-208.
- BRASIL. 1992. Ministério da agricultura e reforma agrária. Regras para análise se sementes. SNDA/DNDU/CLU. Brasília, 365p.
- COOPER-DRIVER, G. 1980. The role of flavonoids and related compounds in fern systematics. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 107:116-127.
- DAYAN, F.E., ROMAGNI, J.G. & DUKE, S.O. 2000. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. *Journal of Chemical Ecology* 26:2079-2093.
- DURIGAN, 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 *In Allelopathy: From molecules to ecosystems* (M.J. Reigosa; N. Pedrol, eds.), Science Publishers Inc., Plymouth. p. 1-23.
- FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia, uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12(edição especial):175-204.
- FERREIRA, A.G. 2004. Interferência: competição e alelopatia. *In Germinação: do básico ao aplicado* (A.G. Ferreira; F. Borghetti, eds.). Ed. Artmed. Porto Alegre, p.251-262.
- GLIESSMAN, S.R. & MULLER, C.H. 1972. The phytotoxic potential of bracken (*Pteridium aquilinum* L.). *Madroño* 21:299-304.

GLIESSMAN, S.R. & MÜLLER, C.H. 1978. The allelopathic mechanisms of dominance in bracken *Pteridium aquilinum* Southern California. *Journal of Chemical Ecology* 4:337-362.

GOTTLIEB, O.R. 1987. Evolução química vegetal. *Ciência e Cultura* 39:357-360.

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station. Berkeley, 32p.

JACOBI, U.S. & FLECK, N.G. 2000. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35:11-19.

LABOURIAU, L.G. 1983. A germinação das sementes. Secretaria Geral da O.E.A. Washington, 173p.

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.

MACIAS, F.A., GALLINDO, J.C.G. & MOLINILLO, J.M.G. 2000. Plant biocommunicators: application of allelopathic studies. *In 2000 years of natural products research - past, present and future.* (J.C. Luijendijk, ed.). Leiden: Phytoconsult, p.137-161.

MACIAS, F.A., VARELA, R.M., TORRES, A., OLIVA, R.M. & MOLINILLO, J.M.G. 1998. Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity. *Phytochemistry* 48:631-636.

MARCOS FILHO, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Fealq, Piracicaba. 495p.

MIRÓ, C.P., FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33:1261-1270.

MUNESADA, K., SIDDIQUI, H.L. & SUGA, T. 1992. Biologically active labdane-type diterpene glycosides from the root-stalks of *Gleichenia japonica*. *Phytochemistry* 31:1533-1536.

NINKOVIC, V. 2003. Volatile communication between barley plants affects biomass allocation. *Journal of Experimental Botany* 54:1931-1939.

PERES, M.T.L.P., SILVA, L.B., FACCENDA, O & HESS, S. 2004. Allelopathic potential of species of Pteridaceae (Pteridophyta). *Acta Botanica Brasílica*, 18:723-730.

PERES, M.T.L.P., PIZZOLATTI, M.G., QUEIROZ, M.H. & YUNES, R.A. 1998. Potencial de atividade alelopática de *Gleichenia pectinata* Willd (Pr.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33:131-137.

PIÑA-RODRIGUEZ, F.C.M., FIGLIOLIA, M.B. & PEIXOTO, M.C. 2004. Testes de Qualidade. *In* Germinação: do básico ao aplicado (A.G. Ferreira; F. Borghetti, eds.). Ed. Artmed. Porto Alegre, p.251-262.

PRATES, H.T.; PAES, J.M.V., PIRES; N. M., PEREIRA-FILHO, I. A., OLIVEIRA-JÚNIOR, R. S. & FARIA T. C. L. 2000. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. *Pesquisa agropecuária brasileira* 35:909-914.

RANAL, M. 2006. Medidas de germinação para avaliar interações alelopáticas. *In* Os avanços da botânica no início do século XXI (J.E.A. Mariath, R.P. Santos, eds.). Sociedade Botânica do Brasil. Porto Alegre, 749 p.

RANAL, M.A. & SANTANA, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica* 29:1-11.

RUSSEL, A.E., RAICH, J.W. & VITOUSEK, P.M. 1998. The ecology of climbing fern *Dicranopteris linearis* on windward Mauna Loa, Hawaii. *Journal of Ecology* 86:765-779.

SANTOS, J.C.F., SOUZA, I.F., MENDES, A.N.G., MORAIS, A.R., CONCEIÇÃO, H.E.O. & MARINHO, J.T.S. 2002. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37:783-790.

SANTOS, C.C., SOUZA, I.F. & ALVES, L.W.R. 2003. Efeitos de restos culturais de milho sobre crescimento de plantas de cafeeiro. *Ciência Agrotecnológica* 27:991-1001.

SOARES, G.L.G. & VIEIRA, T.R. 2000. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. "Grand rapids") por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. *Floresta e Ambiente* 7:180-184.

STEWART, R.E. 1975. Allelopathic potential of western braken. *Journal of Chemical Ecology* 1:161-169.

TET-VUN, C. & ISMAIL, B.S. 2006. Field evidence of allelopathic properties of *Dicranopteris linearis*. *Weed Biology and Management* 6:59-67.

WALLACE, J.W. & MARKHAM, K.R. 1978. Flavonoids of the primitives ferns: *Stromatopteris*, *Schizaea*, *Gleichenia*, *Hymenophyllum* and *Cardiomanes*. *American Journal of Botany* 65:965-969.

WINDISCH, P.G. 1994. Pteridófitas do Estado de Mato Grosso: Gleicheniaceae. *Bradea* 6:304-311.

TABELA 1

Tabela 1. Efeito do extrato etanólico bruto (EEB), frações semipurificadas de *Dicranopteris flexuosa* no índice de velocidade de germinação (IVG) e na germinabilidade de alface, tomate, cebola e trigo em laboratório.

| ALFACE | | Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | |
|-------------------------|-----------------|---|------------------------------|-------------------------------|--|
| | controle | 250 mg.L⁻¹ | 500 mg.L⁻¹ | 1000 mg.L⁻¹ | |
| Extrato Etanólico Bruto | 33,7±1,68 | 32,3 ^{ns} ± 2,53 | 25,3* ± 0,71 | 26,3* ± 0,44 | |
| Fração Hexano | 33,7±1,68 | 31,6 ^{ns} ± 2,51 | 20,1* ± 3,16 | 12,4* ± 2,45 | |
| Fração Acetato de Etila | 33,7±1,68 | 35,4 ^{ns} ± 1,32 | 25,3* ± 2,50 | 28,0* ± 0,79 | |
| Fração Etanol Água | 33,7±1,68 | 36,1 ^{ns} ± 1,31 | 34,9 ^{ns} ± 1,11 | 35,5 ^{ns} ± 1,07 | |
| | | Germinabilidade (%) | | | |
| Extrato Etanólico Bruto | 99,5 ± 1,00 | 99,5 ^{ns} ± 1,00 | 99,0 ^{ns} ± 1,15 | 98,5 ^{ns} ± 1,91 | |
| Fração Hexano | 99,5 ± 1,00 | 98,5 ^{ns} ± 3,00 | 94,5 ^{ns} ± 2,52 | 84,0* ± 8,16 | |
| Fração Acetato de Etila | 99,5 ± 1,00 | 98,5 ^{ns} ± 1,91 | 89,0 ^{ns} ± 9,31 | 97,5 ^{ns} ± 1,91 | |
| Fração Etanol Água | 99,5 ± 1,00 | 98,5 ^{ns} ± 3,00 | 99,0 ^{ns} ± 1,15 | 97,5 ^{ns} ± 1,91 | |
| TOMATE | | Índice de velocidade de germinação(IVG) | | | |
| | Controle | 250 mg.L⁻¹ | 500 mg.L⁻¹ | 1000 mg.L⁻¹ | |
| Extrato Etanólico Bruto | 15,2 ± 0,75 | 13,5* ± 0,67 | 14,1* ± 0,27 | 12,8* ± 1,01 | |
| Fração Hexano | 15,2 ± 0,75 | 13,7* ± 0,48 | 13,2* ± 0,40 | 11,6* ± 0,92 | |
| Fração Acetato de Etila | 15,2 ± 0,75 | 13,3* ± 0,69 | 13,7* ± 0,76 | 12,8* ± 0,59 | |
| Fração Etanol Água | 15,2 ± 0,75 | 15,0 ^{ns} ± 1,26 | 14,1 ^{ns} ± 0,53 | 14,2 ^{ns} ± 0,50 | |
| | | Germinabilidade (%) | | | |
| Extrato Etanólico Bruto | 90,5 ± 4,40 | 88,5 ^{ns} ± 3,04 | 92,5 ^{ns} ± 1,90 | 76,5 ^{ns} ± 7,55 | |
| Fração Hexano | 90,5 ± 4,40 | 93,5 ^{ns} ± 4,10 | 92,5 ^{ns} ± 1,90 | 90,0 ^{ns} ± 4,90 | |
| Fração Acetato de Etila | 90,5 ± 4,40 | 89,5 ^{ns} ± 3,78 | 94,0 ^{ns} ± 4,32 | 93,0 ^{ns} ± 3,82 | |
| Fração Etanol Água | 90,5 ± 4,40 | 94,5 ^{ns} ± 3,40 | 91,0 ^{ns} ± 5,30 | 88,0 ^{ns} ± 1,60 | |
| CEBOLA | | Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | |
| | Controle | 250 mg.L⁻¹ | 500 mg.L⁻¹ | 1000 mg.L⁻¹ | |
| Extrato Etanólico Bruto | 7,9 ± 7,11 | 7,8 ^{ns} ± 0,45 | 7,4 ^{ns} ± 0,56 | 7,0 ^{ns} ± 0,89 | |
| Fração Hexano | 7,9 ± 7,11 | 7,5 ^{ns} ± 0,59 | 6,2* ± 0,77 | 6,1* ± 0,56 | |
| Fração Acetato de Etila | 7,9 ± 7,11 | 7,5 ^{ns} ± 0,52 | 7,3 ^{ns} ± 1,01 | 6,9 ^{ns} ± 0,74 | |
| Fração Etanol Água | 7,9 ± 7,11 | 7,8 ^{ns} ± 0,82 | 7,5 ^{ns} ± 1,25 | 7,1 ^{ns} ± 0,63 | |
| | | Germinabilidade (%) | | | |
| Extrato Etanólico Bruto | 88,0 ± 9,09 | 83,5 ^{ns} ± 4,43 | 80,0 ^{ns} ± 2,82 | 76,5 ^{ns} ± 7,55 | |
| Fração Hexano | 88,0 ± 9,09 | 90,0 ^{ns} ± 5,41 | 77,0 ^{ns} ± 4,76 | 76,5 ^{ns} ± 6,80 | |
| Fração Acetato de Etila | 88,0 ± 9,09 | 84,0 ^{ns} ± 4,61 | 83,0 ^{ns} ± 7,57 | 78,5 ^{ns} ± 4,72 | |
| Fração Etanol Água | 88,0 ± 9,09 | 89,0 ^{ns} ± 2,58 | 80,5 ^{ns} ± 1,91 | 77,5 ^{ns} ± 4,12 | |
| TRIGO | | Índice de velocidade de germinação(IVG) | | | |
| | Controle | 250 mg.L⁻¹ | 500 mg.L⁻¹ | 1000 mg.L⁻¹ | |
| Extrato Etanólico Bruto | 13,9 ± 0,52 | 11,6* ± 0,73 | 11,4* ± 1,57 | 10,4* ± 0,26 | |
| Fração Hexano | 13,9 ± 0,52 | 11,6* ± 1,08 | 10,8* ± 0,27 | 10,9* ± 0,68 | |
| Fração Acetato de Etila | 13,9 ± 0,52 | 11,8* ± 0,92 | 11,4* ± 1,42 | 10,1* ± 0,98 | |
| Fração Etanol Água | 13,9 ± 0,52 | 12,1* ± 0,20 | 12,1* ± 0,20 | 11,1* ± 0,10 | |
| | | Germinabilidade (%) | | | |
| Extrato Etanólico Bruto | 81,0 ± 2,58 | 71,0* ± 2,00 | 70,5* ± 10,50 | 69,5* ± 1,00 | |
| Fração Hexano | 81,0 ± 2,58 | 74,5 ^{ns} ± 4,43 | 73,5 ^{ns} ± 3,00 | 75,0 ^{ns} ± 5,77 | |
| Fração Acetato de Etila | 81,0 ± 2,58 | 74,5 ^{ns} ± 3,42 | 76,5 ^{ns} ± 8,06 | 66,5* ± 7,55 | |
| Fração Etanol Água | 81,0 ± 2,58 | 80,0 ^{ns} ± 2,83 | 76,0 ^{ns} ± 4,32 | 69,0* ± 2,00 | |

Cont.

*A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett. ^{ns}A média do tratamento não difere significativamente da média do controle; $p > 0,05$. ¹Média \pm Desvio padrão.

TABELA 2

Tabela 2. Efeito dos herbicidas comerciais no índice de velocidade de germinação (IVG) e na germinabilidade (%) de alface, tomate, cebola e trigo em laboratório.

| ALFACE | | | | |
|---|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | | |
| | Controle | 10⁻² M | 10⁻³ M | 10⁻⁴ M |
| Glifosato | 45,85 ± 1,51 | 41,13* ± 2,53 | 46,80 ^{ns} ± 0,96 | 46,93 ^{ns} ± 0,68 |
| Basagran | 45,85 ± 1,51 | 4,60* ± 1,08 | 42,31 ^{ns} ± 3,02 | 45,50 ^{ns} ± 2,61 |
| Atrazina | 45,85 ± 1,51 | 43,92 ^{ns} ± 1,04 | 40,94 ^{ns} ± 5,40 | 44,55 ^{ns} ± 1,63 |
| Germinabilidade (%)¹ | | | | |
| Glifosato | 98,0 ± 2,8 | 97,5 ^{ns} ± 3,0 | 100,0 ^{ns} ± 0,0 | 100,0 ^{ns} ± 0,0 |
| Basagran | 98,0 ± 2,8 | 43,5* ± 11,4 | 97,0 ^{ns} ± 6,0 | 99,5 ^{ns} ± 1,0 |
| Atrazina | 98,0 ± 2,8 | 98,0 ^{ns} ± 1,6 | 97,5 ^{ns} ± 1,9 | 98,5 ^{ns} ± 1,9 |
| TOMATE | | | | |
| Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | | |
| | Controle | 10⁻² M | 10⁻³ M | 10⁻⁴ M |
| Glifosato | 14,24 ± 0,93 | 14,95 ^{ns} ± 0,71 | 14,38 ^{ns} ± 0,98 | 15,07 ^{ns} ± 0,81 |
| Basagran | 14,24 ± 0,93 | 5,20* ± 0,90 | 10,68* ± 0,85 | 10,50* ± 1,37 |
| Atrazina | 14,24 ± 0,93 | 10,51* ± 1,04 | 10,44* ± 0,92 | 9,84* ± 0,77 |
| Germinabilidade (%)¹ | | | | |
| Glifosato | 88,5 ± 5,0 | 96,5 ^{ns} ± 3,4 | 89,0 ^{ns} ± 7,0 | 92,0 ^{ns} ± 3,7 |
| Basagran | 88,5 ± 5,0 | 59,0* ± 7,4 | 92,0 ^{ns} ± 6,7 | 88,0 ^{ns} ± 9,7 |
| Atrazina | 88,5 ± 5,0 | 91,0 ^{ns} ± 10,1 | 89,5 ^{ns} ± 6,8 | 83,5 ^{ns} ± 6,6 |
| CEBOLA | | | | |
| Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | | |
| | controle | 10⁻² M | 10⁻³ M | 10⁻⁴ M |
| Glifosato | 5,99 ± 0,72 | 4,85 ^{ns} ± 0,79 | 6,17 ^{ns} ± 0,84 | 6,58 ^{ns} ± 0,98 |
| Gesagard | 5,99 ± 0,72 | 4,83 ^{ns} ± 1,05 | 6,13 ^{ns} ± 0,84 | 7,48* ± 0,35 |
| Poast | 5,99 ± 0,72 | 0,25* ± 0,20 | 5,65 ^{ns} ± 0,42 | 7,04* ± 0,34 |
| Germinabilidade (%) | | | | |
| Glifosato | 66,5 ± 5,70 | 27,3* ± 3,30 | 33,3* ± 4,30 | 34,8* ± 5,40 |
| Gesagard | 66,5 ± 5,70 | 57,5 ^{ns} ± 12,60 | 68,5 ^{ns} ± 4,40 | 79,5 ^{ns} ± 3,40 |
| Poast | 66,5 ± 5,70 | 3,0* ± 2,60 | 61,0 ^{ns} ± 3,80 | 72,0 ^{ns} ± 5,90 |
| TRIGO | | | | |
| Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | | |
| | Controle | 10⁻² M | 10⁻³ M | 10⁻⁴ M |
| Glifosato | 9,35 ± 0,72 | 2,49* ± 0,66 | 7,74* ± 0,77 | 9,66 ^{ns} ± 0,72 |
| Gesagard | 9,35 ± 0,72 | 8,33 ^{ns} ± 0,89 | 8,64 ^{ns} ± 1,24 | 9,55 ^{ns} ± 0,59 |
| Poast | 9,35 ± 0,72 | 3,01* ± 0,91 | 9,78 ^{ns} ± 1,03 | 10,47 ^{ns} ± 0,55 |
| Germinabilidade (%) | | | | |
| Glifosato | 65,5 ± 5,0 | 27,0* ± 8,10 | 56,5 ^{ns} ± 7,20 | 64,0 ^{ns} ± 4,30 |
| Gesagard | 65,5 ± 5,0 | 65,0 ^{ns} ± 7,40 | 62,5 ^{ns} ± 10,60 | 68,5 ^{ns} ± 5,30 |
| Poast | 65,5 ± 5,0 | 31,0* ± 7,70 | 67,5 ^{ns} ± 5,00 | 71,0 ^{ns} ± 6,20 |

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

TABELA 3

Tabela 3. Efeito do extrato etanólico bruto de *Dicranopteris flexuosa* e dos herbicidas comerciais na emergência e no crescimento de alface e de tomate em casa de vegetação.

| ALFACE | Controle | 250 mg.L ⁻¹ | 500 mg.L ⁻¹ | 1.000 mg.L ⁻¹ |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Emergência % | 55,0 ± 9,26 | 55,0 ^{ns} ± 23,30 | 40,0 ^{ns} ± 23,90 | 45,0 ^{ns} ± 29,76 |
| IVE | 0,37 ± 0,065 | 0,34 ^{ns} ± 0,148 | 0,23 ^{ns} ± 0,152 | 0,23 ^{ns} ± 0,166 |
| Altura da planta (cm) | 1,79 ± 0,40 | 2,03 ^{ns} ± 0,39 | 1,80 ^{ns} ± 0,75 | 1,43 ^{ns} ± 0,64 |
| Número de folhas | 3,68 ± 0,66 | 4,13 ^{ns} ± 0,59 | 3,86 ^{ns} ± 0,47 | 3,93 ^{ns} ± 0,40 |
| Peso seco/parte aérea (g) | 0,0044 ± 0,0016 | 0,0090 * ± 0,0042 | 0,0040 ns ± 0,0026 | 0,0043 ns ± 0,0027 |
| Peso seco/ raiz (g) | 0,0026 ± 0,0016 | 0,0038 ^{ns} ± 0,0033 | 0,0043 ^{ns} ± 0,0045 | 0,0018 ^{ns} ± 0,0025 |
| TOMATE | Controle | 250 mg.L ⁻¹ | 500 mg.L ⁻¹ | 1000 mg.L ⁻¹ |
| Emergência % | 67,5 ± 21,2 | 67,5 ^{ns} ± 21,2 | 60,0 ^{ns} ± 18,5 | 45,0 ^{ns} ± 23,3 |
| IVE | 0,28 ± 0,078 | 0,31 ^{ns} ± 0,097 | 0,27 ^{ns} ± 0,079 | 0,21 ^{ns} ± 0,096 |
| Altura da planta (cm) | 6,41 ± 2,28 | 8,15 ^{ns} ± 1,07 | 7,49 ^{ns} ± 0,96 | 6,36 ^{ns} ± 1,12 |
| Número de folhas | 3,76 ± 0,98 | 4,35 ^{ns} ± 0,24 | 4,33 ^{ns} ± 0,49 | 4,67 ^{ns} ± 0,72 |
| Massa seca/parte aérea (g) | 0,0170 ± 0,0055 | 0,0262 ^{ns} ± 0,0059 | 0,0243 ^{ns} ± 0,0108 | 0,0242 ^{ns} ± 0,0203 |
| Massa seca /raiz (g) | 0,0094 ± 0,0023 | 0,0166 ^{ns} ± 0,0056 | 0,0182 ^{ns} ± 0,0118 | 0,0156 ^{ns} ± 0,1118 |
| ALFACE | Controle | Glifosato 10 ⁻² M | Atrazina 10 ⁻² M | Basagran 10 ⁻² M |
| Emergência % | 55,0 ± 9,26 | 20,0* ± 15,11 | 67,5* ± 21,21 | 27,5* ± 21,21 |
| IVE | 0,37 ± 0,065 | 0,16* ± 0,0130 | 0,44* ± 0,160 | 0,12* ± 0,984 |
| Altura da planta (cm) | 1,79 ± 0,40 | 0,61* ± 0,45 | 00* ± 00 | 00* ± 00 |
| Número de folhas | 3,68 ± 0,66 | 0,50* ± 0,92 | 00 * ± 00 | 00 * ± 00 |
| Massa seca /parte aérea (g) | 0,0044 ± 0,0016 | 0,00145* ± 0,0021 | 00* ± 00 | 00* ± 00 |
| Massa seca /raiz (g) | 0,0026 ± 0,0016 | 0,00025* ± 0,0001 | 00* ± 00 | 00* ± 00 |
| Comprimento raiz (cm) | 3,90 ± 0,80 | 0,13* ± 0,23 | 00* ± 00 | 00* ± 00 |
| TOMATE | Controle | Glifosato 10 ⁻² M | Atrazina 10 ⁻² M | Basagran 10 ⁻² M |
| Emergência % | 67,5 ± 21,2 | 40,0* ± 18,51 | 35,0* ± 25,63 | 35,0* ± 20,70 |
| IVE | 0,28 ± 0,078 | 0,16* ± 0,075 | 0,17* ± 0,121 | 0,14* ± 0,077 |
| Altura da planta (cm) | 6,41 ± 2,28 | 2,51* ± 0,82 | 2,37* ± 0,85 | 1,97* ± 0,86 |
| Número de folhas | 3,76 ± 0,98 | 1,75* ± 0,70 | 0,25* ± 0,70 | 1,25* ± 1,03 |
| Massa seca /parte aérea (g) | 0,0170 ± 0,0055 | 0,00115* ± 0,0003 | 0,00080* ± 0,0000 | 0,00063* ± 0,0004 |

| | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Massa seca /raiz (g) | 0,0094 ± 0,0023 | 0,00010* ± 0,00 | 0,00010* ± 0,0000 | 0,00029*±0,0002 |
| Comp. raiz (cm) | 4,19 ± 1,48 | 1,18* ± 0,61 | 0,39* ± 0,50 | 1,45*±1,27 |

Cont.

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

TABELA 4

Tabela 4. Efeito do extrato etanólico bruto de *Dicranopteris flexuosa* e dos herbicidas comerciais na emergência e no crescimento de cebola e trigo em casa de vegetação.

| CEBOLA | Controle | 250 mg.L ⁻¹ | 500 mg.L ⁻¹ | 1000 mg.L ⁻¹ |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Emergência % | 55,0 ± 29,8 | 52,5 ^{ns} ± 14,9 | 57,5 ns ± 29,2 | 60,0 ns ± 28,3 |
| IVE | 0,27 ± 0,16 | 0,22 ^{ns} ± 0,07 | 0,26 ns ± 0,13 | 0,27 ns ± 0,13 |
| Altura da planta (cm) | 9,67 ± 2,59 | 9,68 ^{ns} ± 2,05 | 10,09 ns ± 1,04 | 9,70 ns ± 1,27 |
| Número de folhas | 1,62 ± 0,33 | 1,74 ^{ns} ± 0,39 | 1,76 ns ± 0,28 | 1,85 ns ± 0,21 |
| Peso seco da parte aérea (g) | 0,0010 ± 0,0008 | 0,0018 ^{ns} ± 0,0006 | 0,0019 ^{ns} ± 0,0008 | 0,0038 ^{ns} ± 0,0070 |
| Peso seco da raiz (g) | 0,0002 ± 0,0002 | 0,0002 ^{ns} ± 0,0002 | 0,0003 ^{ns} ± 0,0001 | 0,0001 ^{ns} ± 0,0001 |
| TRIGO | Controle | 250 mg.L ⁻¹ | 500 mg.L ⁻¹ | 1000 mg.L ⁻¹ |
| Emergência % | 65,0 ± 27,8 | 62,5 ^{ns} ± 22,5 | 62,5 ^{ns} ± 27,1 | 67,5 ^{ns} ± 18,3 |
| IVE | 0,46 ± 0,23 | 0,62 ^{ns} ± 0,23 | 0,54 ^{ns} ± 0,24 | 0,54 ^{ns} ± 0,16 |
| Altura da planta (cm) | 3,55 ± 0,47 | 3,79 ^{ns} ± 0,51 | 4,04 ^{ns} ± 0,41 | 3,68 ^{ns} ± 0,41 |
| Número de folhas | 3,42 ± 0,21 | 3,35 ^{ns} ± 0,32 | 3,03 ^{ns} ± 0,28 | 3,01* ± 0,50 |
| Massa seca/parte aérea (g) | 0,0274 ± 0,0049 | 0,0364* ± 0,0042 | 0,0335 ^{ns} ± 0,0054 | 0,0288 ^{ns} ± 0,0074 |
| Massa seca/ raiz (g) | 0,0200 ± 0,0038 | 0,0311 ^{ns} ± 0,0104 | 0,0231 ^{ns} ± 0,0072 | 0,0230 ^{ns} ± 0,0088 |
| CEBOLA | Controle | Glifosato 10 ⁻² M | Gesagard 10 ⁻² M | Poast 10 ⁻² M |
| Emergência % | 55,0 ± 29,8 | 20,0* ± 10,69 | 40,0* ± 15,12 | 20,0* ± 15,12 |
| IVE | 0,27 ± 0,16 | 0,06* ± 0,03 | 0,15* ± 0,08 | 0,06* ± 0,05 |
| Altura da planta (cm) | 9,67 ± 2,59 | 1,66* ± 1,23 | 3,89* ± 1,94 | 0,00* ± 0,00 |
| Número de folhas | 1,62 ± 0,33 | 0,50* ± 0,53 | 0,75* ± 0,46 | 0,00* ± 0,00 |
| Massa seca/parte aérea (g) | 0,0010 ± 0,0008 | 0,0001* ± 0,0001 | 0,0009* ± 0,0002 | 0,00* ± 0,00 |
| Massa seca/raiz (g) | 0,0002 ± 0,0002 | 0,00007* ± 0,0001 | 0,00007* ± 0,0001 | 0,00* ± 0,00 |
| Comprimento raiz (cm) | 2,21 ± 1,44 | 0,19* ± 0,22 | 0,94* ± 0,82 | 0,00* ± 0,00 |
| TRIGO | Controle | Glifosato 10 ⁻² M | Gesagard 10 ⁻² M | Poast 10 ⁻² M |
| Emergência % | 65,0 ± 27,8 | 0,00* ± 0,00 | 52,5* ± 14,8 | 0,00* ± 0,00 |
| IVE | 0,46 ± 0,23 | 0,00* ± 0,00 | 0,46* ± 0,17 | 0,00* ± 0,00 |
| Altura da planta (cm) | 3,55 ± 0,47 | 0,42* ± 0,75 | 3,10* ± 0,44 | 0,00* ± 0,00 |
| Número de folhas | 3,42 ± 0,21 | 0,00* ± 0,00 | 2,76* ± 1,56 | 0,00* ± 0,00 |
| Massa seca/parte aérea (g) | 0,0274 ± 0,0049 | 0,0116* ± 0,0035 | 0,00* ± 0,00 | 0,00* ± 0,00 |
| Massa seca/raiz (g) | 0,0200 ± 0,0038 | 0,0041* ± 0,0013 | 0,00* ± 0,00 | 0,00* ± 0,00 |

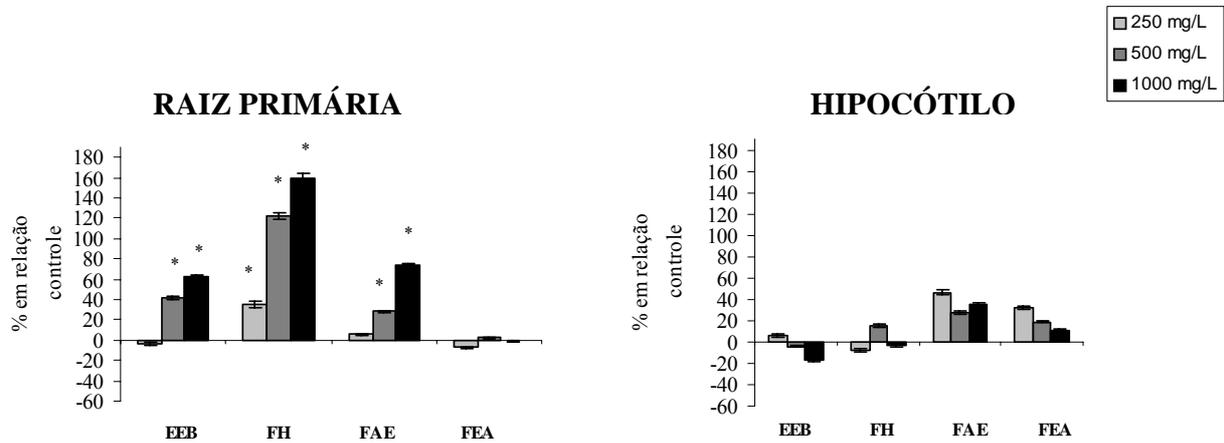
| | | | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Comp. raiz (cm) | 16,74 ± 3,61 | 0,00* ± 0,00 | 3,39* ± 1,27 | 0,00* ± 0,00 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|

Cont.

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

FIGURA 1

ALFACE



TOMATE

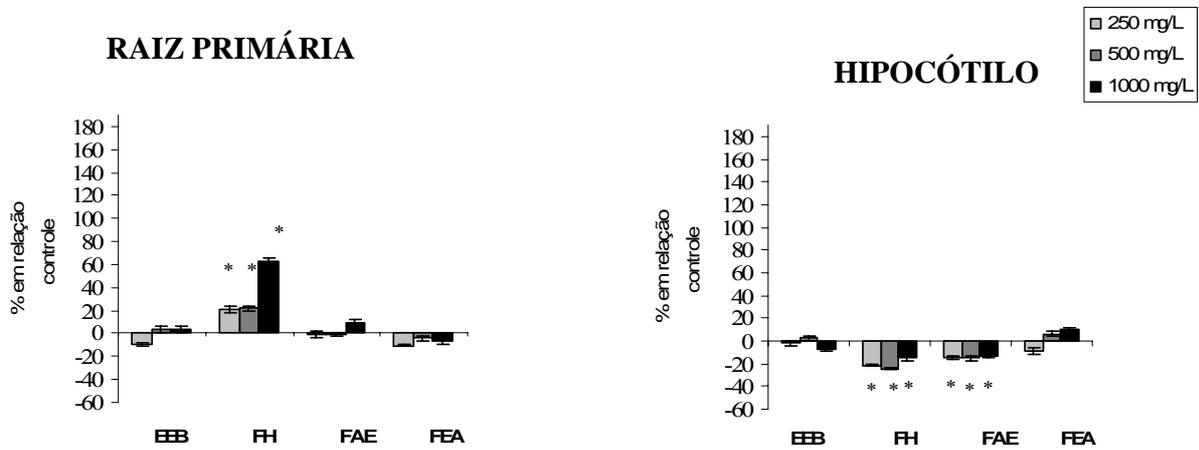
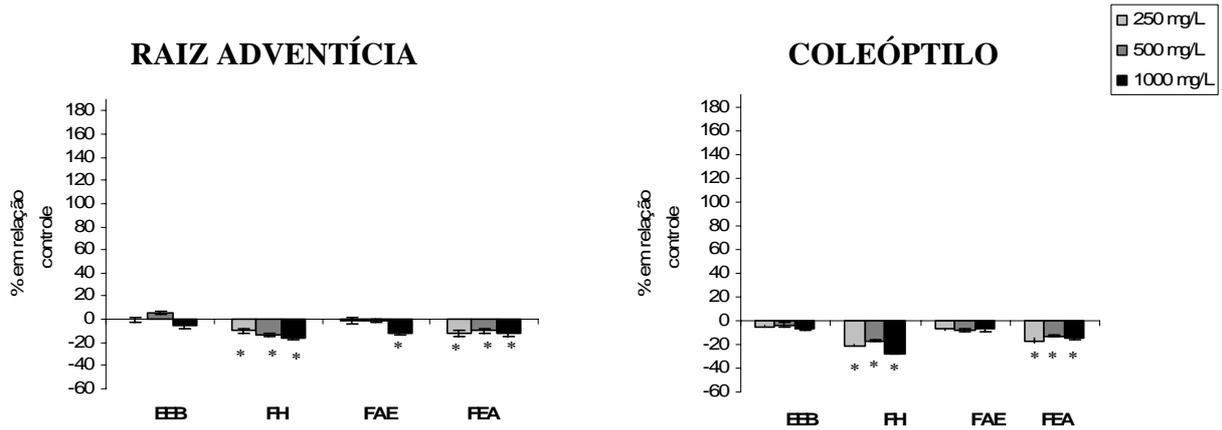


Figura 1. Efeito do EEB, FH, FAE e FEA de *Dicranopteris flexuosa* no crescimento médio da raiz primária e do hipocótilo de alface e tomate em laboratório. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

FIGURA 2

CEBOLA



TRIGO

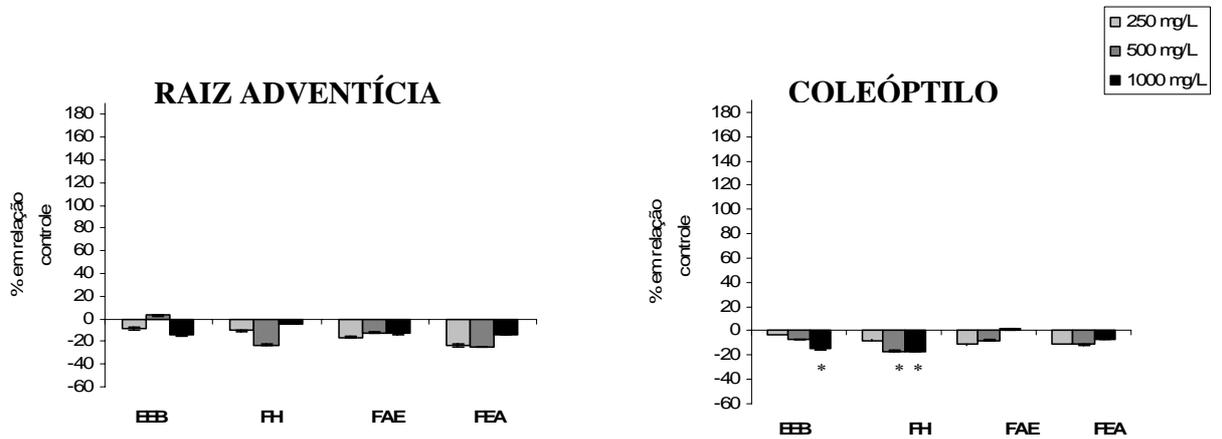
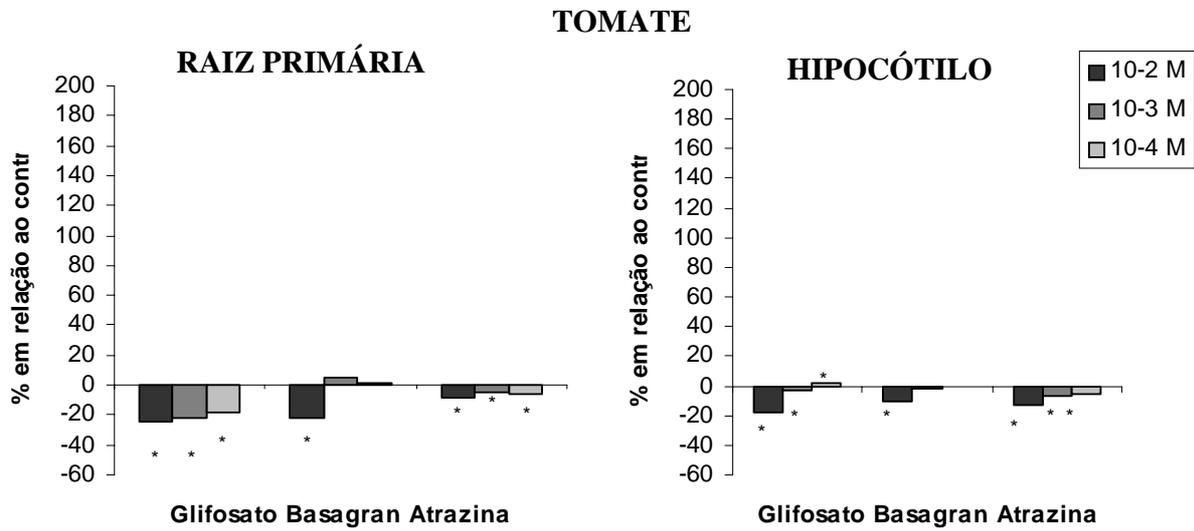
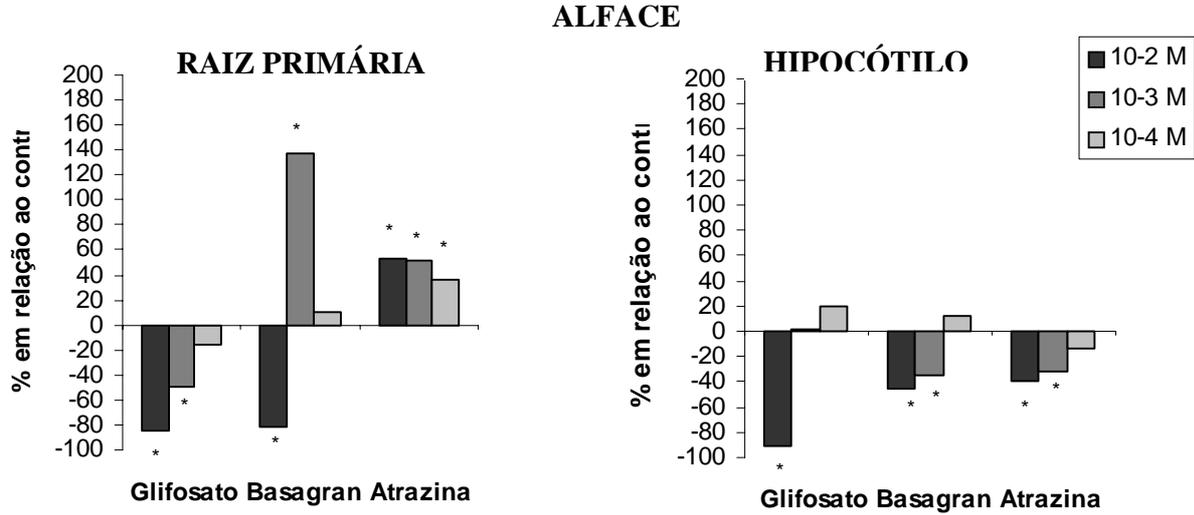


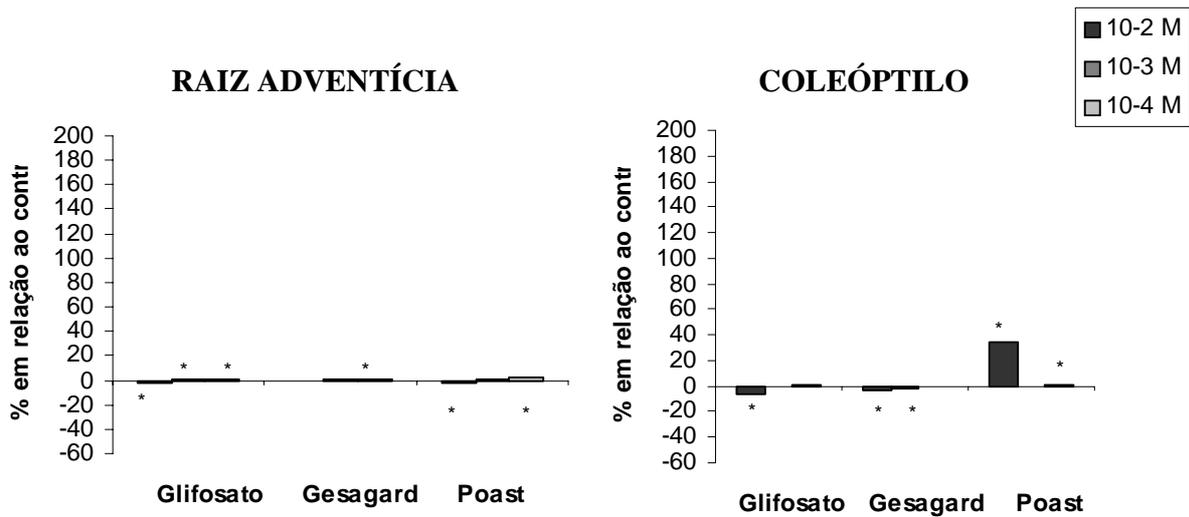
Figura 2. Efeito do EEB, FH, FAE e FEA de *Dicranopteris flexuosa* no crescimento médio da raiz adventícia e do hipocótilo de cebola e trigo em laboratório. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

FIGURA 3



cont.

CEBOLA



TRIGO

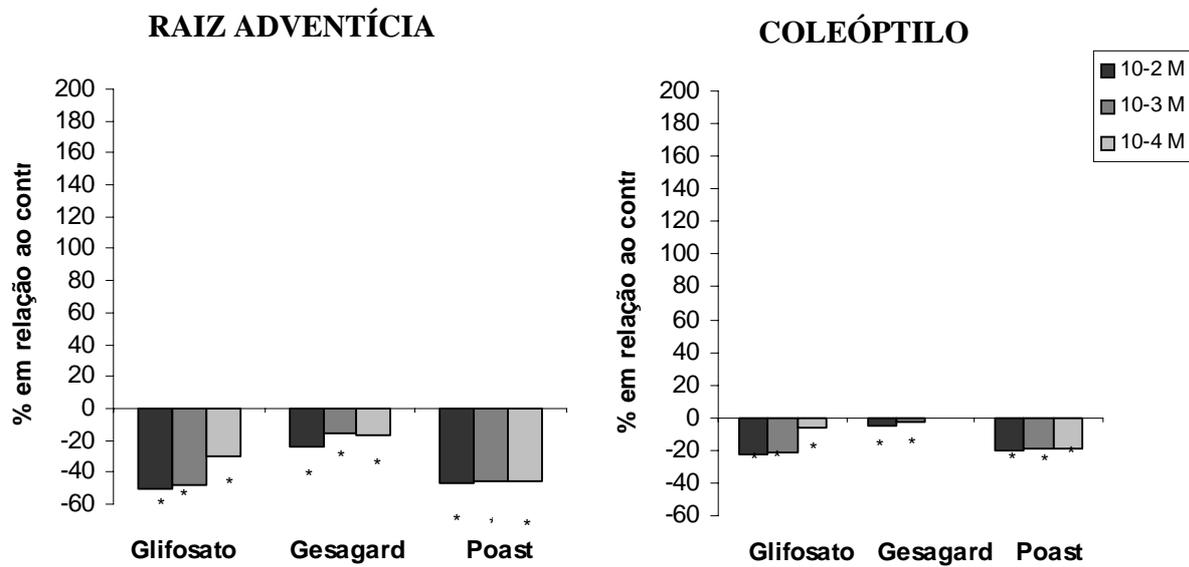


Figura 3. Efeito dos herbicidas comerciais no crescimento médio da raiz primária/adventícia e do hipocótilo/coleóptilo de alface, tomate, cebola e trigo em laboratório. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

FIGURA 4

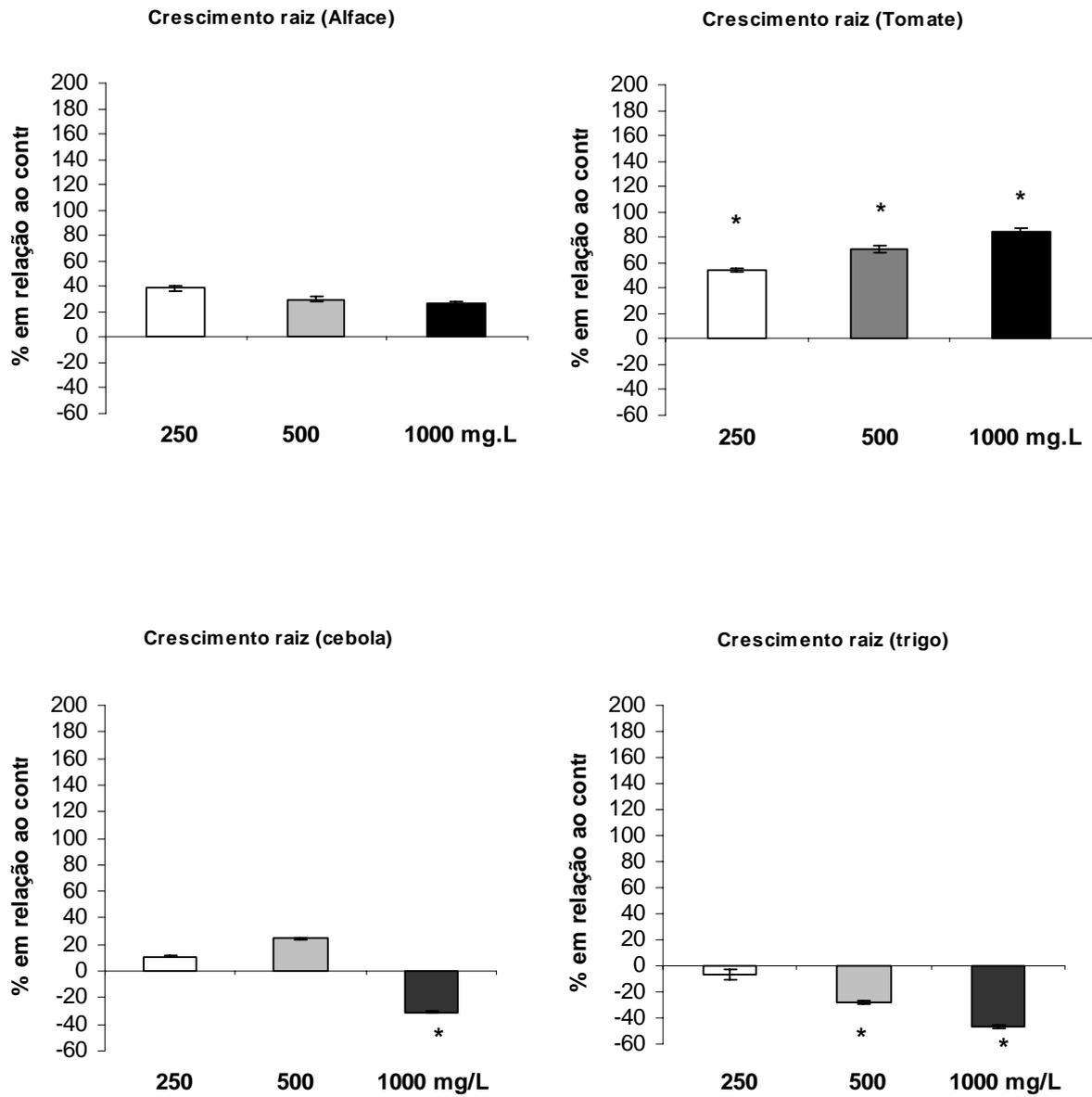


Figura 4. Efeito do EEB de *Dicranopteris flexuosa* no crescimento médio da raiz de alface, tomate, cebola e trigo em casa de vegetação. *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nesta dissertação, observa-se que uma das estratégias para a descoberta de fitotoxinas naturais está baseada na ecologia química do organismo. Os bioensaios monitorados são uma ferramenta de fundamental importância para o isolamento de substâncias bioativas.

A capacidade de *D. flexuosa* formar densas e uniformes populações limitando ou dificultando o desenvolvimento de outras espécies foi o ponto base para o estudo do potencial alelopático desta espécie.

O fracionamento do extrato etanólico bruto (EEB) com solventes de diferentes polaridades levou a separação de grupos químicos. Após o fracionamento do EEB, a Cromatografia em Camada Delgada (CCD) auxiliou na detecção das classes de metabólitos secundários presentes no extrato e nas frações ensaiadas.

Na fração hexânica (FH) foi verificada a presença de terpenos e na fração acetato de etila (FAE) foi verificada presença de compostos fenólicos. Ambos os grupos químicos são reportados na literatura como agentes alelopáticos em pteridófitas.

Os aleloquímicos podem ser seletivos em suas ações e as plantas podem ser seletivas em suas respostas, por esse motivo é difícil sintetizar o modo de ação desses compostos. Em geral, as monocotiledôneas ensaiadas foram mais afetadas pelas FAE e FEA. Neste trabalho foi observado que a FEA mostrou resultados mais acentuados em trigo, sendo que essa inibiu a germinação, o crescimento da raiz primária e do coleótilo e, diminuiu o vigor das sementes dessa espécie.

Para as eudicotiledôneas ensaiadas, as FH e FAE demonstraram resultados mais promissores, diminuindo o vigor das sementes e estimulando o crescimento da raiz primária de alface e tomate. Essas espécies possivelmente apresentam comportamento diferenciado em resposta ao extrato e frações de *D. flexuosa*, assim como diferem na resposta aos herbicidas sintéticos.

Os efeitos alelopáticos sob condições de casa de vegetação são, geralmente, muito menores do que o impacto gerado em ensaios conduzidos em laboratório. As diferenças observadas entre situações de laboratório e casa de vegetação ocorrem porque, na manifestação da alelopatia, a substância liberada pode, a exemplo dos herbicidas, estar sujeita a processos de retenção e transporte.

Novas pesquisas devem dar continuidade ao presente trabalho, principalmente através do isolamento e identificação dos compostos, uma vez que os resultados dessa pesquisa sugerem, *Dicranopteris flexuosa* como uma fonte biológica com potencial produção de fitotoxinas, podendo ser útil na descoberta de novos modelos de herbicidas naturais.

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](#)