



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO



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

CARLA BRAGA LEITE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Gomphrena elegans* Mart
(Amaranthaceae) - UMA ESPÉCIE AQUÁTICA NATIVA DE MATO GROSSO DO SUL**

Orientadora: Maria Rita Marques
Co-Orientador: Flavio Emery da Silva

Campo Grande – MS

2009

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
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



CARLA BRAGA LEITE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Gomphrena elegans* Mart
(Amaranthaceae) - UMA ESPÉCIE AQUÁTICA NATIVA DE MATO GROSSO DO SUL**

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

2009

Para apalpar as intimidades do mundo é preciso saber:
Que o esplendor da manhã não se abre com faca
O modo como as violetas preparam o dia para morrer
Por que é que as borboletas de tarjas vermelhas têm devoção por túmulos
Se o homem que toca de tarde sua existência num fagote, tem salvação
Que um rio que flui entre 2 jacintos carrega mais ternura que um rio que flui entre 2 lagartos
Como pegar na voz de um peixe
Qual o lado da noite que umedece primeiro.
Etc.
etc.
etc.
Desaprender 8 horas por dia ensina os princípios.

No Tratado das Grandezas do Ínfimo estava
escrito: Poesia é quando a tarde está competente para Dálias.
É quando
Ao lado de um pardal o dia dorme antes.
Quando o homem faz sua primeira lagartixa
É quando um trevo assume a noite
E um sapo engole as auroras

Para entrar em estado de árvore é preciso
partir de um torpor animal de lagarto às
3 horas da tarde, no mês de agosto.
Em 2 anos a inércia e o mato vão crescer
em nossa boca.
Sofreremos alguma decomposição lírica até
o mato sair na voz.

Hoje eu desenho o cheiro das árvores.

O rio que fazia uma volta atrás de nossa casa
era a imagem de um vidro mole que fazia uma
volta atrás de casa.
Passou um homem depois e disse: Essa volta
que o rio faz por trás de sua casa se chama
enseada.
Não era mais a imagem de uma cobra de vidro
que fazia uma volta atrás de casa.
Era uma enseada.
Acho que o nome empobreceu a imagem.

Manoel de Barros

Dedico este trabalho à minha família. Pessoas que me deram apoio integral nos momentos difíceis. E em especial à minha mãe por todo amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), mais precisamente ao Mestrado em Biologia Vegetal, pela realização do Curso de Mestrado.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT/MS) pela concessão da minha Bolsa de Mestrado e pelo apoio financeiro.

À minha orientadora Maria Rita Marques, pela orientação, serenidade e principalmente pela amizade.

Ao meu Co-orientador Flavio Emery da Silva pelas ideias no início do projeto.

Ao Talal Suleiman Mahmoud, pela presteza nos testes fitoquímicos, auxílio nas dúvidas e nas coletas, por toda paciência e parceria. Talal, obrigada é pouco!

Ao Professor Valdemir Antônio Laura, pela pronta e amigável disposição nas dúvidas iniciais e nos testes estatísticos.

Aos que me ajudaram na coleta: À fazenda São Geraldo (Alex e seu Herculano); À Barra do Sucuri (Eduardo e monitores); Meus queridíssimos amigos Marília, Patrick, Rodrigo, Wellington.

Aos meus prestimosos estagiários/amigos. Primeiro à Glenda, pela companhia aos sábados na bioquímica. E depois, mas não menos importante, Carol e Ricardo por aceitarem o certificado entregue em quilometragem e pela parceria de laboratório. Sem vocês eu ainda estaria medindo hipocótilos, coleótilos, raízes primárias...

A toda a galera do Laboratório de Bioquímica Vegetal. Por terem ajudado a anotar as medidas das inúmeras plântulas. Por abrir espaço em meio a muitos experimentos para pouca bancada. Por toda a compreensão nas horas insanas. Valdívnia, Clarice, Josimara, Professora Giovana, Professor Antonio (obrigada por acreditar em mim, pela confiança), Gislaine, Ana Eduarda, Valmir, Dona Zo, Thabata, Ana Sheila, Gabriel, Camila, Cezar, Suzy, Lays, Karina e Nelciele. Obrigada.

Aos professores do Laboratório de Pesquisa 4 da Química, Adilson Beatriz e Dênis Pires de Lima, pelo apoio logístico na química e pelas sugestões na qualificação.

À Camila, secretária do Mestrado em Biologia Vegetal, pela presteza e simpatia.

À galera da minha turma de mestrado. Valeu pela parceria do curso de campo, das atividades nas disciplinas, das escapadas para o Escobar, das rodas de tereré, dos: “Oi, como vai a dissertação? (...) Boa sorte!”...

Às meninas que souberam dividir a orientadora comigo, Amanda, Aurora e Michele. Parceiras de laboratório, festas, angustias.... E desculpa por estar usando o banho Maria, a capela, a geladeira,

o freezer, a bancada, a BOD, o agitador de tubo de ensaio, os tubos de ensaio, a estante, o computador...

Aos que fizeram o 59º Congresso Nacional de Botânica inesquecível. Thales, Érica, Lúcio, Jaque, Fernando, Jana e Berê, valeu pela parceria. Aliás, teve um dia que...

Aos amigos Simone - pelas inúmeras caminhadas/conversas e pela amizade sem tamanho, Lucas -por me receber em casa e confiar em mim e Fabi - obrigada por fazer minhas apresentações no inglês e pelo carinho.

Aos amigos inesquecíveis: Bia e Rafa. Muito obrigada por tudo, caronas, festas, filmes, mapas de vegetação, bolos de aniversário, e principalmente pela ajuda na estatística.

À galera da “Republica 5+2” (UAU!). Eu não queria falar nada, mas...

À minha família, pelo interesse em meu projeto. Por apostarem em mim. Pelo auxílio financeiro. Caronas até a faculdade aos domingos. Agradeço em especial a vocês: Pai, Tia Lenita, Tio Landes. Não esquecendo os irmãos, Janinho e Joca (parceiro, valeu por arrumar o computador em troca de almoço; e pela ajuda na coleta em troca de sorvete de guavira!). Lu, obrigada por me acompanhar até a faculdade no domingo. Avós, tios(as) e primos(as), obrigada por fazerem parte da minha vida.

E por último e muito importante. Agradeço à minha mãe, por todo o carinho, por ter ido ao laboratório e ajudado na contagem da germinação das sementes nos inúmeros finais de semana (até o dia em que ela resolveu me dar uma bicicleta, para que eu pudesse ir sozinha – obrigada pela bicicleta!), por todos esses anos de convivência. por ser meu porto seguro. Mãe, te amo.

Em suma, quero agradecer a todos aqueles que estiveram comigo nesses dois anos, e me possibilitaram chegar e terminar o mestrado. Ajudaram-me a crescer como pessoa e como profissional. Aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente. Pois todos vocês foram importantes de alguma forma. Seja na amizade, seja na labuta do dia a dia.

De coração: Obrigada

RESUMO

Gomprhena elegans Mart. Var. *elegans* (Amaranthaceae) é uma espécie ocorrente na América do Sul tropical e subtropical e já foi identificada em formações vegetais no Uruguai, Paraguai, Peru, Argentina e Brasil. No Pantanal, *G. elegans* é encontrada em rios e campo inundáveis com água corrente e altos níveis de nutrientes, em solo argiloso como planta anfíbia. No rio Sucuri (Bonito, MS) ocorre como espécie emergente. Devido à ações antrópicas, principalmente relacionadas ao turismo, esta espécie passou a colonizar o leito do rio Sucuri, representando 40,6 % de sua cobertura vegetal, sendo que em algumas áreas chega a cobrir 90% da superfície. Devido à sua alta capacidade de sobrevivência e reprodução, competindo com sucesso com outras espécies aquáticas, foi sugerido que *G. elegans* possua o potencial genético para produzir compostos com atividade alelopática. O objetivo deste trabalho foi averiguar a possível atividade alelopática de *G. elegans*, e verificar se existe variação desta atividade nas diferentes estações climáticas. Para tanto foram realizadas extrações com hexano, clorofórmio, metanol ou água de folhas, caule emersos, caules submersos e raízes adventícias de *G. elegans* a partir de material de duas coletas: no período de seca, quando a espécie encontrava-se em estado reprodutivo e no período de chuvas, quando a espécie apresentava somente crescimento vegetativo. Estes extratos foram utilizados nos testes sobre germinação e crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. cv. Grand repds e *Allium cepa* L. cv. Baia periforme. Foram avaliados a porcentagem total de germinação, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), a porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem, e tamanho de hipocótilos/coleótilos e raízes primárias. Os extratos de *G. elegans* obtidos das coletas da estação seca apresentaram as maiores atividades inibidoras da germinação e crescimento de sementes e plântulas de *L. sativa* e *A. cepa*, com destaque para extratos hexânicos e metanólicos de caule emerso e folhas. Por outro lado, alguns extratos, principalmente da estação chuvosa, causaram efeito estimulador sobre sementes e crescimento das plântulas das espécies-teste. Os testes fitoquímicos sugerem a presença de: heterosídeos cianogênicos; compostos fenólicos; taninos; saponinas; antocianinas e antocianidinas; flavonóis, flavonóides, flavonas, flavanonas, flavanonóis e/ou xantonas; esteróides livres e osídeos redutores e não redutores (açúcares). A presença destes metabólitos variou entre os órgãos, frações e épocas de coleta analisados. Estes resultados sugerem que parte das estratégias utilizadas por *G. elegans* para competir com sucesso com outras espécies aquáticas nativas no Rio Sucuri, deva estar relacionada a esta alta atividade inibitória observada em vários extratos de todos os órgãos da planta.

Palavras Chave: aleloquímicos, espécie aquática, mata semi-descídua, inibidores da germinação, inibidores de crescimento.

ABSTRACT

Gomphrena elegans Mart. var. *elegans* (Amaranthaceae) is a species found in tropical and subtropical South America, having been identified in plant formations in Uruguay, Paraguay, Peru, Argentina, and Brazil. On the Pantanal wetlands of Brazil, it is found in rivers and flood plains with running water and high levels of nutrients, as an amphibious plant in clay soils. In the Sucuri river (Bonito county, Mato Grosso do Sul State) it is an emergent species. As a result of anthropogenic activity, particularly those related to tourism, the species has colonized the Sucuri riverbed, accounting for 40.6% of its plant cover, and in some areas covers as much as 90% of the surface. Because the high survival and reproductive capacity of the species enables it to compete successfully with other aquatic species, it has been suggested that *G. elegans* has the genetic potential to produce compounds with allelopathic activity. The purpose of this study was to investigate the potential allelopathic activity of *G. elegans* and variations in this activity during the wet and dry seasons. Leaves, emerged stems, submersed stems, and adventitious roots were extracted with hexane, chloroform, methanol, and water. Plant specimens were collected during two seasons: in the dry period, when the species was in its reproductive stage, and in the wet season, the period of vegetative growth. The extracts were investigated in germination and plantule growth tests using *Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids and *Allium cepa* L. cv. Baia periforme. The tests determined percentage germination, germination speed index (GSI), first-count seed germination, and size of hypocotyls/epicotyls and primary/seminal roots. The extracts obtained from material collected in the dry season more strongly inhibited the germination and plantule growth of *L. sativa* and *A. cepa*, particularly the hexanic and methanolic extracts prepared with leaves and emerged stems. In contrast, some extracts, mostly from material collected during the rainy season, stimulated germination and plantule growth. Phytochemical tests revealed the presence of cyanogenic heterosides; phenolic compounds; tannins; saponins; anthocyanins and anthocyanidins; flavonols, flavonoids, flavones, flavanones, flavanonols, and/or xanthones; free steroids; and reducing and nonreducing osides (sugars). The presence of these metabolites varied by fraction, plant part, and season of collection. The results suggest that some of the strategies utilized by *G. elegans* to compete successfully with other aquatic species native to the Sucuri river must be related to the high inhibitory activity found in several extracts prepared from different plant parts.

Keywords: allelochemicals, aquatic species, semideciduous forest, germination inhibitors, growth inhibitors.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Introdução Geral

Figura 1: Resumo das vias biossintéticas dos metabólitos secundários (Santos, 2007).....	4
Figura 2: Rotas de liberação de compostos aleloquímicos (Adaptado de Rezende <i>et al.</i> 2003).....	6
Figura 3: Mapa dos tipos de vegetação encontradas no Estado de Mato Grosso do Sul. Bonito/MS encontra-se no Bioma Cerrado (adaptado de Eiten, 1983).....	7
Figura 4: Rio Sucuri (Bonito/MS), onde se pode observar a transparência das águas da região (Foto: Paulo Robson de Souza).....	8
Figura 5: Nascente do rio Sucuri, Bonito/MS. A seta indica uma área de olho d'água (Foto: Patrick Inácio Pina).....	9
Figura 6: Vista aérea do leito do rio Sucuri, onde podemos observar mata ripária preservada, e <i>Gomphrena elegans</i> cobrindo o leito do rio (Foto: José Sabino).....	10
Figura 7: A - Detalhe das folhas de <i>Gomphrena elegans</i> . B- Banco de macrófitas aquáticas, com predomínio de <i>G. elegans</i> no leito do rio sucuri (Foto: Paulo Robson de Souza).....	11
Figura 8: Esquema demonstrando o hábito anfíbio (1) e emergente (2) de macrófitas (Adptado: Poot & Poot, 2000c).....	11
Figura 9: Ácido fático encontrado em raiz de <i>Puffia paniculata</i> (Nishimoto 1984).....	13
Figura 10: Saponinas encontradas em sementes de <i>Amaranthus cruentus</i> (Oleszek <i>et al.</i> 1999).....	13
Figura 11: Saponinas encontrados em <i>Gomphrena macrocephala</i> (Young <i>et al.</i> 1997).....	14
Figura 12: Fitoecdisteróides encontrados em várias espécies do gênero <i>Gomphrena</i> (Savchenko <i>et al.</i> 1998).....	15

Artigo

Figura 1: Órgãos coletados de <i>Gomphrena elegans</i> , indicados pelas setas. A) Partes submersas: raízes adventícias e caule submerso. B) Partes aéreas: folhas e caule emerso (Fotos: Paulo Robson de Souza).....	30
Figura 2: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de folhas de <i>Gomphrena elegans</i>	34
Figura 3: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de folha de <i>Gomphrena elegans</i>	35
Figura 4: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de folhas de <i>Gomphrena elegans</i>	37
Figura 5: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de folha de <i>Gomphrena elegans</i>	38
Figura 6: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de caule emerso de <i>Gomphrena elegans</i>	39
Figura 7: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de caule emerso de <i>Gomphrena elegans</i>	41
Figura 8: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de caule emerso de <i>Gomphrena elegans</i>	42

Figura 9: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de caule emerso de <i>Gomphrena elegans</i>	43
Figura 10: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de caule submerso de <i>Gomphrena elegans</i>	45
Figura 11: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de caule submerso de <i>Gomphrena elegans</i>	46
Figura 12: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de caule submerso de <i>Gomphrena elegans</i>	47
Figura 13: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de caule submerso de <i>Gomphrena elegans</i>	49
Figura 14: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de raiz adventícia de <i>Gomphrena elegans</i>	50
Figura 15: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> germinadas em extrato de raiz adventícia de <i>Gomphrena elegans</i>	51
Figura 16: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de raiz adventícia de <i>Gomphrena elegans</i>	53
Figura 17: Polinomial de segundo grau de tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de <i>Allium cepa</i> germinadas em extrato de raiz adventícia de <i>Gomphrena elegans</i>	54
Figura 18: Cromatografia de camada delgada das frações hexânica, clorofórmica, metanólica e aquosa de <i>Gomphrena elegans</i>	55
Tabela 1. Amostras obtidas após a extração de folhas, caule emerso, caule submerso e raízes de <i>Gomphrena elegans</i> com diferentes solventes.....	31
Tabela 2. Análise quantitativa de metabólitos secundários em extratos de folhas, caule aéreo, caule submerso e raiz adventícia de <i>Gomphrena elegans</i>	56

ÍNDICE

1. Introdução Geral.....	2
1.1. Ecologia de Populações.....	2
1.2. Competição entre Populações Vegetais.....	2
1.3. Mecanismos de Defesa de Plantas.....	3
1.4. Metabólitos Secundários.....	4
1.5. Alelopatia: Histórico e Conceito.....	5
1.6. Natureza Química e Mecanismos de Ação dos Aleloquímicos.....	5
1.7. Potencial Genético da Flora Brasileira e Caracterização da Área de Estudo.....	7
1.8. Histórico do Turismo em Bonito e Perturbações Antrópicas da Região.....	9
1.9. A espécie <i>Gomphrena elegans</i>	10
1.10. A Família Amaranthaceae.....	12
2. Objetivos.....	16
2.1. Objetivos Gerais.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. Referências Bibliográficas.....	17
4. Artigo.....	22
Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botânica Brasílica.....	23
Efeito da sazonalidade sobre o potencial alelopático de <i>Gomphrena elegans</i> Mart. (Amaranthaceae) em sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L. cv. grand repds) e cebola (<i>Allium cepa</i> L. cv. baia periforme).....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e métodos.....	29
Resultados.....	33
Discussão.....	57
Agradecimentos.....	61
Referências Bibliográficas.....	61
5. Conclusões.....	65
6. Anexo I.....	67
7. Anexo II.....	68

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO

1.1. Ecologia de Populações

Nos ecossistemas em equilíbrio, o tamanho das populações deve manter-se mais ou menos constante ao longo do tempo. As alterações no tamanho de uma população podem determinar alterações em outras populações que com ela coexistem e interagem em uma comunidade, provocando desequilíbrios ecológicos (Ricklefs, 2003).

Existem vários fatores bióticos reguladores do tamanho das populações, os quais são fundamentais para a manutenção do equilíbrio de um determinado ecossistema. O potencial biótico de uma população corresponde à sua capacidade potencial de aumentar seu número de indivíduos em condições ideais, isto é, sem que nada haja para impedir esse aumento. Na natureza, entretanto, verifica-se que o tamanho das populações em comunidades estáveis não aumenta indefinidamente, mas permanece relativamente constante. Isto se deve a um conjunto de fatores que se opõem ao potencial biótico. A esse conjunto de fatores dá-se o nome de resistência ambiental, onde há influência de vários fatores. Dentre os fatores abióticos, pode-se citar água, nutrientes, temperatura, luz, umidade, entre outros. A regulação do tamanho populacional por fatores bióticos pode se dar por competição intra-específica, competição interespecífica, predação e parasitismo (Ricklefs, 2003; Pinto-Coelho, 2002; Townsend *et al.* 2006; Begon *et al.* 2007), embora existam muitos outros que sozinhos ou em conjunto, determinam os processos de resistência ambiental.

1.2. Competição entre Populações Vegetais

Sabe-se que as populações de uma comunidade interagem entre si, no sentido de melhorar o seu próprio acesso a um recurso mutuamente necessário e disponível em quantidade limitada. Com isso, uma espécie pode interferir na capacidade adaptativa (*fitness*) de outra espécie em grau suficiente para impedir o acesso desta ao mesmo recurso (Raven *et al.* 2001). O sucesso em diferentes habitats é determinado através da capacidade individual das plantas em aumentar o seu crescimento como um todo e assim competir por recursos, como luz, água, nutrientes minerais e espaço físico (Raven *et al.* 2001; Rickfles, 2003; Ferreira, 2004). Tal competição pode ser por interferência, onde há interações diretas entre os competidores (Ricklefs, 2003), influenciando na sobrevivência dos indivíduos de uma população em uma comunidade. Dentro dessa perspectiva, algumas espécies desenvolveram mecanismos de defesa que se baseiam na síntese de determinados metabólitos secundários, que quando liberados no ambiente irão interferir em alguma etapa do ciclo de vida de outra espécie (Raven *et al.* 2001; Alves *et al.* 2004).

Além disso, o sucesso na ocupação de um território pode ser decorrente de diferenças na velocidade de germinação de sementes e estabelecimento de plântulas, da formação e crescimento de raízes e folhas, da eficiência fotossintética, da capacidade de produção de grande número de flores, frutos e sementes e das diferentes estratégias de polinização e dispersão. Em ambientes naturais a competição envolve todas as características morfofisiológicas e ecológicas das espécies, prevalecendo aquelas mais adaptadas às condições bióticas e abióticas de um determinado ecossistema. Portanto, a competição exerce nítida influência sobre a morfologia e a produtividade dos vegetais, resultando em modificações plásticas e alteração do perfil de fertilidade. Plantas que sofrem uma interferência negativa por competição podem produzir um número menor de sementes ou de menor qualidade, e isso poderá determinar o sucesso de instalação do futuro indivíduo (Ferreira, 2004).

1.3. Mecanismos de Defesa de Plantas

Como as plantas não apresentam capacidade de locomoção, elas adquiriram, ao longo da evolução, vários mecanismos de defesa para responderem às adversidades do ambiente (Harbone, 1988), que podem ser divididos em duas categorias. A primeira delas é a defesa passiva, formada pela presença de fatores de proteção constitutivos, que podem ser físicos, tais como: parede celular lignificada, presença de ceras, cutícula, espinhos e tricomas; e ainda podem ser químicos, tais como: inibidores de proteases, compostos com ação tóxica sobre o organismo invasor, substâncias deterrentes, inibidores de germinação de sementes e esporos, entre outros. (Margis-Pinheiro *et al.* 1999; Ricklefs, 2003; Cavalcanti *et al.* 2006). A outra categoria de resistência é a ativa, que ocorre somente em resposta à possível invasão do hospedeiro, envolvendo respostas físicas e químicas. A resistência ativa pode ser subdividida em dois tipos: a) a resistência local, que é ativada no ponto onde ocorre a agressão causando a morte de células situadas nos locais por onde o agressor penetrou no vegetal, impedindo o acesso do patógeno às células vizinhas, limitando a infecção; e b) a resistência sistêmica adquirida que atua junto com a resistência local e protege a planta contra ataques subsequentes de um mesmo patógeno (Margis-Pinheiro *et al.* 1999; Cavalcanti *et al.* 2006). Nesta categoria também estão incluídas substâncias que interferem na germinação ou desenvolvimento de outras espécies vegetais.

1.4. Metabólitos Secundários

Grande parte das defesas passivas e ativas de plantas é constituída de moléculas do metabolismo secundário, muitas vezes de forma espécie-específica. Durante o processo evolutivo, uma imensa variedade de substâncias, em geral de baixa massa molecular, são produzidas como forma de defesa contra insetos, patógenos, a proteção contra raios UV, atrativos de polinizadores ou de animais dispersores de sementes e na competição inter-específica (Raven *et al.* 2001; Santos, 2007).

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 (Santos, 2007), assim como ilustrado na Figura 1.

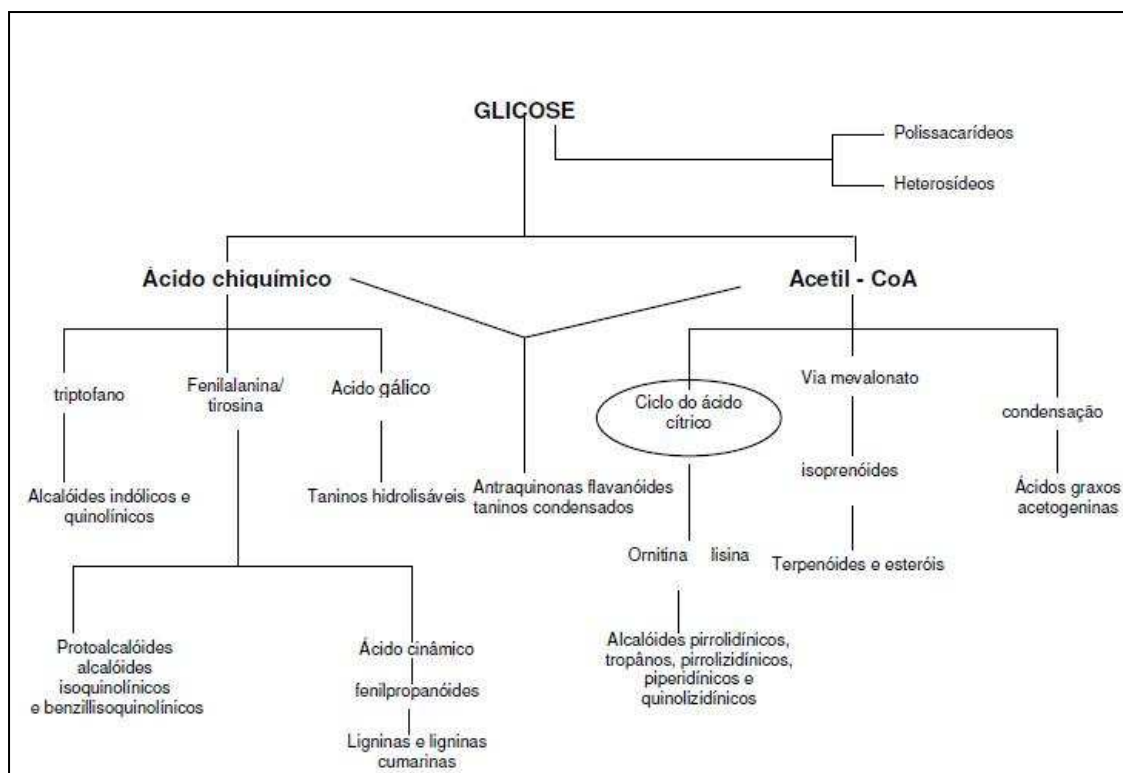


Figura 1: Resumo das vias biossintéticas dos metabólitos secundários (Santos, 2007).

Os principais fatores que influenciam no acúmulo de metabólitos secundários em plantas são a sazonalidade, o ritmo circadiano, a temperatura do ambiente, a disponibilidade hídrica e de nutrientes no solo, a quantidade de radiação ultravioleta à qual a planta é exposta, o ataque de patógenos ou estímulos mecânicos e a composição atmosférica, entre outros (Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

1.5. Alelopatia: Histórico e Conceito

O termo alelopatia, foi proposto pelo fisiologista vegetal Hans Molish em 1937, com a união das palavras gregas *allelon* e *pathos* que significam mútuo e dano ou prejuízo, respectivamente (Rizvi *et al.* 1992; Inderjit & Duke, 2003). O termo foi redefinido por Weir *et al.* (2004) como a inibição química de uma espécie sobre a outra. Embora o termo alelopatia seja comumente usado para descrever a interação química entre duas plantas, atualmente tem sido usado também para descrever a comunicação química de microrganismo-microrganismo, planta-microrganismo e planta-inseto ou planta-herbívoros (Weir *et al.* 2004; Demmuner *et al.* 2005).

Rice (1984) definiu a alelopatia como a capacidade dos vegetais superiores ou inferiores de produzirem substâncias químicas que, quando liberadas no ambiente, influenciam, de forma favorável ou desfavorável, o desenvolvimento de outros organismos. A definição dada por Rice é tão ampla que cobre quase todos os aspectos da ecologia química de plantas (Inderjit & Duke, 2003). A Sociedade Internacional de Alelopatia, em 1996, definiu alelopatia como “qualquer processo envolvendo a produção de metabólitos secundários por plantas, algas, fungos e bactérias que influenciam o crescimento ou desenvolvimento de sistemas biológicos com efeitos positivos ou negativos” (Torres *et al.* 1996).

Segundo Miller (1996) existem dois tipos de alelopatia, a autotoxicidade e a heterotoxicidade. A primeira ocorre quando a planta produz substâncias tóxicas que inibem a germinação das sementes e o crescimento de plantas da mesma espécie (Hall & Henderlong, 1989). Já a heterotoxicidade ocorre quando substâncias fitotóxicas são liberadas pela lixiviação, exsudação e decomposição de resíduos de uma espécie sobre a germinação das sementes e o crescimento de outra espécie (Whittaker & Feeny, 1971).

1.6. Natureza Química e Mecanismos de Ação dos Aleloquímicos

Quanto à natureza química, as substâncias alelopáticas são, em geral, compostos do metabolismo secundário (Rice, 1984; Medeiros, 1990; Durigan & Almeida, 1993; Ferreira & Áquila, 2000). Estão presentes em todos os tecidos das plantas. Em bioensaios, esses compostos já foram encontrados nas folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes de diversas espécies, mas as folhas e as raízes são as fontes mais importantes de aleloquímicos (Putnam & Tang, 1986; Rodrigues *et al.* 1993; Friedman, 1995; Weston, 1996).

Existem diversas rotas de liberação dessas substâncias para o ambiente, podendo ser citada a volatilização pelas partes aéreas da planta, a lixiviação das superfícies do vegetal através da chuva, orvalho e neblina; a exsudação pelas raízes, a decomposição de resíduos vegetais e a lixívia de serrapilheira (Figura 2) (Rice, 1984; Souza, 1988; Rodrigues *et al.* 1992; Durigan & Almeida, 1993;

Weide-nhamer, 1996). No meio aquático, os metabólitos secundários, em geral, movimentam-se com velocidade muito maior do que no solo (Ferreira & Áquila, 2000; Rezende *et al.* 2003).

Os aleloquímicos podem influenciar a diversidade de vegetação de um local, a composição específica e quantitativa das comunidades florísticas, tanto no espaço, quanto no tempo, a sucessão de plantas e clímax em vegetação natural, a indução de dormência e a preservação e germinação de sementes e de esporos de fungos, a produtividade de culturas, entre outros (Smith, 1989 ; Alves *et al.* 2004; Demmuner *et al.* 2005).

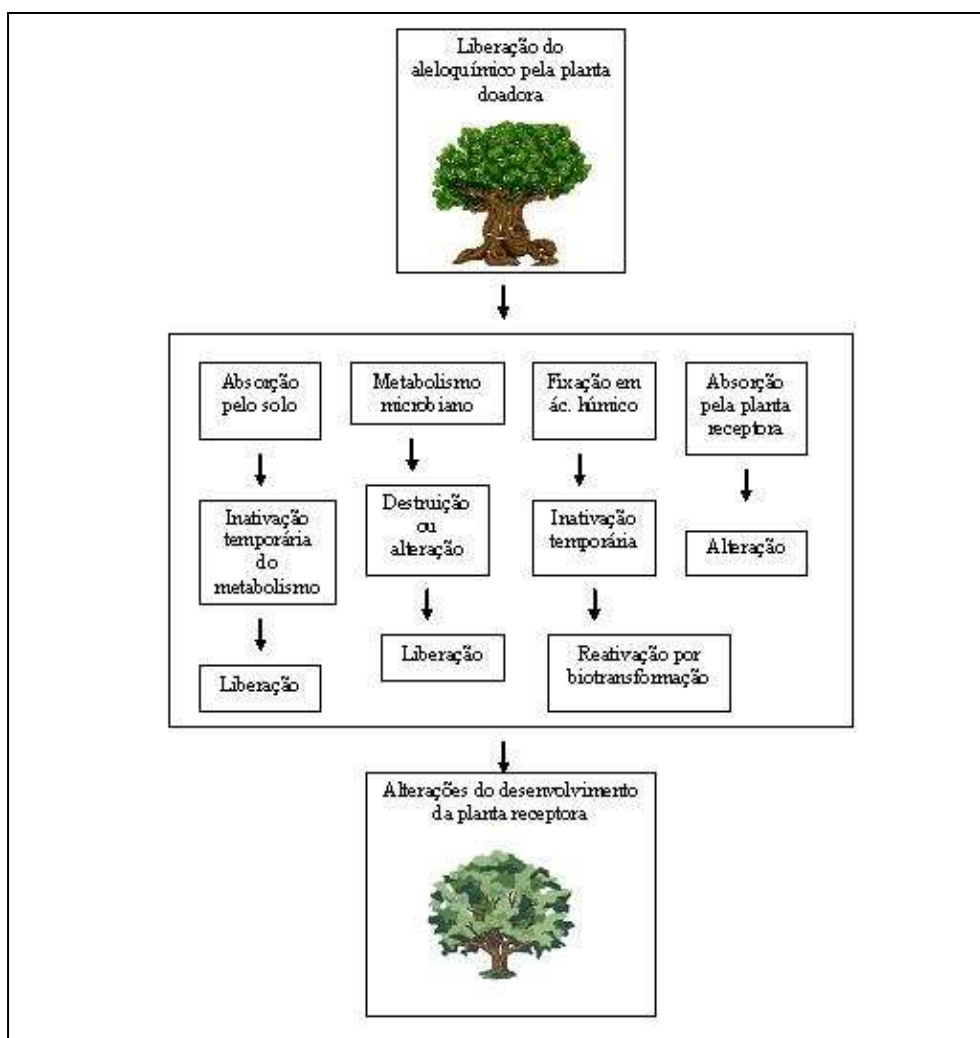


Figura 2: Prováveis rotas de liberação de compostos aleloquímicos (Adaptado de Rezende *et al.* 2003).

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 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

(Durigan & Almeida, 1993). Uma vez liberados no ambiente, os aleloquímicos podem exercer efeitos indiretos, como alterações nas propriedades e características nutricionais do solo nas populações e/ou atividades de organismos; e efeitos diretos, como alterações no crescimento e metabolismo vegetal, prejudicando o desenvolvimento normal e até mesmo inibindo a germinação das sementes de outras espécies vegetais (Silva, 1978; Rizvi *et al.* 1992).

1.7. Potencial Genético da Flora Brasileira e Caracterização da Área de Estudo

Estima-se que uma grande quantidade de espécies de plantas brasileiras com algum estudo químico ou biológico possuam um potencial econômico para a identificação e exploração de novos fármacos ou agroquímicos mais eficientes, menos onerosos e de baixo impacto ambiental (Cordell, 1995).

Ultimamente têm sido realizados vários trabalhos de investigação do potencial alelopático de inúmeras espécies presentes no Cerrado (Oliveira *et al.* 2002; Periotto *et al.* 2004; Aires *et al.* 2005; Barreiro *et al.* 2005; Gatti *et al.* 2007; Giotto *et al.* 2007; Souza *et al.* 2007). Este bioma apresenta uma flora rica e variável, cujo potencial genético é praticamente desconhecido. Este quadro é agravado pelo desmatamento ilegal e pelos impactos causados por queimadas intencionais, perda de solo por erosão e assoreamento de rios.

O Mato Grosso do Sul ocupa uma área de 357.139,9 km² localizado na região Centro-Oeste do Brasil, em área de domínio do bioma Cerrado, incluindo uma grande parte do Pantanal (Bickel, 2004) (Figura 3).

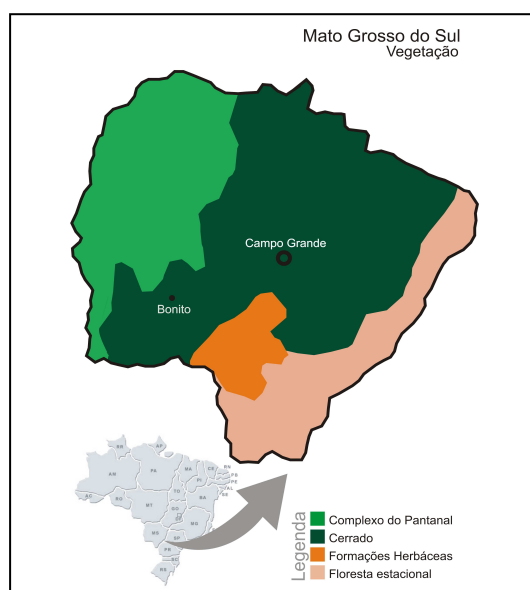


Figura 3: Mapa dos tipos de vegetação encontradas no Estado de Mato Grosso do Sul. Bonito/MS encontra-se no Bioma Cerrado (adaptado de Eiten, 1983).

O município de Bonito, localizado no sudoeste do Estado, na borda meridional da Bacia do Alto Paraguai, na Micro-região geográfica da Bodoquena, está delimitado pelas latitudes ao norte 20°29'30''S e ao sul 21°24'45''S e pela longitude ao leste 56°03'30''W e ao Oeste 56°57'00''W. O clima da região é tropical, com um período seco entre junho e setembro e contrastes térmicos acentuados entre verão e inverno, devido à predominância de massas de ar polar em relação às tropicais de leste. A altitude média em Bonito varia entre 400-650m. A precipitação média anual varia entre 1200-1500 mm e as temperaturas do ar variam entre 16,6 e 35,5 °C e da água entre 20,9 e 22,8°C (Vargas, 1998).

A vegetação predominante é a do Cerrado, entretanto a Floresta Tropical Estacional Decidual, cobre a maior parte da Serra da Bodoquena, havendo uma grande faixa de mistura desses dois domínios (Vargas, 1998). No entanto, a região dos Cerrados é uma das maiores reservas de terra do mundo, capazes de suportar imediatamente a produção de cereais e a formação de pastagens. Desde meados da década de 1970, a região vem sofrendo uma alta taxa de abertura de novas fronteiras agrícolas, tendo como consequência a perda massiva de habitats (Cunha *et al.* 2008).

A Serra ou Planalto da Bodoquena está localizado nos municípios de Bonito e Bodoquena e em parte de Jardim e Porto Murtinho. É sustentado por rochas calcárias muito puras, o que confere a transparências das águas da região (Boggiani, 1999) (Figura 4). Isso ocorre porque o calcário dissolvido na água adere e decanta as poucas impurezas restantes, tornando a água mais cristalina ainda. Em alguns locais, a visibilidade debaixo da água chega a 60 m, uma das águas mais transparentes do mundo (Sabino & Andrade, 2002).



Figura 4: Rio Sucuri (Bonito/MS), onde se pode observar a transparência das águas da região (Foto: Paulo Robson de Souza).

As rochas calcárias expostas do Planalto da Bodoquena encontram-se em processo de dissolução e, pelas fraturas, vão se abrindo cavernas, abismos e condutos subterrâneos, assim como inúmeras surgências, também conhecidas como “olhos d’água”, como na nascente do rio da Prata (Jardim), no córrego Azul (Bodoquena), no Aquário Natural e no rio Sucuri (Bonito), dentre outras (Figura 5). Nesses locais, próximo à saída de água do conduto a quantidade de gás carbônico dissolvido, formando ácido carbônico (H_2CO_3), é maior e o calcário encontra-se em processo de dissolução. Conforme o gás carbônico vai se despreendendo da água, ao longo do curso, o carbonato de cálcio dissolvido passa a se precipitar (Boggiani, 1999).



Figura 5: Nascente do rio Sucuri, Bonito/MS. A seta indica uma área de olho d’água (Foto: Patrick Inácio Pina).

1.8. Histórico do Turismo em Bonito e Perturbações Antrópicas da Região

No início da década de 1980, acreditava-se que a mineração traria progresso para a região do Planalto da Bodoquena, até então isolada e com atividades econômicas restritas à pecuária e à extração de madeira, além de uma incipiente agricultura cafeeira. O início do turismo de Bonito, assim como o interesse por seu potencial, coincidiu com o aumento das áreas de agricultura, voltada principalmente para a cultura de soja. A rentabilidade econômica gerada pela lavoura levou ao

máximo de aproveitamento das áreas agricultáveis, situadas nas cabeceiras dos principais rios da região, como o Formosinho e o Formoso, o que promoveu acelerado e descontrolado processo de desmatamento, a ponto de terem ocupado até as margens dos rios. Esta situação de uso da terra, aliada à chuvas anormais ocorridas em maio de 1992, com incidências superiores a 100 mm em períodos de três dias, conduziu a um nível de turvamento nunca visto das águas dos rios da região (Boggiani, 2000).

O Rio Sucuri está localizado no município de Bonito, com cerca de 1.800 m de extensão, com aproximadamente 12 a 40 m de largura (Pott & Pott, 2000a). As águas límpidas e transparentes são cercadas por mata ciliar muito bem preservada desde a nascente até sua foz no rio Formoso (Hora & Souza, 1999) (Figura 6). No entanto, com o aumento da pressão de visitação e da atividade econômica envolvida, iniciou-se um processo de degradação, ameaçando a integridade e a saúde desse ecossistema (Pott & Pott, 2000a).



Figura 6: Vista aérea do leito do rio Sucuri, onde podemos observar mata ripária preservada, e *Gomphrena elegans* cobrindo o leito do rio (Foto: José Sabino).

1.9. A espécie *Gomphrena elegans*

Scremin-Dias *et al.* (1999) identificaram 78 espécies de plantas, entre pteridófitas, briófitas, algas e angiospermas, nos rios de Bonito e Bodoquena. Dentre estas últimas destaca-se, a espécie *Gomphrena elegans* Mart. Var. *elegans* (Amaranthaceae), ocorrente no Rio Sucuri (Figuras 6 e 7).

Devido às ações antrópicas citadas anteriormente, esta espécie passou a colonizar o leito do rio, representando 40,6 % de sua cobertura vegetal, sendo que em algumas áreas chega a cobrir 90% da superfície (Pott & Pott, 2000a).

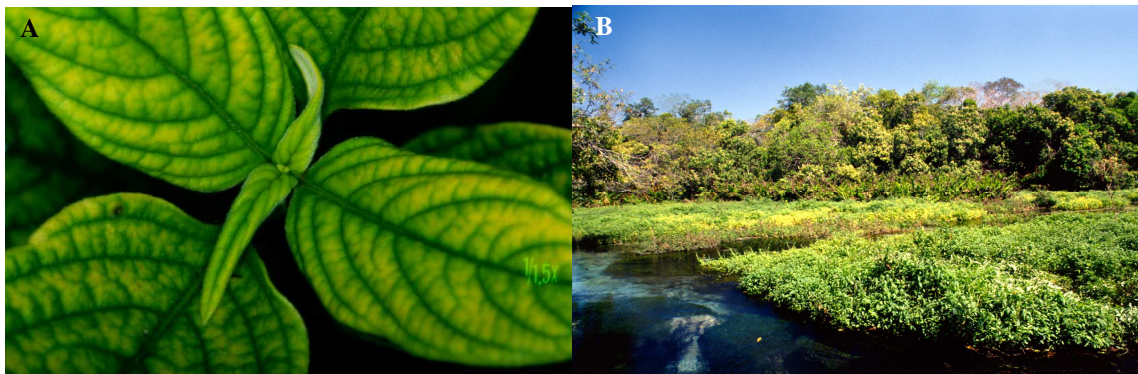


Figura 7: A - Detalhe das folhas de *Gomphrena elegans*. B- Banco de macrófitas aquáticas, com predomínio de *G. elegans* no leito do rio sucuri (Foto: Paulo Robson de Souza).

A distribuição de *G. elegans* é restrita à América do Sul tropical e subtropical (Pott & Pott, 1994) sendo encontrada atualmente em países como Uruguai, Paraguai, Peru, Argentina e Brasil (Carneiro & Irgang, 2005). Segundo levantamento feito por León *et al.* (2006), *Gomphrena elegans* var. *brunnea* é endêmica do Peru.

No Pantanal, *G. elegans* é encontrada em rios e campos inundáveis com água corrente e alto nível de nutrientes, em solo argiloso como planta anfíbia e no rio Sucuri foi encontrada como emergente (Figura 8). Floresce entre agosto e setembro. É freqüente em carandazais, espinheirais, vazantes e na vegetação ciliar. É uma espécie herbácea, possui filotaxia oposta cruzada, caule cilíndrico, com nós e entrenós evidentes (Pott & Pott, 1994; Pott & Pott, 2000b; Pott & Pott 2000c).

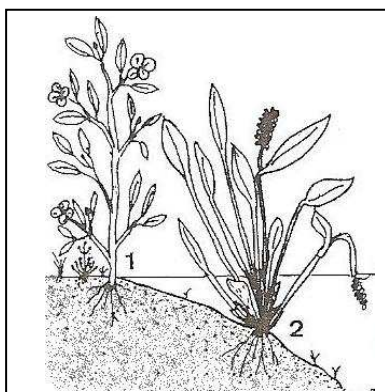


Figura 8: Esquema demonstrando o hábito anfíbio (1) e emergente (2) de macrófitas (Poot & Poot, 2000c)

Pott & Pott (2000a) observaram, no rio Sucuri, piraputangas (*Brycon microlepis*) saltando para comer folhas aéreas de *Gomphrena elegans*, enquanto a densa ramificação submersa funcionava como berçário e viveiro para as formas jovens desse peixe e para espécies menores como o matogrosso (*Hyphessobrycon callistus*). Na vegetação submersa cresce perifíton, alimento de peixes iliófagos como o curimatá (*Prochilodus lineatus*) e de pequenos organismos aquáticos que fazem parte da complexa teia alimentar do rio. Caramujos põem ovos e se alimentam das folhas, e, por sua vez, servem de alimento a aves, como o carão (*Aramus guarauna*), e peixes.

Diversos gêneros da família Amaranthaceae são considerados invasores e suas estratégias de ocupação do espaço são bem conhecidas (Lorenzi, 2000), *G. elegans* é uma espécie oportunista, que recoloniza rapidamente clareiras abertas ou locais perturbados por enchentes, como já observado para outras macrófitas aquáticas (Barrat-Segretain & Amoros, 1996; Lino *et al.* 2003). Estudos realizados por Lino *et al.* (2003) no rio Sucuri, mostraram que *G. elegans* coloniza rapidamente clareiras abertas em meio à vegetação aquática, devido ao rápido crescimento por expansão lateral dos ramos, recobrando rapidamente as diferentes macrófitas aquáticas que haviam recolonizado a clareira.

1.10. A Família Amaranthaceae

Muitas espécies da família Amaranthaceae estão sendo investigadas por suas propriedades biológicas. Esta família compreende aproximadamente 170 gêneros e 2000 espécies, sendo que no Brasil ocorrem 20 gêneros nativos e aproximadamente 100 espécies (Souza & Lorenzi, 2005). São na maioria plantas herbáceas, anuais ou perenes, arbustos e árvores de porte médio que ocorrem em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Siqueira, 1994/1995).

Por exemplo, *Pfaffia paniculata* (Mart) O. Kuntze possui propriedades antitumorais, sendo ativa no combate à melanomas. Foi observado também que a raiz de *P. paniculata* contém cerca de 11% de saponinas, as quais incluem as classes conhecidas como fafosídeos, ácido fáfico (Figura 9), glicosídeos e nortriterpenos, todos com atividade antitumoral (Takemoto *et al.* 1983; Nishimoto, 1984).

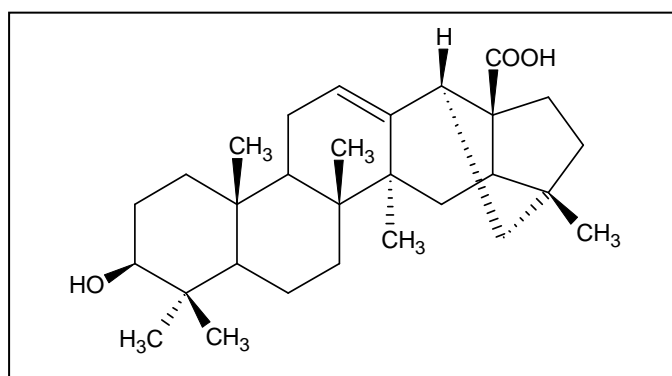


Figura 9: Ácido fálico encontrado em raiz de *Pffafia paniculata* (Nishimoto, 1984).

Estudos fitoquímicos realizados com espécies do gênero *Amaranthus* demonstraram a presença de saponinas (Figura 10) (Oleszek *et al.* 1999), sapogeninas (Escudero *et al.* 1998); rutina (Khaziev *et al.* 1992), esteróides (Ologunde *et al.* 1992), ésteres hidroxicinâmicos do ácido isocítrico (Strack *et al.* 1987), entre outros.

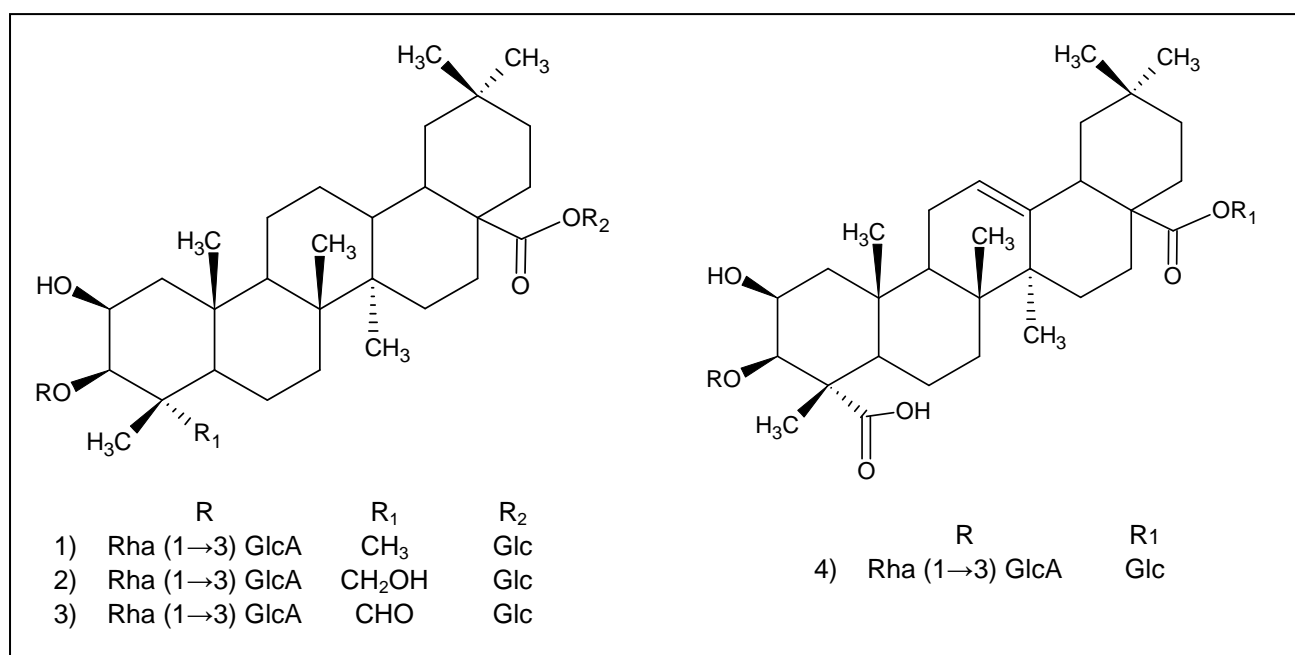


Figura 10: Saponinas encontradas em sementes de *Amaranthus cruentus* (Oleszek *et al.* 1999).

Espécies de *Alternanthera*, outro gênero importante desta família, contêm betaínas (Cai *et al.* 1998), antraquinonas, cromoalcalóides, triperpenos e esteróides (Opute, 1979; Grubben & Sloten, 1981; Oke, 1983; Salvador & Dias, 2004).

Extratos de *Gomphrena globosa* (L.) foram testados em larvas de *Plutella xylostella* (L.) e *Crociodolomia binotalis* (Zeller), observando-se redução significativa nas larvas viáveis de ambas as espécies de insetos (Dadang & Oshawa, 2001). Extratos de *Gomphrena boliviana* (Hicken) Pedersen apresentaram atividade sobre um largo espectro de espécies de bactérias (Pomilio *et al.* 1992). Vários trabalhos têm demonstrado que o gênero *Gomphrena* apresenta atividade antitumoral, possivelmente associada à produção de saponinas (Figura 11) e fitoecdisteróides (Figura 12) (Pomilio *et al.* 1992; Pomilio *et al.* 1994; Sarker *et al.* 1996; Young *et al.* 1997; Savchenko *et al.* 1998).

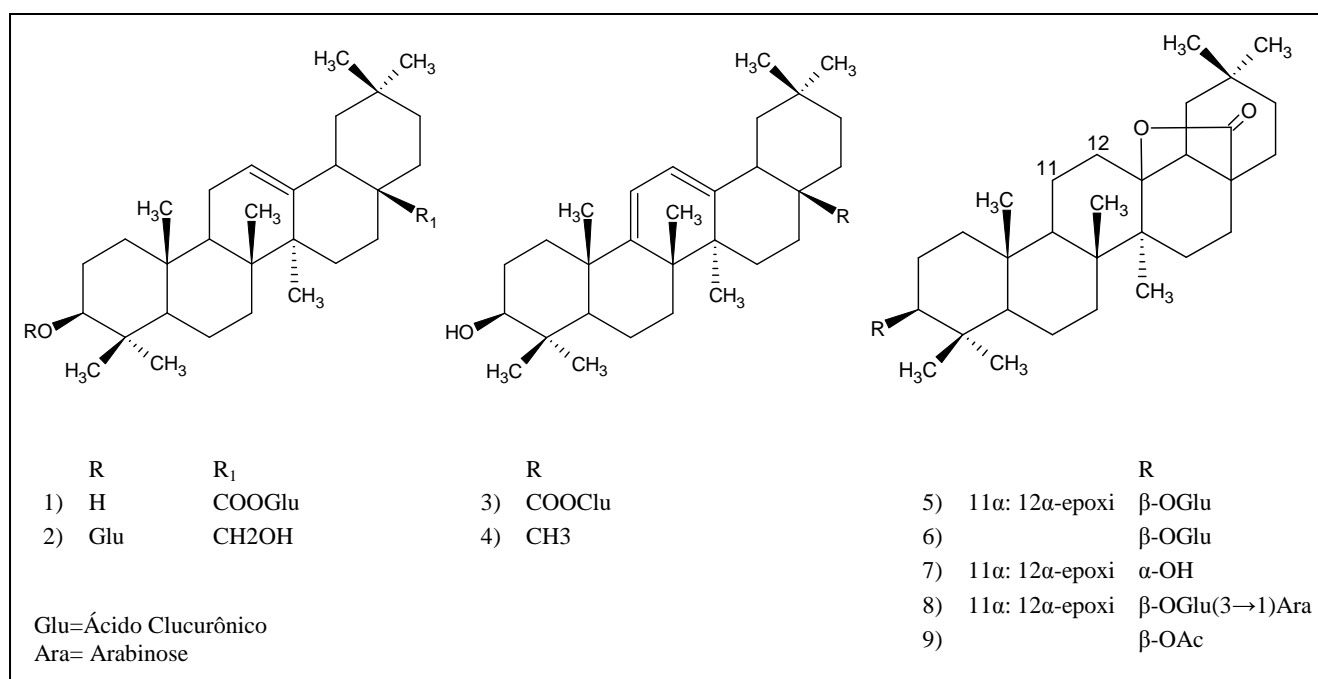


Figura 11: Saponinas encontrados em *Gomphrena macrocephala* (Young *et al.* 1997).

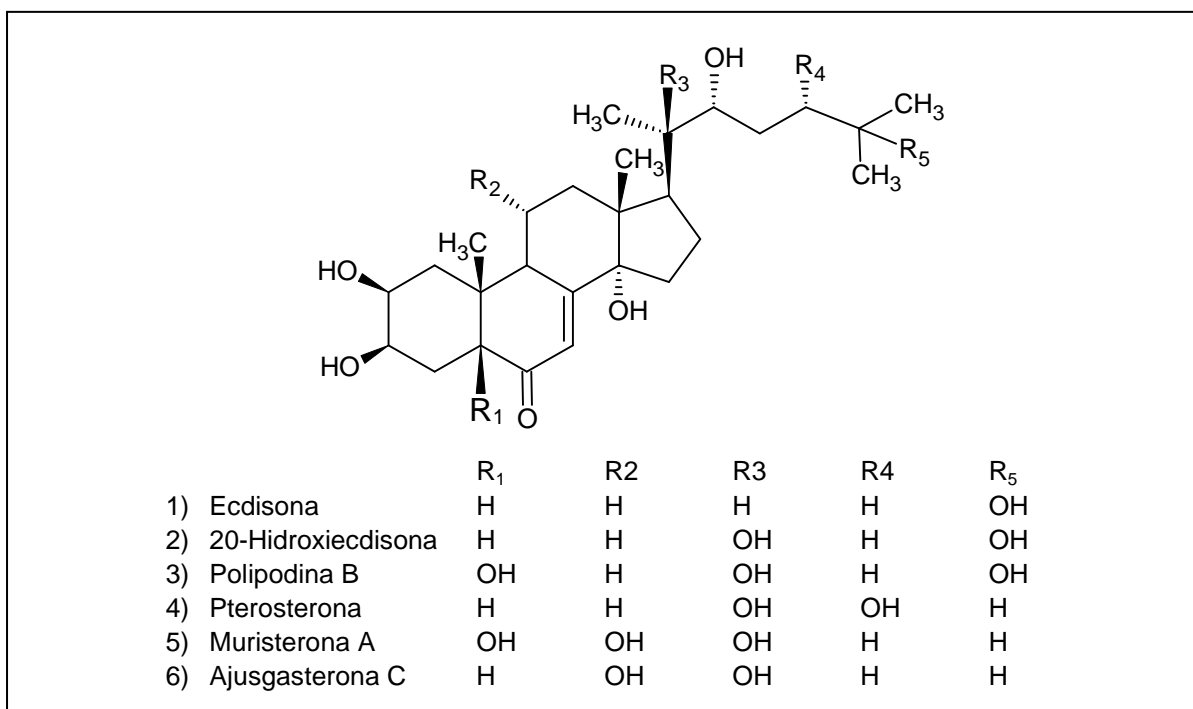


Figura 12: Fitoecdisteróides encontrados em várias espécies do gênero *Gomphrena* (Savchenko *et al.* 1998).

Devido à sua alta capacidade de sobrevivência e reprodução, competindo com sucesso com outras espécies aquáticas, é provável que *G. elegans* possua o potencial genético para produzir compostos com atividade alelopática, além de substâncias de defesa contra herbívoros. E, por não existirem dados disponíveis na literatura sobre o perfil fitoquímico desta espécie, o presente trabalho teve por objetivos realizar estudos desta natureza, monitorado por bioensaios de atividade alelopática, acerca do potencial fitoquímico e bioquímico desta espécie nativa.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivos Gerais

Avaliar o potencial alelopático de extratos de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae).

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o potencial alelopático dos extratos de *G. elegans*, em sementes de plântulas de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) e *Allium cepa* L. (Alliaceae) a partir dos seguintes parâmetros: porcentagem total de germinação, primeira contagem de sementes germinadas, medida do índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de hipocótilos/coleótilos e comprimento de raízes primárias.
- Realizar análises qualitativas dos extratos de *G. elegans* por cromatografia de camada delgada e por testes qualitativos para verificação da presença de diferentes classes de metabólitos secundários.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires, S.S.; Ferreira, A.G. & Broghetti F. 2005. Efeito alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botanica Brasilica**. 19(2): 339-344.
- Alves, M.C.S.; Filho, S.M.; Innecco, R. & Torres, S.B. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 39(11): 1083-1086.
- Barrat-Segretain, M.H. & Amoros, C. 1996. Recolonization of cleared riverine macrophyte patches importance of the border effect. **Journal of Vegetation Science**. 7: 769-776.
- Barreiro, A.P.; Delachiave, M.E.A. & Souza, F.S. 2005. Efeito alelopático de extratos de parte aérea de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] na germinação e desenvolvimento da plântula de pepino. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**. 8(1): 4-8.
- Begon, M.; Towsend, C.R. & Harper, J. L. 2007. **Ecologia de Indivíduos e Ecossistemas**. Porto Alegre, Artimed.
- Bickel, U. 2004. **Brasil: Expansão da Soja, Conflitos Sócio-Ecológicos e Segurança Alimentar**. Tese de Mestrado em Agronomia Faculdade de Agronomia Tropical Universidade de Bonn, Alemanha.
- Boggiani, P.C. 1999. Por Que Bonito É Bonito? Pp: 11-24. In: Scremin-Dias, E.; Pott, V.J.; Hora, R.C. da & Souza, P.R. de. **Nos Jardins Submersos da Bodoquena – Guia Para Identificação de Plantas aquáticas de Bonito e Região**. Campo Grande, UFMS.
- Boggiani, P.C. 2000. Ciências, meio ambiente e turismo em Bonito: a combinação que deu certo? Pp: 151-165. In: Banducci-Júnior, A. & Moretti, E.C. **Qual Paraíso?: Turismo e Ambiente em Bonito e no Pantanal**. Campo Grande, UFMS.
- Cai, Y.; Sum, M.; Wu, H.; Huang, R. & Corke, H. 1998. Characterization and quantification of betacyanin pigments from diverse *Amaranthus* species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 46(6): 2063-2070.
- Carneiro, A.M. & Irgang, B. 2005. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. **Série Botânica**. 60(2): 175-188.
- Cavalcanti, F.B.; Resende, M.J.V; Pereira, R.B.; Costa, J.C.B. & Carvalho, C.P. 2006. Atividades de quitinase e beta-1,3-glucanase após eliciação das defesas do tomateiro contra a mancha-bacteriana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 41(12): 1721-1730.
- Cordell, G. A. 1995. Natural products as medicinal and biological agents: Potentiating the resources of the rain forest. Pp. 8–18. In: Seidel, P.F.; Gottlieb, O.R. & Colho, M.A. **Chemistry of the Amazon. American Chemical Society Symposium Series**. Washington, Kaplan.
- Cunha, N.R.S.; Lima, J.E.; Gomes, M.F.M.; Braga, M.J. 2008. A intensidade de exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados. Brasil, REM Piracicaba. 46(2): 547-568.
- Dadang & Ohsawa, K. 2001. Efficacy of plant extracts for reducing larval populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) and cabbage webworm, *Crociodomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), and evaluation of cabbage damage. **Applied Entomology and Zoology**. 36(1): 143–149.
- Demmuner, A.J.; Barbosa, L.C.A.; Chinelatto Jr, L.S. & Reis, C. 2005. Sorção e persistência da sorgoleona em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Química Nova**, 28(3): 451-455.
- Durigan, J.C. & Almeida, F.S. 1993. **Noções sobre a alelopatia**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP. 28p.

- Eiten, G. 1983. **Classificação da Vegetação do Brasil**. CNPq, Brasília.
- Escudero, N.; Mucciarelli, S. & Rossomando, P. 1998. Sapogenin from leaves of *Amaranthus cruentus*. **Acta Farmaceutica Bonaerense**. 17(3): 225-228.
- 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. Pp: 251-262. In: Ferreira, A.G & Borghetti, F. **Germinação: do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 323p.
- Friedman, J. 1995. Allelopathy, autotoxicity, and germination. Pp. 629-644. In: J. Kegel & G. Galili (eds.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker Inc.
- Gatti, A.B.; Perez, S.C.J.G. de A. & Ferreira, A.G. 2007. Avaliação da Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de Folhas de Espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**. 5(2): 174-176.
- Giotto, A.C.; Oliveira, S.C. & Silva, J.G. 2007. Efeito alelopático de *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. Berg. (Myrtaceae) na Germinação e no Crescimento de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**. 5(2): 600-602.
- Gobbo-Neto, L. & Lopes, N.P. 2007. Plantas Medicinais: Fatores De Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Química Nova**. 30(2): 374-381.
- Grubben, G.J.H. & Van Sloten, D.H. 1981. Genetic Resources of Amaranthus. **International Board for Plant Genetic Resources**. Rome.
- Hall, M.H. & Henderlong, P.R. 1989. Alfalfa autotoxic fraction characterization and initial separation. **Crop Science**. 29(2): 425-428.
- Harbone, J.B. 1988. **Introduction to Ecological Biochemistry**. London: Academic. 404p.
- Hora, R.C. da & Souza, P.R. 1999. Onde Até as Cachoeiras Crescem. In: Scremin-Dias, E.; Pott, V.J.; Hora, R.C. da & Souza, P.R. **Nos Jardins Submersos da Bodoquena. Guia para Identificação de Plantas Aquáticas de Bonito e Região**. Campo Grande, UFMS.
- Inderjit & Duke S.O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy. **Planta**. 217: 529-539.
- Khaziev, R.S. & Garusov, A.V. 1992. Rutin concentration in *Amaranthus cruentus* L. grown in Tatarstan. **Rastitel'nye Resursy**. 28(2): 63-66.
- León, B.; Monsalve, C.; Sagástegui, A. & Sánchez, I. 2006. Amaranthaceae endémicas del Perú. **Revista Peruana de Biología**. 13(2): 31 – 32.
- Lino, C.M.; Tanaka, M.O. & Scremin-Dias, E. 2003. Resposta de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae) à perturbação: subsídio para manejo no Rio Sucuri, Bonito, MS. In: **VI Congresso de Ecologia do Brasil – Anais de Trabalhos Completos**. Fortaleza, CE. p. 32.
- Lorenzi, H. 2000. **Plantas Daninhas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum.
- Margis-Pinheiro, M.; Sandroni, M.; Lummerzheim, M.; Oliveira, D.E. 1999. **A defesa das plantas contra as doenças**. Ciência Hoje.
- Medeiros, A.R.M. 1990. Alelopatia – importância e suas aplicações. **Horti Sul**. 1(3): 27-32.
- Miller, D.A. 1996. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**. 88(6): 854-859.
- Molisch, H. 1937. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie**. Jena, Fischer.
- Nishimoto, N.; Nakai, S.; Takagi, N.; Hayashi, S.; Takemoto, T.; Odashima, S.; Kizu, H. & Wada, Y. 1984. Pfaffosides and nortriterpenoid saponins from *Pfaffia paniculata*. **Phytochemistry**. 23: 139-42.
- Oke, O.L. 1983. Amaranth. In: Chan Jr, H.T. **Handbook of Tropical Foods**. New York: Marcel Dekker Inc.

- Oleszek, W.; Junkuszew, M. & Stochmal, A. 1999. Determination and toxicity of saponins from *Amaranthus cruentus* seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 7(9): 3685-3687.
- Oliveira, M.N.S. De; Mercadante, M.O.; Lopes, P.S.N.; Gomes, I.A.C.; Gusmão, E. & Ribeiro, L.M. 2002. Efeitos Alelopáticos dos Extratos Aquoso e Etanólico de Jatobá do Cerrado. **Unimontes Científica**. 4(2): 1-12.
- Ologunde, M.O.; Ayorinde, F.O.; Shepard, R.L.; Afolabi, O.A. & Oke, O.L. 1992. Sterols of seed oils of *Vernonia galamensis*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hybridus* and *Amaranthus hypochondriacus* grown in the humid tropics. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**. 58(2): 221-225.
- Opute, F.I. 1979. Seed lipids of the grain amaranths. **Journal of Experimental Botany**. 30: 601-606.
- Periotto, F.; Perez, S. C. J. G. De 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 bot. bras.** 18(3): 425-430.
- Pinto-Coelho, R.M. 2002. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre, Artmed.
- Pomilio, A.B.; Buschi, C.A.; Tomes, C.N. & Viale, A.A. 1992. Antimicrobial constituents of *Gomphrena martiana* and *Gomphrena boliviana*. **Jornal of Ethnopharmacology**. 36(2): 144-161.
- Pomilio, A.B.; Sola, G.; Mayer, A.M.S. & Rumi, L.S. 1994. Antitumor and Cytotoxic Screen of 5,6,7-Trisubstituted Flavones From *Gomphrena martiana*. **Journal of Ethnopharmacology**. 44(1): 25-33.
- Pott, V.J.; Pott, A. 1994. **Plantas do Pantanal**. Corumbá, Embrapa. Centro de pesquisa agropecuária do Pantanal. Pp.302
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000a. Subsídio à conservação da vegetação aquática dos rios de Bonito, MS – Caso do rio Sucuri. In: **II Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômico do Pantanal**. Corumbá, Mato Gosso do Sul. Recursos Corumbá.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000b. Distribuição de Macrófitas Aquáticas no Pantanal. In: **II Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômico do Pantanal**. Corumbá, Mato Gosso do Sul. Recursos Corumbá.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000c. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Corumbá, Embrapa. Centro de pesquisa agropecuária do Pantanal. Pp.404.
- Putnam, A.R. & Tang, C.S. 1986. Allelopathy state of the science. In: Putnam, A.R. & Tang, C.S. **The science of allelopathy**. New york: John Wiley & Sons. 1-19.
- Raven, P.H; Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2001. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. Pp. 906.
- Rezende, C. de P.; Pinto, J.C.; Evangelista A. R. & Santos, I.P.A. dos. 2003. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim agropecuário**. 54: 1-55.
- Rice, E.L. 1984. **Allelopathy**. New York, Academic Press. Pp. 422.
- Ricklefs R.E. 2003. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 5ª Ed. Pp. 503.
- Rizvi, S.J.H.; Haque, H.; Singh, U.K. & Rizvi, V. 1992. A discipline called allelopathy. In: Rizvi, S.J.H. & Rizvi, H. **Allelopathy: Basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall.
- Rodrigues, L.R.A.; Rodrigues, T.J.D.; Reis, R.A. 1992. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal, UNESP/FUNEP.
- Rodrigues, L.R.A.; Almeida, A.R.P.; Rodrigues, T.J.D. 1993. Alelopatia em forrageiras e pastagens. In: **Simpósio Sobre Ecosistema de Pastagens**, Jaboticabal: FUNEP, 100-129.

- Sabino, J. & Andrade, L.P de. 2002. Uso e Conservação da Ictiofauna no Ecoturismo da Região de Bonito, Mato Grosso Do Sul: O Mito da Sustentabilidade Ecológica no Rio Baía Bonita (Aquário Natural de Bonito). **Biota Neotropica** 3(2): 1-9.
- Salvador, M.J. & Dias, D.A. 2004. Flavones C-glycosides from *Alternanthera maritima* (Mart.) St. Hil. (Amaranthaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**. 32: 107–110.
- Santos, R.I. dos. 2007. Metabolismo Básico e Origem dos Metabólitos Secundários. In: Simões, C.M.O.; Schenkel, E.P.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P. de; Mentz, L.A. & Petrovick, P.R. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. Porto Alegre, UFRGS; Florianópolis, UFSC.
- Sarker, S.D.; Girault, J.P.; Lafont, R. & Dinan, L.N. 1996. Ecdysteroids from *Gomphrena haageana* (Amaranthaceae). **Biochemical Systematics And Ecology**. 24(2): 177-178.
- Savchenko, T.; Whiting, P.; Sarker, S.D. & Dinan, L. 1998. Distribution and identity of phytoecdysteroids in *Gomphrena spp.* (Amaranthaceae). **Biochemical Systematics And Ecology**. 26(3): 337-346.
- Scremin-Dias, E., Pott, V. J. Hora, R. C. & Souza, P. R. 1999. **Nos jardins submersos da Bodoquena. Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande, UFMS. Pp. 160.
- Silva, Z.L. 1978. Alelopatia e defesa em plantas. **Boletim Geográfico**. 36(258-259): 90-96.
- Siqueira, J.C. 1994/1995. Fitogeografia das Amaranthaceae Brasileiras. **Pesquisas, Botânica**. 45:5-21.
- Smith, A.E. 1989. The potential allelopathic characteristics of bitter sneezeweed (*Helenium amarum*). **Weed Science**. 37(5): 665-669.
- Souza, I.F. 1988. Alelopatia de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 13(150): 75-78.
- Souza, L.M. de; Canini, G.B.; Aires, S.S. & Borghetti, F. 2007. Efeito Alelopático de Folhas de Quatro Espécies do Cerrado sobre Crescimento de Gergelim. **Revista Brasileira de Biociências**. 5(2): 540-542.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica Sistemática**. Nova Odessa, Instituto Plantarium de Estudo da Flora Ltda. Pp. 640.
- Strack, D.; Leicht, P.; Bokern, M.; Wray, V. & Grotiahn, L. 1987. Hydroxycinnamic acid esters of isocitric acid: Accumulation and enzymatic synthesis in *Amaranthus cruentus*. **Phytochemistry**. 26(1): 2919-2922.
- Takemoto, T.; Nishimoto, N.; Nakai, S.; Takagi, N.; Hayashi, S.; Odashima, S. & Wada, S. 1983. Pfaffic acid, a novel nortriterpene from *Pfaffia paniculata* Kuntze. **Tetrahedron Letters**. 24(10): 1057–1060.
- Torres, A.; Oliva, R.M.; Castellano, D. & Cross, P. (Editors). 1996. Introduction, A Science for the Future, Proceedings, In.: **First World Congress on Allelopathy**. Spain, 6-20.
- Townsend, C.R.; Begon, M. & Harper, J.L. 2006. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre, Artmed.
- Vargas, I.A. de. 1998. A Gênese do Turismo em Bonito. Pp. 127-149. In: Banducci-Júnior, A. & Moretti, E.C. **Qual Paraíso?: Turismo e Ambiente em Bonito e no Pantanal**. Campo Grande, UFMS.
- Weidenhamer, J.D. 1996. Distinguishing resource competition and chemical interference: overcoming the methodological impasse. **Agronomy Journal**. 88(6): 866-875.
- Weir, T. L.; Park, S-W; & Vivanco, J. M. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**. 7: 472-479.

- Weston, L.A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. **Agronomy Journal**. 88(6): 860-866.
- Whittaker, R.H.; Feeny, P.P. 1971. Allelochemicals: chemical interaction between species. **Science**. 171(3973): 757-770.
- Young, M. C. M.; Potomati, A.; Chu, E. P.; Haraguchi, M.; Yamamoto, M. & Kawano, T. 1997. C-13 NMR analysis of monodesmosidic saponins from *Gomphrena macrocephala*. **Phytochemistry**. 469(7): 1267-1270.

4. ARTIGO

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botânica Brasílica

1. A **Acta Botânica Brasílica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

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 Corpo 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, obedecer à 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 Resumen 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 17,5x23,5 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 Corpo 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, indentedas. 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.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemblados. 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.

Efeito da Sazonalidade Sobre o Potencial Alelopático de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae)

Carla Braga Leite¹; Talal Suleiman Mahmoud²; Maria Rita Marques³; Valdemir Antônio Laura⁴; Luiz Ricardo Tozin⁵; Ana Carolina de Souza⁵

RESUMO – (Efeito da Sazonalidade sobre Potencial Alelopático de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae)): O objetivo deste trabalho foi averiguar a possível atividade alelopática de *Gomphrena elegans*, e verificar se existe variação desta atividade nas diferentes estações climáticas. Para tanto foram realizadas extrações com hexano, clorofórmio, metanol ou água de folhas, caules emersos, caules submersos e raízes adventícias de *G. elegans* a partir de material de duas coletas uma no período de seca e outra no período chuvoso. Estes extratos foram utilizados nos testes sobre germinação e crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. cv. Grand repds e *Allium cepa* L. cv. Baia periforme. Foram avaliados a porcentagem de germinação na primeira contagem e total, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e tamanho de hipocótilos/coleótilos e raízes primárias. Os extratos de *G. elegans* obtidos das coletas da estação seca apresentaram as maiores atividades inibidoras da germinação e crescimento de sementes e plântulas de *L. sativa* e *A. cepa*, com destaque para extratos hexânicos e metanólicos de caule emerso e folhas. Por outro lado, alguns extratos, principalmente da estação chuvosa, causaram efeito estimulador sobre sementes e crescimento das plântulas das espécies-teste. Os testes fitoquímicos revelaram diversos metabólitos secundários cuja presença variou entre os órgãos, frações e épocas de coleta.

Palavras Chave: mata semi-decídua, inibidores da germinação, inibidores de crescimento.

ABSTRACT - (Effect of Seasonality on the allelopathic potential of *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae)): The purpose of this study was to investigate the potential allelopathic activity of *Gomphrena elegans* and variations in this activity during the wet and dry seasons. Leaves, emerged stems, submerged stems, and adventitious roots were extracted with hexane, chloroform, methanol, and water. Plant specimens were collected during two seasons: in the dry period and in the wet season. The extracts were investigated in germination and plantule growth tests using *Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids and *Allium cepa* L. cv. Baia periforme. The tests determined percentage germination, first-count seed germination, germination speed index (GSI) and size of hypocotyls/epicotyls and primary roots. The extracts obtained from material collected in the dry season more strongly inhibited the germination and plantule growth of *L. sativa* and *A. cepa*, particularly the hexanic and methanolic extracts prepared with leaves and emerged stems. In contrast, some extracts, mostly from material collected during the rainy season, stimulated germination and plantule growth. Phytochemical tests revealed the presence of various secondary metabolites whose presence varied among the organs, fractions and seasons.

Keywords: allelochemicals, aquatic species, semideciduous forest, germination inhibitors, growth inhibitors.

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil; carlab.leite@gmail.com

² Instituto de Química, Universidade do Estado de São Paulo, Araraquara, SP, Brasil;

³ Laboratório de Bioquímica Vegetal, Departamento de Morfofisiologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil; mrmrmarx@nin.ufms.br

⁴ Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil;

⁵ Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.

Introdução

Metabólitos secundários produzidos por um organismo que seja capaz de alterar o crescimento e/ou desenvolvimento de outro organismo, com efeitos positivos ou negativos, são denominados aleloquímicos e o processo biológico deste tipo de interação é denominado alelopatia, segundo a Sociedade Internacional de Alelopatia. Foram detectados aleloquímicos em plantas, algas, fungos e bactérias (Torres *et al.* 1996). Em plantas, os aleloquímicos podem estar presentes em todos os tecidos, sendo as folhas e as raízes as fontes mais importantes (Putnam & Tang, 1986; Rodrigues *et al.*, 1993; Friedman, 1995; Weston, 1996).

A ação dos aleloquímicos não é muito específica, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções, dependendo da concentração, translocação e detoxicação. Por outro lado, um composto que é tóxico para uma dada espécie, pode ser inócuo para outra (Durigan & Almeida, 1993). Uma vez liberados no ambiente, os aleloquímicos podem exercer efeitos indiretos, tais como: alterações nas propriedades e características nutricionais do solo, na dinâmica das populações e/ou atividades de organismos; e efeitos diretos, como inibição da germinação de sementes, alterações no crescimento e no metabolismo vegetal, prejudicando o desenvolvimento de outras espécies (Silva, 1978; Rizvi *et al.* 1992).

Recentemente têm sido realizados vários trabalhos de investigação do potencial alelopático de inúmeras espécies presentes no Cerrado e Pantanal (Oliveira *et al.* 2002; Periotto *et al.* 2004; Aires *et al.* 2005; Barreiro *et al.* 2005; Gatti *et al.* 2007; Giotto *et al.* 2007; Souza *et al.* 2007). Estes biomas apresentam uma flora rica e variável, cujo potencial genético é praticamente desconhecido. Por outro lado, a região dos Cerrados é uma das maiores reservas de terra do mundo capazes de suportar imediatamente a produção de cereais e a formação de pastagens. Assim, desde meados da década de setenta, a região vem sofrendo uma alta taxa de abertura de novas fronteiras agrícolas. Dentro deste quadro, torna-se urgente a implantação de programas de bioprospecção de compostos bioativos, incluindo os aleloquímicos (Mantovani & Pereira, 1998).

Nos rios de Bonito e Bodoquena/MS, Scremin-Dias *et al.* (1999) identificaram 78 espécies de plantas, entre pteridófitas, briófitas, algas e angiospermas. Dentre estas últimas destaca-se, no Rio Sucuri, a espécie *Gomphrena elegans* Mart. Var. *elegans* (Amaranthaceae), que devido à ações antrópicas passou a colonizar o leito do rio, representando 40,6 % de sua cobertura vegetal, sendo que em algumas áreas chega a cobrir 90% da sua superfície (Pott & Pott, 2000a).

No Pantanal, *G. elegans* é encontrada em rios e campos inundáveis com água corrente e alto nível de nutrientes, em solo argiloso como planta anfíbia e no Rio Sucuri foi encontrada como

emergente. Floresce entre agosto e setembro, é frequente em carandazais, espinheirais, vazantes e na vegetação ciliar, é uma espécie herbácea, possui filotaxia oposta cruzada, caule cilíndrico, com nós e entrenós evidentes (Pott & Pott, 1994; Pott & Pott, 2000b; Pott & Pott 2000c).

Diversos gêneros da família Amaranthaceae são considerados invasores e suas estratégias de ocupação do espaço são bem conhecidas (Lorenzi, 2000). *G. elegans* é uma espécie oportunista, que recoloniza rapidamente clareiras abertas ou locais perturbados por enchentes, como já observado em outras macrófitas aquáticas (Barrat-Segretain & Amoros, 1996; Lino *et al.* 2003). Estudos realizados por Lino *et al.* (2003) no Rio Sucuri, mostraram que *G. elegans* coloniza rapidamente clareiras abertas em meio à vegetação aquática, devido ao rápido crescimento por expansão lateral dos ramos, recobrando rapidamente outras macrófitas aquáticas que haviam recolonizado a clareira.

Muitas espécies da família Amaranthaceae estão sendo investigadas por suas propriedades biológicas, tais como *Pfaffia paniculata* (Mart) O. Kuntze e *Gomphrena* spp. que apresentam atividade antitumoral (Takemoto *et al.* 1983; Nishimoto 1984; Pomilio *et al.* 1992; Pomilio *et al.* 1994; Sarker *et al.* 1996; Young *et al.* 1997; Savchenko *et al.* 1998), *Plutella xylostella* L. e *Crociodolomia binotalis* Zeller que têm atividade inseticida comprovada (Dadang & Oshawa, 2001) e *Gomphrena boliviana* (Hicken) Pedersen com propriedades bactericidas (Pomilio *et al.* 1992).

Devido à sua alta capacidade de sobrevivência e reprodução, competindo com sucesso com outras espécies aquáticas, é provável que *G. elegans* possua algum potencial genético para produzir compostos com atividade alelopática, além de outras substâncias de defesa. E, por não existirem dados disponíveis na literatura sobre o perfil fitoquímico desta espécie, o presente trabalho teve por objetivos realizar estudos desta natureza, avaliando o efeito da sazonalidade no potencial alelopático de diferentes órgãos de *G. elegans* em sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapds - Asteraceae) e cebola (*Allium cepa* L. cv. Baía periforme – Liliaceae), além de um estudo preliminar do perfil fitoquímico da espécie.

Material e Métodos

Coletas: Folhas, caules emersos, caules submersos e raízes adventícias (Figura 1) de *Gomphrena elegans* foram coletadas no Rio Sucuri (21° 15. 993' S e 56° 33. 452' W), em Bonito/MS. Foram realizadas duas coletas: a primeira em agosto de 2007, quando a espécie encontrava-se em estado reprodutivo, na estação seca; e a segunda em fevereiro de 2008, durante a estação chuvosa, quando a espécie apresentava somente crescimento vegetativo. O material vegetal

foi acondicionado em sacos plásticos durante o transporte até o laboratório de Bioquímica Vegetal da UFMS, onde foram triados e desidratados em estufa a 37°C. Após completa desidratação, cada órgão foi pulverizado e tamizado em partículas de 0,5 – 1,0 mm em moinho de facas.

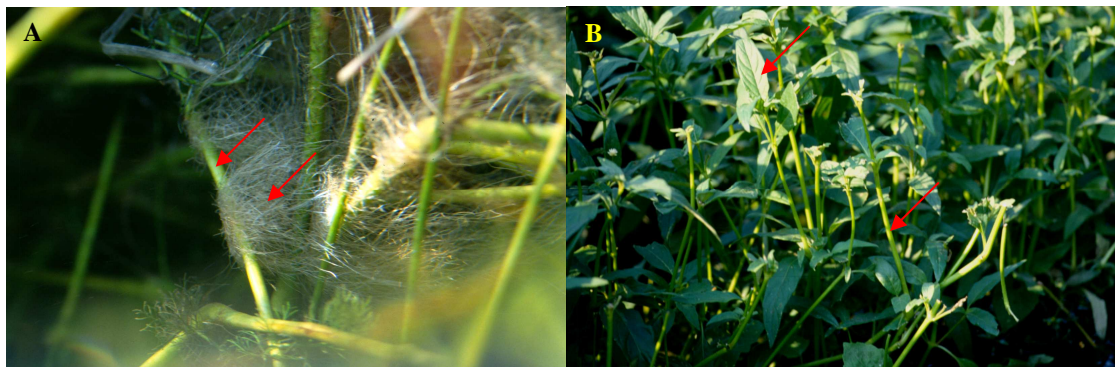


Figura 1: Órgãos coletados de *Gomphrena elegans*, indicados pelas setas. A) Partes submersas: raízes adventícias e caule submerso. B) Partes aéreas: folhas e caule emerso (Fotos: Paulo Robson de Souza).

Um exemplar da espécie *Gomphrena elegans* foi identificada pela Bióloga Msc. Leila Paes Clemente e depositado no Herbário CGMS, sob o número 17715.

Processamento do Material Vegetal e Preparação dos Extratos: Na extração do pó resultante foi utilizado um único solvente por vez: hexano, clorofórmio, metanol ou água destilada, em banho de ultra-som, por 30 minutos, na concentração de 1:10 (massa de material vegetal/volume de solvente), conforme esquema representado no Anexo I. Os extratos foram filtrados em funil de Büchner, o material sólido foi descartado e os extratos concentrados em evaporador rotatório. Os resíduos resultantes foram pesados e devidamente nomeados, tal como consta na Tabela 1. As sementes de alface - *Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids (Asteraceae) e de cebola - *Allium cepa* L. cv. Baia periforme (Alliaceae) foram obtidas comercialmente.

Tabela 1. Amostras obtidas após a extração de folhas, caule emerso, caule submerso e raízes de *Gomphrena elegans* com diferentes solventes.

Nº	Coleta	Órgão	Fração
1	Seca	Folha	Hexano
2	Seca	Folha	Clorofórmio
3	Seca	Folha	Metanol
4	Seca	Folha	Aquoso
5	Seca	Caule emerso	Hexano
6	Seca	Caule emerso	Clorofórmio
7	Seca	Caule emerso	Metanol
8	Seca	Caule emerso	Aquoso
9	Seca	Caule submerso	Hexano
10	Seca	Caule submerso	Clorofórmio
11	Seca	Caule submerso	Metanol
12	Seca	Caule submerso	Aquoso
13	Seca	Raiz adventícia	Hexano
14	Seca	Raiz adventícia	Clorofórmio
15	Seca	Raiz adventícia	Metanol
16	Seca	Raiz adventícia	Aquoso
17	Chuvosa	Folha	Hexano
18	Chuvosa	Folha	Clorofórmio
19	Chuvosa	Folha	Metanol
20	Chuvosa	Folha	Aquoso
21	Chuvosa	Caule emerso	Hexano
22	Chuvosa	Caule emerso	Clorofórmio
23	Chuvosa	Caule emerso	Metanol
24	Chuvosa	Caule emerso	Aquoso
25	Chuvosa	Caule submerso	Hexano
26	Chuvosa	Caule submerso	Clorofórmio
27	Chuvosa	Caule submerso	Metanol
28	Chuvosa	Caule submerso	Aquoso
29	Chuvosa	Raiz adventícia	Hexano
30	Chuvosa	Raiz adventícia	Clorofórmio
31	Chuvosa	Raiz adventícia	Metanol
32	Chuvosa	Raiz adventícia	Aquoso

Ensaio de Atividade Alelopática: Foram realizados ensaios para verificar a ação dos extratos de *G. elegans* na germinação de sementes e no crescimento de plântulas de duas espécies: alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand repds - Asteraceae) e cebola (*Allium cepa* L. cv. Baía periforme – Liliaceae) . As variáveis analisadas foram: porcentagem total de germinação - G (Labouriau & Valadares, 1976), índice de velocidade de germinação - IVG (Maguire, 1962), primeira contagem – PC (Brasil, 1992) comprimento de hipocótilo/coleótilo e comprimento de raiz primária das plântulas (Dobremez *et al.* 1995). As medidas de comprimento foram realizadas com auxílio de uma régua e os resultados expressos em milímetros.

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

sendo:

IVG= Índice de Velocidade de Germinação;

G₁, G₂, G_n = número de sementes germinadas desde o primeiro dia até o último.

N₁, N₂, N_n = número de dias após o início do experimento.

Para os bioensaios utilizou-se placas de Petri (9 cm de diâmetro) previamente autoclavadas contendo papel de filtro, sobre os quais foram vertidos 2 mL das soluções-teste dissolvidas nos solventes apropriados, nas concentrações de 5; 2,5 e 1,25 mg/mL (AnexoII). As placas foram acondicionadas em capela de exaustão de gases, até evaporação completa do solvente. Em seguida, 25 sementes de *L. sativa* ou *A. cepa* foram colocadas em cada placa, e posteriormente umedecidas com 4 mL de tampão fosfato de sódio 0,025M pH 6,0. Os experimentos foram mantidos em câmara tipo BOD (modelo MA 415/S Marconi) a 20°C e fotoperíodo de 12h. Como controle utilizou-se o solvente utilizado na dissolução das amostras (Dobremez *et al.* 1995). Todos os testes foram realizados com quatro repetições. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de protrusão de raiz, conforme as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992). No último dia de contagem, foi obtida a medida do comprimento de raízes primárias e dos hipocótilos/coleótilos.

Perfil Fitoquímico dos Extratos de *G. elegans*: Para a determinação do perfil fitoquímico dos extratos, foram realizadas cromatografias em camada delgada, utilizando-se Cromatoplacas Merck sílica gel 60 F. 254 - 366 com espessura de 0,1 mm de adsorvente. O sistema de solventes da fase móvel foi avaliado para cada amostra.

O material botânico foi submetido a diversas análises fitoquímicas de caráter qualitativo, segundo metodologias e modificações das técnicas descritas por Matos (2000) e Simões *et al.* (1999). Foram observados presença ou ausência de: heterosídeos cianogênicos; fenóis e taninos; antocianinas, antocianidinas e flavonóides; leucoantocianidinas, catequinas e flavonas; flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas; esteróides e triterpenóides; saponinas; e, osídeos redutores e não redutores (açúcares).

Análise estatística: Para cada estação do ano e para cada órgão analisado os experimentos de atividade alelopática foram instalados no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada ensaio. Os dados foram analisados pelo teste F, e a comparação entre as médias, foram feitas através de equações de regressão a 5% de probabilidade. Equações de regressão com $R^2 \leq 0,7$ foram desconsideradas. Os valores de porcentagem total de germinação (G) e primeira

contagem (PC) foram normalizados pela transformação $\text{arc sen}(\sqrt{(X+\alpha)/100})$. O Programa utilizado foi o ESTAT.

Resultados

1. Ensaios de Atividade Alelopática de *G. elegans*

1.1. Extratos de Folhas de *G. elegans*

1.1.1 Germinação de sementes de *Lactuca sativa*

Os extratos de folhas, originados da época seca não interferiram na porcentagem de germinação da primeira contagem e total das sementes de *L. sativa*. No entanto, os resultados do índice de germinação total (IVG) foram reduzidos em 3,2 pontos pela fração metanólica, na maior concentração (Figura 2a). O controle apresentou 12,6 pontos. Para os extratos da época chuvosa, observa-se redução do número de sementes germinadas na primeira contagem em 11,2 e 12,2% pela maior concentração das frações hexânica e metanólica, respectivamente (Figura 2d). Nesta mesma coleta o IVG foi reduzido em 3,6 e 4,9 pontos pela maior concentração das frações clorofórmica e aquosa, respectivamente. E em 4,8 e 5,4 pontos pela fração metanólica nas concentrações de 2,5 e 5mg.mL⁻¹, respectivamente (Figura 2f). O controle apresentou 15,09 pontos.

1.1.2. Crescimento de plântulas de *Lactuca sativa*

A fração hexânica do extrato de folhas da época seca inibiu o crescimento de hipocótilos de *L. sativa* em 57% na concentração de 5 mg.mL⁻¹ (Figura 3a). A fração hexânica da época chuvosa inibiu em 60,3%(2,5 mg.mL⁻¹) e 65,4% (5 mg.mL⁻¹), a fração clorofórmica, na última estação inibiu o crescimento dos hipocótilos em 51,5 %, na concentração de 2,5 mg.mL⁻¹ (Figura 3c). A maior concentração das frações hexânica, clorofórmica, metanólica e aquosa, originadas da coleta da época seca, inibiram o crescimento das raízes primárias em aproximadamente 45,7; 70,3; 59,4 e 70%, cada (Figura 3b). Já as frações hexânica e aquosa da época chuvosa inibiram 48,7 e 51% o crescimento das raízes primárias, respectivamente (Figura 3d).

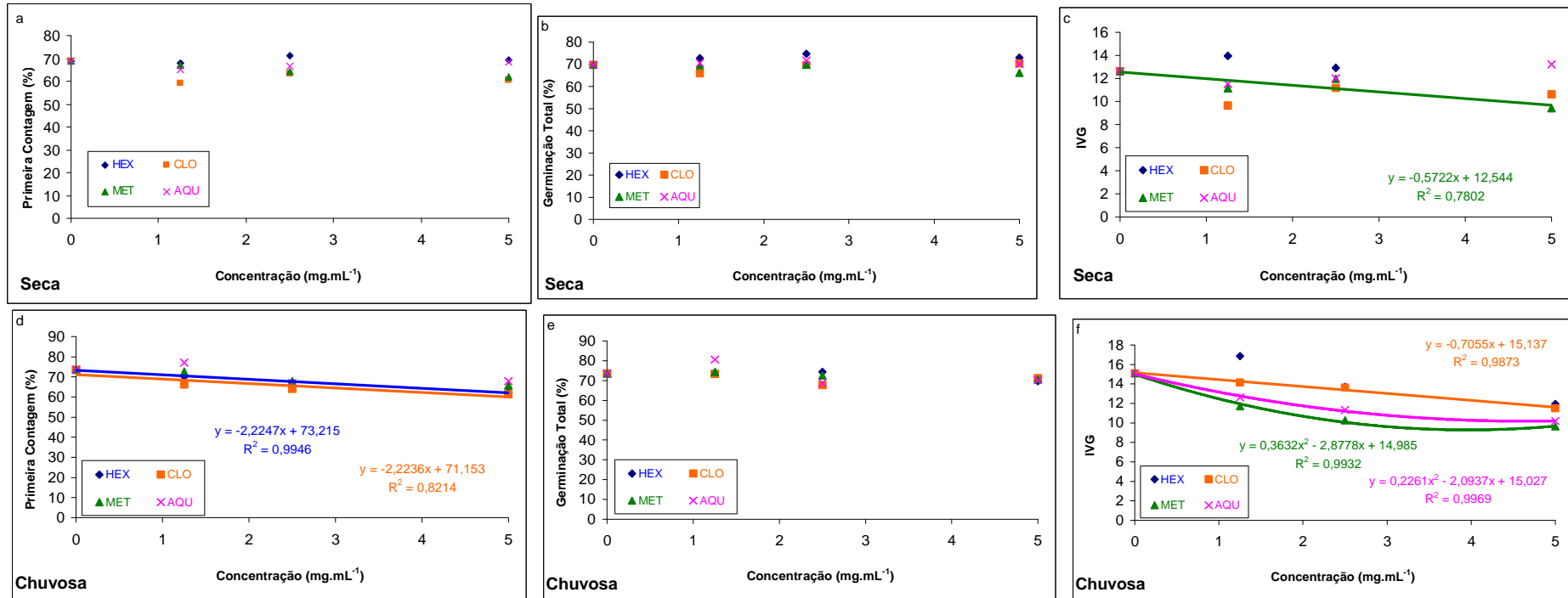


Figura 2: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de folhas de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

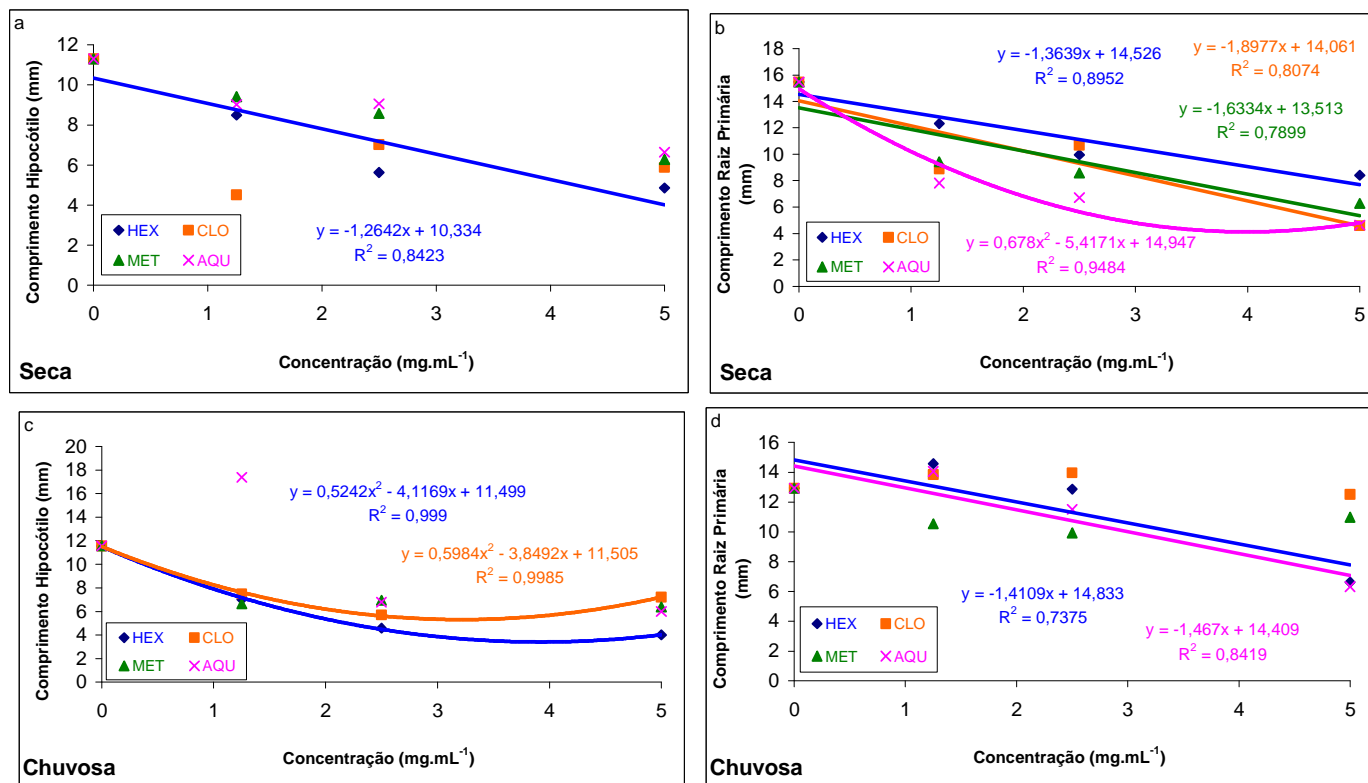


Figura 3: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de folha de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

1.1.3. Germinação de sementes de *Allium cepa*

Os mesmos ensaios foram realizados com sementes de cebola (*Allium cepa*). No geral, as frações de folhas de *G. elegans* obtidas na época de seca apresentaram maior atividade em relação às frações referentes à época chuvosa (Figura 4). As frações hexânica, metanólica e aquosa, de folhas da época seca, inibiram a germinação na primeira contagem em 15,1% (5 mg.mL⁻¹), 19,9% (5 mg.mL⁻¹) e 11,6% (2,5 mg.mL⁻¹), respectivamente (Figura 4a). A germinação total foi reduzida em 9,2 e 6,4% pelas frações clorofórmica e aquosa, respectivamente, na maior concentração (Figura 4b). Dos extratos preparados a partir da coleta da época chuvosa, apenas o IVG foi reduzido em 23 pontos pela concentração de 1 mg.mL⁻¹ da fração aquosa, e o controle apresentou IVG igual a 118 pontos (Figura 4f).

1.1.4. Crescimento de plântulas de *Allium cepa*

Na Figura 5a e 5b pode ser observado que a maior concentração das frações hexânica, clorofórmica, metanólica e aquosa das folhas de *G. elegans*, coletadas na época de seca inibiram o crescimento dos coleótilos, respectivamente, em 67; 81,5; 81,5 e 26,8 % e das raízes primárias em 70; 72,7; 55 e 26,8% das plântulas de *A. cepa*. Todas as frações de folhas da coleta da estação chuvosa inibiram o crescimento dos coleótilos das plântulas de *A. cepa*, com exceção da fração aquosa em 47,3% (fração hexânica - 5 mg.mL⁻¹), 43,8% (fração clorofórmica - 2,5 mg.mL⁻¹) e 44,7% (fração metanólica - 5 mg.mL⁻¹), assim como observados na Figura 5c. A inibição das raízes primárias foi de 40,2% pela concentração de 2, 5 mg.mL⁻¹ das fração clorofórmica e de 50% pela concentração de 5 mg.mL⁻¹ da fração metanólica (Figura 5d).

1.2. Extratos de Caule Emerso de *G. elegans*

1.2.1. Germinação de sementes de *Lactuca sativa*

Nos testes com sementes de *L. sativa* as frações de caule emerso provenientes das coletas da época seca foram as que mais inibiram (Figura 6). Foi observado que as frações hexânica e clorofórmica, da época seca, reduziram a porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem em 23 e 24,3% (Figura 6a) e o IVG em 4,4 e 5,2 pontos (Figura 6c), respectivamente. O IVG encontrado no controle foi de 12,5 pontos. As diferenças nos resultados obtidos nos ensaios de germinação de sementes de *L. sativa* tratados com extratos de caule emerso de *G. elegans* da época chuvosa não foram significativos (Figura 6d, 6e e 6f).

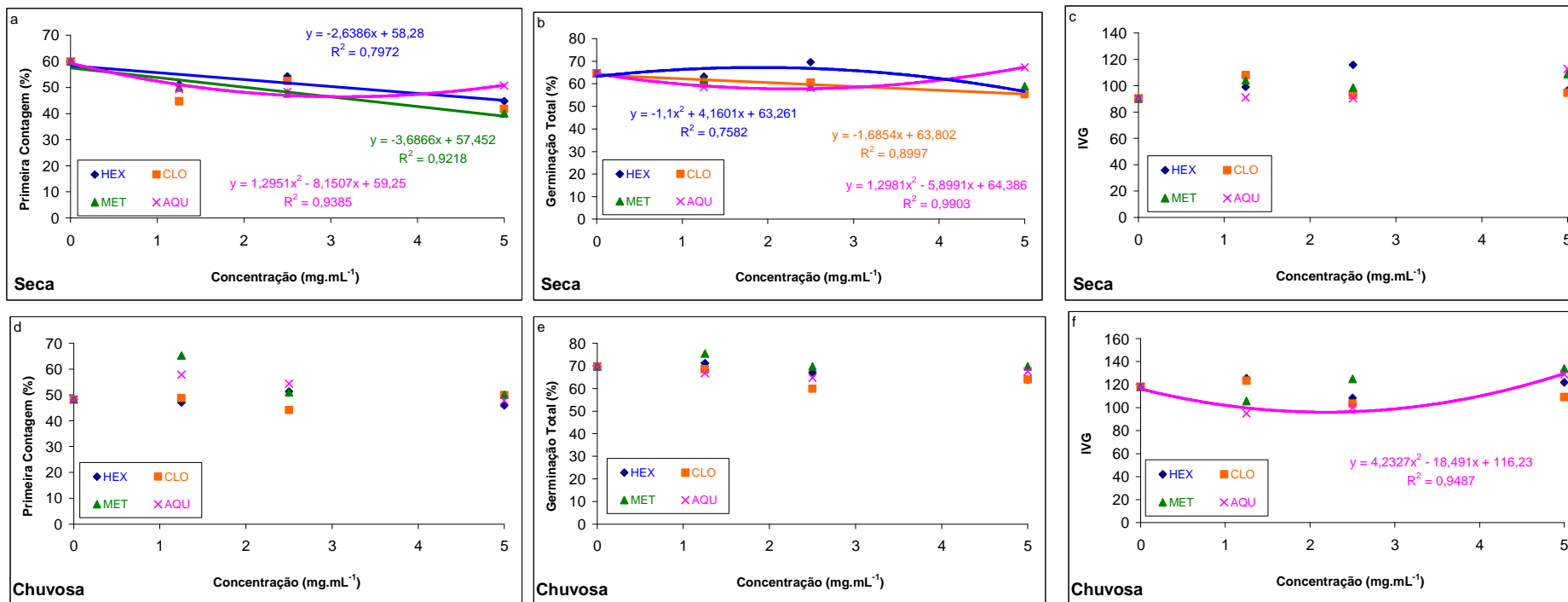


Figura 4: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Allium cepa* germinadas em extrato de folhas de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

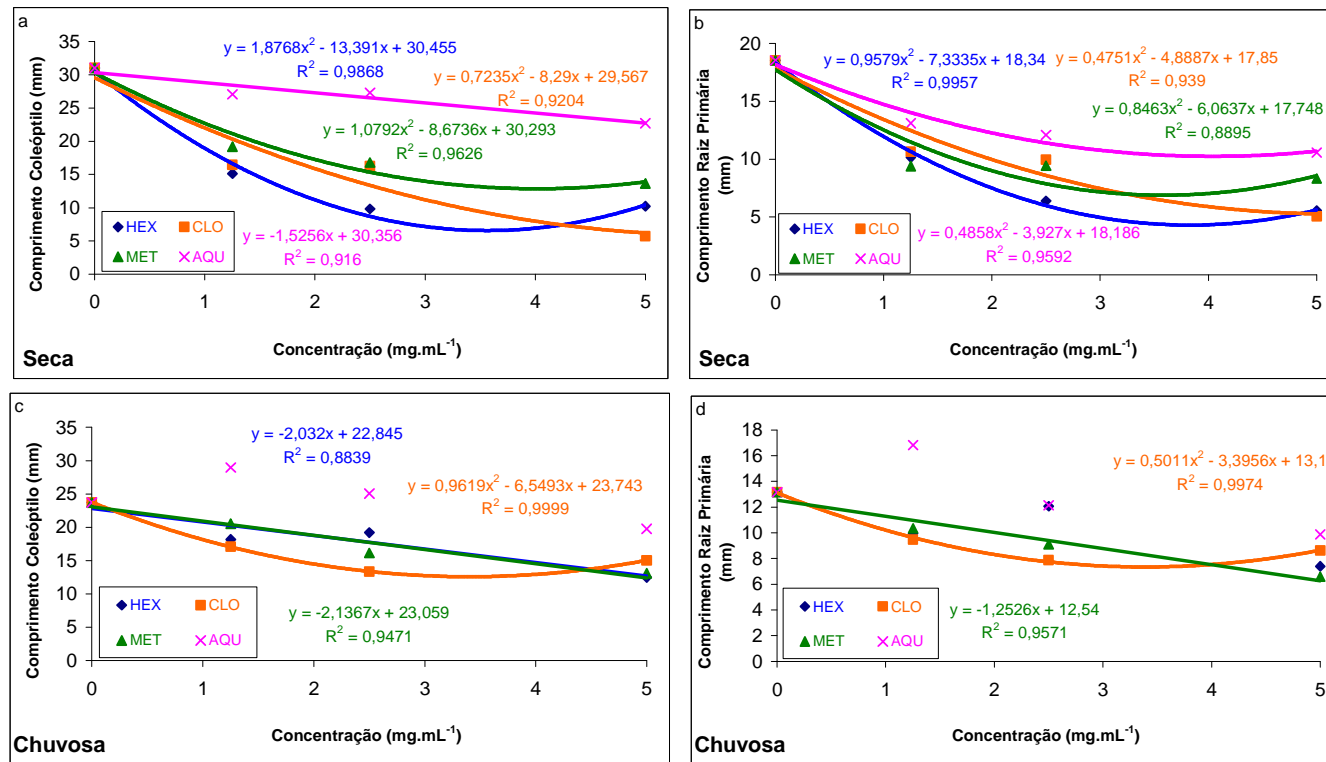


Figura 5: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Allium cepa* germinadas em extrato de folha de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

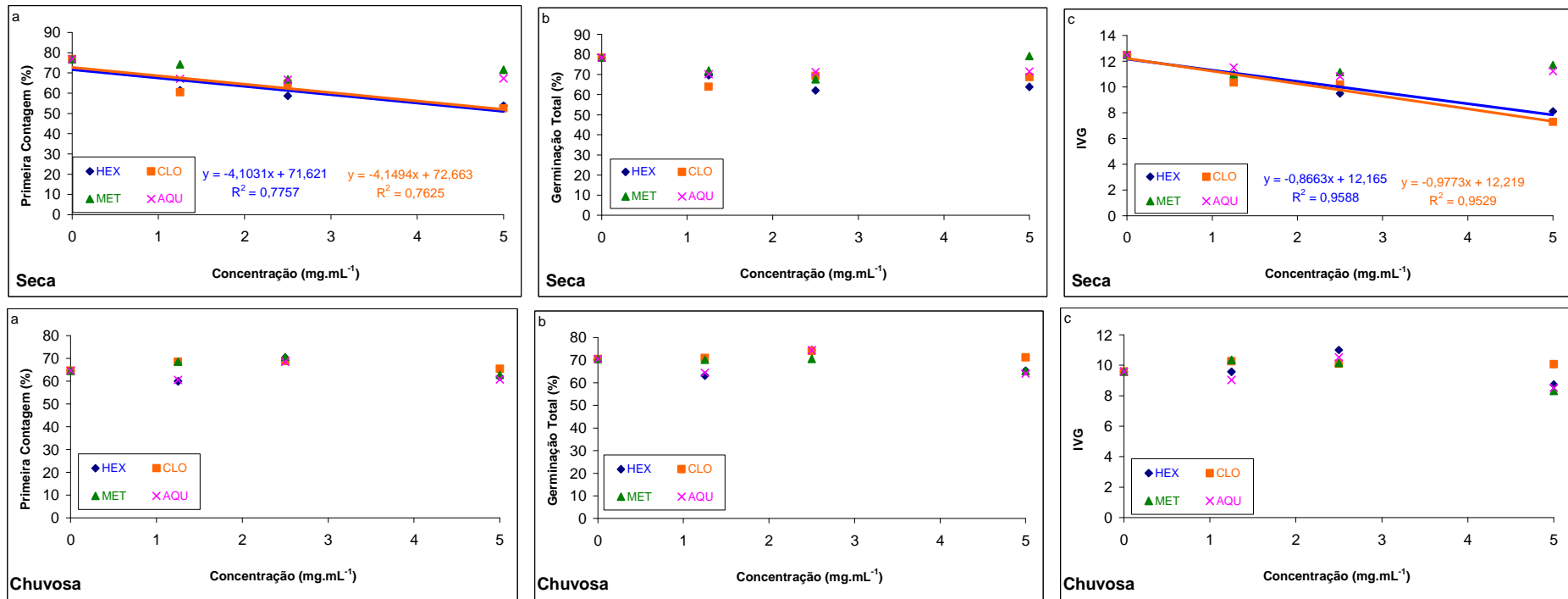


Figura 6: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de caule emerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

1.2.2. Crescimento de plântulas de *Lactuca sativa*

Os extratos de caule emerso de *G. elegans*, na concentração de 5 mg.mL⁻¹ das frações hexânica e clorofórmica, da época de seca, reduziram as medidas dos comprimentos de hipocótilos, de *L. sativa*, em 78,1 e 64,2 %, respectivamente (Figura 7a). Ainda sobre a coleta da época seca, as frações hexânica, clorofórmica e aquosa, inibiram o crescimento das raízes primárias em 84,2; 75,7 e 65,2%, respectivamente e a fração metanólica estimulou o crescimento das raízes primárias em 20,5%, todas na concentração de 5 mg.mL⁻¹ (Figura 7b). A fração hexânica da época chuvosa, inibiu o crescimento dos hipocótilos em 57,4 %. Por outro lado, a fração aquosa, nas duas menores concentrações, estimulou o crescimento dos hipocótilos em 61,5 e 64,1%, nas concentrações de 2,5 mg.mL⁻¹ e 5 mg.mL⁻¹, respectivamente (Figura 7c). Todas as frações de caule emerso provenientes da coleta da época chuvosa inibiram o crescimento das raízes primárias de *L. sativa* em até 67% em relação ao controle, exceto a fração aquosa (Figura 7d).

1.2.3. Germinação de sementes de *Allium cepa*

Na época de seca, a porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem foi reduzida em 23,5% (5 mg.mL⁻¹) pela fração hexânica, 20% (1,25 mg.mL⁻¹) e 24,4% (5 mg.mL⁻¹) pela fração clorofórmica, 21,5% (5 mg.mL⁻¹) pela fração metanólica e 20% (5 mg.mL⁻¹) pela fração aquosa (Figura 8a). Todas as frações de caule emerso da coleta de seca, com exceção da fração hexânica, reduziram aproximadamente 14% a germinação total das sementes de *A. cepa* (Figura 8b). No entanto, nesta coleta, o valor do IVG das sementes germinadas na fração metanólica, na concentração de 5 mg.mL⁻¹, apresentou-se 22,5 pontos maior que os 101,7 pontos encontrados no controle (Figura 8c). As diferenças nos resultados obtidos nos ensaios de germinação de sementes de *A. cepa* tratados com extratos de caule emerso de *G. elegans* da época chuvosa não foram significativos (Figura 8d, 8e, 8f).

1.2.4. Crescimento de plântulas de *Allium cepa*

Todas as frações da coleta de seca inibiram, em média, 47% o crescimento dos coleótilos (Figura 9a) e 57% das raízes primárias (Figura 9b). Na época a redução dos coleótilos foi de 55,5% (5 mg.mL⁻¹) e 30,7% (2,5 mg.mL⁻¹) pela fração hexânica, 46,7% (5 mg.mL⁻¹) e 30,9% (2,5 mg.mL⁻¹) pela fração clorofórmica e 24,08% (5 mg.mL⁻¹) pela fração metanólica (Figura 9c). A redução das raízes primárias foi causada pela maior concentração das frações hexânica (48,2%), clorofórmica (51,7%) e metanólica (62,2%), assim como mostra a figura 9d.

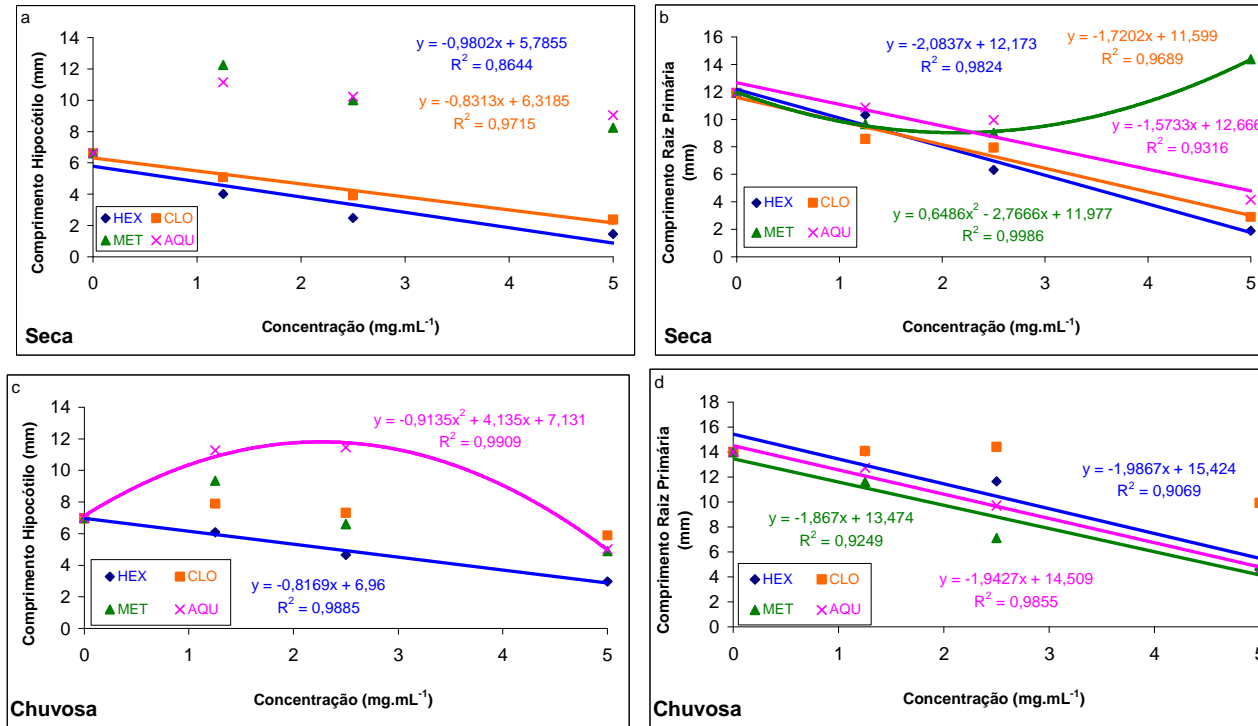


Figura 7: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de caule emerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

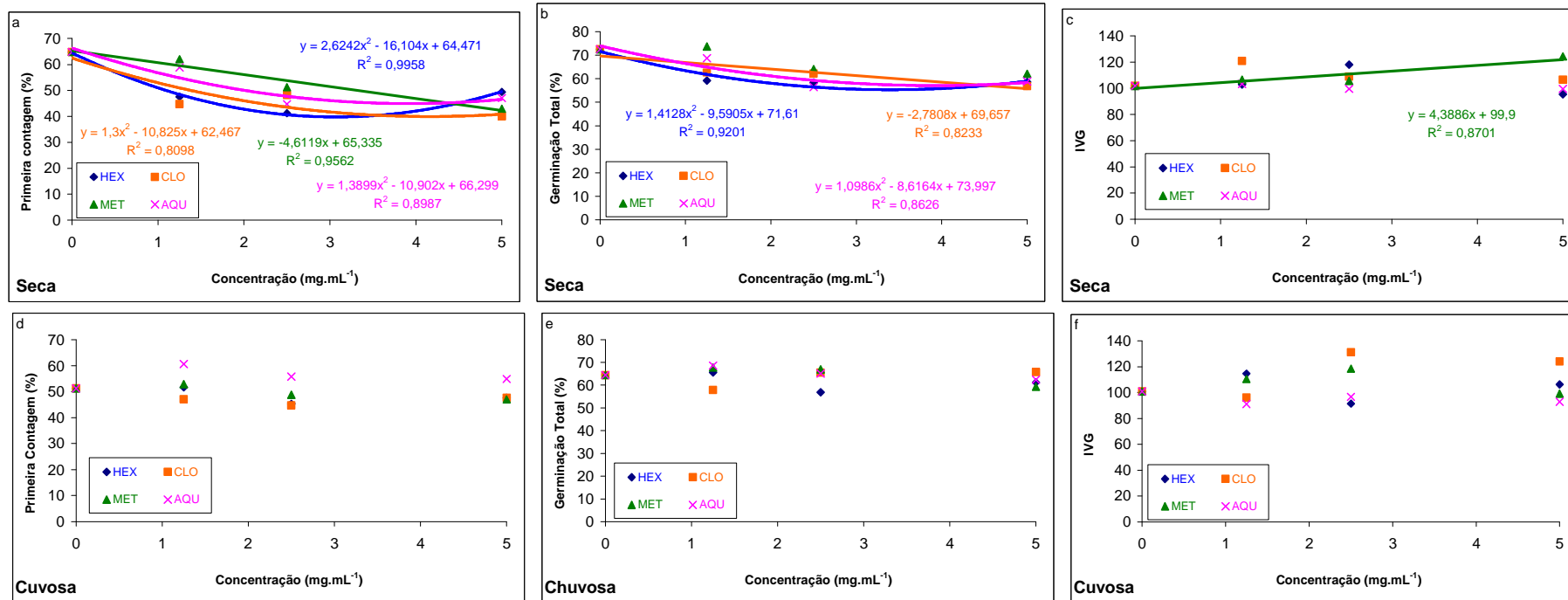


Figura 8: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Allium cepa* germinadas em extrato de caule emerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

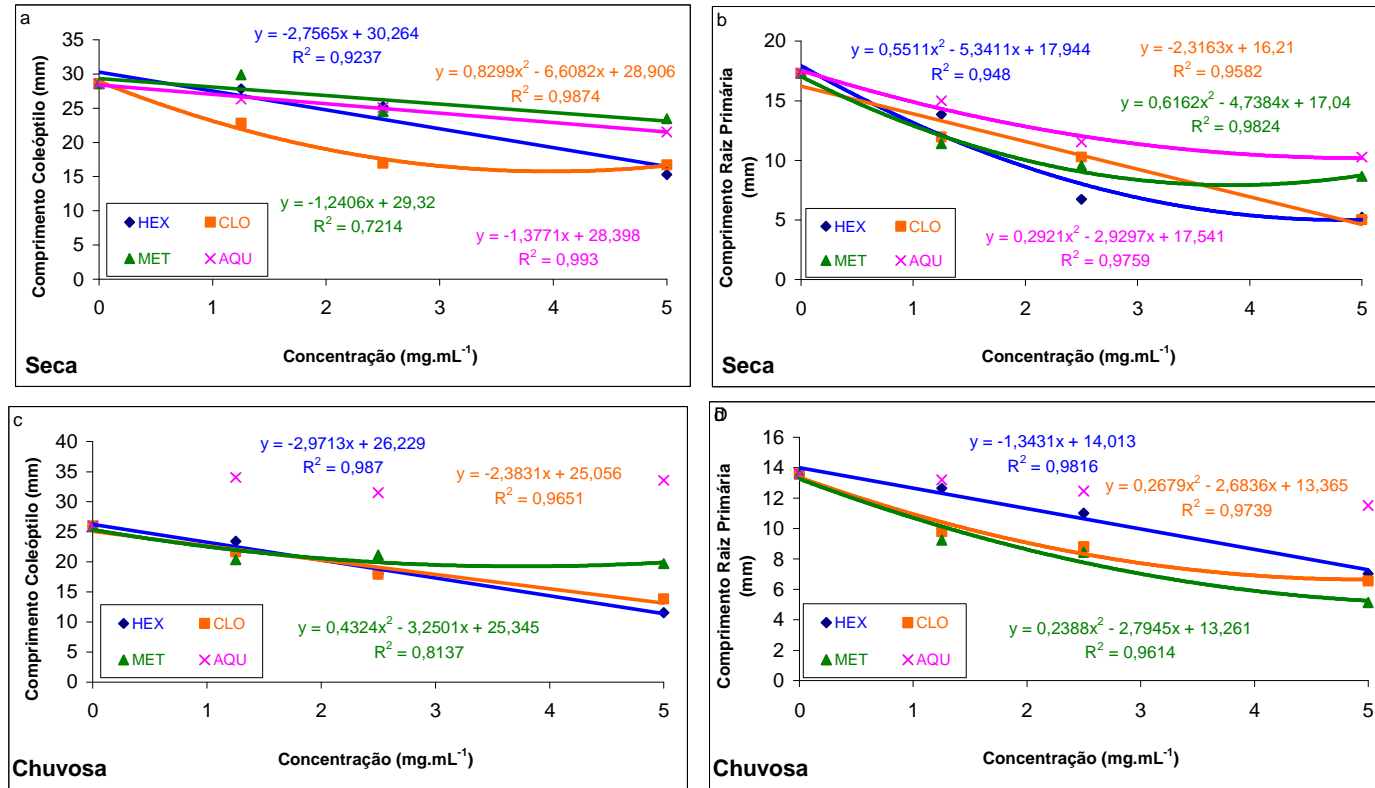


Figura 9: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Allium cepa* germinadas em extrato de caule emerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

1.3. Extratos de Caule Submerso de *G. elegans*

1.3.1. Germinação de sementes de *Lactuca sativa*

Apenas as frações da época de seca, na concentração de 5 mg.mL⁻¹, interferiram significativamente na germinação das sementes de *L. sativa*. As frações hexânica e clorofórmica inibiram 22,5 e 9,6%, respectivamente, a germinação das sementes na primeira contagem (Figura 10a). A fração hexânica inibiu a porcentagem de germinação total em 14,8% (Figura 10b).

1.3.2. Crescimento de plântulas de *Lactuca sativa*

Em relação ao desenvolvimento das plântulas de *L. sativa*, todas as frações de caule submerso de *G. elegans* da estação seca apresentam os hipocótilos, em média, 67% menores (Figura 11a). As maiores concentrações de todas as frações, exceto a metanólica, apresentaram raízes primárias 74,6% menores (Figura 11b). Dos extratos da época chuvosa, somente a fração aquosa apresentou estímulo no desenvolvimento dos hipocótilos, em 37,3%, na concentração de 1,25 mg.mL⁻¹ (Figura 11c). No entanto, foi observado redução do tamanho das raízes primárias em cerca de 36% pelas frações hexânica, metanólica e aquosa, na maior concentração testada (Figura 11d).

1.3.3. Germinação de sementes de *Allium cepa*

Nos testes realizados com *A. cepa* foi observado, que na época de seca, apenas a concentração de 5 mg.mL⁻¹ da fração hexânica inibiu a porcentagem total de germinação em 10% (Figura 12a). As frações clorofórmica e metanólica reduziram em 8,1% (5 mg.mL⁻¹) e 11,7% (2,5 mg.mL⁻¹) a germinação das sementes de *A. cepa* (Figura 12b). Nos resultados da coleta da estação chuvosa a primeira contagem foi reduzida em 11,5% quando as sementes germinaram foram tratadas com 5 mg.mL⁻¹ das frações hexânica (Figura 12d). As frações hexânica (2,5 e 5 mg.mL⁻¹), clorofórmica (5 mg.mL⁻¹) inibiram a porcentagem de germinação total, em média, 11,5% (Figura 12e). O IVG foi estimulado em 18 pontos pela fração metanólica (5 mg.mL⁻¹), o controle apresentou IVG igual a 110 pontos como mostrado na Figura 12f.

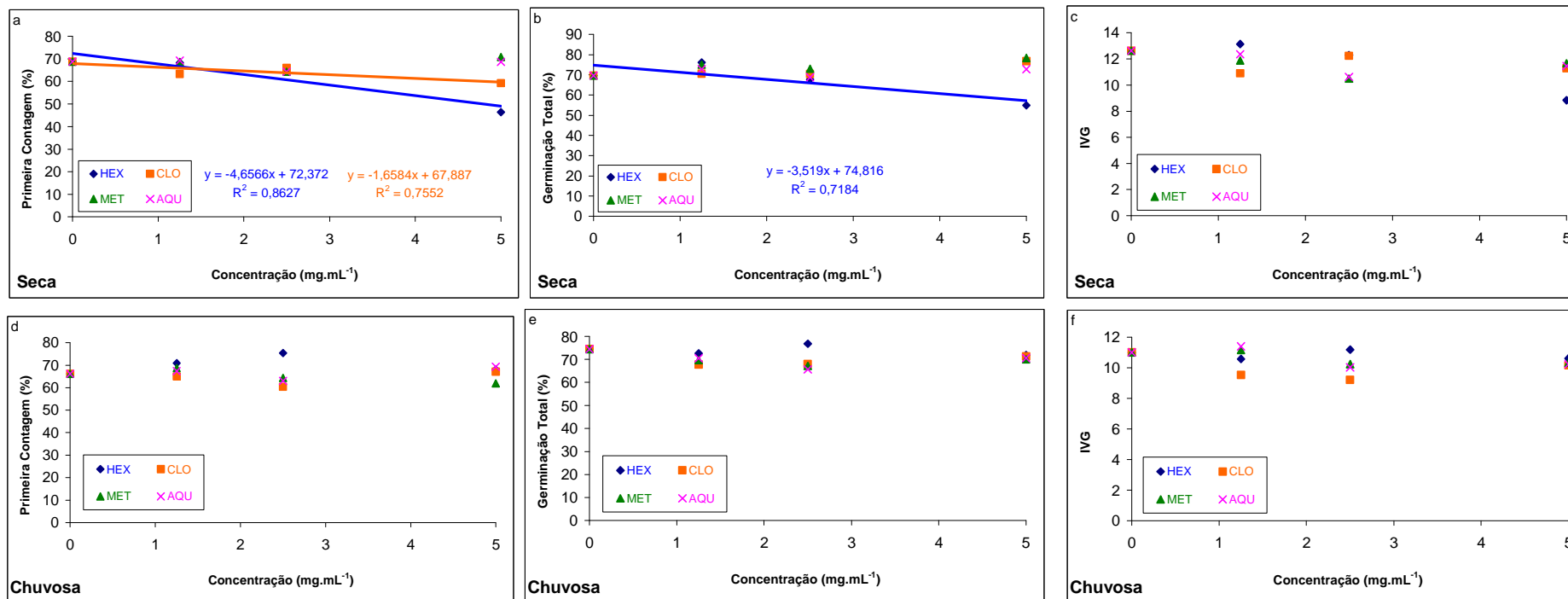


Figura 10: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de caule submerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

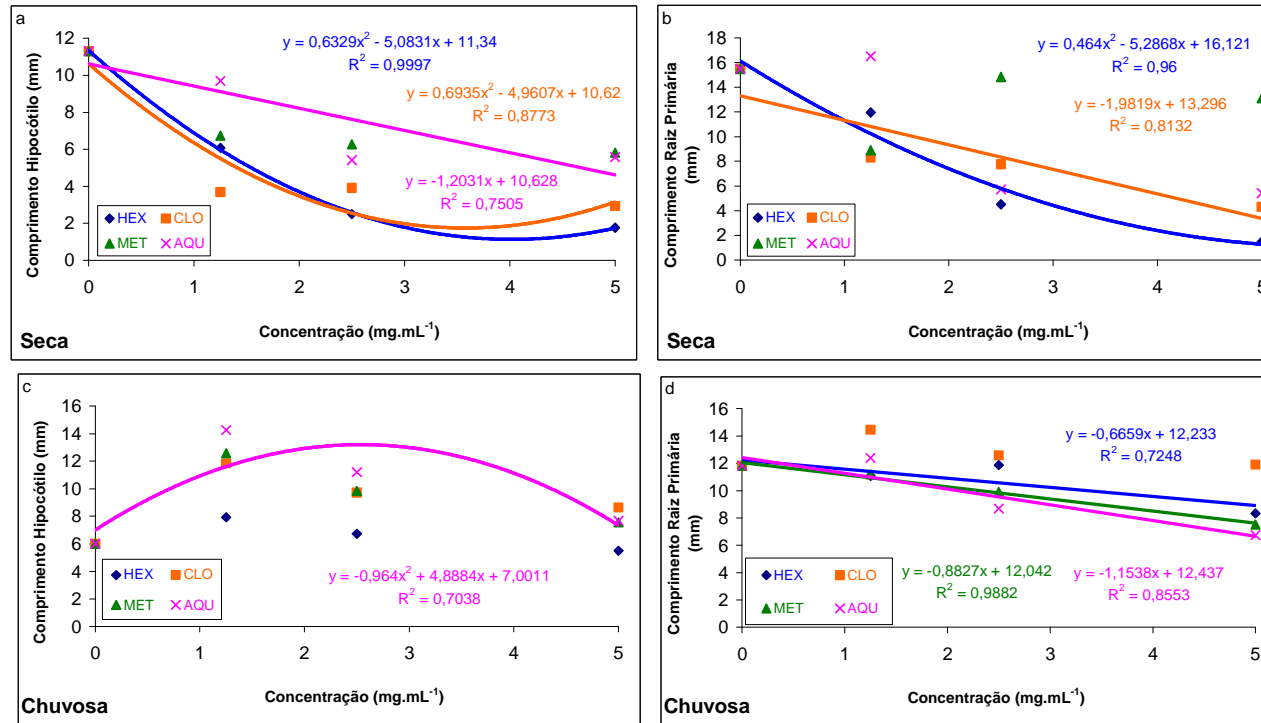


Figura 11: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de caule submerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

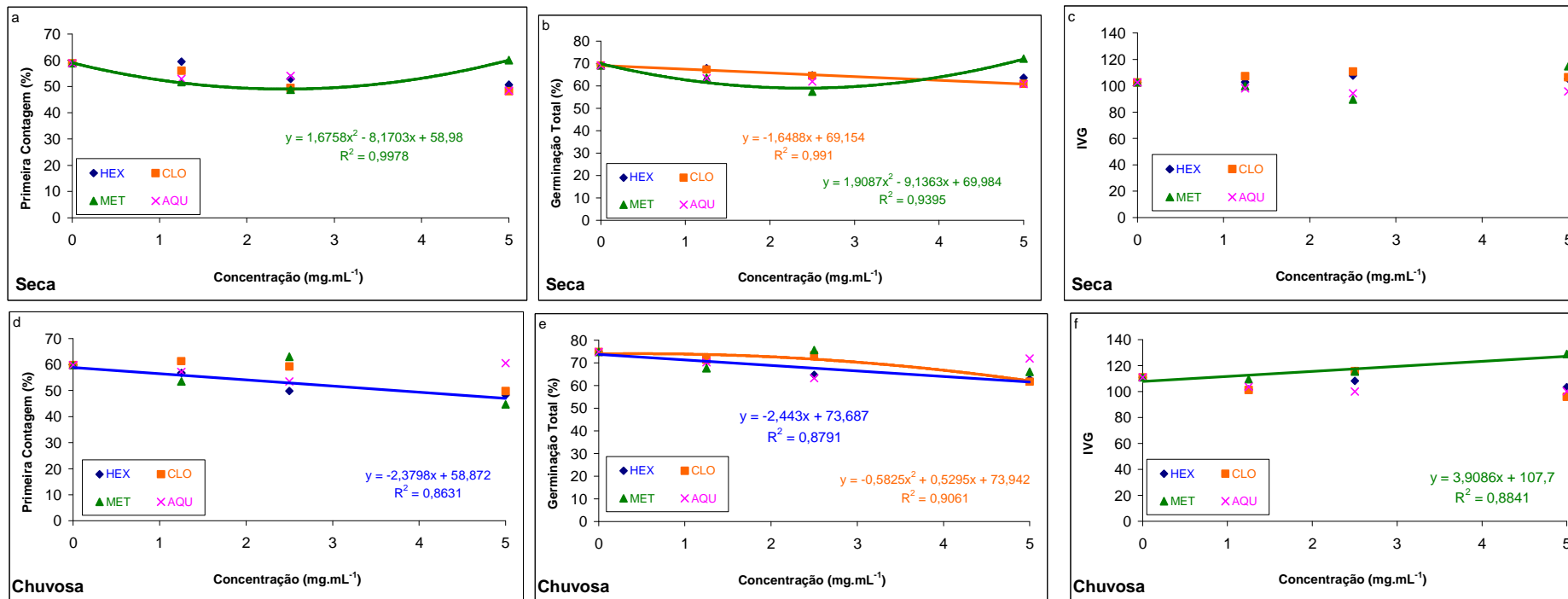


Figura 12: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Allium cepa* germinadas em extrato de caule submerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

1.3.4. Crescimento de plântulas de *Allium cepa*

As medidas do comprimento das plântulas de *A. cepa*, foram reduzidas por todas as frações de caule submerso originados da coleta da época seca (Figura 13). Os coleóptilos das plântulas tratadas com extratos de caule submerso apresentaram redução em seu comprimento de 53,5% (5 mg.mL⁻¹), na fração hexânica, 40,7% (2,5 mg.mL⁻¹) e 41,5% (5 mg.mL⁻¹) na fração clorofórmica, 18% (5 mg.mL⁻¹), na fração metanólica e 24,7% na fração aquosa (Figura 13a). As raízes primárias sofreram, em média, redução de 42% no comprimento (Figura 13b). Para a coleta da época chuvosa, todas as frações, exceto a fração aquosa, inibiram o crescimento dos coleóptilos, sendo que a fração metanólica, na concentração 5 mg.mL⁻¹, foi a que apresentou maior inibição (48,5%), assim como observado na Figura 13c. As frações de caule submerso inibiram em 41,5% (fração hexânica - 5 mg.mL⁻¹), 34,8% (fração clorofórmica - 5 mg.mL⁻¹), 49,2% (fração metanólica - 2,5 mg.mL⁻¹), 64% (fração metanólica - 5 mg.mL⁻¹), 52,5% (fração aquosa - 2,5 mg.mL⁻¹) e 62,7% (fração aquosa - 5 mg.mL⁻¹) o crescimento das raízes primárias (Figura 13d).

1.4. Extratos de Raízes Adventícias de *G. elegans*

1.4.1. Germinação de sementes de *Lactuca sativa*

Os extratos da estação seca não causaram alterações significativas sobre a germinação (Figura 14a, 14b, 14c). Dos extratos da estação chuvosa, pode ser observado que a fração aquosa, nas concentrações de 1,25 e 2,5 mg.mL⁻¹, estimularam a porcentagem de germinação da primeira contagem em 8,41% e 7,42% (Figura 14d) e da germinação total em 7% e 6,9% (Figura 14e), respectivamente.

1.4.2. Crescimento de plântulas de *Lactuca sativa*

As concentrações de 2,5 e 5 mg.mL⁻¹ das frações hexânica do extrato de raiz adventícia oriundos da coleta de seca inibiram o crescimento de hipocótilos de *L. sativa* em 56,9 e 61,78%, as mesmas concentrações da fração clorofórmica inibiram 47,9 e 51,4% (Figura 15a), respectivamente. A fração aquosa, da mesma coleta, inibiu o crescimento das raízes primárias em 77,1% (5 mg.mL⁻¹), assim como observado na Figura 15b. As frações hexânica e aquosa da época chuvosa, na maior concentração, inibiram o crescimento dos hipocótilos em 54,78 e 57,38%, respectivamente (Figura 15c). Ainda nos resultados da época chuvosa, a fração aquosa (5 mg.mL⁻¹) inibiu o crescimento das raízes primárias em 41,4%, as demais frações, apresentaram raízes primárias até 65,87% maiores, como encontrado na concentração de 5 mg.mL⁻¹ da fração clorofórmica (Figura 15d).

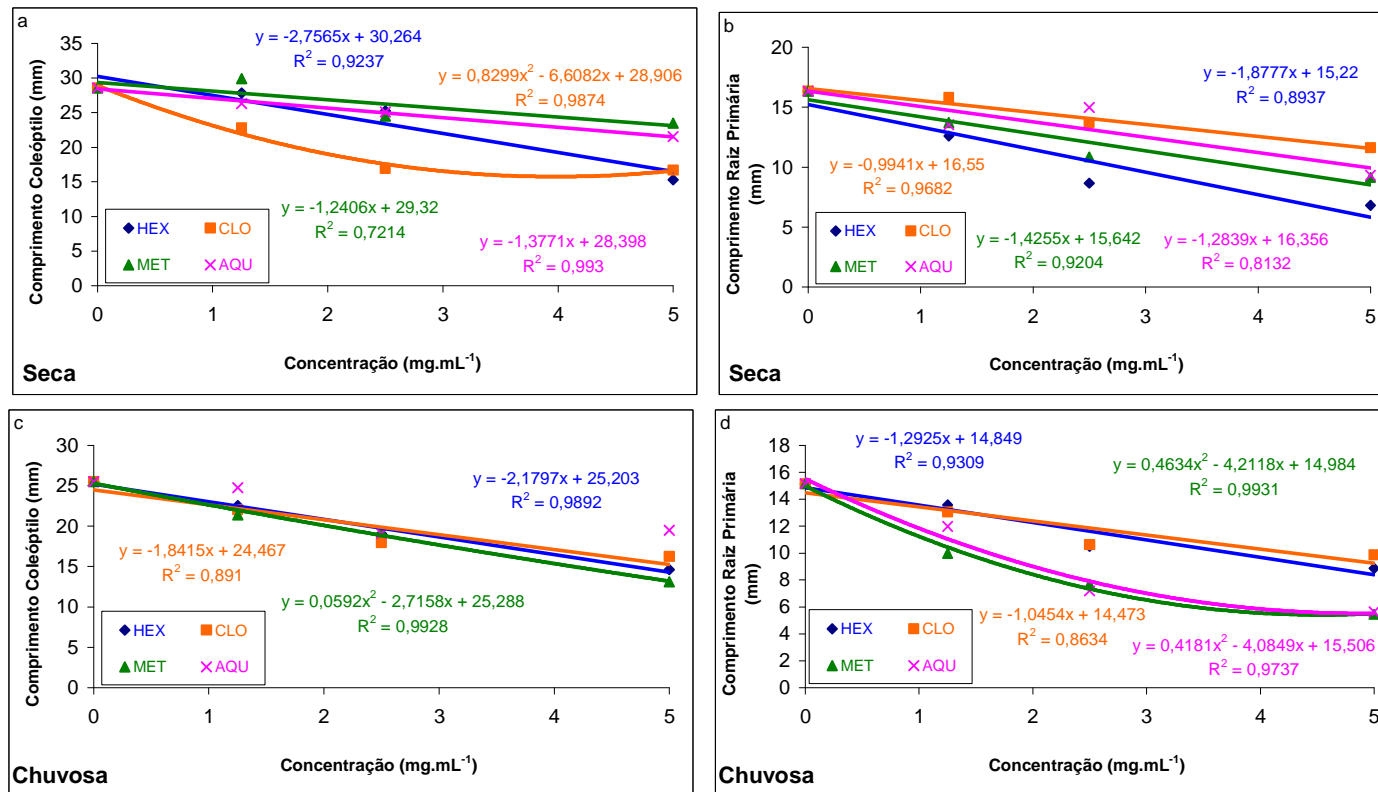


Figura 13: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Allium cepa* germinadas em extrato de caule submerso de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

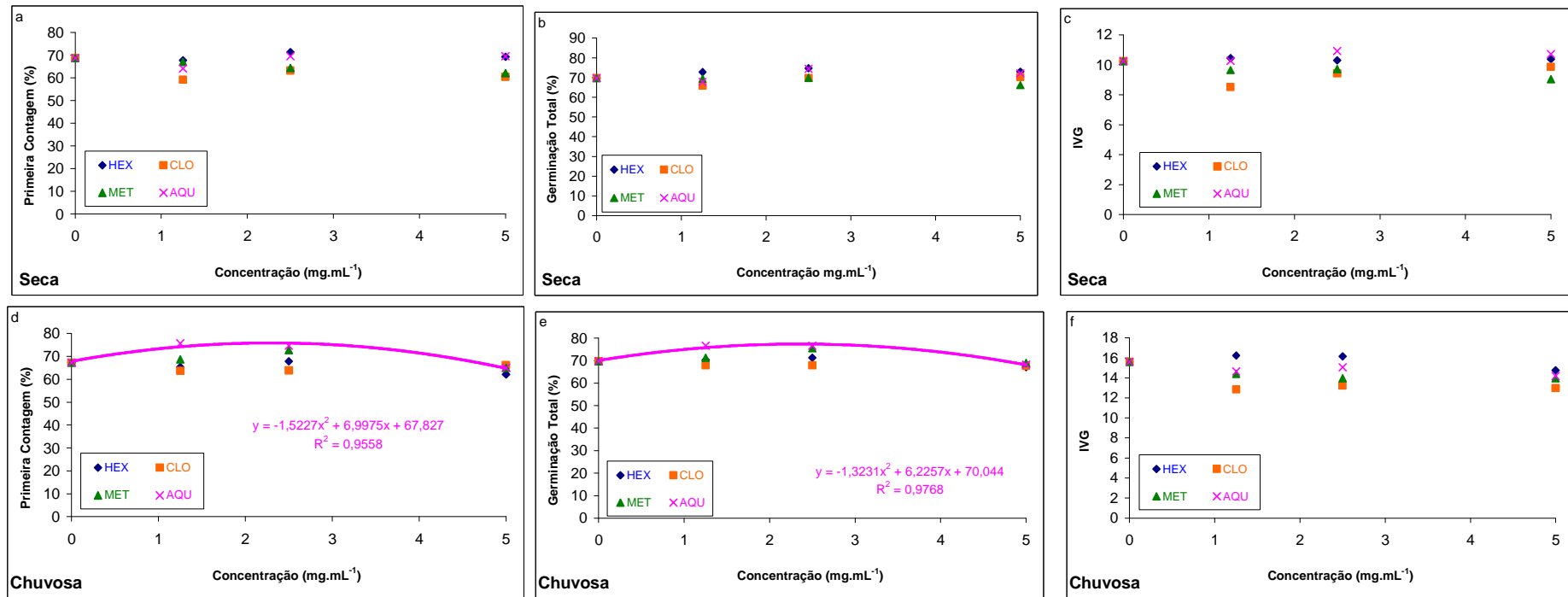


Figura 14: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de raiz adventícia de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

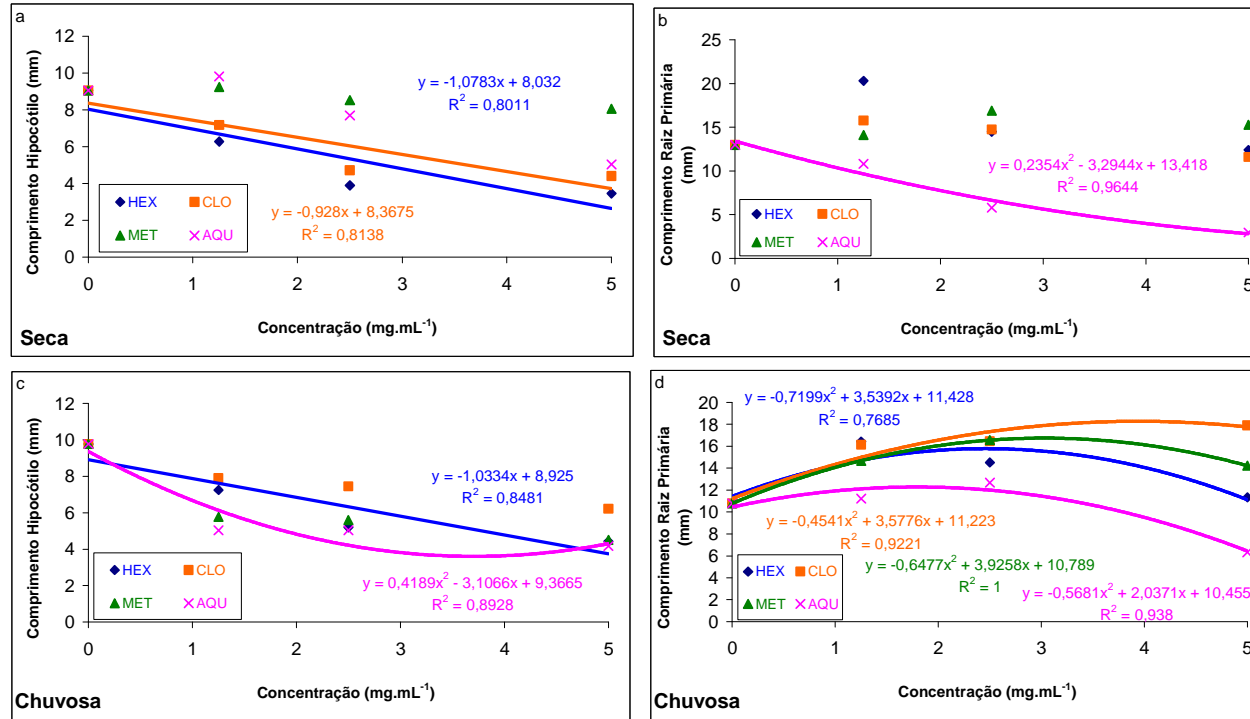


Figura 15: Tamanho de hipocótilos e raízes primárias de plântulas de *Lactuca sativa* germinadas em extrato de raiz adventícia de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

1.4.3. Germinação de sementes de *Allium cepa*

Os mesmos testes de germinação realizados com sementes de *A. cepa*, apresentados na Figura 16, mostram que a fração metanólica, na concentração de 2, 5 mg.mL⁻¹, da época de seca inibiu a porcentagem total de germinação em 13,37% (Figura 16b), assim como houve aumento do IVG em 20 pontos, em relação ao controle que foi de 106,75 pontos (Figura 16c). Para a época chuvosa apenas a fração hexânica estimulou o IVG em 21,3 (1,25 mg.mL⁻¹), 20,5 (2, 5 mg.mL⁻¹) e 30,3 pontos (5 mg.mL⁻¹), o controle apresentou IVG igual a 110,8 pontos (Figura 16f).

1.4.4. Crescimento de plântulas de *Allium cepa*

A fração aquosa da coleta de seca, na menor concentração, apresentou estímulo sobre o crescimento de coleótilos, cerca de 15% (Figura 17a). As demais frações, na concentração de 5 mg.mL⁻¹ inibiram 30,8% (hexânica), 21,1% (clorofórmica) e 20,2% (metanólica) o crescimento dos coleótilos (Figura 17a). As raízes primárias foram estimuladas pela fração hexânica, na concentração de 2,5 mg.mL⁻¹, em 40,7%, as frações metanólica e aquosa, na concentração de 5 mg.mL⁻¹ inibiram em 38 e 39%, respectivamente (Figura 17b). As frações hexânica (1,25 e 5 mg.mL⁻¹) e metanólica (5 mg.mL⁻¹), do extrato de raízes adventícias de *G. elegans* da época chuvosa, apresentaram hipocótilos 39,5; 40,5 e 43,2% maiores, respectivamente (Figura 17c). A fração metanólica inibiu o crescimento das raízes primárias em 39,3% (1,25 mg.mL⁻¹), 44% (2, 5 mg.mL⁻¹) e 49,9% (5 mg.mL⁻¹), assim como observado na Figura 17d.

2. Perfil Fitoquímico dos Extratos de *G. elegans*

A Figura 18 apresenta os resultados das análises em cromatografia de camada delgada dos diferentes extratos de *G. elegans*. Conforme pode ser observado, existem manchas com diferentes R_f (fator de retenção), quando se compara extratos de um mesmo órgão em diferentes coletas ou quando se compara diferentes órgãos de uma mesma coleta. É sugerido que esta espécie tenha um perfil fitoquímico tecido-específico e definido sazonalmente.

Na Tabela 2 estão os resultados obtidos nos teste qualitativos para detecção de metabólitos secundários. Assim como observado na cromatografia de camada delgada, cada órgão, fração e coleta apresentam diferentes classes de metabólitos secundários. Foram encontrados heterosídeos cianogênicos nas frações metanólica e aquosa de caule emerso e submerso e na fração aquosa das raízes adventícias, dos extratos da época de seca. Estes compostos estão ausentes na maioria dos extratos da época de chuvosa, aparecendo somente na fração aquosa de caule emerso e metanólica das raízes adventícias de *G. elegans*.

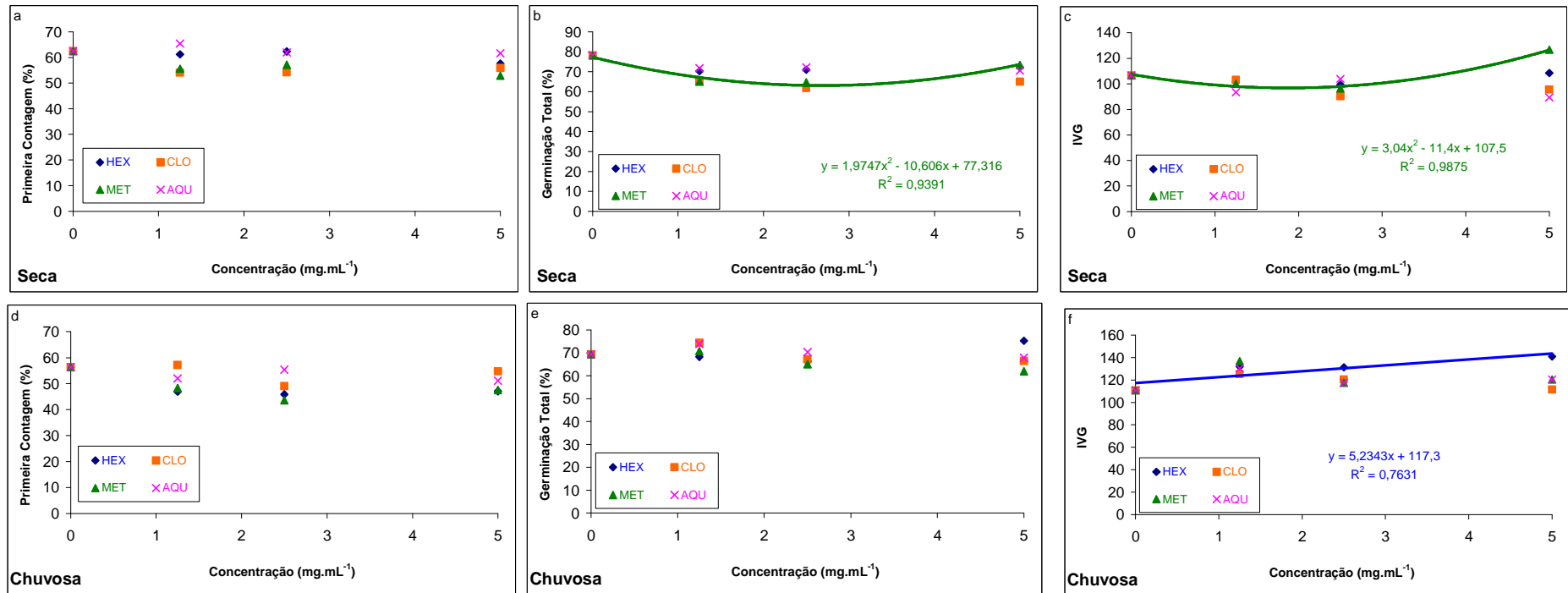


Figura 16: Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem das sementes de *Allium cepa* germinadas em extrato de raiz adventícia de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

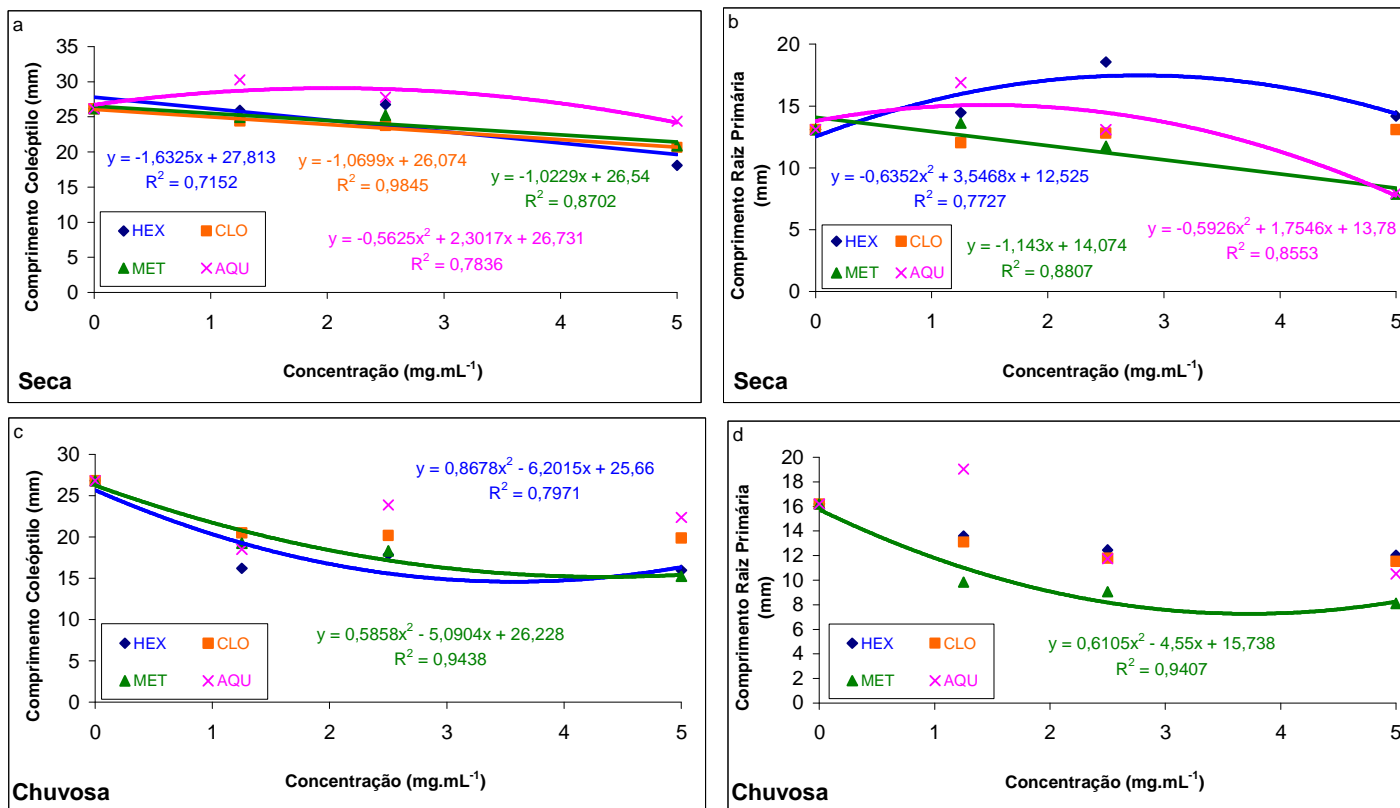


Figura 17: Polinomial de segundo grau de tamanho de hypocótilos e raízes primárias de plântulas de *Allium cepa* germinadas em extrato de raiz adventícia de *Gomphrena elegans*, em duas épocas, seca e chuvosa, em quatro frações: hexânica (HEX - azul), clorofórmica (CLO - laranja), metanólica (MET - verde) e aquosa (AQU - rosa) em diferentes concentrações (0; 1,25; 2,5 e 5 mg.mL⁻¹).

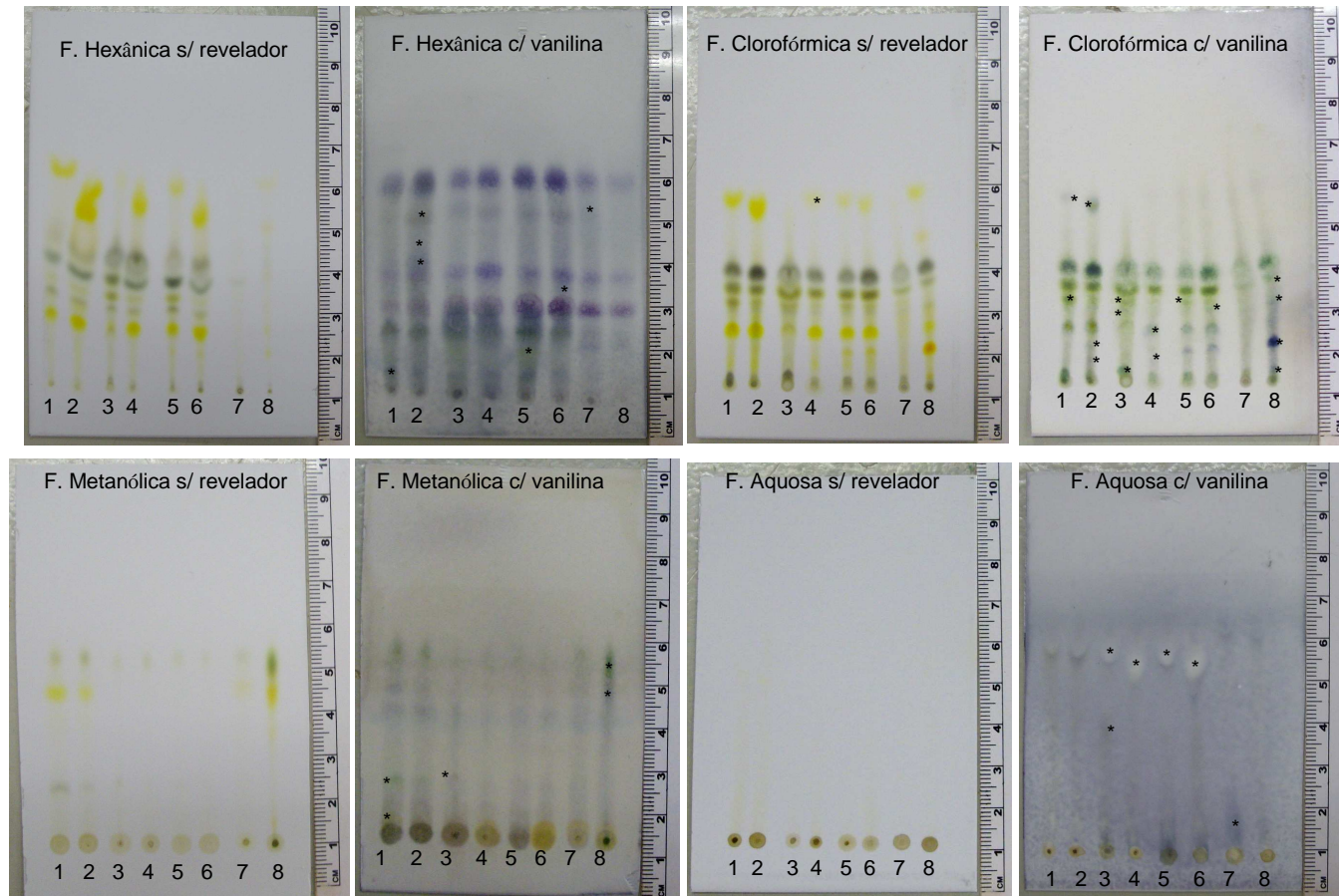


Figura 18: Cromatografia de camada delgada das frações hexânica, clorofórmica, metanólica e aquosa de *Gomphrena elegans*. 1) Folha – época seca; 2) Folha - época chuvosa; 3)Caule emerso - época seca; 4) Caule emerso - época chuvosa; 5) Caule submerso - época seca; 6) Caule submerso - época chuvosa; 7) Raiz - época seca; Raiz - época chuvosa. Os asteriscos indicam substâncias presentes em uma coleta e ausentes na outra.

Tabela 2: Análise qualitativa de metabólitos secundários em extratos de folhas, caule aéreo, caule submerso e raiz adventícia de *Gomphrena elegas*.

Coleta	Órgão	Fração	Teste																
			Hetero- sódio Cianogê- nico	compostos fenólicos	Tanino hidrolisáveis	Tanino condensados	Saponina	Antocianinas e antocianidinas	flavonas, flavonóides e xantonas	Chalconas e auronas	Flavonóis	Leuco anto- ciani- dinas	Catequinas (taninos catéquicos)	flavonas	flavonois, flavanonas, flavononóis e/ ou xantonas	osídios	Este- roides livres	Tri ter- pe- nos	
Seca	FO	hexano																+	
Seca	FO	clorofórmio																	
Seca	FO	metanol		+								+		+					
Seca	FO	aquoso		+						+				+	+			+	
Seca	CE	hexano																+	
Seca	CE	clorofórmio																	
Seca	CE	metanol	+	+		+					+							+	
Seca	CE	aquoso	+	+							+			+				+	
Seca	CS	hexano																	+
Seca	CS	clorofórmio																	
Seca	CS	metanol	+	+														+	
Seca	CS	aquoso	+									+							
Seca	RA	hexano																	+
Seca	RA	clorofórmio																	
Seca	RA	metanol												+					
Seca	RA	aquoso	+									+							
Chuvosa	FO	hexano																	+
Chuvosa	FO	clorofórmio																	
Chuvosa	FO	metanol		+		+						+							
Chuvosa	FO	aquoso		+										+					
Chuvosa	CE	hexano																	+
Chuvosa	CE	clorofórmio																	
Chuvosa	CE	metanol		+								+							
Chuvosa	CE	aquoso	+	+										+				+	
Chuvosa	CS	hexano																	+
Chuvosa	CS	clorofórmio																	
Chuvosa	CS	metanol		+	+													+	
Chuvosa	CS	aquoso		+														+	
Chuvosa	RA	hexano																	+
Chuvosa	RA	clorofórmio																	
Chuvosa	RA	metanol	+											+					
Chuvosa	RA	aquoso																	+

FO: folha. CE: caule emerso. CS: caule submerso. RA: raiz adventícia. Sinal + significa teste positivo para o metabólito secundário específico.

Os taninos hidrolisáveis aparecem somente na fração aquosa de caule submerso da época de chuvosa. Taninos condensados estão presentes na fração metanólica de caule emerso na seca e na mesma fração das folhas da estação chuvosa. Catequinas, flavonóis, flavanonas, flavononóis e/ou xantonas aparecem principalmente nos extratos da estação seca. No entanto, compostos fenólicos, saponinas e esteróides livres aparecem de maneira uniforme independente da estação do ano, assim como histeróides livres aparecem em todas as frações hexânicas de independente do órgão ou época de coleta.

Discussão

No geral, os extratos de *G. elegans* testados foram mais ativos sobre o crescimento de plântulas. Ferreira & Aqüila (2000) apontam os testes de germinação como sendo os menos sensíveis aos aleloquímicos do que aqueles que avaliam o desenvolvimento das plântulas, como por exemplo, comprimento da raiz ou parte aérea. An *et al.* (1993) e Reigosa *et al.* (1999) sugerem que os efeitos dos aleloquímicos nos diferentes processos fisiológicos de uma planta são dependentes da concentração, funcionando como estimuladores em baixas concentrações e como inibidores em altas concentrações. Além disso, cada processo fisiológico sofre alterações específicas dependentes da concentração de cada aleloquímico em particular.

Resultados de estímulos de germinação e crescimento de plântulas são pouco freqüentes, e explicações detalhadas sobre esses efeitos são escassas. Alguns trabalhos mostram que aleloquímicos causaram alguma interferência sobre fitormônios como auxina e giberelinas ou sobre reguladores de crescimento como brassinoesteróides, que induziram a germinação e crescimento de alface (Aqüila *et al.* 1999; Raven *et al.* 2001; Chon *et al.* 2003; Maraschin-Silva & Aqüila, 2006). Maraschin-Silva & Aqüila (2006), encontraram aumentos significativos no tamanho dos hipocótilos de alface em bioensaios com extratos de *Erythroxylum argentinum*, *Luehea divaricata* e *Myrsine guianensis*. Aqüila *et al.* (1999) descreveram estímulo no crescimento de alface por extratos aquosos de flores e partes aéreas de *Achyrocline satureioides*. A presença de substâncias indutoras da germinação ou do crescimento de plântulas pode estar relacionada ao controle de fenofases de *G. elegans*, ou seja, podem ter a função de induzir germinação ou crescimento vegetativo em períodos específicos do ciclo de vida da planta.

Dos extratos analisados quanto à atividade alelopática, aqueles obtidos de folhas e caule emersos de *G. elegans* foram os mais ativos (Figuras 2 a 9). A maioria das plantas terrestres já estudadas armazenam a maior parte dos aleloquímicos em folhas e raízes. Em ambos os órgãos há

maior probabilidade de contato com o solo – as folhas por exsudação e quando caem no solo após a senescência e as raízes por estarem permanentemente em contato com o substrato (Putnam & Tang, 1986; Rodrigues *et al.* 1993; Friedman, 1995; Weston, 1996). Desta forma, é sugerido que os aleloquímicos de folhas de *G. elegans* são liberados quando as mesmas se desligam da planta na senescência e ficam acumuladas entre as ramificações submersas.

Os extratos que apresentaram maior atividade inibitória foram aqueles obtidos nas coletas da estação seca, destacando-se as frações hexânica e a metanólica, nos testes com *Allium cepa* e a fração hexânica nos testes com *Lactuca sativa*. A maior atividade dos extratos apolares deve-se, provavelmente, ao fato de que as substâncias ativas não solubilizam em água, mantendo-se em maior concentração ao redor do vegetal. Alcalóides na forma base, compostos fenólicos e terpenóides são exemplos de substâncias apolares que geralmente apresentam atividade alelopática (Falkenberg *et al.* 2007).

Mazzafera (2003) verificou que eugenol, um composto fenólico volátil, o principal constituinte do óleo extraído do cravo-da-índia, possui efeito alelopático, inibindo a germinação e o crescimento de beijo, trigo, rabanete, azevém, milho, arnica, rumex e mostarda. Souto *et al.* (1994) observou que fragmentos da madeira carvalho-vermelho (*Quercus robur*), pinus (*Pinus radiata*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e acácia (*Acacia melanoxylon*) causaram a inibição do crescimento e do desenvolvimento de plântulas de alface; o efeito alelopático foi relacionado principalmente à presença de compostos fenólicos.

As variações observadas na atividade alelopática dos extratos de *G. elegans* mostraram uma relação relevante com as mudanças ocorridas nas condições microclimáticas, nas estações seca e chuvosa. Menores atividades inibidoras foram características de períodos com menores amplitudes térmicas e maiores precipitações, isto é, de meses típicos da estação chuvosa, enquanto que as maiores atividades foram verificadas em condições opostas, ou seja, nos períodos mais secos, com maiores amplitudes térmicas, característicos da estação seca.

Castro *et al.* (2005) analisaram extratos de *Byrsonima verbascifolia* obtidos nas estações seca e chuvosa e os resultados evidenciaram uma maior atividade da fenilalanina amônia-liase na estação seca, sendo esta cerca de 30% superior à observada na estação chuvosa. Contudo, não observou variações nos conteúdos de fenóis totais entre as estações. No entanto, um declínio significativo nos teores de taninos totais foi verificado na estação seca, sendo este da ordem de 33%, em média.

Outros autores relatam variação no teor de metabólitos secundários ao longo das diferentes estações do ano. Silva *et al.* (2007) observou variação do teor de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* em coletas realizadas no mesmo horário ao longo de um ano. Nogueira *et al.* (2007) realizaram a caracterização química do óleo essencial de *Lippia alba* e observou que durante a

primavera, verão e o outono foram obtidos rendimentos similares de óleos essenciais, sendo observado o menor rendimento no inverno. Durante o verão, foi observada maior complexidade de compostos.

Schmidt *et al.* (2008) investigando o efeito da sazonalidade sobre o potencial antibacteriano de extratos etanólicos de *Baccharis trimera* observaram que os extratos de verão apresentaram atividade bactericida sobre *Staphylococcus aureus* e *Proteus mirabilis* em concentração de 1024 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, enquanto os extratos de outono, inverno e primavera se mostraram efetivos em maiores concentrações (2048 $\mu\text{g.mL}^{-1}$).

Os diferentes comportamentos na atividade alelopática podem ser entendidos se analisarmos a composição dos diferentes órgãos de *G. elegans* nas duas coletas (Figura 18), já que se observa uma clara heterogeneidade no perfil fitoquímico dentro das variáveis tecido e estação do ano (Tabela 2). Além disso, as diferenças na intensidade da atividade alelopática entre as duas coletas podem estar ligadas às diferenças físico-químicas da água nas duas estações, tais como: nível de oxigênio, concentração de sais, assim como o próprio nível e fluxo de água, deixando partes aéreas mais expostas no período de seca, implicando em maior competição e ataque de patógenos. Segundo Darrow & Bowers (1997), o conhecimento destas variações é muito importante, pois permite definir a época em que alguns constituintes estão em maior proporção, podendo estar relacionados com aumento de resistência ou susceptibilidade a ataques por microrganismos ou insetos herbívoros, além de períodos de germinação de espécies competidoras.

O período reprodutivo de *G. elegans* ocorre na estação seca, enquanto a fase vegetativa coincide com a estação chuvosa. O investimento energético para produção de metabólitos de proteção de diásporos tende a ser mais alto nos períodos reprodutivos, para garantir o sucesso da reprodução. Outros autores também encontram correlação entre fenologia e perfil fitoquímico. Nas plantas, a alocação de carbono para a síntese de metabólitos secundários é determinada tanto pela disponibilidade de recursos edafoclimáticos (água, nutrientes, luz, concentração de CO_2), como por estresses específicos (seca, poluentes atmosféricos, radiação ultra-violeta, temperatura) (Koricheva *et al.*, 1998; Lavola, 1998; Kouki & Manetas, 2002). Assim, vários fatores que afetam o crescimento, fotossíntese e outros aspectos do metabolismo primário, também causam efeitos no metabolismo secundário (Lavola *et al.* 2000). Entretanto, segundo Lavola (1998), deve se considerar que quando associados, estes fatores podem afetar diferentemente os padrões morfológicos e bioquímicos das plantas.

No Cerrado é muito comum a utilização de queimadas em áreas de pastagens para renovação ou recuperação das mesmas, esta prática contribui para o aumento dos níveis de CO_2 na atmosfera (Costa & Paulino, 2008). Provavelmente este incremento de CO_2 atmosférico interfere no perfil

quantitativo e qualitativo de metabólitos secundários das espécies do Cerrado. Gobbo-Neto & Lopes (2007) relatam que alterações no metabolismo de derivados fenólicos podem ser decorrentes da poluição atmosférica, tais como aumento dos níveis de O₃ ou de CO₂.

São relatadas variações sazonais no conteúdo de praticamente todas as classes de metabólitos secundários. A idade e o desenvolvimento da planta, bem como dos diferentes órgãos vegetais, também são de considerável importância e podem influenciar não só a quantidade total de metabólitos produzidos, mas também as proporções relativas dos componentes da mistura (Gobbo-Neto e Lopes, 2007).

Alguns autores apontam uma correlação inversa entre períodos de crescimento e a produção de aleloquímicos, principalmente derivados fenólicos (Gershenzon, 1984; Crankshaw *et al.* 1981; Palo *et al.* 1985; Lilov & Angelova, 1987). Não foi observado diferença na composição de compostos fenólicos de *G. elegans*, nas coletas, talvez pelo fato desta planta ser excelente competidora e apresentar crescimento vegetativo o ano todo.

Para Adámoli *et al.* (1986) e Pivello & Coutinho (1992), as variações climáticas, caracterizadas principalmente pela distinção entre uma estação seca (abril a setembro) e outra chuvosa (outubro a março), ajudam a moldar a estrutura vegetal do Cerrado, juntamente com o fogo, o baixo nível de nutrientes e alta demanda evaporativa. Apesar de *G. elegans* encontrar-se em ambiente aquático, fatores como diferenças de temperatura, alta precipitação (estação chuvosa) ou alta taxa de evaporação (estação seca) devem influenciar a velocidade e a regulação do metabolismo desta espécie.

Futuros experimentos envolvendo purificação e identificação das substâncias ativas poderão contribuir para o conhecimento mais acurado dos compostos secundários envolvidos na atividade alelopática dos extratos de *G. elegans* encontradas neste trabalho.

Agradecimentos

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e à FUNDECT (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento de Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pela bolsa concedida e pelo auxílio financeiro. À Coordenação do Mestrado em Biologia Vegetal e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo apoio e auxílio financeiro.

Referências Bibliográficas

- Adámoli, J.A.; Macedo, J.; Azevedo, L.G. de. 1986. Caracterização da região dos cerrados. In: Goedert, W.J. **Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. CPAC-Embrapa, São Paulo, Nobel. p. 33-74.
- Aires, S.S.; Ferreira, A.G. & Broghetti F. 2005. Efeito alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botanica Brasilica**. 19(2): 339-344.
- An, M.; Johnson, I.R. & Lovett, J.V. 1993. Mathematical Modeling Of Allelopathy: Biological Response To Allelochemicals And Its Interpretation. **Journal of Chemical Ecology**. 19(10).
- Aqüila, M.E.A.; Ungaretti, J.A.C. & Michelin, A. 1999. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. **Acta Horticulturae**. 502: 383-388.
- Barrat-Segretain, M.H. & Amoros, C. 1996. Recolonization of cleared riverine macrophyte patches importance of the border effect. **Journal of Vegetation Science**. 7: 769-776.
- Barreiro, A.P.; Delachiave, M.E.A. & Souza, F.S. 2005. Efeito alelopático de extratos de parte aérea de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] na germinação e desenvolvimento da plântula de pepino. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. 8(1): 4-8.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. SNDA/DNDV/CLAV, Brasília.
- Castro, A.H.F.; Alvarenga, A.A.; Soares, A.M; Young, M.C.M.; Purcino, A.A.C. 2005. Avaliação sazonal da atividade da fenilalanina amônia-liase e dos teores de fenóis e taninos totais em *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.: uma espécie medicinal do cerrado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. 7(3):45-55.
- Chon, S.K.; Choi, S.K.; Jung, S., Jang, H.G.; Pyo, B.S. & Kim, S.M. 2002. Effects of alfalfa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seedling growth and root morphology of alfalfa and barnyard grass. **Crop Protection**. 21: 1077-1082.
- Costa, N.L. & Paulino, V.T. 2008. Utilização do fogo no manejo de pastagens. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Londrina, 2(32): 2
- Crankshaw, D. R. & Langenheim, J. H. 1981. Variation in terpenes and phenolics through leaf development in *Hymenaea* and its possible significance to herbivory. **Biochemical Systematics and Ecology**. 9: 115- 124
- Dadang & Ohsawa, K. 2001. Efficacy of plant extracts for reducing larval populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) and cabbage webworm, *Crociodomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), and evaluation of cabbage damage. **Applied Entomology and Zoology**. 36(1): 143-149.
- Darrow, K. & Bowers, M. D.; 1997. **Biochemistry and Physiological Ecology**. 25:1.
- Dobremez, J.F.; Gallet, C. & Pelissier, F. 1995. Guerre chimique chez les végétaux. **La Recherche**. 26: 912.
- Durigan, J.C. & Almeida, F.S. 1993. **Noções sobre a alelopatia**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP.
- Falkenberg, M. De B.; Santos, R.I dos; Simões, C. M. O. 2007. Introdução à Análise Fitoquímica. In: Simões, C.M.O.; Schenkel, P.E.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P.; Auler, A.M.L. & Petrovick, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre : UFRGS.
- Ferreira, A.G. & Aqüila, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. 12 (Edição especial): 175-204.

- Friedman, J. 1995. Allelopathy, autotoxicity, and germination. Pp. 629-644. In: J. Kegel & G. Galili (eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc.
- Gatti, A.B.; Perez, S.C.J.G. De A. & Ferreira, A.G. 2007. Avaliação da Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de Folhas de Espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**. 5(2): 174-176.
- Gershenzon, J.; 1984. Changes in the production of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. **Recent Advances in Phytochemistry**. 18: 273- 281.
- Giotto, A.C.; Oliveira, S.C. & Silva, J.G. 2007. Efeito alelopático de *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. Berg. (Myrtaceae) na Germinação e no Crescimento de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**. 5(2): 600-602.
- Gobbo-Neto, L. & Lopes, N.P. 2007. Plantas Medicinais: Fatores De Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Química Nova**. 30(2): 374-381.
- Hora, R.C. da & Souza, P.R. 1999. Onde Até as Cachoeiras Crescem. In: Scremin-Dias, E.; Pott, V.J.; Hora, R.C. da & Souza, P.R. **Nos jardins submersos da Bodoquena. Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande, UFMS.
- Koricheva, J.; Larsson, S.; Haukioja, E. & Keinänen, M. 1998. Regulation of woody plant secondary metabolism by resource availability: hypothesis testing by means of meta-analysis. **Oikos**. 83(2): 212-226.
- Kouki, M.& Manetas, Y. 2002.Resource availability affects differentially the levels of gallotannins and condensed tannins in *Cerotonia siliqua*. **Biochemical Systematics and Ecology**. 30(7): 631-639.
- Labouriau, L.G. & Valadares, M.E.B. 1976. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 48: 263-284.
- Lavola, A. 1998.Accumulation of flavonoids and related compounds in birch induced by UV-B irradiance. **Tree Physiology**. 18(1):53-58.
- Lavola, A.; Titto, R.J. & Rosa, T.M.de la. 2000. Allocation of carbon to growth and secondary metabolites in birch seedlings under UV-B radiation and CO₂ exposure. **Physiologia Plantarum**. 109(3): 260-267.
- Lilov, D. & Angelova, Y. 1987. Changes in the Content of Some Phenolic Compounds in Connection with Flower- and Fruit-Formation of Vine. **Biologia Plantarum**. 29(1): 34-37.
- Lino, C.M.; Tanaka, M.O. & Scremin-Dias, E. 2003. Resposta de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae) à perturbação: subsídio para manejo no Rio Sucuri, Bonito, MS. In: **VI Congresso de Ecologia do Brasil** – Anais de Trabalhos Completos. Fortaleza, CE. p. 32.
- Lorenzi, H. 2000. **Plantas Daninhas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. 2(1): 176-177.
- Mantovani, J.E. & Pereira, A. 1998. Estimativas da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE.
- Maraschin-Silva, F.M. & Aquila, M.E.A. 2006. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**. 30(4): 547-555.
- Matos, F. J. A. 2000. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza, UFC. Pp 162.
- Mazzafera, P. 2003. Efeito Alelopático do Extrato Alcoólico do Cravo-da-Índia e Eugenol. **Revista brasileira de Botânica**. 26(2): 231-238.

- Nishimoto, N.; Nakai, S.; Takagi, N.; Hayashi, S.; Takemoto, T.; Odashima, S.; Kizu, H. & Wada, Y. 1984. Pfaffosides and nortriterpenoid saponins from *Pfaffia paniculata*. **Phytochemistry**. 23: 139-42.
- Nogueira, M.A.; Diaz, G. & Sakumo, L. 2007. Caracterização química e atividade biológica do óleo essencial de *Lippia alba* cultivada no Paraná. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. 28(3): 273 – 278.
- Oliveira, M.N.S. De; Mercadante, M.O.; Lopes, P.S.N.; Gomes, I.A.C.; Gusmão, E. & Ribeiro, L.M. 2002. Efeitos Alelopáticos dos Extratos Aquoso e Etanólico de Jatobá do Cerrado. **Unimontes Científica**. 4(2): 1-12.
- Palo, R.T.; Sunnerheim, K. & Theander, O. 1985. Seasonal variation of phenols, crude protein and cell wall content of birch (*Betula pendula* Roth.) in relation to ruminant in vitro digestibility **Oecologia**, 65: 314-318.
- Periotto, F.; Perez, S. C. J. G. De 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 bot. bras.* 18(3): 425-430.
- Pivello, V.R. & Coutinho, L.M. 1992. Transfer of macronutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open Cerrado (Brazilian savanna). **Journal of Tropical Ecology**. 8(4): 487-497.
- Pomilio, A.B.; Buschi, C.A.; Tomes, C.N. & Viale, A.A. 1992. Antimicrobial constituents of *Gomphrena martiana* and *Gomphrena boliviana*. **Jornal of Ethnopharmacology**. 36(2): 144-161.
- Pomilio, A.B.; Sola, G.; Mayer, A.M.S. & Rumi, L.S. 1994. Antitumor and Cytotoxic Screen of 5,6,7-Trisubstituted Flavones From *Gomphrena martiana*. **Journal of Ethnopharmacology**. 44(1): 25-33.
- Pott, V.J.; Pott, A. 1994. **Plantas do Pantanal**. Corumbá, Embrapa. Centro de pesquisa agropecuária do Pantanal. Pp.302
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000a. Subsídio à conservação da vegetação aquática dos rios de Bonito, MS – Caso do rio Sucuri. In: **II Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômico do Pantanal**. Corumbá, Mato Grosso do Sul. Recursos Corumbá.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000b. Distribuição de Macrófitas Aquáticas no Pantanal. In: **II Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômico do Pantanal**. Corumbá, Mato Grosso do Sul. Recursos Corumbá.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000c. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Corumbá, Embrapa. Centro de pesquisa agropecuária do Pantanal. Pp.404.
- Putnam, A.R. & Tang, C.S. 1986. Allelopathy state of the science. In: Putnam, A.R. & Tang, C.S. **The Science of Allelopathy**. New York: John Wiley & Sons p. 1-19.
- Raven, P.H.; Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2001. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. Pp. 906.
- Reigosa, M.J.; Sánchez-Moreiras, A. & Gonzáles, L. 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Science**. 18(5): 577- 608.
- Rizvi, S.J.H.; Haque, H.; Singh, U.K. & Rizvi, V. 1992. A discipline called allelopathy. In: Rizvi, S.J.H. & Rizvi, H. **Allelopathy: Basic and Applied Aspects**. London, Chapman & Hall.
- Rodrigues, L.R.A.; Almeida, A.R.P.; Rodrigues, T.J.D. 1993. Alelopatia em forrageiras e pastagens. In: **Simpósio Sobre Ecossistema de Pastagens**, Jaboticabal: FUNEP, 100-129.

- Sarker, S.D.; Girault, J.P.; Lafont, R. & Dinan, L.N. 1996. Ecdysteroids from *Gomphrena haageana* (Amaranthaceae). **Biochemical Systematics And Ecology**. 24(2): 177-178.
- Savchenko, T.; Whiting, P.; Sarker, S.D. & Dinan, L. 1998. Distribution and identity of phytoecdysteroids in *Gomphrena* spp. (Amaranthaceae). **Biochemical Systematics And Ecology**. 26(3): 337-346.
- Schmidt, F.B.; Marques, L.M. & Mayworn, M.A.S. 2008. Efeito da sazonalidade sobre o potencial antibacteriano de extratos etanólicos de *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s. 10(2): 1-5.
- Scremin-Dias, E., Pott, V. J. Hora, R. C. & Souza, P. R. 1999. **Nos jardins submersos da Bodoquena. Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande, UFMS. Pp. 160.
- Silva, C.J. ; Barbosa, L.C.A.; Maltha, C.R.A.; Pinheiro, A.L. & Ismail, F.M.D. 2007. Comparative study of the essential oils of seven *Melaleuca* (Myrtaceae) species grown in Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**. 22(6): 474 – 478.
- Silva, Z.L. 1978. Alelopatia e defesa em plantas. **Boletim Geográfico**. 36(258-259): 90-96.
- Simões, C.M.O.; Schenkel, P.E.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P.; Auler, A.M.L. & Petrovick, P.R. 1999. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre : UFRGS.
- Souto, X.C.; Gonzalez, L. & Reigosa, M.J. 1994. Comparative analysis of allelopathic effects produced by four forestry species during decomposition process in their soils in Galicia (NW. Spain). **Journal of Chemical Ecology**, 20:3005-3015.
- Souza, L.M. de; Canini, G.B.; Aires, S.S. & Borghetti, F. 2007. Efeito Alelopático de Folhas de Quatro Espécies do Cerrado sobre Crescimento de Gergelim. **Revista Brasileira de Biociências**. 5(2): 540-542.
- Takemoto, T.; Nishimoto, N.; Nakai, S.; Takagi, N.; Hayashi, S.; Odashima, S. & Wada, S. 1983. Pfaffic acid, a novel nortriterpene from *Pfaffia paniculata* Kuntze. **Tetrahedron Letters**. 24(10): 1057–1060.
- Torres, A.; Oliva, R.M.; Castellano, D. & Cross, P. (Editors). 1996. Introduction, A Science for the Future, Proceedings, In.: **First World Congress on Allelopathy**. Spain, 6-20.
- Vargas, I.A. de. 1998. A Gênese do Turismo em Bonito. Pp. 127-149. In: Banducci-Júnior, A. & Moretti, E.C. **Qual Paraíso?: Turismo e Ambiente em Bonito e no Pantanal**. Campo Grande, UFMS.
- Weston, L.A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. **Agronomy Journal**. 88(6): 860-866.
- Young, M. C. M.; Potomati, A.; Chu, E. P.; Haraguchi, M.; Yamamoto, M. & Kawano, T. 1997. C-13 NMR analysis of monodesmosidic saponins from *Gomphrena macrocephala*. **Phytochemistry**. 469(7): 1267-1270.

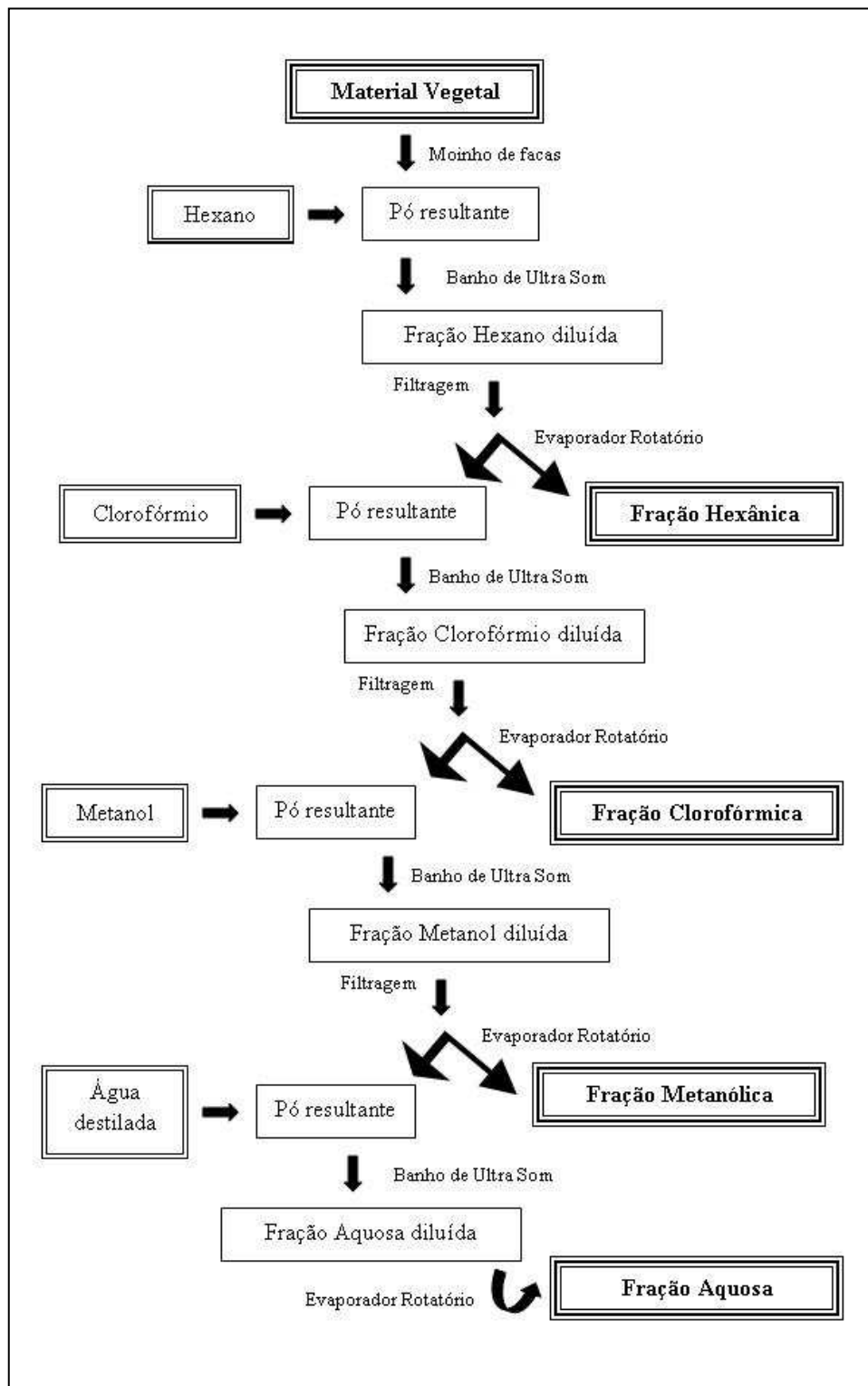
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ◆ Os ensaios de atividade alelopática dos extratos de *Gomphrena elegans* mostraram que esta espécie sintetiza substâncias inibidoras e estimuladoras da germinação e do crescimento de plântulas. Estes resultados sugerem que parte das estratégias utilizadas por *G. elegans* para competir com sucesso com outras espécies aquáticas nativas no Rio Sucuri, deva estar relacionada a esta alta atividade inibitória observada em vários extratos de todos os órgãos da planta.
- ◆ Todos os órgãos analisados apresentaram algum tipo de interferência na germinação ou crescimento das espécies alvo, sendo que o caule emerso e folhas foram os órgãos que apresentaram maior atividade inibidora nos testes de germinação e crescimento.
- ◆ Os extratos de *G. elegans* obtidos das coletas da estação seca apresentaram as maiores atividades inibidoras da germinação e crescimento e plântulas de *L. sativa* e *A. cepa*. Esta diferença de atividade entre os extratos das duas estações pode ser atribuída a fatores, tais como, diferenças na fenologia da espécie, variações sazonais no conteúdo das diferentes classes de metabólitos secundários e diferenças edafoclimáticas. Além disso, o período reprodutivo desta espécie ocorre na estação seca, enquanto a fase vegetativa coincide com a estação chuvosa. Em geral, o investimento energético para produção de metabólitos de proteção de diásporos tende a ser mais alto nos períodos reprodutivos, para garantir o sucesso da reprodução.
- ◆ A maioria dos extratos de caule emerso e raízes adventícias, obtidos nas coletas da estação chuvosa, estimularam a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de *L. sativa* e *A. cepa*. A fração metanólica de caule emerso da estação seca, a fração clorofórmica de caule emerso e fração metanólica de caule submerso da estação chuvosa levaram a um aumento do IVG de sementes de *A. cepa*. A presença de substâncias indutoras da germinação ou do crescimento de plântulas pode estar relacionada ao controle de fenofases desta espécie, ou seja, podem ter a função de induzir germinação ou crescimento vegetativo da própria espécie em períodos específicos do seu ciclo de vida.
- ◆ *Allium cepa* foi mais sensível à ação dos extratos de *G. elegans* testados do que *Lactuca sativa*. As frações mais ativas foram as hexânicas e metanólicas, e afetaram principalmente o crescimento das plântulas de *A. cepa*.
- ◆ Os testes fotoquímicos revelaram a presença de: heterosídeos cianogênicos; compostos fenólicos; taninos; saponinas; antocianinas e antocianidinas; flavonóis, flavonóides, flavonas, flavanonas, flavononóis e/ou xantonas; esteróides livres e osídeos redutores e não redutores (açúcares).

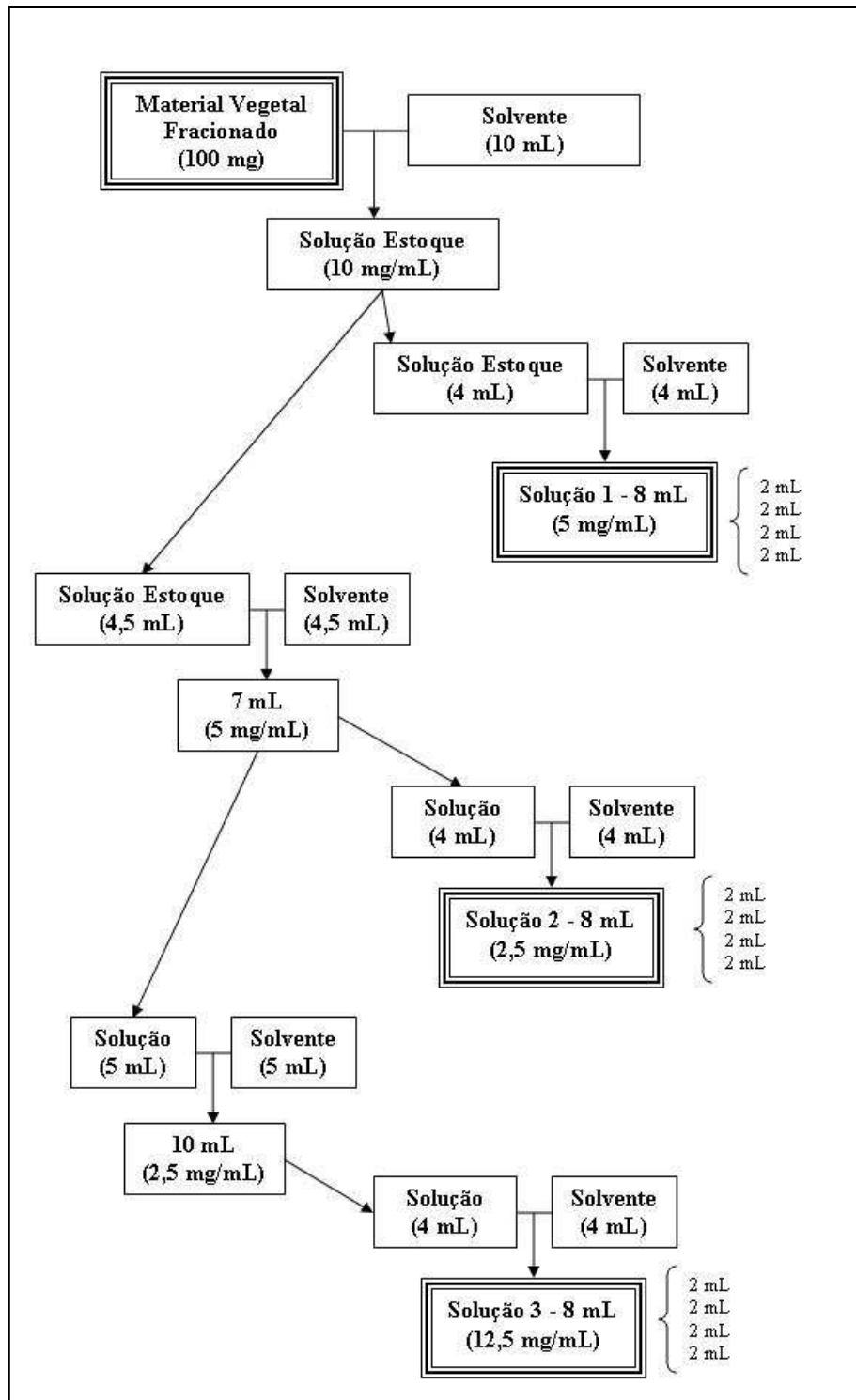
Entretanto, a presença destas classes de metabólitos secundários variou entre os órgãos, frações e épocas de coleta.

◆ Os resultados obtidos estimularam nosso grupo de pesquisa a dar continuidade a este trabalho. Pretende-se isolar e identificar os compostos alelopáticos presentes em *G. elegans*, visto que esta espécie é uma fonte importante de substâncias ativas, as quais poderão ser usadas, a longo prazo, como protótipos de herbicidas.

6. ANEXO I : Fluxograma ilustrativo demonstrando do fracionamento realizado com os diferentes órgãos de *gomphrena elegans*, utilizando-se um solvente por vez.



7. ANEXO II: Fluxograma ilustrativo da diluição realizada nos testes de atividade alelopática.



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](#)